



**Universidad Nacional Autónoma de México**  
**Programa de Posgrado en Ciencias de la Administración**

**Propuesta de un modelo para medir el riesgo de créditos hipotecarios para la población de México económicamente activa de 18 años.**

**T e s i s**

Que para optar por el grado de:

**Maestro en Finanzas**

Presenta:  
**Juan Miguel Barajas Paz**

Tutor:  
**M.F. Gabriel Alejandro Malpica Mora.**  
**Facultad de Contaduría y Administración.**

**Ciudad de México, febrero 2021**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## **Agradecimientos.**

A mi hermano: Por ser una de mis principales motivaciones para iniciar y terminar esta Maestría en Finanzas. Por enseñarme a ser paciente y a ver las cosas desde otra perspectiva. Por mostrarme el camino que a él le costó descubrir, y también por ponerme el ejemplo de ¡lo lejos que podemos llegar!

A mi mamá: por tener esa alta expectativa sobre mis estudios y mi persona y apoyarme también a su manera a iniciar y terminar mi maestría. Por ser la primera de la familia en lograr graduarse como Maestra motivando a mi hermano y a mí a lograrlo también.

A mi papá: por apoyarme y ofrecerme estancia en su casa para que pudiera estar más cerca de la universidad y poder concluir mi maestría. Por ayudarme a hacer trámites necesario para que yo pudiera aprovechar el intercambio académico que hice en la universidad de Macquarie en Australia.

A ti Irma Carranza Diaz por motivarme y ser mi ejemplo a seguir en ser la primera en titularte, fue un orgullo estar ahí en tu examen profesional junto a tus papas, viendo como recibías tu título y mención honorífica.

A mi tía Nena, tío Enrique y tío John por todo su apoyo. También en la memoria de mi abuelita María de la Luz quien estoy seguro de que estará orgullosa de verme titular y que estoy seguro me acompañará desde donde se encuentre.

A mi tutor M.F. Gabriel Alejandro Malpica Mora por apoyarme en todo lo necesario para poder cumplir en tiempo y forma mis tramites y que mi tesis tuviera la calidad necesaria para poder aportar algo útil a la sociedad.

A mis demás sinodales Dr Juan Manuel Ugarte, Dr Raúl Cornejo, M.F. Gustavo Varela y M.F, por tomarse el tiempo necesario y sacrificar sus actividades personales y profesionales con el objetivo de aportar en las correcciones y recomendaciones de cambios en mi tesis. Gracias por su crítica constructiva para lograr una versión mejorada de mi tesis.

A mi tutor de intercambio Chi Truong por compartir conmigo toda su información disponible sobre créditos hipotecarios en Sydney Australia para poder hacer una comparación a otras economías mundiales. Especialmente le agradezco por enseñarme a utilizar el programa R Studio y crear simulaciones mucho más ciertas que fueron cruciales en la presente investigación.

A todo el personal administrativo y profesorado del posgrado de la FCA UNAM por hacer posible que los trámites salieran en tiempo y forma pudiendo beneficiarme de los diversos programas disponibles como el intercambio académico, asistencia a congresos internacionales, etc. Especialmente agradezco a la Maestra Rosario Higuera por su paciencia y seguimiento, así como a la Maestra América.

A la Dra. María Luisa Saavedra por su apoyo en la creación de la estructura primordial de mi tesis y su enseñanza en técnicas de investigación y documentación.

A mis amigos, por compartir conmigo momentos de alegría durante toda la Maestría, incluyendo a mis amigos de Intercambio Mario Repas, Ida, Seung Ki, Soobin. También a ustedes amigos de Planet English, Oscar mi líder, Betty, Víctor, Pedro, Joshua.

A Dios, que sin Su voluntad nada sería.

## Contenido

CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN.....	7
<b>I. Planteamiento del Problema .....</b>	<b>8</b>
Tabla 1 Indicador Trimestral del Ahorro Bruto a precios corrientes. Año base 2013.....	9
<b>II. Preguntas de Investigación.....</b>	<b>13</b>
<b>III. Objetivos.....</b>	<b>13</b>
<b>IV. Hipótesis.....</b>	<b>13</b>
<b>V. Matriz de Congruencia.....</b>	<b>13</b>
<b>VI. Antecedentes.....</b>	<b>14</b>
<b>VII. Probabilidad de incumplimiento .....</b>	<b>17</b>
<b>VIII. Justificación de la Investigación.....</b>	<b>19</b>
<b>IX. Metodología .....</b>	<b>21</b>
CAPÍTULO 2 MARCO TEÓRICO.....	23
<b>X. Marco Teórico .....</b>	<b>24</b>
<b>1.1. Crédito.....</b>	<b>24</b>
<b>1.1.1. Concepto y Generalidades.....</b>	<b>24</b>
<b>1.1.2. Tipos de Crédito .....</b>	<b>25</b>
<b>1.1.3. Instituciones que regulan el crédito en México .....</b>	<b>25</b>
<b>1.1. Acuerdos de Basilea.....</b>	<b>26</b>
<b>1.2. Administración de Riesgos, Tipos de Riesgo, Riesgo de Crédito .....</b>	<b>30</b>
<b>1.3. Proceso de Administración de Riesgos.....</b>	<b>36</b>
<b>1.4. Adjudicación de bienes inmuebles .....</b>	<b>40</b>
<b>1.4.1. Concepto .....</b>	<b>40</b>
<b>1.5. Incumplimiento, Falta de Pago, Remate Bancario .....</b>	<b>40</b>
<b>1.5.1. Concepto .....</b>	<b>40</b>
<b>1.5.2. Dación en pago .....</b>	<b>40</b>
<b>1.6. Modelos.....</b>	<b>41</b>
<b>1.6.1. “Default Model” .....</b>	<b>41</b>
<b>1.6.2. Modelo CyRCE (Capital y Riesgo de en Países Emergentes) .....</b>	<b>42</b>
<b>1.6.3. Modelo de Hyman Minsky .....</b>	<b>43</b>
<b>1.6.4. Cadena de Markov. ....</b>	<b>44</b>
<b>1.6.5. Cadenas de Markov Monte Carlo (MCMC).....</b>	<b>45</b>
<b>1.7. Modelo Bayesiano.....</b>	<b>46</b>
<b>1.8. Monte Carlo.....</b>	<b>49</b>
<b>1.9. Matrices de Transición.....</b>	<b>50</b>
CAPÍTULO 3 Contexto.....	51

<b>XI. Situación actual en el mundo de los créditos hipotecarios a jóvenes de 18 años</b>	52
<b>XI.1. Pérdida de valor de la vivienda</b>	56
CAPÍTULO 4 PROPUESTA	58
<b>XII. Propuesta de valor para crear un modelo que mida el riesgo de créditos hipotecarios para la población económicamente activa de 18 años en México</b>	59
<b>XIII. Resultados de la simulación</b>	63
<b>CAPITULO 5 Conclusiones y Recomendaciones</b>	75
<b>XIV. Conclusiones y Recomendaciones para futuras investigaciones</b>	76
<b>XV. Bibliografía</b>	80

## Índice

I. Planteamiento del problema.	
II. Preguntas de investigación.	
III. Antecedentes	
IV. Objetivos de la investigación:	
1. General	
2. Particulares	
V. Hipótesis	
VI. Matriz de Congruencia	
VII. Justificación de la Investigación	
VIII. Metodología	
IX. Marco Teórico	
1. Administración de Riesgos	
2. Tipos de riesgos	
2.1. Riesgo de Crédito	
2.2. Proceso de Administración de riesgos	
2.3. Teorías	
2.4. Modelos	
2.4.1. <i>Default Model</i>	
2.4.2. Modelo CyRCE	
2.4.3. Modelo Hyman Minsky.	
2.5. Pro cíclicos	
2.6. Euforia	
2.7. La taxonomía empresarial en tres partes: Minsky	
2.8. <i>Overtrading</i> – sobrenegociación	
2.9. Manía, burbuja, valores fundamentales	
3. Crédito	
3.1. Concepto	
3.2. Origen del crédito.	
3.3. Tipos de Crédito	

- 3.4. Matrices de transición
- 4. Acuerdos de Basilea
- 5. Adjudicación de Bienes Inmuebles
  - 5.1. Concepto
  - 5.2. Incumplimiento, Falta de Pago
- 6. Remate Bancario
  - 6.1. Concepto
  - 6.2. Dación en pago
- X. Situación Actual en el Mundo de los créditos hipotecarios a jóvenes de 18 años
  - 1.1. Créditos otorgados,
  - 1.2. Probabilidad de incumplimiento
  - 1.3. Adjudicación de inmuebles.
  - 1.4. Pérdida de valor de la vivienda
  - 1.5. Implicaciones de la política económica
- XI. Propuesta de valor para disminuir el riesgo de créditos hipotecarios para la población económicamente activa de 18 años y aumentar la liquidez de las entidades financieras.
  - 1.1. Selección de la muestra
  - 1.2. Modelo de incumplimiento de pago de la muestra, con la probabilidad de incumplimiento de otros países en el mundo.
  - 1.3. Estimación del porcentaje de la adjudicación de bienes inmuebles en México
  - 1.4. Reducir el riesgo
  - 1.5. Aumentar la liquidez
- XII. Conclusiones y Recomendaciones para futuras investigaciones
- XIII. Bibliografía
  - Resumen Capitular
  - Programa de trabajo (cronograma)
  - Fuentes de Información

# CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN

En la presente investigación se expondrán los principales problemas e inconvenientes que han presentado a lo largo de la historia las personas entorno a los créditos hipotecarios solicitados, así como el desarrollo y vida de estos créditos. También, se analizará la información oficial disponible en torno a estos créditos y entorno a las condiciones de estabilidad laboral que afectan directamente al comportamiento de estos. Finalmente se propondrá un modelo que permita medir el riesgo que presentan los créditos hipotecarios otorgados a los jóvenes mexicanos de 18 años.

## I. Planteamiento del Problema

Es preocupante hoy en día que todavía exista muy poca o nula información con respecto a educación financiera en la generalidad de la población mexicana, ni que decir en la población adolescente de 18 años económicamente activa en México. Es por eso que es importante y necesario conocer que, así como se ha observado en ocasiones anteriores que se describirán más adelante en la presente investigación, las personas, así como los países entran en una situación de crisis financiera y no logran pagar las obligaciones financieras que han contraído por un sobre endeudamiento, lo cual los lleva a una falta de pago que muchas veces los ha obligado a tener que dar su vivienda como pago, conocido como dación en pago. Esta situación que en una mayor escala a nivel nacional puede llevar, y ha llevado, como veremos más adelante, a diferentes países alrededor del mundo a sufrir crisis financieras.

Dentro de otros factores que están alrededor del planteamiento del problema podemos encontrar los bajos ingresos que tiene la población mexicana, la pobreza, los empleos mal pagados, que no permiten a los empleados tener acceso a créditos hipotecarios incluyendo a los jóvenes de 18 años que ya trabajan.

Por ejemplo, los datos al 2020 que arroja una consulta de datos del INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2020), en su Indicador Trimestral del Ahorro Bruto (ITAB) con base el año 2013, para el tercer trimestre del año 2020 alcanzo apenas el 19.3% del PIB que en términos de millones de pesos son \$4,354,409. El indicador ITAB con base 2013 representa la parte del ingreso disponible que no se gasta ni en bienes ni en servicios de consumo final, permitiendo con estos recursos la adquisición de activos por parte de los agentes económicos.

Este indicador se ha visto disminuido en -3.3% al primer trimestre de 2020, también en su comparación anual el ITAB disminuyó en -8.2% durante el trimestre enero a marzo de 2020.

Dadas estas situaciones de disminución del ahorro se plantea una dificultad para las personas en hacer frente a sus obligaciones financieras.

**Tabla 1 Indicador Trimestral del Ahorro Bruto a precios corrientes. Año base 2013.**

Indicador Trimestral del Ahorro Bruto, a precios corrientes. Año base 2013

Ahorro bruto

Valores corrientes

Concepto				2020						
	Meses	9 Meses	Anual	T1 <sup>R</sup>	T2 <sup>R</sup>	T3 <sup>P</sup>	T4	6 Meses	9 Meses	Anual
Participación porcentual										
Producto interno bruto	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0		100.0	100.0	
Ahorro bruto	21.4	21.3	21.1	20.1	18.3	19.4		19.3	19.3	
S.1 - Economía interna	20.1	20.4	20.7	18.5	18.3	25.9		18.4	21.0	
S.2 - Resto del mundo	1.2	0.9	0.4	1.5	0.1	-6.5		0.9	-1.7	
Valores corrientes										
Millones de pesos										
Producto interno bruto	4 302 821	24 292 632	24 443 014	24 490 585	20 046 063	23 102 902		22 268 324	22 546 517	
Ahorro bruto	5 194 934	5 173 009	5 154 479	4 912 569	3 670 888	4 479 771		4 291 728	4 354 409	
S.1 - Economía interna	4 896 578	4 963 116	5 057 007	4 541 149	3 660 592	5 988 460		4 100 871	4 730 067	
S.2 - Resto del mundo	298 356	209 894	97 472	371 419	10 296	-1 508 689		190 857	-375 658	

<sup>P</sup> Cifras preliminares

<sup>R</sup> Cifras revisadas

Nota:

Los resultados del Indicador Trimestral del Ahorro Bruto que aquí se presentan, incorporan el ajuste al cálculo anual de las Cuentas de Bienes y Servicios 2019 preliminar, la actualización de los últimos tres años de la Encuesta Mensual de Servicios, la última información estadística disponible de las encuestas económicas de manufacturas, construcción y comercio y los registros administrativos de los últimos dos años por lo cual, se pueden observar diferencias en las magnitudes y variaciones que fueron oportunamente publicadas.

INEGI, 2020

Por otro lado, menciona el CONEVAL (Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social, 2016), que al 2014 la población en situación de pobreza es de 55.3 millones.

En su resumen ejecutivo la Sociedad Hipotecaria Federal (SHF, 2016), menciona que la economía mundial sigue con un crecimiento lento debido a las crisis financieras y un menor crecimiento potencial. Adicionalmente la falta de crecimiento de Estados Unidos, China y la mayoría de los países emergentes. Para el caso de Latinoamérica menciona que se desacelerará afectada por los problemas de Brasil y los efectos de la caída del petróleo en México y Colombia. Destaca también como los principales riesgos de la economía mundial la pronunciada apreciación del dólar, la delicada situación de Grecia y la salida de Gran Bretaña de la Unión Europea (*Brexit*), así como las alzas de las tasas de interés de la FED (Reserva Federal) que podría incrementar la volatilidad financiera con efecto en los países emergentes y en particular en los mercados hipotecarios.

Los resultados por sector económico del segundo trimestre de 2015 (SHF, 2016) muestran el sector primario con un crecimiento de 2.66%, en el sector secundario creció 0.55% anual y el terciario incrementó un 3.06%. Ahora bien, el sector de la construcción creció 2.85% lo cual es menor al último trimestre de 2014. Al segundo trimestre de 2015, la población mayor de 15 años en el país fue de 88.2 millones de personas, de las cuales el 59.67% correspondió a la Población Económicamente Activa definida por el INEGI. Las remuneraciones medias nominales en el mes fueron de \$6,513 como salarios para niveles operativos y \$12,787 de sueldos para niveles de mando medio y superior.

En el sector financiero los indicadores han evolucionado pasando de tasas de 14.15% en enero de 2005 a 10.59% en junio de 2015.

En la presente investigación nos enfocaremos en la causa referente a la imposibilidad de pagar el crédito hipotecario que le es otorgado hoy en día a jóvenes mexicanos de 18 años económicamente activos.

Se menciona también en el artículo de la Sociedad Hipotecaria Federal (SHF, 2016) que el índice de morosidad de la vivienda (IMOR) de la banca comercial con datos de la Comisión Nacional Bancaria y de Valores (CNBV) destacan los siguientes datos:

- La tendencia del IMOR en la banca comercial ha presentado un comportamiento sostenido hacia la baja. De enero 2004 a julio 2015 el índice descendió 4.40 puntos porcentuales al pasar de 7.86% a 3.29%.
- El IMOR descendió de manera más pronunciada de enero de 2004 a diciembre del 2006, cuando pasó del 7.48% a 2.71% (índice más bajo).
- Durante la crisis económica de México de 2009, el IMOR mostró un alza moderada al pasar del 3.62% al 4.63%, para diciembre del 2011, el IMOR recuperó su nivel previo a la crisis al ubicarse en 3.56%.
- A partir de 2012, las condiciones de morosidad de la banca comercial se han ordenado en torno a un IMOR de 3.4%.

Gracias a las actualizaciones de la información disponible y oficial también se pueden consultar las series históricas en la página de la CNBV disponibles desde el año 2000, información que no es considerada en la presente investigación dado que se contaba con otra información oficial disponible en cuanto se comenzaron las observaciones y desarrollo de las simulaciones. Igualmente es preciso aclarar que el modelo creado, así como los resultados obtenidos son basados en dichas cifras y no en las series históricas, sin embargo la bondad de la presente investigación es que el modelo queda para quien quiera hacer una futura investigación con datos más recientes pueda hacerlo sin mayor complicación.

La cartera total y la cartera vencida, menciona la SHF (2015), como componentes del IMOR de la banca comercial presentaron los siguientes resultados:

- De enero de 2004 a junio de 2015, la cartera de crédito total hipotecario pasó de 115.51 mil millones de pesos (mmdp) a 547.06 en términos nominales, es decir se registró un crecimiento de 373.60%. Para este mismo periodo, la cartera vencida hipotecaria aumentó de 9.08 mmdp a 17.50 mmdp, lo cual representa una tasa de crecimiento nominal del 92.73%.
- De esta manera, el financiamiento, a la vivienda otorgado por la banca comercial se multiplicó por un factor de 4.74 mientras que el factor de la cartera de morosidad hipotecaria fue de tan solo 1.92 en el mismo lapso.
- Estos resultados mostrados en el reporte de la SHF, de la reducción de la tasa de desempleo abierto y de la tasa de interés hipotecaria además de

las mejores condiciones económicas de los hogares del país son causas fundamentales que contribuyen al índice de morosidad registrado.

- De 2004 a junio de 2018, once nuevas instituciones bancarias se han incorporado al financiamiento del sector hipotecario (ABC Capital, Autofin, Banca Mifel, Banco Ahorro Famsa, Bansi, Bank of America, CIBanco, Inmobiliario Mexicano, Monex, Multiva y Ve por más) que en conjunto tienen una participación cercana al 3% del total del financiamiento hipotecario; en este mismo periodo, Bank Boston dejó de financiar este sector.

El Economista (2016), publicó una nota donde menciona que Infonavit está experimentando un deterioro en su cartera en el primer semestre del año 2016, esto a pesar de que han mostrado tasas históricamente bajas y su morosidad en la cartera hipotecaria ha sido baja y estable, preocupa un mayor deterioro. Su estado financiero presentado y auditado del Infonavit muestra un incremento en su cartera vencida de 12.08% anual con respecto de junio de 2015, lo que representa un incremento de 9.8 mdp.

El Banco Central (2016), menciona que el crédito a los hogares y el hipotecario se incrementó de 6.7% real anual en el primer trimestre a 8% para el segundo cuarto del año. El crédito de vivienda, en particular materia de esta investigación, incrementó de 5.8% a 7.1% entre el primero y segundo trimestre del mismo año. El criterio de cartera vencida considerado es de 90 días de falta de pago con lo que se consideraron los datos anteriores.

También observamos que son más los casos en que se puede hacer traspaso a una cartera vencida como se especifica en el Anexo 33 serie B6 (2021):

- Declaración del acreditado en concurso mercantil
- No se haya liquidado las amortizaciones con forme a los términos pactados con 30 o más días naturales vencidos.

De acuerdo con Banxico (2016), para poder otorgar un crédito se deben tomar en cuenta los siguientes factores:

- Capacidad de Pago. Es el ingreso disponible para pagar un crédito o ahorrar, una vez deducidos gastos como renta, alimentación, salud y educación, entretenimiento y otros. Así como la estabilidad laboral o de trabajo menciona.
- Solvencia y patrimonio. El patrimonio es la diferencia entre el valor de los bienes y las dudas de una persona. La solvencia es la capacidad de una persona para hacer frente a sus obligaciones de pago.
- Nivel de endeudamiento. Como proporción del ingreso es igual al total de deudas entre el total de ingresos, una buena práctica crediticia del otorgamiento de un nuevo préstamo solo si el nivel de endeudamiento es menor o igual al 30% del ingreso familiar.
- Historial crediticio.

Con esto en mente hay personas que no son sujetos de crédito hipotecario, cuando no cumplen con los factores anteriores que menciona Banxico. Desafortunadamente, gran parte de la población no entraría teóricamente, dentro de los factores mencionados debido a la situación económica particular de México y que sin embargo están otorgándoles créditos hipotecarios a jóvenes mexicanos de 18 años económicamente activos. Es decir, el deber ser sería que no fueran sujetos de crédito sin embargo si se les están otorgando dichos créditos lo cual pudiera provocar un incremento en la cartera vencida de las instituciones financieras que otorguen los créditos hipotecarios.

Otro problema grave que se observa en la población mexicana de 18 años económicamente activa es la falta del ahorro y en general en los agentes económicos (INEGI, 2017) han podido ahorrar en menor cantidad a partir del primer trimestre del 2017 pasando de \$24.3 mdp a \$22.9 mdp en el cuarto trimestre del mismo año.

El ahorro bruto lo conceptualiza el INEGI (2017) como la parte del ingreso que no se gasta ni en bienes ni en servicios de consumo final, permitiendo con esos recursos la adquisición de activos por parte de los agentes económicos.

Para efectos de la presente investigación se sugiere que el objetivo del ahorro se destine a la mejora en la vida y condiciones crediticias de los créditos hipotecarios que le están siendo otorgados a jóvenes de 18 años económicamente activos en México.

Por otro lado, la Condusef (2012), menciona que casi el 40% de la población mexicana no ahorra y de los que sí ahorran lo hacen en 43.7% en mecanismos informales como lo son las conocidas tandas o debajo del colchón o préstamos familiares. Es bien conocido que este tipo de mecanismos conllevan a muchos riesgos de falta de cumplimiento de las obligaciones crediticias adquiridas, inseguridad y legales. Además, estos mecanismos informales no otorgan ninguna tasa de interés para los que ahorran en ellas ni siquiera cubren la inflación.

**Tabla 2 Opciones de ahorro Inversión 2016**

<b>Opciones de Ahorro – Inversión</b>		
<b>Instrumento</b>	<b>Inversión o Ahorro mínimo</b>	<b>Rendimientos promedio (5 años)</b>
Cuentas de ahorro	\$500	Menos del 1%
Pagarés bancarios	\$5,000 en adelante	De 1% a 6% de acuerdo al monto de inversión
Cetesdirecto	\$100	7%
Afore aportaciones voluntarias	\$100	13.3% en adelante
Sociedades de Inversión	\$2,000 a \$10,000	Variable
<i>Fuente: Bancos, Consar, Operadoras de Fondos de Inversión y Banxico con datos de 2016</i>		

La tabla anterior enumera algunas de las opciones de ahorro-inversión sugeridas por la Condusef, sin embargo, muchas personas mencionan que no ahorran pues sus ingresos que son muy bajos no les alcanzan para cubrir sus necesidades básicas y que incluso recurren a préstamos para poder cubrirlas.

Igualmente cabe aclarar que las cifras hoy en día son más bajas dada la situación económica que enfrenta el país debido a la crisis desatada por el Covid 19.

## II. Preguntas de Investigación

Como parte del objetivo de la presente tesis se pretende responder las siguientes preguntas:

- ¿Cómo modelar o medir el riesgo de crédito hipotecario para la población mexicana económicamente activa de 18 años?

## III. Objetivos

- Crear un modelo que logre medir el riesgo de créditos hipotecarios para la población mexicana económicamente activa de 18 años.

## IV. Hipótesis

Con la aplicación de la presente investigación se pretende lograr y crear un modelo que sea capaz de medir el riesgo de créditos hipotecarios para la población mexicana económicamente activa de 18 años.

## V. Matriz de Congruencia

**Tabla 3 Matriz de Congruencia**

Planteamiento del Problema	Pregunta de Investigación	Objetivos	Hipótesis	Variables de Investigación
Las personas y países entran en una situación de crisis financiera y no logran pagar sus obligaciones financieras que han contraído por un sobre endeudamiento, y entran en una falta de pago que muchas veces los ha obligado a tener que dar su vivienda como pago. Esta situación en una mayor escala a nivel nacional puede llevar y ha llevado a diferentes países alrededor del mundo a sufrir crisis financieras.	¿Cómo modelar o medir el riesgo de crédito hipotecario para la población mexicana económicamente activa de 18 años?	Crear un modelo para poder medir el riesgo de créditos hipotecarios para la población mexicana económicamente activa de 18 años.	Se logrará crear un modelo para poder medir el riesgo de créditos hipotecarios para la población mexicana económicamente activa de 18 años.	Podemos encontrar dentro de las variables de investigación, el índice de Morosidad (IMOR), La tasa de desempleo, y el sector de la población mexicana económicamente activa de 18 años.

## VI. Antecedentes

A continuación, se describen los diferentes momentos en la historia de diferentes economías a nivel mundial que han sufrido casos económicos de dificultad en donde se han inflado los precios como una burbuja y analizaremos también sus consecuencias.

Como menciona Reinhart & Rogoff (2011), existen ciclos financieros de impago y la duración de los episodios de impago que por ejemplo en el lapso posterior a la segunda Guerra Mundial tuvieron la mitad de duración entre los años de 1800 y 1945, es decir tres años contra seis años. Esto es conocido como el síndrome de “esta vez es distinto” que se basa en la creencia de que una crisis financiera es algo que les sucede a otras personas en otros países en otras épocas, es decir que las crisis no nos afectan a nosotros por ser diferentes aquí ni ahora.

Sin embargo, esta es una falsa creencia debido a que los ciclos económicos están presentes dentro de las diferentes economías mundiales y es necesario considerarlos como eventos que pasarán cada cierto tiempo, es decir, no es que ya hayan ocurrido una vez y no vuelvan a ocurrir. Con esto en mente se facilita más explicar y narrar a continuación los diferentes ciclos de crisis alrededor del mundo, y también nos pone dentro de un contexto en el cual debemos estar listos para cuando vuelva a suceder.

De acuerdo con Kindleberger & Aliber (2012), el primer ciclo se dio en 1980 dándose una crisis en México, Brasil, Argentina y 10 países en vías de desarrollo más. Esta crisis estuvo relacionada con el acelerado crecimiento de los préstamos de las entidades financieras internacionales más importantes a los gobiernos y a las instituciones de gobierno, que se mantuvo durante casi 10 años.

El segundo ciclo se dio en el año de 1990 principalmente en Japón, pero también en Finlandia, Noruega y Suecia, debido a que los precios inmobiliarios y de las acciones se aumentaron cinco o seis veces en la década de 1980.

El tercer ciclo ocurrió en 1997 conocida como la crisis asiática, principalmente en Tailandia, al igual que en Malasia e Indonesia, Corea del Sur, Rusia y nuevamente Brasil y Argentina (países que ya habían sido parte del primer ciclo).

El cuarto ciclo pasó en 2007 conocida como la crisis “Subprime”, debido al descenso de los precios en los inmuebles principalmente en Estados Unidos, Gran Bretaña, España, Irlanda e Islandia. Este ciclo también se debió a la caída de los bonos de los gobiernos griegos, portugués y español.

Estas cuatro crisis tuvieron flujos transfronterizos de dinero que impulsaron un incremento en los valores de las monedas y así de los precios de los inmuebles o acciones en los países que recibían el dinero. Este efecto es mejor conocido como burbuja. Estas burbujas implosionaron debido a que los incrementos no fueron sostenibles en el endeudamiento de un grupo de prestatarios o también debido a los aumentos no sostenibles de los precios de las acciones. Cuando no hay suficiente dinero en efectivo de los nuevos préstamos para pagar los intere-

ses sobre los préstamos pendientes, es entonces cuando los precios de los inmuebles y de las acciones disminuyen. Así, los prestatarios incurren en pérdidas y también los prestamistas. (Kindleberger & Aliber, 2012)

De acuerdo con Kindleberger & Aliber (2012) Japón es un ejemplo claro donde la implosión de la burbuja inmobiliaria y de acciones provocaron el fracaso masivo de los bancos y poco también crecimiento económico del país. En Tailandia provocó un declive de los valores de la moneda y de los activos de la región, siguiéndoles las recesiones. En Estados Unidos no hubo hundimientos importantes cuando los precios de las acciones disminuyeron un 40% entre 2001 y 2003 y la recesión fue breve y poco profunda.

Se dice que en Islandia se dio el efecto de la burbuja perfecta debido a que Islandia es el país más pequeño que tiene su propia moneda y los procesos financieros asociados a este efecto son mucho más visibles. Este efecto empezó en 1998 cuando su gobierno privatizó los bancos, los empresarios que compraron las acciones eran dueños de empresas importadoras, quienes para 2002 tuvieron grandes flujos de dinero lo cual se reflejó como un excedente en la balanza comercial de Islandia. Sin embargo, este flujo de dinero de Islandia formaba parte de un flujo global de dinero a diferentes países como Estados Unidos, Gran Bretaña, Irlanda, España, Sudáfrica y Australia. Como resultado de este incremento desmedido de flujos de dinero Islandia pasó de tener un pequeño excedente a tener un déficit en su balanza comercial de más del 20% de su PIB. Los precios de las acciones iban en aumento en un ritmo de 70% por año al igual que el capital de los bancos. Como veían que era un excelente negocio, aparentemente, los dueños de los bancos e incluso las personas comenzaron a pedir créditos a bancos extranjeros para comprar más acciones o incluso comprar otras empresas, haciendo que la deuda externa de Islandia fuera aumentando casi 30% al año. Ese dinero prestado, fue utilizado para pagar los intereses de sus otras deudas. Las ganancias de los bancos islandeses venían del aumento del precio de las acciones que incluso se rumoraba que Islandia sería un nuevo centro financiero internacional. Estos rumores se terminaron cuando la empresa Lehman Brothers quebró en 2008 provocando que los bancos islandeses no pudieran obtener préstamos de bancos extranjeros, así dejaron de pagar los intereses de su deuda, bajaron los precios de las acciones e incurrieron en incumplimiento del pago de sus préstamos. Todo esto provocó pérdidas en los préstamos bancarios que a su vez se dispararon, los bancos quebraron y fueron rescatados por el gobierno islandés como una medida extrema a lo que estaba sucediendo. (Kindleberger & Aliber, 2012).

Esta crisis subprime de los Estados Unidos, tuvo su origen con la venta del banco de inversiones Bear Stearns el 17 de marzo 2008, ya que acordó ser comprado por Jaime Dimon de JP Morgan por tan sólo \$2 dólares por acción. Además de esto, la Reserva Federal accedió en tomar más de \$30 billones de dólares en pérdidas de Bear Stearns para que el trato de Jaime Dimon fuera exquisito. Dada esta situación, había rumores de que los inversionistas llenos de pánico se estaban reusando a negociar con el banco Bear. La quiebra del banco Bear Stearns despertó serias dudas sobre los modelos de los demás bancos de inversión.

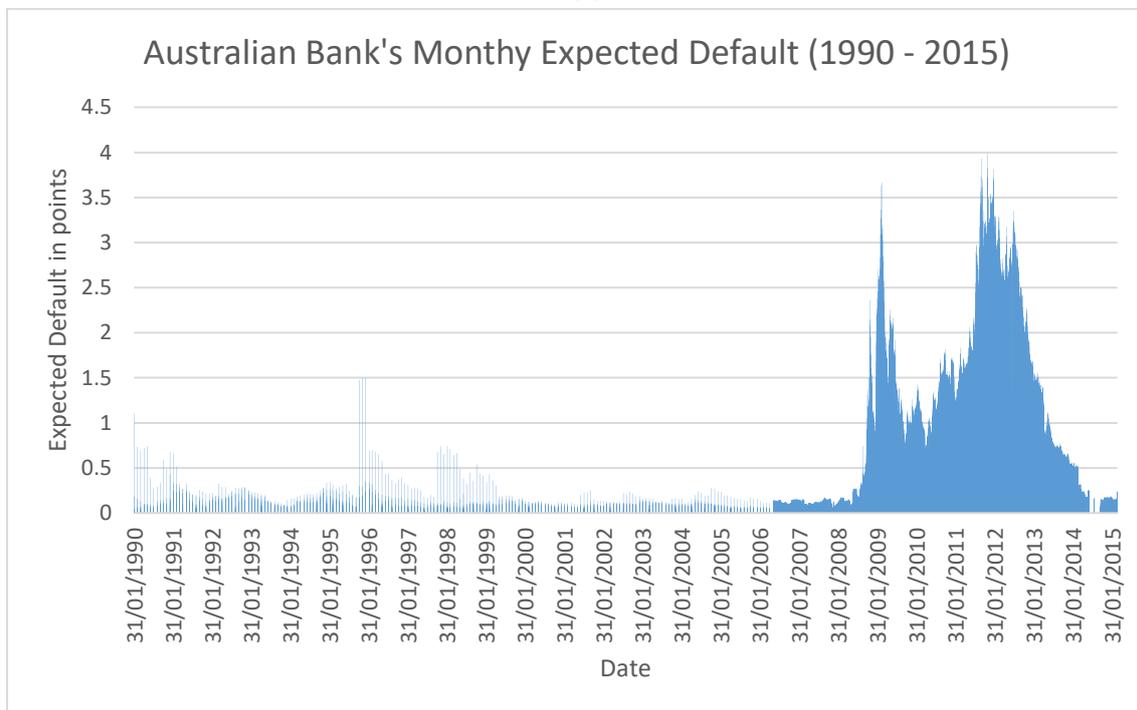
Entonces la Reserva Federal abrió por primera vez, la oportunidad a las firmas inversionistas de acceder a fondos igual de baratos que el gobierno ofrecía a grandes bancos comerciales, lo cual le dio la oportunidad a Wall Street de seguir luchando.

Comenzaron los rumores en Europa que ING, el banco holandés, cesaría negociaciones con Lehman Brothers y todos sus corredores de bolsa. Por tres años Lehman había tenido muchas ganancias por lo cual fue nombrado como máquina de grandes ganancias de Wall Street. Sin embargo, Lehman acumuló pérdidas por títulos respaldados por las hipotecas en el año 2008, la Reserva Federal convocó una reunión para discutir su posible compra o declaración en quiebra que finalmente se dio el 15 de septiembre de 2008. (Ross, 2009)

Menciona Lewis (2010), que algunas personas ya se habían dado cuenta de que existía una burbuja en el mercado de los inmuebles, y que en un corto plazo se podían obtener muy buenas ganancias con los créditos hipotecarios.

Por otro lado, y como resultado del intercambio académico que realice en la Universidad de Macquarie Sydney en Australia, se presenta a continuación una gráfica de lo que llaman el “expected default” de los principales bancos en Australia con cifras mensuales del año 1990 al año 2015.

**Gráfica 1 Riesgo de crédito mensual esperado para los Bancos Australianos**



En esta gráfica podemos observar como la tasa del expected default se incrementa considerablemente a fines del año 2008 y durante 2009 por la mundialmente conocida crisis subprime. También podemos observar que baja a niveles del año 1996 en el año 2010 y 2011 para después volver a subir incluso más que en 2008 a niveles de casi 4 puntos durante el año 2012. Para los años 2013 al

2015 se ve cómo ha ido decreciendo hasta llegar a niveles de 0.17 puntos aproximadamente.

De la información histórica presentada, se puede observar que el puntaje más alto del llamado “*expected default*” lo registró la institución financiera Macquarie Group Ltd y por otro lado el puntaje mínimo registrado por 8 bancos distintos que se enlistan a continuación siguiendo ANZ Australia en segundo lugar:

- Anz-Australia & New Zealand Bk
- Bank Of Queensland Ltd
- Commonwealth Bank Australia
- Commonwealth Pty Office Fd
- Dexus Property Group
- Qbe Insurance Group Ltd
- Westpac Banking

## VII. Probabilidad de incumplimiento

Las probabilidades de incumplimiento son muy importantes tenerlas en cuenta dado que de esto depende que las carteras estén o no saludables, es decir una cartera con incumplimiento será menos saludable que una que no lo tiene. Los incumplimientos que se registren en un futuro en los créditos hipotecarios de los jóvenes económicamente activos en México llevarán a tener carteras vencidas. En el caso de la presente investigación es relevante poder contar con un modelo que logre medir el riesgo de esta población en particular para, siendo una propuesta novedosa usando modelación estocástica de los parámetros que hizo falta de implementar en la investigación presentada por Álvarez y Gutiérrez (2010) en sus “Modelos de riesgo para el seguro de crédito a la vivienda” publicado por la SHF. Situación que motivó a la presente investigación aunado con el nuevo producto financiero que ofrece créditos hipotecarios a jóvenes de 18 años económicamente activos en México para lo cual se desarrollará un modelo que mida el riesgo.

Menciona Álvarez y Gutiérrez (2010), que un crédito puede encontrarse en diferentes fases cuando un pago programado no se realiza. La entidad crediticia no sabe si el acreditado está retrasado en el pago o ha decidido no hacer más pagos a la hipoteca contraída, por lo que en la práctica la falta de pago de la mensualidad se considera que el crédito está en “mora”. La morosidad es la situación que antecede al incumplimiento y tiene un papel importante. La morosidad simplemente cuenta el número de pagos que el acreditado no ha hecho en relación con los que debía hacer de acuerdo con su tabla de amortización pactada. El número de mensualidades sin pago consideradas para declarar que un crédito ha dejado de pagar de acuerdo al Anexo 33 B6.

Uno de los indicadores más representativos del incumplimiento sobre los créditos hipotecarios es el conocido como Índice de Morosidad (IMOR) que Banxico

(2016), lo define como la cartera de crédito vencida como proporción de la cartera total. Es uno de los indicadores más utilizados como medida de riesgo de una cartera crediticia.

$$IMOR = \frac{Cartera Vencida}{Cartera Total}$$

Álvarez y Gutiérrez (2010) dicen que si se cuenta con la siguiente información se puede asignar una probabilidad de incumplimiento en el crédito hipotecario:

- Información socioeconómica del acreditado.
- Información del comportamiento del crédito (Comportamiento del crédito). Información que se recaba una vez que se ha otorgado el crédito. Un crédito pagado en tiempo es menos propenso a incumplir que uno que se ha atrasado en los pagos. Esta información que se genera una vez otorgado es más relevante y ayuda a calcular mejor la probabilidad de incumplimiento.
- Información macroeconómica.
- Adicionalmente la información que recaba la institución crediticia que otorga el crédito como puede ser:
  - Los ingresos y egresos del solicitante. Buscan que sea 3 o 4 veces el monto del pago mensual del crédito hipotecario.
  - El monto del enganche. A mayor monto del enganche el acreditado tiene menos incentivo de incumplir. Están entre 5% y 10% del valor de la vivienda.
  - Información de Buró de Crédito. Hay más probabilidad de incumplir si es que se ha incumplido en otros créditos. También el nivel de endeudamiento podría mermar el ingreso de la persona y hacerla caer en incumplimiento.
  - Valor de la vivienda. Debe corresponder a los ingresos de la persona, o podría incumplir en el pago del crédito.
  - Tipo y tiempo de empleo. Da certidumbre de que el ingreso de la persona es estable y en general tienen menos probabilidades de incumplir.
  - Características del crédito. Mayores tasas y menores plazos, así como las unidades de medidas utilizados para cuantificarlos.

Para clasificar los créditos como vencidos de acuerdo con la definición de la CNBV de Cartera Vencida en la B-6 (2018) con pago único de principal, se requieren 30 días o más de vencimiento; para el caso de los créditos revolventes, 60 días, y para los créditos a la vivienda 90 días. La cartera de crédito se clasifica como vencida cuando los acreditados son declarados en concurso mercantil, o bien, cuando el principal, intereses o ambos no han sido liquidados en los términos pactados originalmente considerando los plazos y las condiciones establecidas en la regulación.

Dentro de la situación actual que México enfrenta en cuanto a cartera vencida, podemos observar una nota en el Economista (6 septiembre 2016) en donde subrayan la preocupación de Banxico por la cartera vencida del Infonavit del 12.08%, siendo una de las instituciones más importantes que promueve, desarrolla e implementa la política pública de vivienda.

Este es un factor realmente preocupante, pues tal como sabemos el Infonavit debería de ser una de las instituciones crediticias que mejor cobra sus créditos hipotecarios debido a que están directamente descontados de las nóminas de los trabajadores, lo cual nos indica que estos deudores muy probablemente han perdido su fuente de ingresos, es decir su trabajo, o que probablemente estén por conseguir otro y en un lapso de 90 días no han pagado sus créditos hipotecarios.

### **VIII. Justificación de la Investigación**

Esta propuesta - investigación pretende ayudar a crear un modelo para poder medir el riesgo de crédito hipotecario que han enfrentado y siguen enfrentando las instituciones crediticias en nuestro país. En particular en los créditos hipotecarios que se están otorgando a jóvenes de la población económica activa de México de 18 años.

La propuesta pretende dar un vistazo hacia lo que ha pasado y está pasando en otros países logrando así contextualizar la situación de México frente al mundo en este tema en particular y poder lograr el objetivo de la presente investigación que es crear un modelo capaz de medir el riesgo de los créditos hipotecarios de la población económicamente activa de 18 años en México. Esto traerá como beneficio entender las causas que han ocasionado riesgos crediticios en otros países, así como las posibles soluciones que pudieran ser aplicables a nuestro país y que hasta la fecha no se ha hecho.

La presente investigación, es de vital importancia dado que de no hacerse un cambio dentro de las condiciones en que actualmente se están otorgando los créditos a jóvenes de 18 años, se corre el riesgo nuevamente de incumplimiento de pago, afectando gravemente en las finanzas de las instituciones crediticias, aumentando su riesgo crediticio y disminuyendo su liquidez, teniendo que adjudicar la vivienda lo cual provocaría una baja en los precios de los inmuebles y como se ha visto en ocasiones anteriores, el efecto dominó en la economía del país puede verse afectada gravemente.

Además, se busca crear conciencia financiera en la población económicamente activa de 18 años que tiene acceso a créditos hipotecarios sobre los posibles riesgos en los que se incurre una vez que se tiene el crédito a pagar en un largo plazo, antes los diferentes riesgos y falta de certeza de la seguridad de los empleos de tiempo completo y por lo tanto caer en el incumplimiento de las obligaciones contraídas.

Por otro lado, se pretende utilizar el proceso de administración de riesgos para identificar, evaluar, monitorear, administrar y divulgar los riesgos en que las entidades financieras que otorgan créditos hipotecarios están expuestos al otorgar

cada vez más créditos a la población incluso desde el cumplimiento de la mayoría de edad en México, 18 años según la Política Nacional de Vivienda del Gobierno de la República del Gobierno Mexicano de 2014. Estos riesgos se dirigen cada vez más a la situación en la que las personas a las que se les otorgó el crédito no tengan la capacidad de pago para cumplir con sus obligaciones crediticias y las hipotecarias se vean en la necesidad de adjudicar las viviendas y una vez hecho esto, ponerlas a la venta mediante un remate bancario. (DOF, 2014).

Las consecuencias de tales escenarios son muy graves tanto para la población que adquiere el crédito hipotecario ya que pierden como tal su vivienda y no solo eso sino también el pago de intereses que hasta ese momento ya habían efectuado.

Así también las entidades financieras que hayan otorgado los créditos, si bien tienen en garantía el pago del crédito con el mismo inmueble, una vez que se vean en la situación de tener la gran mayoría de sus inmuebles adjudicados y listos para ser rematados, el mercado de la oferta y la demanda surtirá efecto y tal vez los valores de la deuda no lleguen a equipararse con los valores del inmueble en el mercado, dadas las circunstancias de mayor oferta de inmuebles en esa situación y menor demanda de los mismos. Esto entre otras cosas acarrearía un problema todavía mayor tanto de liquidez a la institución financiera que haya otorgado el crédito hipotecario como de una caída en los precios de los inmuebles de manera drástica. Esta situación ya se ha visto anteriormente en otros países como Estados Unidos con la crisis bien conocida a nivel mundial llamada "Subprime" 2007-2008, lo cual también trajo consigo una recesión económica importante en el país y también en países cercanos económicamente al mismo, como vimos anteriormente. Es importante recalcar el impacto que tienen las reservas sobre los bienes inmuebles adjudicados, menciona la CNBV en la D-4 de los estados financieros (2018) que dentro de la estructura debe descontarse los cobros por las ventas de muebles adjudicados. Igualmente, en la D-2 son considerados como pérdida por la adjudicación de bienes, así como la estimación por la pérdida de valor de los mismos.

Complementando esta información, la Circular Única de Bancos (2020) en su sección quinta artículo 129 menciona que el monto de las reservas a constituir por la institución para la cartera crediticia será igual a la suma de las reservas de cada crédito. Igualmente menciona que las reservas preventivas serán clasificadas conforme a los grados de riesgos como se muestra en la tabla de abajo

**Tabla 4 Porcentaje de Reservas Preventivas**

% de Reservas Preventivas	
Grado de Riesgo	Hipotecaria y Vivienda
A-1	0 a 0.50
A-2	0.501 a 0.75
B-1	0.751 a 1.0
B-2	1.001 a 1.50
B-3	1.501 a 2.0
C-1	2.001 a 5.0

C-2	5.001 a 10.0
D	10.001 a 40.0
E	40.001 a 100

*Elaborado con información de la Circular Única de Bancos CNBV 2020*

Una consecuencia más en este escenario que la crisis laboral se reflejaría en las acciones de dichas entidades financieras debido a la falta de pago y de alargamiento de sus ciclos de efectivo.

Mencionan Huang, Xin, Zhou, Hao, Zhu, Haibin (2009) que aún bancos o instituciones financieras pequeñas, tienen riesgo sistémico significativo en los diferentes tipos de economías a nivel mundial, con lo cual es necesario prestar particular atención a este tema aun tratándose de bancos pequeños. Si esto sucede hasta con las pequeñas instituciones financieras, con mayor razón y mayor impacto financiero sucede en las instituciones financieras más grandes y con un mayor monto de crédito hipotecario otorgado a la población económicamente activa de 18 años en México.

La presente investigación se suma a los esfuerzos internacionales de las instituciones reguladoras con el objetivo de contribuir a la estabilidad financiera de las instituciones financieras a nivel nacional para México y alrededor del mundo. Algunas de esas instituciones son el BIS (Bank for International Settlements), FSB (Financial Stability Board), Basilea, etc.

### **IX. Metodología**

El método que se llevará a cabo de la investigación será descriptivo ya que se describirán los requisitos y la estructura que tienen las entidades financieras de otros países que actualmente están otorgando créditos hipotecarios a jóvenes de 18 años y se hará la comparación con las condiciones en México. Adicionalmente, la información será experimental transversal ya que se tomará información de datos relacionados con la probabilidad de Incumplimiento Índice de Morosidad (IMOR) del crédito hipotecario, la tasa de desempleo en la población económicamente activa de 18 años en México, que proporcionan organismos nacionales e internacionales, que servirá para poder ver cuáles han sido las propuestas que han funcionado en otros países para disminuir el riesgo de crédito y aumentar la liquidez y que puedan ser utilizados en México.

Con las probabilidades de incumplimiento correspondientes al crédito hipotecario como lo es el IMOR, se harán los cálculos y proyecciones tanto de los posibles incumplimientos futuros así como de sus adjudicaciones de vivienda en México que ayudarán a la presente investigación a disminuir el riesgo de créditos hipotecarios para la población económicamente activa de 18 años de las entidades financieras, generando escenarios donde se vean claramente la influencia de las diferentes variables de riesgo. Además, es relevante estresar esas condiciones y así poder observar un escenario extremo y poder medir las consecuencias de tales implicaciones, demostrando así la importancia de elaborar un modelo que mida el riesgo de los créditos que se les otorgan a jóvenes de 18 años económicamente activos en México.

Incluso se podría hacer una inferencia de la probabilidad de todas las adjudicaciones que pudieran llegar a generarse en un plazo corto – mediano, lo cual podría entregar información valiosa a las instituciones financieras para que puedan tomar sus debidas precauciones en cuanto a los riesgos de sus créditos otorgados. Así como hacer recomendaciones a futuras investigaciones que puedan utilizar los resultados de esta tesis así como el modelo que se creará para medir el riesgo que tienen los créditos hipotecarios otorgados a jóvenes mexicanos de 18 años económicamente activos, y así poder proponer formas en las que se podría disminuir el riesgo en ese sector particular de la población y también poder aumentar de esa manera la liquidez de las instituciones financieras contribuyendo así a los esfuerzos internacionales para lograr la estabilidad financiera.

Para estos fines utilizaremos el modelo bayesiano que se explicará más adelante sobre su concepto, utilización y requerimientos necesarios.

## **CAPÍTULO 2 MARCO TEÓRICO**

## **X. Marco Teórico**

### **1.1. Crédito**

#### **1.1.1. Concepto y Generalidades**

Mencionan Álvarez y Gutiérrez (2010) que la vivienda es uno de los aspectos más importantes para la población mexicana y su bienestar y para que estas familias puedan tener acceso a una echan mano del crédito a la vivienda. Este crédito lo definen como un instrumento financiero con el que una aseguradora comparte el riesgo de incumplimiento con las instituciones financieras que otorgan el crédito. Esto hace posible que el crédito llegue con mejores condiciones al acreditado y a poblaciones que de otra forma no tendrían acceso al mismo.

Ettinger & Golieb (2001), mencionan que el término crédito proviene del latín *creditum*, de *credere*, tener confianza. La confianza es la base del crédito, aunque al mismo tiempo implica un riesgo. El crédito sin la confianza es inconcebible, crédito es confianza. La operación de crédito puede definirse como la entrega de un valor actual, el dinero, mercancía o servicio, sobre la base de la confianza, a cambio de un valor equivalente esperado en el futuro, pudiendo existir adicionalmente un interés pactado.

De acuerdo con Banxico (2016), el crédito es un acuerdo entre dos partes, en virtud del cual una de ellas (el acreedor) le presta una cantidad de dinero a la otra (el deudor). Los créditos se formalizan a través de contratos que establecen:

- El plazo
- Los pagos
- Las mensualidades
- Las comisiones y seguros
- Otras condiciones que deban cumplir.

En sus comienzos el préstamo se efectuaba en especie, y fue hasta la aparición y empleo de la moneda cuando surgieron los primeros signos crediticios de una manera ya tabulada.

Los bancos deben de tener especial cuidado al otorgar los créditos ya que al hacerlo están utilizando el dinero de otras personas que lo han depositado en la institución. La calidad crediticia de la persona que solicita el crédito debe ser sana y contar con datos históricos sanos en el Buró de Crédito.

Si los bancos o instituciones financieras llegan a tener problemas de liquidez o solvencia por incumplimiento de pago en sus créditos otorgados, la ley establece mecanismos para prevenir la insolvencia y eventual quiebra de los bancos a través del Instituto para la Protección del Ahorro Bancario (IPAB) (Banxico, 2018).

### 1.1.2. Tipos de Crédito

Según su uso los clasifica Ettinger & Golieb (2001), en los siguientes:

- Crédito de inversión. Aquel que se otorga con objeto de colocar capitales en manos de terceros, para recuperarlos en fecha distante de aquella en que se hizo la prestación percibiendo adicionalmente un determinado interés.
- Crédito bancario. Básicamente una institución bancaria es una empresa creada para comerciar con el crédito. En contraste con el crédito de inversión, el crédito bancario se caracteriza por su corta duración. El objeto principal del crédito bancario es hacer funcionar las actividades de producción, distribución y consumo.
- Crédito entre comerciantes. Aquel en que uno de los bienes da inicio la operación, está constituido por mercancías o servicios, donde no se incluyen las operaciones de préstamos hechas en dinero o títulos de crédito.
- Crédito al consumidor. El que una empresa concede a su clientela al entregarle productos o servicios a cambio de recibir su valor, con o sin interés pactado u oculto, en una fecha futura.
- Y el crédito hipotecario según Bancomer (2018) que es el que una persona solicita a una institución financiera un monto de dinero comprometiéndose devolverlo normalmente mediante cuotas periódicas, junto con los intereses asociados al mismo. Suele respaldarse con la garantía de la vivienda en las condiciones pactadas entre ambas partes y que se plasmen en un contrato.

### 1.1.3. Instituciones que regulan el crédito en México

En el sistema financiero mexicano, la institución encargada de regular el crédito a la vivienda es la Comisión Nacional Bancaria y de Valores y Sociedad Hipotecaria Federal funge como banco de desarrollo. De acuerdo al Diario Oficial de la Federación (2011), Sociedad Hipotecaria Federal, Sociedad Nacional de Crédito, tendrá por objeto impulsar el desarrollo de los mercados primario y secundario de crédito a la vivienda, mediante el otorgamiento de crédito y garantías destinadas a la construcción, adquisición y mejora de vivienda, preferentemente de interés social en los términos de esa Ley de la SHF, así como al incremento de la capacidad productiva y el desarrollo tecnológico, relacionados con la vivienda.

Por otro lado, la hipoteca está regulado por la Ley de Instituciones de Crédito y también por los artículos 2893 al 2943 del Código Civil para el Distrito Federal.

Mencionan Álvarez y Gutiérrez (2010), que actualmente existen en México diversas instituciones que otorgan créditos a la vivienda que abarcan bancos comerciales, Sociedades Financieras de objeto limitado y múltiple (SOFOL y SOFOMES) e instituciones gubernamentales como INFONAVIT y FOVISSSTE.

## 1.1. Acuerdos de Basilea

La creciente diversidad y complejidad de los productos financieros ha obligado a la regulación bancaria actual a moverse de un método basado en reglas, hacia el control de procedimientos de las instituciones para el manejo de riesgo. La norma mundial para evaluar la solidez financiera de los bancos es sin duda los Acuerdos sobre Capital del Comité de Basilea cuyo objetivo inicial, en Basilea I, fue frenar la disminución del capital de estas entidades y definir las reglas del juego claras para la banca internacional. Para ello, se estableció un marco simple de medición en el que se asignaban categorías de ponderación de riesgos a todos los activos de los bancos (0, 20, 50 o 100%) según el riesgo crediticio del prestatario. Esta metodología fijaba la capitalización de los bancos en un mínimo de 8% sobre activos ponderados por riesgo y su sencilla aplicación permitía medir la solidez de los bancos en valores fácilmente identificables y comparables. Hasta principios de los noventa el acuerdo logró su objetivo primario al detener la reducción de la capitalización, pero posteriormente esta tendencia se revirtió e incluso generó algunos efectos adversos en la evolución del crédito.

Con el advenimiento de los derivados y de las mejoras en la gestión de carteras, el acuerdo fue perdiendo vigencia y se hicieron evidentes sus limitaciones, entre ellas, no considerar la diversificación de cartera.

Las distorsiones surgían de la forma arbitraria en que se fijaban las ponderaciones de riesgo, lo que indujo al menor costo y a un mayor uso del crédito interbancario y a la canalización de fondos a países de la OCDE. Además, la permanencia de 8% de capitalización durante todo el ciclo económico ya era criticada desde entonces.

Los miembros del Comité de Basilea reconocieron ciertas deficiencias del acuerdo y decidieron revisar su estructura e incorporar los modelos de portafolio de riesgo en los requerimientos de capital. Dado que uno de los objetivos de Basilea II era redefinir el riesgo sin alterar el monto global de los recursos propios requeridos, se calibró mediante una serie de estudios cuantitativos con información suministrada por bancos de varios países (Caruana, 2005). Así, en 1999, el Comité de Basilea publicó un documento consultivo estableciendo varias alternativas de reforma, emitiendo un segundo documento en 2001 y un tercero en 2002 cuya revisión concluyó en 2003 Mishkin (Basilea, 2008).

Pero la crisis financiera global evidenció debilidades nada despreciables en Basilea II, que lo hizo de nuevo objeto de severas críticas, entre ellas que propiciaba una capitalización insuficiente ante la subestimación de riesgos, particularmente el de liquidez y el de mercado, y que contribuía a la prociclicidad del crédito, a través de los modelos de valor en riesgo (VaR) y del papel asignado a agencias calificadoras, un efecto magnificado por la inclusión de la norma contable estadounidense del *fair value*, que contabilizaba los activos a precios de mercado (Almunia, 2009 y FMI, 2009).

En noviembre de 2008, la cumbre de líderes del G20 (Grupo de los 20 países) en Washington elaboró una ruta crítica de reformas financieras donde, debido al

papel determinante del sector bancario en la crisis, varios puntos de actuación propuestos se refirieron a este sector. El Comité de Basilea emitió una serie de documentos consultivos a partir del ese año (Basilea III) Orientados a fortalecer el acuerdo en sus tres pilares de mejorar la capacidad del sector bancario para afrontar perturbaciones ocasionadas por tensiones financieras o económicas de cualquier tipo; mejorar la gestión de riesgos y de buen gobierno en los bancos y reforzar la transparencia y divulgación de información de los bancos.

**Grafica 2 Los Tres Pilares de Basilea I, II y III**  
Los tres pilares de Basilea.



Elaboración propia con información del Comité de Basilea disponible en: <https://www.bis.org/bcbs/index.htm>

Las reformas se dirigían tanto a la regulación de las instituciones en lo individual (dimensión micro-prudencial), como a aumentar la capacidad de reacción de cada institución en periodos de tensión y a los riesgos sistémicos (dimensión macro-prudencial) que pudieran acumularse en el sector bancario en su conjunto, incluyendo la amplificación pro cíclica de estos a lo largo del tiempo. Ambas dimensiones eran complementarias, ya que aumentando la resistencia de cada banco se reducía el riesgo de crisis sistémica. El Comité propuso una gestión y supervisión más rigurosas, limitando la exposición a fondos de cobertura y destacando la importancia de un mayor aprovisionamiento contracíclico de las instituciones. También sugirió estándares para promover una exposición de las instituciones más responsable, con especial énfasis en problemas de concentración del riesgo, riesgo operativo, exposición fuera del balance, bursatilización y otros riesgos de reputación asociados. Para reducir el riesgo sistémico, el BCBS y la Asociación Internacional de Aseguradores de Depósitos (IADI y BIS, 2009) divulgaron los Principios Básicos para Sistemas Efectivos de Seguros de Depósitos.

En la cumbre de Seúl en noviembre de 2010, el G20 aprobó finalmente la propuesta del BCBS, que fue objeto de diversos ajustes, llegando al acuerdo final conocido como Basilea III. El núcleo de la revisión a Basilea II fue la redefinición de calidad del capital, dado que la mayor complejidad de los instrumentos financieros ha difuminado la frontera entre lo que es y no capital de calidad y ha dado

lugar a diversas categorías de este, en lo que se refiere tanto a su capacidad de absorber pérdidas como a los grados de riesgo de los distintos componentes de los portafolios bancarios de inversión y crédito.

Un segundo elemento relevante en Basilea III fue la incorporación de amortiguadores adicionales en función del apalancamiento y complejidad de los productos financieros de las instituciones, difíciles de supervisar por parte de los reguladores sobre todo en lo referente a su riesgo sistémico. Como ejemplos, pueden citarse la introducción de un factor de apalancamiento ajeno al riesgo, un colchón anticíclico y una ponderación más estricta del capital exigido en productos financieros estructurados.

**Tabla 5 Comité de Basilea, principios, objetivos y propósitos.**

	<b>BASILEA I</b>	<b>BASILEA II</b>	<b>BASILEA III</b>
inicio	se firmó en 1988	aprobado en 2004	aprobado en diciembre de 2010
principio	Tener capital suficiente para absorber pérdidas.	Toda entidad debe tener Recursos Suficientes para absorber las Pérdidas de su actividad.	Reforzar los controles en el control de riesgo e incorporar con mayor detalle el riesgo de liquidez, las estructuras y las posiciones del balance.
objetivo	Ayudar a los países a fortalecer sus procedimientos de supervisión promover la estabilidad financiera y macroeconomía.	Enfrentar el riesgo de una forma mas global, y adecuar el capital regulatorio, fomentar la igualdad para competir.	Es la introducción de dos ratios de liquidez: _el liquidity coverage ratio (soportar graves crisis de liquidez). _net stable funding ratio (permitir a los bancos resistir un año a una crisis).
propósito	Fomentar la convergencia hacia enfoques y normas comunes.	La creación de un estándar internacional que sirva de referencia para la regulación bancaria.	La reducción de la probabilidad de ocurrencia de una crisis.

Comité de Basilea, disponible en: <https://www.bis.org/bcbs/index.htm>

Un tercer factor relevante del nuevo marco de regulación y supervisión financiera fue la visión macro-prudencial, cuyo objetivo era hacer frente al riesgo sistémico, más allá de lo implementado en cada institución en lo individual a través de las dos reformas anteriores. Así, por primera vez de forma explícita, la regulación a nivel micro-prudencial se complementa con una dimensión macro-prudencial destinada a vigilar las exposiciones comunes de las instituciones individuales al riesgo sistémico, una complementación sustentada en medidas de coordinación entre reguladores financieros y bancos centrales (Ennis y Price, 2011). El principio fundamental fue asegurar que las normas se calibren de acuerdo a la contribución de cada institución al riesgo sistémico, con énfasis en los bancos de mayor tamaño cuya importancia en el sector financiero ha dado lugar a la expresión: *big bank cannot fail* o mejor conocido como *“to big to fail”*.

Estas normas se establecieron con un periodo de implementación gradual (2013-2019), de manera que las entidades puedan captar recursos, capitalizarse y adaptar sus razones de solvencia al nuevo marco regulatorio.

Basilea III no altera, sino solo endurece, la estructura fundamental de Basilea II, cimentada en tres pilares básicos y complementarios entre sí: el cálculo de la suficiencia de capital, la determinación de los procesos de análisis con fines de supervisión y el fortalecimiento de la disciplina del mercado.

Como se puede observar en los diferentes momentos en que se han reunido los integrantes de las economías que representan el Comité de Basilea, se han llegado a diversos acuerdos que responden a las necesidades nuevas de regulación financiera para poder lograr la estabilidad de las economías a nivel mundial mediante la emisión de regulaciones, guías y recomendaciones, lo cual nos deja ver que se seguirán haciendo nuevas recomendaciones creando así nuevos acuerdos en el futuro que respondan a las necesidades de ese momento y que promuevan la estabilidad financiera.

Menciona el Centro de Estrategia Regulatoria de Asia Pacífico (FSB, 2016) que el punto focal del Comité de Basilea ha sido asegurar la resiliencia de las instituciones financieras como respuesta posterior de la crisis. Basilea IV publicó a finales del año 2016 con estándares globales de capital para que las aseguradoras continúen desarrollando y también los reguladores investiguen la resiliencia de los activos. También como complemento a esta adaptación de resiliencia hay requerimientos de lo llamado “pruebas de estrés” y un plan de solución y recuperación. Un componente importante de esta reforma es la extracción o la restricción del uso de modelos internos para algunos cálculos de capital regulatorios. Luego entonces se harán algunas reformas que afectarán a algunos bancos o instituciones financieras que, sin embargo, están al tanto de los cambios.

El propósito de estas adecuaciones una vez más como hemos visto a lo largo de la historia es generar una mayor estabilidad financiera para las instituciones y para los usuarios de las mismas, creando indicadores que demuestren si una institución financiera será capaz de hacer frente a una situación extrema (o de estrés) y tener la liquidez suficiente para pagar todas sus deudas o a sus tenedores durante treinta días (LCR, Liquidity Coverage Ratio) o incluso durante doce meses (NSFR, Net Stable Funding Ratio).

En el siguiente cuadro se muestra los efectos de la implementación de las recomendaciones del G20 del año 2013 al 2019 con respecto a los países de Asia Pacífico. Dentro de los principales indicadores se observa el LCR y NSFR siendo el primero el indicador implementado por todos los países y el segundo parcialmente implementado en países como Australia e India.

**Tabla 6 Implementación de Basilea III en Asia Pacífico**

	AU	CN	HK	IN	ID	JP	KR	SG
Risk based capital (2013 – 2019)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
LCR (2015 -2019)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
G-SIBs (2016 - 2019)	⊖	✓	⊖	⊖	⊖	✓	⊖	⊖
D-SIBs (2016)	✓	⋯	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Leverage Ratio (2018)	✗	✓	✗	✓	⋯	✗	✓	✗
NSFR (2018)	⋯	✗	✗	⋯	✗	✗	✗	✗
	✓ Implemented	⋯ Partially implemented	✗ Not implemented	⊖ Not applicable				

Fuente: FSB Implementation and effects on the G20 Financial Regulatory Reform 31, August 2016. Disponible en: <http://www.fsb.org/wp-content/uploads/Report-on-implementation-and-effects-of-reforms.pdf>

## 1.2. Administración de Riesgos, Tipos de Riesgo, Riesgo de Crédito

Las empresas crediticias tienen la necesidad de cubrirse del riesgo de crédito ya que existe la posibilidad de que una persona por su situación laboral que pueda ser inestable o de ingresos que no sean suficientes, se vea afectado a manera tal que pierdan la capacidad de hacer frente a sus obligaciones financieras, en concreto, de su crédito hipotecario otorgado a la población económicamente activa de 18 años en México.

Existen muchas razones por las cuales surge el interés en el riesgo de los créditos como podemos observar en los que destaca Saunders (2002):

- El incremento estructural en las quiebras. Esto hace mucho más importante el día de hoy el análisis acertado del riesgo de crédito que en el pasado.
- Desintermediación. Debido a la expansión de los capitales se han vuelto accesibles a pequeñas y medianas firmas.
- Márgenes más competitivos. Aunque sea paradójico, los márgenes de intereses se han vuelto muy delgados. En corto plazo los riesgos de los llamados “*trade-off*” de los préstamos se han hecho peores. Esto se ha dado por varias razones, pero la principal es porque hay más prestamistas con menor calidad, especialmente en compañías financieras que se han

concentrado en su mayoría, en los riesgos más altos y las menores calidades de crédito. Lo cual lleva a estas entidades financieras a tener una mayor probabilidad de incumplimiento en sus créditos otorgados.

- Declinando la volatilidad de valores colaterales. Debido a las diferentes crisis de algunos bancos en países desarrollados han mostrado que el valor de las propiedades y de los inmuebles es muy difícil de predecir y de realizar mediante la liquidación.
- Incremento de derivados fuera de balance. Debido a la expansión del mercado de derivados, el incremento de la exposición del crédito o del riesgo de la contraparte, ha incrementado la necesidad de un análisis que vaya más allá que del libro de los préstamos. El crecimiento del riesgo de crédito de los valores fuera de los balances fue una de las principales razones por la cual el *Bank for International Settlements* (BIS) introdujo sus requerimientos en 1993. En donde los bancos deben de reservar un requerimiento de capital basado en el valor de mercado actual de cada contrato derivado *Over the Counter* (OTC) llamado la exposición actual, más un complemento de cualquier exposición potencial futura.
- Tecnología. Los avances de los sistemas informáticos y de tecnología de la información (ej la base de datos de las corporaciones de precios de préstamos (*Loan Pricing Corporation*) y otras compañías, han dado la oportunidad de probar nuevas técnicas de modelos. Por ejemplo, además de ser solamente capaces de analizar las pérdidas de los préstamos y la distribución de las funciones (en especial las colas), las instituciones financieras pueden ahora manejar los portafolios de créditos de una manera activa con la teoría moderna de la cartera.
- Los requerimientos de capital basados en el riesgo del BIS. Además de las razones anteriores, probablemente la que tiene más peso es ésta debido a la insatisfacción de los bancos de la imposición del BIS en créditos. El acercamiento del BIS ha sido descrito como que una sola solución para todos, refiriéndose a que todo tipo de créditos y contra partes son cargados con el 8% del capital (o la reserva de capital requerido) sin importar el tamaño del crédito, su madurez y lo más importante la calidad del crédito de la contraparte prestamista. Es decir, las entidades crediticias que están al borde de la quiebra son cargadas con el mismo porcentaje que las entidades crediticias con calificaciones AAA, es decir en muy buen estado. Estos activos ponderados por riesgo se definen en 10 grupos con diferentes grados de ponderación lo cual permite establecer los capitales requeridos para cada uno de ellos. Además, los actuales requerimientos de capital son aditivos a través de todos los créditos; no hay una reducción de los requerimientos de capital por un mayor grado de diversificación en la cartera de crédito. A principios de 1998 en los Estados Unidos a algunos bancos se les permitía hacer sus propias reservas dependiendo su operación, sin embargo, debido a las nuevas regulaciones son obligados a

cumplir con ellas por lo que se han visto restringidos por el modelo estandarizado. Sin embargo, han permitido que puedan calcular de una manera más acertada el Valor en Riesgo (VAR), basados en su precio dependiendo la volatilidad, madurez, etc. También les han permitido hacer sus cálculos de correlaciones entre los bienes a considerarse en cuenta.

Muchos de estos ajustes de los modelos de medición del riesgo de crédito han sido impulsados por el nuevo acuerdo de capital del BIS (BIS II) que creará una relación mayor entre los cargos de capital a las exposiciones del riesgo de crédito para menudeo individual, comercial, crédito soberano y créditos interbancarios.

Existen diversas maneras en las cuales se puede dar un tratamiento a ese riesgo como ya varios autores lo han fundamentado en sus teorías de administración del riesgo. Como bien se menciona en esa teoría, se trata de darle un tratamiento a estos riesgos intentando controlarlos, pero no de eliminarlos, para que no tomen por sorpresa, como ya hemos visto anteriormente en los antecedentes, de lo que ha pasado en otros países.

En efecto, existe aun así la posibilidad de que existan eventualidades que no estén contempladas para cubrir esos riesgos, sin embargo, la intención es que cada vez se tenga más control sobre esos riesgos.

Ahora resulta necesario definir algunos conceptos como por ejemplo Riesgo de Crédito, probabilidad de incumplimiento, adjudicación de inmuebles, remate bancario, dación en pago.

Banks (2014), define el riesgo de crédito como el riesgo de pérdida que podría dejar de pagar en alguna obligación contractual de una contraparte.

De Lara (2008), define riesgo de crédito como la pérdida potencial producto del incumplimiento de la contraparte en una operación que incluye un compromiso de pago.

Saunders & Allen, (2002), definen el riesgo de crédito como la posibilidad de que la contraparte falte de pago en el contrato de obligaciones en el futuro.

De acuerdo con el BIS (2012), el riesgo de crédito se define como el riesgo que una contraparte, ya sea participante o una entidad, será incapaz de cumplir totalmente con sus obligaciones financieras en el plazo establecido, o en algún momento en el futuro.

Para el Comité de Basilea (2003), es el incumplimiento del contrato de mutuo en los términos y condiciones pactados con el deudor.

Chorafas (2000), define el riesgo de crédito como la probabilidad de que, a su vencimiento, una entidad no haga frente, en parte o en su totalidad, a su obligación de devolver una deuda o rendimiento, acordado sobre un instrumento financiero, debido a quiebra, liquidez o alguna otra razón.

Para Álvarez y Gutiérrez (2010), el riesgo de crédito es el riesgo que las instituciones financieras quedan sujetas a que la persona incumpla en sus obligaciones de pago y con ello perder una parte importante de los recursos que esperan recibir. Este riesgo de crédito se refiere a la pérdida potencial que existe por la posibilidad de que la contraparte del crédito incumpla o bien que se degraden sus condiciones de solvencia crediticia. La pérdida por degradación de la calidad de solvencia crediticia se materializa en un contexto de mercado líquido, donde se coticen estos créditos de manera individual.

Los riesgos se pueden clasificar de una manera amplia de la siguiente manera de acuerdo con Banks (2014):

- Riesgo operacional. El riesgo de la pérdida debido a las actividades de operación de la entidad financiera. Dentro de este riesgo operacional se encuentran otros tipos de riesgo de manera más específica como:
  - Riesgo puro. El riesgo que solo tiene la posibilidad de perder.
  - Riesgo especulativo. Es el riesgo que tiene la posibilidad de ganar o de perder.
- Riesgo financiero. El riesgo de la pérdida que surge de la actividad financiera de una entidad financiera.

Como podemos observar el riesgo, aunque puede clasificarse en pocas categorías, una vez que se empieza ahondar más sobre el mismo, encontramos más diferencias y particularidades entre sí que nos indican que cada tipo debe tener su tratamiento y manejo particular a diferencia de los demás. Es por eso que es importante poder tener un proceso de administración del riesgo que pueda identificar cada tipo y darle el tratamiento necesario. En otras palabras, el tratamiento debe ser activo.

Como menciona Banks (2014), la Administración de riesgos es una práctica ya muy común en nuestros días por diversas compañías a nivel mundial. Es una disciplina importante, como medida para incrementar el valor corporativo en la práctica. De aquí surge el concepto de Administración del Riesgo Activa, que está centrada principalmente en el control, la retención, la transferencia y/o de cobertura que tiene los siguientes beneficios:

- Provee fondos cuando son más necesitados, ayudando a tener liquidez
- Disminuye la volatilidad de los flujos de efectivo
- Reduce la posibilidad de sub invertir, dicho de otra forma, ayuda a direccionar el capital hacia proyectos con menor tiempo del retorno de la inversión y menor riesgo a favor de los acreedores.
- Estabilizar los flujos de ingresos encaminados a beneficios en el tratamiento fiscal.
- Finalmente, a crear ingresos más estables que generalmente ayudan a generar más altas valuaciones de los precios de las acciones.

Las pérdidas son bien aceptadas en un proyecto si es que éstas fueron entendidas por los accionistas que invirtieron en éstos, sin embargo, el riesgo también puede producir resultados favorables.

Por otro lado, las pérdidas que no son esperadas no son aceptables debido a que esto significa que el riesgo no está siendo controlado.

Dentro de las formas tradicionales de administrar el riesgo se encuentran el control de pérdidas, financiamiento de la deuda y la reducción del riesgo; a través de mecanismos como los seguros y los derivados. Hay también nuevas formas de estar protegidos ante los riesgos como lo son las alternativas para transferir el riesgo; que su función radica en complementar las formas tradicionales de administrar el riesgo.

De Lara (2008), menciona que la administración de riesgo es una herramienta de vital importancia en el proceso de toma de decisiones ya que ayuda a convertir la incertidumbre en oportunidad y a evitar las catástrofes financieras. Existen diversos tipos de riesgos dentro de los cuales se pueden mencionar el riesgo de mercado, el riesgo de crédito, el riesgo de liquidez, el riesgo legal, el riesgo operativo y el riesgo de reputación. Estos riesgos, según el proceso de la administración de riesgos deben ser primero identificados, luego cuantificados para finalmente poder ser ya sea ratificados, modificados o nulificados.

Menciona también, dentro de los objetivos de la administración del riesgo: el primero es que la institución no sufra pérdidas económicas inesperadas o inaceptables. Y en segunda mejorar el desempeño financiero de la empresa.

Otros conceptos fundamentales son los siguientes:

- Valor esperado (EV Expected Value). Es el valor obtenido dada ciertas probabilidades de que ocurra, es un elemento central estadístico para la evaluación del riesgo. Se determina multiplicando la probabilidad de ocurrencia por el resultado del evento, que es generalmente resumido como la frecuencia (probabilidad) por la severidad (el resultado)

$$EV = ((\text{probabilidad} \times \text{resultado}) + (1 - \text{probabilidad}) \times \text{resultado})$$

$$EV = \sum_{i=1}^N x_i p_i$$

Donde  $x_i$  es el resultado y  $p_i$  es la probabilidad

Ejemplo, un pago de \$80 con una probabilidad de ocurrencia de 20% y un pago de \$100 con una probabilidad de ocurrencia de 80% genera un EV de \$96.

- Varianza, que es igual a la raíz cuadrada de la varianza. Es una medida que muestra la magnitud en que difiere el resultado del valor esperado

$$Var = (E(x^2) - E(x))^2$$

$$Var = \sum_{i=1}^N p_i (x_i - \mu)^2$$

$$\mu = \text{Valor esperado}$$

Desviación estándar =  $\sqrt{Var}$

- Aversión al riesgo. Es una característica de las entidades financieras a preferir aceptar más o menos riesgo y estar dispuesto a pagar un precio por estar cubierto del mismo a través de la reducción, transferencia o cobertura. Es decir que estas instituciones están dispuestas a pagar dinero para no estar expuestas al riesgo, eso es la aversión.
- Transferencia del riesgo. Es cuando una parte paga a otra parte una cantidad cierta (premio de riesgo) y a cambio obtiene cobertura de pérdidas que pueden llegar a ocurrir. Esta cobertura puede darse a través de seguros o reaseguros, derivados o a través de una estructura híbrida. En el caso de la presente investigación la transferencia del riesgo actualmente la hacen las instituciones financieras que otorgan créditos hipotecarios a jóvenes de 18 años al hacer que éstos contraten y paguen un seguro de vivienda donde se amparan por el monto total del valor del crédito mediante el seguro de daños del inmueble por el valor total de la deuda.
- Diversificación. Lo que busca es disminuir el riesgo al combinar coberturas que no estén relacionadas una de la otra.
- Cobertura. Consiste no en reducir el riesgo como lo hacen los seguros, sino más bien en transferirlo a otra contraparte. Por ejemplo, con derivados, en sus diferentes formas:
  - Futuros.
  - Forwards.
  - Swaps.
  - Opciones.

En el caso particular de esta investigación es importante emitir la recomendación a las instituciones financieras que sean capaces de utilizar el modelo que se propondrá, así como de las acciones necesarias para mejorarlo en futuras investigaciones y constituya un instrumento más que les dé una mejor certeza de medición del riesgo de la población económicamente activa de 18 años en México.

Llevando los beneficios de la creación del modelo que mida el riesgo en créditos hipotecarios otorgados a jóvenes mexicanos de 18 años que trata la presente investigación, a un nivel nacional podría ayudar a la Sociedad Hipotecaria Federal además del seguro de vivienda que ya ofrecen actualmente, así como la institución financiera Genworth México como una empresa importante en el ramo de otorgamiento de créditos hipotecarios a la vivienda en México.

Dentro del marco teórico de la presente investigación se hace necesario incluir también a las instituciones que regulan cualquier teoría o método que se quiera utilizar como parte de la administración de Riesgos. En el caso de México contamos con la figura de la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas, la Comisión Nacional Bancaria y de Valores así como existen otras figuras mundiales que ayudan a regular la administración de riesgos en particular se puede señalar al Financial Stability Board, International Organization of Securities Commissions, Group of Thirty, Bank for International Settlements y las recomendaciones de Basilea que son tomadas en cuenta por las reguladoras mexicanas ya mencionadas.

### **1.3. Proceso de Administración de Riesgos**

Banks (2014), delimita el proceso de administración de riesgo en cuatro etapas:

- Identificación del Riesgo,
- Cuantificación del Riesgo,
- Administración del Riesgo y
- Monitoreo del Riesgo.

Como hemos aprendido en Administración, todo proceso implica una etapa extra que en realidad es una etapa constante y presente durante las demás etapas que es la retroalimentación. Ésta nos permite servir de instrumento de control en la definición de cada una de las etapas del proceso de administración del riesgo.

- Identificación del Riesgo

En esta etapa se identifican los riesgos percibidos o riesgos que se pueden anticipar. Evidentemente en algunos casos los riesgos pueden ser fácilmente identificables y en algunos otros casos es un poco más difícil. Como ejemplo claro, podemos observar a las empresas que se dedican a importar en territorio nacional productos y/o materias primas, créditos o prestamos en divisas del extranjero como lo es el dólar, en este caso es fácil de identificar el riesgo que implica la variabilidad que tengan las monedas para afectar la operación diaria de la empresa. De igual manera podemos fácilmente identificar los riesgos que pueden tener las industrias que se encuentran en zonas de riesgo como pueden ser a las orillas de lagos o en barrancas en donde pueden llegar a tener una eventualidad que de igual manera afecte a su operación.

Por el contrario, hay otro tipo de riesgos que no suelen ser tan fácilmente identificables como lo es el caso de la probabilidad de impago de una obligación crediticia. Como veremos más adelante, en este caso particular, se ha determinado anteriormente que la probabilidad de impago está fuertemente relacionada con la pérdida del ingreso debido a la pérdida laboral. Sin embargo, esto es difícil de poder determinar a simple vista.

Como puede verse, esta etapa es esencial en el proceso de determinación de la administración del riesgo, ya que, si no es bien establecida, o se carece de la

misma, es muy probable que se lleguen a tener pérdidas no esperadas, que como ya mencionamos anteriormente, no es bien aceptado por la empresa ni por los inversionistas ya que se percibe que hay un descontrol del riesgo (Banks, 2014).

- Cuantificación del riesgo

Durante esta etapa se determina en términos financieros, el impacto que tendrán los riesgos en la operación de la empresa. Siguiendo el ejemplo anterior de la empresa que importa productos y servicios, necesita saber el costo en caso pérdida o de ganancia por su operación en dólares, esto le dará un monto expresado en dólares. En el caso de la empresa que se encuentre laborando en alguna zona de riesgo se puede cuantificar alguna intermitencia en la operación de la misma en término de menores ventas en pesos y de otras pérdidas más drásticas como puede ser la desaparición física del lugar por alguna eventualidad natural. Igualmente, una institución crediticia debe cuantificar los riesgos de impago que puedan presentarse con algunos de sus clientes debido a la pérdida del ingreso. Estos riesgos son generalmente medidos con técnicas actuariales y pueden ser modelados para ser cuantificados de una forma más certera (Banks, 2004)

- Administración del Riesgo

Menciona Banks (2014), que una vez que se han identificado los riesgos y se han cuantificado de la manera más exacta posible, es necesario administrarlos a través de la toma de decisiones la empresa tiene que elegir cómo hacerlo, es decir, si van a controlarlos, a retenerlos a eliminarlos o a expandir su exposición a los mismos. Si la empresa importadora de la que hablamos decide no tener ningún tipo de pérdida por su operación deberá entonces cubrirse totalmente y asumir los gastos que esto implicaría por ejemplo al contratar alguna cobertura cambiaria. Evidentemente, esta toma de decisión debiera de estar acompañada de una solvencia importante de la empresa para poder incurrir en los gastos de cobertura mencionados. Además del dinero disponible, necesitan que, su filosofía empresarial vaya de acuerdo a esas decisiones que se están tomando, así como también el consenso del consejo administrativo y en su caso de los accionistas.

- Monitoreo del Riesgo.

Es necesario que se les dé seguimiento a los riesgos, una vez que ya se ha decidido qué tratamiento darles, al igual que estar comunicando constantemente sobre este monitoreo tanto internamente como externamente, a las personas que les compete. Por ejemplo, a las personas que fueron parte de la toma de decisión, es vital que se les informe del monitoreo para que puedan evaluar la misma. Este monitoreo se recomienda que se haga periódicamente, como sea necesario (diario, semanal, mensual) para que estén al tanto de su potencial afectación. En el caso de la empresa importadora, es necesario que estén revisando diariamente el tipo de cambio oficial para poder determinar, si la decisión tomada fue la adecuada o de lo contrario el tamaño del impacto que pueda tener

(Banks, 2014). Otro ejemplo, las entidades crediticias tienen que dar un seguimiento mensual de los créditos otorgados en cuanto al cumplimiento oportuno del pago de sus obligaciones, entender los perfiles de los deudores e identificar comportamientos de alerta que pueden llegar a avisar sobre el potencial riesgo.

Finalmente, como se comentó anteriormente, la retroalimentación es vital en cada una de las etapas y a través de todas como una buena práctica que sin duda puede llegar a mejorar la toma de decisiones en adelante.

Para De Lara (2008), el proceso de administración del riesgo comprende:

- Identificación del riesgo, es necesario identificar las diferentes naturalezas de los riesgos (eg. Riesgo de mercado: volatilidad, correlaciones y liquidez) que es diferente al riesgo operativo (eg. Riesgo del modelo, fallas humanas o de sistemas)
- Cuantificación del riesgo, en donde deben analizarse los conceptos de valor en riesgo, duración, convexidad, análisis de sensibilidad, beta, delta, etc. En el caso particular del riesgo de crédito, la cuantificación del riesgo se realiza a partir del cálculo de la probabilidad de impago. Las empresas pueden crear reservas preventivas de pérdidas derivadas de incumplimiento de las contrapartes.
- Modificación, ratificación o nulificación del riesgo

Según Banks (2004), dentro de las técnicas de administración de riesgos se encuentran las siguientes:

- Control de pérdidas, también conocida como prevención de pérdidas. En donde las empresas deben de tomar las medidas necesarias para prevenir el riesgo. Un ejemplo muy claro en una empresa de tecnología es que debe de invertir en la innovación de productos para estar siempre en la vanguardia, volviéndose éste un gasto recurrente como parte de la operación de la empresa tratando de prevenir quedar desactualizados e incurrir en pérdidas en la venta de sus productos.
- Financiamiento de la pérdida involucra el traslado del riesgo o de cobertura, cuyo objetivo principal es el de tener los fondos necesarios en caso de un evento en el que se tengan pérdidas. En este caso, las empresas también pueden optar por asumir una parte del riesgo si es que son suficientemente confiables en su operación y en su experiencia en el ramo. Es decir que puede existir una mezcla entre transferir cierto riesgo y asumir otra.
- Reducción del riesgo. Esto puede lograrse con la diversificación de exposiciones al riesgo mediante el manejo de una cartera que ayude a reducir el riesgo. Esta reducción de riesgo también tiene un costo asociado y debe de ser puesto en consideración antes de tomar la decisión.

En la práctica las entidades financieras utilizan diferentes técnicas para tener una forma más efectiva y a un menor costo para administrar el riesgo. Y esta

combinación va a depender nuevamente de la estrategia que tenga la entidad financiera.

Menciona Banks (2014), que una buena “*regla de dedo*” que puede ser utilizada a las técnicas para el manejo del riesgo, sugiere que los riesgos centrales (es decir los que son inherentes a la empresa) deben de ser retenidos y los riesgos que no son centrales deben ser transferidos o para los cuales se debe contratar una cobertura. La sugerencia de manejar internamente los riesgos centrales de la empresa es debido a que ésta es la que conoce su operación y puede manejar de una manera inteligente los riesgos, es decir de una manera segura, eficiente y a un costo bajo. De otra manera, manejar exposiciones al riesgo de las que no se conocen, o no se es competitivo en ellos, puede ser muy riesgoso y costoso hacerlo. A simple vista, es un proceso muy fácil distinguir cuales riesgos son centrales y cuáles no, sin embargo, es un proceso muy complicado, es por eso que se recomienda hacer un análisis de costo beneficio como se presenta a continuación:

- Pagar el costo y ganar un beneficio para eliminar el o reducir el riesgo innecesario.
- No pagara nada y aceptar la incertidumbre y permanecer expuestos al riesgo y a una potencial volatilidad del flujo de efectivo.

Algunas consideraciones de la administración de riesgos, menciona Banks (2014) son considerar este proceso en dos etapas:

- Administración previa al riesgo. Que prepara a la entidad financiera a las diferentes pérdidas posibles de una forma que maximice los valores de la empresa y que cubra todas las obligaciones legales y contractuales que tenga.
- Administración posterior al riesgo. Asegura que la entidad financiera, opera con una preocupación constante con ganancias estables y una mínima posibilidad de dificultades financieras.

El FSB (2000), en una de sus publicaciones de riesgo de crédito menciona que la estrategia de la administración del riesgo debe ser revisada por los miembros del comité de manera periódica (al menos anualmente) para que refleje fielmente la posición de la entidad crediticia que tenga respecto del riesgo. Es también responsabilidad del comité el desarrollar políticas y procedimientos para identificar, cuantificar y controlar el riesgo de crédito.

Según Banxico (2005), la Probabilidad de Incumplimiento es la medida de qué tan probable es que un acreditado deje de cumplir con sus obligaciones contractuales. Su mínimo valor es cero, lo cual indicaría que es imposible que incumpla con sus obligaciones, y su máximo valor es uno cuando es seguro que incumpla.

Para Saunders & Allen (2002) la probabilidad de incumplimiento tiene dos dimensiones el prestamista y la solvencia son analizados por separado de la severidad individual del crédito. Esta probabilidad puede ser interpretada como la pre-identificación de ciertos factores que determinan el no pago y combinarlos para darles

un valor o una puntuación. Dicha puntuación sirve a las entidades crediticias a colocarlas dentro de un grupo de personas.

Para la institución crediticia Bancomer (2010), la probabilidad de incumplimiento (PD por sus siglas en inglés) es una medida de calificación crediticia que se otorga internamente a un cliente o a un contrato con el objetivo de estimar su probabilidad de incumplimiento a un año vista. El proceso de obtención de la PD se realiza a través de herramientas de *scoring* y de rating.

## **1.4. Adjudicación de bienes inmuebles**

### **1.4.1. Concepto**

Es la aplicación que se hace por la autoridad pública o por convenio entre particulares de algunos bienes muebles o inmuebles la cual también tiene lugar en los remates o ventas que se hacen en pública subasta, haciéndose dicha adjudicación al mejor postor o al acreedor en su caso, y con los requisitos y solemnidades que establecen las leyes. En términos generales, es el acto judicial consistente en la atribución como propia a persona determinada de una cosa mueble o inmueble como consecuencia de una subasta.

## **1.5. Incumplimiento, Falta de Pago, Remate Bancario**

### **1.5.1. Concepto**

En pocas palabras un remate inmobiliario es un proceso judicial en el que un juez ordena la venta en remate de un inmueble ante una demanda en contra de un acreedor que no ha cumplido con sus obligaciones y por ello, su inmueble se pone a la venta al mejor postor.

Por lo regular estos remates son de inmuebles que fueron adquiridos por conducto de un crédito hipotecario cuyo propietario por alguna razón, dejó de pagar la hipoteca o se niega a hacerlo. Si esto ocurre entonces el acreedor tiene la opción de demandar vía judicial, la recuperación de los adeudos del préstamo mediante el procedimiento de remate inmobiliario ya que el inmueble en cuestión quedó como garantía del cumplimiento del préstamo.

El remate lo ordena un juez de lo civil una vez que se ha dictado sentencia ejecutoria para rematarlo.

### **1.5.2. Dación en pago**

La forma más común en que los deudores que ya no pueden hacer frente a sus obligaciones contraídas mediante crédito hipotecario, es dar el bien inmueble como forma de pago a la institución crediticia con la cual tienen la obligación.

Las entidades crediticias una vez que obtuvieron la propiedad en pago mediante juicio, se dan a la tarea de ponerlo nuevamente a la venta mediante el remate

bancario ya mencionado para recuperar el valor del inmueble objeto de su crédito.

## 1.6. Modelos

En este capítulo veremos diferentes modelos que actualmente existen para poder medir o calcular pérdidas esperadas como lo es el *default model* o modelo por de fault, modelo CyRCE, modelo Hyman Minsky, cadena de Markov, cadenas de Markov y Montecarlo, modelo Bayesiano que se describirán más adelante.

Menciona Saavedra & Saavedra (2010), que el sistema de medición del riesgo de crédito tiene por objeto identificar los determinantes del riesgo de crédito de las carteras de cada institución, con el propósito de prevenir pérdidas potenciales en las que podría incurrir.

Adicionalmente en esta presente investigación, se hace extensiva las pérdidas potenciales que puedan tener los sujetos de crédito al perder su vivienda, en el caso particular de riesgo de crédito hipotecario.

Sin embargo, es importante mencionar que todos los modelos que existen para medir el riesgo de crédito hipotecario trabajan o requieren datos estadísticos e información oficial con los que no se cuentan en particular objeto de esta investigación enfocados a la Población Económicamente Activa de 18 años en México, ni son proveídos por las instituciones financieras reguladoras en México como lo es la Comisión Nacional Bancaria y de Valores con tal nivel de especificidad. Con lo anterior en mente, la presente investigación cobra mayor relevancia desde que será el primer acercamiento que exista en la creación de un modelo que pueda medir el riesgo particular de los jóvenes económicamente activos en México que tienen acceso a un crédito hipotecario. Es importante mencionar que esta falta de información es la que abre la puerta y motiva a la presente investigación, con una importante trascendencia.

### 1.6.1. “Default Model”

Saunders & Allen (2002), definen este modelo como el modelo que se concentra en el cálculo de pérdidas esperadas, pero también en las inesperadas más que en el valor en riesgo (VAR) esperado e inesperado. Este modelo es usado para comparar los efectos del modelo “*Mark-to Market*” y el “*Default Mode*” para así calcular las pérdidas esperadas, pero también las inesperadas.

Esto se puede expresar en la siguiente fórmula:

$$\text{Pérdida esperada} = p \times \text{LGD} \times \text{Exposición}$$

En dónde

- $p$  es la probabilidad de incumplimiento de pago o “default”
- LGD, es la pérdida dada al incumplimiento (por sus siglas en inglés)

Ahora bien, para calcular la pérdida inesperada evidentemente no se puede saber con certeza lo que sucederá, ya que en principio esta pérdida es inesperada y por lo tanto desconocida con exactitud. Sin embargo, no solo podemos, sino que debemos de hacer supuestos acerca de la distribución de las probabilidades de incumplimiento y las recuperaciones. Uno de los supuestos más simples es que las recuperaciones o los cobros de los créditos son fijos y que son independientes de la distribución de la probabilidad de incumplimiento. Debido a que el prestamista puede o no tener incumplimiento de pago, entonces la probabilidad de incumplimiento puede suponerse simplemente que es binomial con una distribución estándar como sigue:  $\sigma = \sqrt{p(1-p)}$

$$\text{Pérdida inesperada} = \sqrt{p(1-p)} \times LDG \times \text{Exposición}$$

### 1.6.2. Modelo CyRCE (Capital y Riesgo de en Países Emergentes)

Este modelo fue propuesto por el Banco de México desarrollado como uno de los modelos para mercados emergentes que permite relacionar de manera directa el riesgo de crédito y los factores como son capital requerido para afrontar riesgos y límites individuales de cada segmento de la cartera para poder diversificar. De igual forma menciona Saavedra (2010) el modelo trabaja bajo los supuestos siguientes:

- Las probabilidades de incumplimiento de los créditos y sus covarianzas están dadas por factores externos y no necesariamente tienen que estar relacionadas a algún sistema de calificación.
- El análisis de la cartera se hace con cualquier criterio de segmentación de esta, para poder establecer correspondencia entre los límites individuales y obtener una medida de concentración del riesgo que representan cada uno del total y sus implicaciones al requerimiento del capital.
- La distribución de pérdidas se puede caracterizar totalmente por su media y su varianza.

La media a la que llega el modelo menciona Saavedra & Arellano (2012), considerando un caso sencillo donde todos los créditos tienen la misma probabilidad de fallar y son independientes entre sí es:

$$\theta \leq \frac{(\varphi - p)^2}{Z_{\alpha}^2 p(1-p)} = \theta(p, \varphi, \alpha)$$

Donde:

$$\varphi = \frac{K}{V}$$

Es la razón de capitalización del banco o propiamente el inverso de cuantas veces tiene prestado el capital

p: es la probabilidad de impago.

$Z \propto$

: Es la variable normal estandarizada que corresponde al nivel de confianza  $\alpha$

$\theta$ : Es el límite de concentración expresado como una proporción de la cartera de crédito  $V$

Esta expresión determina el límite de concentración individual en función de la razón de capitalización, la probabilidad de incumplimiento y el nivel de confianza. En una primera generalización considera el vector  $F = (f_i) \in E^n$  como la representación de la cartera de crédito.

Las ventajas de este modelo, menciona Saavedra & Arellano (2012), radican principalmente en que puede ser utilizado donde la información es limitada o el nivel de desarrollo de sistemas de información aún es pobre y por tanto dificultan conocer el detalle de la cartera.

### 1.6.3. Modelo de Hyman Minsky

Minsky (1982), menciona que las grandes depresiones se han repetido una y otra vez de manera cíclica, comenzando con la Gran Depresión en el año 1929. Luego se dio la contracción del crédito de 1966 caracterizado por cuatro elementos 1) un disturbio en los mercados financieros que llevaron a una intervención de los prestamistas de última instancia, 2) una recesión, 3) un incremento en el déficit federal y 4) una recuperación seguida de un aceleramiento de la inflación que puso el entorno para el siguiente disturbio. Estos mismos cuatro elementos se pueden encontrar en las turbulencias de los años 1969-70, 1974-75, 1980 y 1981.

Dadas estas ocasiones en que se han visto disturbios en los mercados es que Hyman Minsky creó su modelo procíclico que revisaremos a continuación. Este modelo nos ayuda a darnos cuenta de que, aunque ya hayan ocurrido las crisis en ocasiones anteriores, esto no exime a las economías mundiales de volver a presentar alguno de los elementos que caracterizaron a las crisis anteriores, dado que son cíclicas.

Este modelo y propuesta de Minsky también nos ayuda a tener presente esta situación cíclica y nos obliga a estar más preparados para eventos futuros de la misma índole.

La presente investigación también pretende ayudar a que estas situaciones no se den tanto en la persona que pide un crédito ni llegue a ser un “efecto dominó” en México que pueda llevar a una situación de incapacidad de pago ante los compromisos financieros.

Piero & Minsky (1994), mencionan que por largo tiempo ha habido ‘dos enfoques’ sobre la dinámica de los ciclos económicos. El primero consiste en que el proceso endógeno de la economía genera un equilibrio que puede ser estático y

que ahora usualmente se concibe como ‘un equilibrio de crecimiento’. El segundo consiste en que los procesos endógenos conducen a ciclos económicos e inestabilidad.

Schumpeter (1971), planteó originalmente esta diferenciación de la siguiente manera: dos grupos diferentes, donde suponía que solamente existían dos teorías sobre el ciclo. Por una parte, existe la ‘teoría’ de que el proceso económico es esencialmente no oscilatorio y que, por tanto, la explicación de las fluctuaciones cíclicas o de cualquier otra especie debe ser buscada en las circunstancias particulares (monetarias o de cualquier otro tipo) que perturban el flujo uniforme de la actividad económica. Por otra parte, existe la teoría de que el proceso económico es esencialmente ondulatorio y que los ciclos constituyen la forma sustancial de la evolución capitalista.

Minsky (1982), menciona que la principal proposición de la Teoría general se centra en las fuerzas desequilibrantes que operan en los mercados financieros. Estas fuerzas desequilibrantes afectan directamente la valuación relativa de los activos de capital frente a los precios del producto y esta relación de precios junto con las condiciones del mercado financiero determina la inversión.

Los bienes de capital tienen que ser financiados para que puedan ser producidos; incluso la propiedad de esos bienes tiene que ser financiada. En consecuencia, las condiciones financieras afectan los precios de los bienes de capital, la demanda efectiva de estos bienes y el precio de oferta de la producción de los bienes de capital (Minsky, 1982).

“Contraer y volver a pagar deudas son procesos esenciales del capitalismo: los dos dependen de las ganancias, ya sean esperadas o realizadas” (Minsky, 1982).

En el capitalismo moderno la propiedad de los activos de capital y las inversiones en proceso se financian con una combinación de deudas y obligaciones. Estos pasivos obligan a pagos futuros. Los desembolsos de liquidez cubren los costos corrientes, realizan los pagos sobre los pasivos y permanecen como un ingreso para sus propietarios.

Estas deudas se contraen con los bancos, de modo que los pagos destruyen dinero. En la economía capitalista, el dinero representa deudas con los bancos. El dinero es un velo que sirve como “camuflaje” de la propiedad de la riqueza, lo que hace que el interés teórico esté en las utilidades esperadas que explican el endeudamiento de las empresas y las utilidades realizadas que validan esa deuda. El dinero es un “producto” de las interrelaciones financieras.

#### **1.6.4. Cadena de Markov.**

Menciona Cowles (2003), que una cadena de Markov es simplemente la secuencia estocástica de números en donde cada valor en la secuencia depende únicamente del anterior. En general, dice, bajo ciertas condiciones la cadena es aperiódica e irreducible, que convergerá en una distribución estacionaria.

Zelaya E. (2010) menciona que tiene las propiedades de primer orden, homogénea e irreducible. Este tipo de cadenas de Markov contribuyen a que largo plazo exista un estado estable. Este es un proceso estocástico con las siguientes propiedades:

- Los resultados son finitos.
- El resultado en cualquier periodo solo depende del resultado periodo anterior.
- Las probabilidades son constantes y no cambian con el tiempo.

### **1.6.5. Cadenas de Markov Monte Carlo (MCMC)**

Cowles (2003), dice que suponiendo que se construye una cadena de Markov con distribución estacionaria, la probabilidad de distribución asociada. Entonces esta cadena de Markov puede ser utilizada para obtener estimados empíricos (Monte Carlo) de cualquier cantidad posterior. Los valores iniciales en la cadena de Markov son descartados pues no son de la distribución adecuada. Esta fase inicial es llamada "burn-in".

Menciona Brooks (2010) que "el método Monte Carlo (MCMC) de la cadena de Markov, como herramienta estadística de uso intensivo de la computadora, ha experimentado un enorme aumento de interés en los últimos años. Este documento ofrece una revisión simple, completa y tutorial de algunas de las áreas más comunes de investigación en este campo. Comenzamos por discutir cómo los algoritmos MCMC pueden ser contruidos a partir de bloques de construcción estándar para producir cadenas de Markov con la distribución estacionaria deseada. También motivamos y discutimos ideas más complejas que se han propuesto en la literatura, tales como el tiempo continuo y los métodos de salto de dimensión. Discutimos algunos problemas de implementación asociados con los métodos MCMC. Echemos un vistazo a los argumentos a favor y en contra de las repeticiones múltiples, considerar la duración de las cadenas deben ser ejecutados y cómo determinar los puntos de partida adecuados. También echamos un vistazo a los modelos gráficos y cómo se pueden utilizar enfoques gráficos para simplificar la implementación de MCMC. Finalmente, presentamos un par de ejemplos, que utilizamos estudios de casos para resaltar algunos de los puntos anteriores. En particular, utilizamos un modelo de punto de cambio simple para ilustrar cómo abordar un problema de modelado bayesiano típico a través del método MCMC, antes de usar los problemas del modelo de mezcla para proporcionar ilustraciones de una buena salida de muestreo y la implementación de un algoritmo MCMC de salto reversible."

## 1.7. Modelo Bayesiano

Menciona Cowles (Cowles, M.K., 2003) que el modelo Bayesiano resulta en la teoría de la probabilidad elemental. Su autor Thomas Bayes cuyo trabajo fue publicado “post mortem” en 1763 por su amigo Richard Price.

Gracias a la llegada de nuevas y modernas herramientas computacionales ha resurgido este modelo en las últimas dos décadas.

Se utiliza la siguiente connotación para el modelo Bayesiano:

- $\theta$  – parámetro(s) en los que se quiere hacer inferencia
- $X = \{x_1, \dots, x_n\}$  – datos observado.
- $f(x | \theta)$  – probabilidad observada de los datos de  $x$ , bajo diferentes valores de los parámetros  $\theta$ . Conocido como “likelihood” y es comúnmente escrita como  $L(\theta; x)$ .

Comparando el modelo Bayesiano con la estadística clásica se observa (Cowles, M.K., 2003):

- Los métodos clásicos estadísticos involucran la estimación de parámetros  $\theta$ , usando la información disponible.
- También asumen que los parámetros están fijos, pero estiman los valores desconocidos.
- El parámetro “likelihood” es usado para estimar parámetros por ejemplo para calcular un punto estimado.
- El modelo Bayesiano asume que los parámetros no están fijos pero que tienen una distribución.

El teorema de Bayes para una distribución discreta se muestra de la siguiente forma:

- Siendo A y B eventos la probabilidad de ( $P(B) > 0$ ) entonces el teorema de Bayes plantea que  $P(A|B) = P(A \& B) / P(B)$   

$$= (P(B|A) * P(A)) / P(B)$$
- Esto puede ser derivado fácilmente a través de la definición de probabilidad condicional.

El teorema de Bayes para una distribución continua se muestra de la siguiente forma:

- Recuérdese que se ha observado información X y se quiere estimar los parámetros de  $\theta$  entonces el teorema de Bayes dice que:

$$\pi(\theta|x) = \frac{f(x|\theta)p(\theta)}{f(x)}$$

$\pi(\theta|x)$ : distribución posterior de los parámetros dada la información.

$f(x|\theta)$ : “likelihood” de la información, parámetros dados.

$p(\theta)$ : distribución anterior “prior” de los parámetros.

$f(x)$ : normalización de la constante (para que la distribución posterior sea válida).

El teorema de Bayes es frecuentemente expresado como sigue:

$$\pi(\theta|x) \propto f(x|\theta)p(\theta)$$

Una forma intuitiva de pensar en el teorema de Bayes es el siguiente:

- Antes de que se observe alguna información se tienen creencias previas acerca del sistema ("prior").
- Conducimos un experimento y se observa la información ("likelihood")
- Actualizamos nuestras creencias previas acerca del sistema ("posterior")
- El procedimiento de actualización es el teorema de Bayes simple:

$$\pi(\theta|x) \propto f(x|\theta)p(\theta)$$

Suponiendo que se tiene una observación simple  $x$  de una distribución Binomial  $(n,p)$  donde  $p$  es desconocida.

- Asumimos que el "prior"  $p \sim \text{Unif}[0,1]$ .
- Después utilizando el teorema de Bayes tenemos:

$$\begin{aligned} \pi(p|x) &\propto f(x|p)p(p) \\ &= C_x^n p^x (1-p)^{n-x} \cdot 1 \end{aligned}$$

Nótese que  $C_x^n = n! / [x!(n-x)!]$  Es independiente del parámetro  $p$  desconocido así que se puede escribir como sigue:

$$\pi(p|x) \propto p^x (1-p)^{n-x}$$

En una distribución posterior el teorema Bayesiano nos dota con una distribución posterior de los parámetros de interés.

- Esta distribución posterior es la base de todas las inferencias subsecuentes dentro del paradigma Bayesiano.
- Sin embargo, en general, la distribución posterior es altamente dimensional y extremadamente compleja ya que inferencias directas son problemáticas.
- En muchas aplicaciones, los números de los parámetros pueden ser grandes, números de diez o de cien.
- Por lo tanto, podremos tener una distribución posterior compleja de 10+ (o de 100+).

Acerca de la distribución marginal posterior tenemos que:

- Usualmente podemos estar interesados en un parámetro en particular  $\theta_1$  por decir.
- Conocemos la distribución posterior de  $\theta = \{\theta_1, \dots, \theta_n\}$  por el teorema de Bayes.
- La distribución marginal (posterior) es definida entonces a ser:

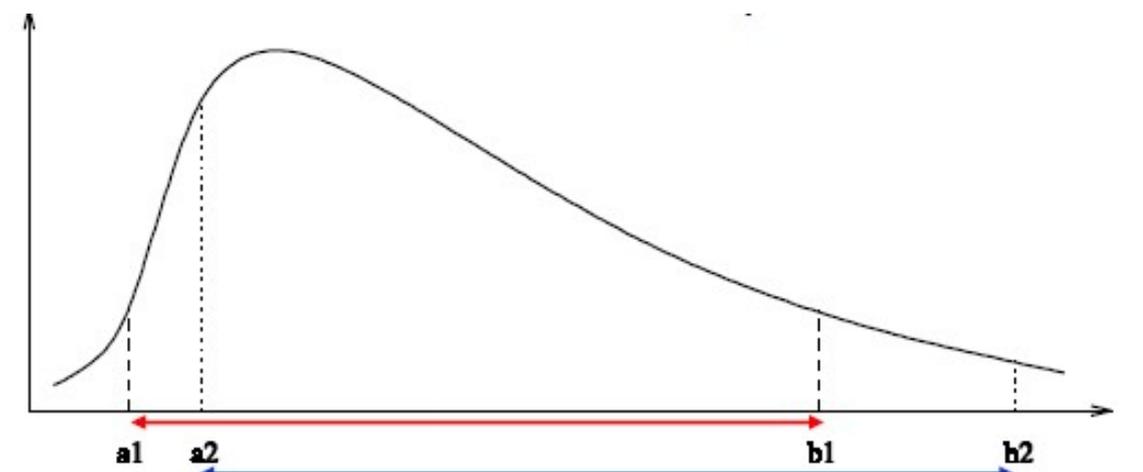
$$\pi(\theta_1|x) = \int \pi(\theta|x) d\theta_2, \dots, d\theta_n.$$

Nótese que la integral típicamente es intratable analíticamente para problemas reales.

En resumen, las creencias del teorema Bayesiano:

- La distribución posterior es el mejor resumen de lo que sabemos de los parámetros.
- Sin embargo, esta distribución puede no ser fácilmente interpretada.
- La distribución posterior es generalmente resumida a través de la estimación de puntos e intervalos inciertos.
- Una variedad de medidas se puede usar para describir diferentes características de la distribución posterior:
  - Localización, ejemplo: media y mediana.
  - Dispersión, ejemplo: varianza y desviación estándar.
  - Curvatura,
  - Correlación.
- Los intervalos estimados proveen información adicional en la dispersión de la distribución.
- Un “intervalo creíble” Bayesiano  $100(1-\alpha)\%$  se define como un intervalo que contiene  $100(1-\alpha)\%$  de la distribución posterior de los parámetros.
- Su interpretación difiere de lo que se conoce como intervalo de confianza.
- Nótese que un intervalo creíble no es único

Gráfica 2 Intervalos Creíbles



Hay dos intervalos creíbles  $(a,b)$  particulares  $100(1-\alpha)\%$  que son únicos:

- Intervalos creíbles simétricos:
  - a= lower  $\alpha/2$  quantiles.
  - B= upper  $1-\alpha/2$  quantil.

- La densidad más alta del intervalo posterior (HPDI Highest Posterior Density Interval)  
Nótese que la distribución posterior es simétrica, el HPDI es idéntico al intervalo creíble simétrico.

### 1.8. Monte Carlo

Este modelo no es utilizado a menudo dada la complejidad de realizar simulaciones con la finalidad de encontrar el verdadero parámetro (Theta) basado en la asignación de distribuciones de probabilidad a cada parámetro, así como de la probabilidad de aceptación o rechazo de cada nuevo valor de Theta generado en cada simulación que se pretende hacer en la presente investigación (Buckland, S, 2016). Por ejemplo, en el caso de la presente investigación se pretende calcular la media posterior al parámetro  $\theta$ , entonces podemos utilizar el método Monte Carlo para estimar el verdadero parámetro de theta.

Ahora bien, con el contexto bayesiano podemos obtener esa distribución posterior que estamos buscando en la presente investigación.

Se utilizará este método dado que la distribución posterior es típicamente con una mayor dimensión para que se obtenga muy poca desviación. en los resultados de la propuesta de la presente investigación. Existen estadísticas que son generalmente utilizados para describir la parte posterior de la distribución como por ejemplo lo es la media.

Una vez hecho lo anterior y para obtener la distribución posterior de los valores de incumplimiento que estamos buscando en la presente investigación, necesitamos integrar la densidad posterior de la siguiente forma (Buckland, S, 2016):

$$E\pi(\theta) = \int \theta \pi(\theta|x) d\theta$$

Este tipo de expectativa menciona Buckland, S (2016), puede ser hecha trazando thetas muestra 1 hasta T de la distribución posterior de theta y calculando la muestra de la media de este valor. Esto es conocido como la integración de Monte Carlo o MCMC.

Aun así, hay que considerar lo que se conoce como el error de Monte Carlo que como con cualquier aproximación se puede ir disminuyendo al aumentar el número de muestras o de escenarios que se corran en la simulación del modelo que se creará en la presente investigación. Si se incrementa las muestras o escenarios en  $n$  entonces el error de Monte Carlo disminuirá en  $n^{1/2}$  (Buckland, S, 2016).

### **1.9. Matrices de Transición**

Los objetivos de las matrices de transición son varios como se puede ver para la cartera comercial de las entidades crediticias, así como también estimar con las mismas la calidad de los créditos que se están otorgando por estas entidades.

Para poder medir la calidad de los riesgos, se les asigna una categoría que va desde una persona que representa un riesgo “normal”, “aceptable”, “apreciable”, “significativo” e “incontrolable”. Cada una de las categorías anteriores tendrán asignadas un rango de días de pago de demora hasta ser declarados como que incurrir en incapacidad de pago (default).

Las matrices de probabilidades de transición nos permiten tener una mejor alternativa con fundamentación teórica diferente, pero de implementación directa.

## **CAPÍTULO 3 Contexto**

## XI. Situación actual en el mundo de los créditos hipotecarios a jóvenes de 18 años

En el informe de Sociedad Hipotecaria Federal sobre el Estado Actual de la Vivienda en México (EAVM, 2015), se presenta la estimación de la demanda de la vivienda en 1,159,480 hogares que demanden algún crédito para vivienda que se reflejará en 4.5 millones de personas.

**Tabla 7 Número de créditos por tipo de solución 2015**

<b>Número de Créditos por tipo de solución, 2015</b>					
<b>Entidades Crediticias</b>	Adquisición	Mejoramiento	Autoproducción	Total	Composición %
<b>Infonavit</b>	380,000	280,000	0	660,000	56.9
<b>Fovissste</b>	50,000	20,000	0	70,000	6.1
<b>Banca</b>	130,000	80,000	40,748	250,748	21.6
<b>Otras entidades</b>	55,109	63,623	60,000	178,732	15.4
<b>Total</b>	615,109	443,623	100,748	1,159,480	100

**Elaborado con Datos de Demanda de la Vivienda, SHF 2015**

Existe un rezago habitacional ampliado en México de aproximadamente 8.95 millones de hogares (incluyendo hacinamiento, por deterioro irregulares) que representa el 28.3% del total de hogares en el país que asciende a 31.7 millones en 2014. Los precios de la vivienda en México mostraron en el segundo trimestre de 2015 una apreciación nominal de 6.38%. La tasa anual tuvo un incremento de 2.24% en 2014. En el caso particular de México se encuentra dentro de un grupo de países que el crecimiento de la tasa fue moderado en el último trimestre de 2014.

Para el 2018 menciona la SHF (2018) que el número de créditos por organismo y tipo de solución son los siguientes:

**Tabla 8 Número de créditos por tipo de solución 2018**

<b>Número de créditos por tipo de solución, 2018</b>					
<b>Entidades Crediticias</b>	Adquisición	Mejoramiento	Autoproducción	Total	Composición %
<b>Infonavit</b>	431,033	196,655	16,000	643,688	63.9
<b>Fovissste</b>	56,972	14,445	0	71,417	7.1
<b>Banca</b>	112,892	1,583	8,200	122,675	12.2
<b>Otras entidades</b>	7,636	148,610	13,485	169,458	16.8
<b>Total</b>	608,260	361,293	37,685	1,007,238	100

**Elaborado con Datos de Demanda de la Vivienda, SHF febrero 2018**

En un informe más reciente la SHF (2018) menciona que la demanda de la vivienda para el año 2018 estima que sea de poco más de 1 millón de financiamientos para alrededor de 4 millones de personas, lo cual representa una disminución en la demanda debido a:

- Que en el año 2017 la inflación promedio anual fue de 6.0% lo que provocó que el poder adquisitivo de las personas se redujera.
- Por otro lado, el crecimiento proyectado del PIB del año 2018 es de 2.3% que implica la continua desaceleración económica (que en realidad fue del 2%).
- El crecimiento de los precios de las viviendas de 2017 es otro factor y fue del 6.1% siendo que la mitad de los costos de viviendas de ese año fueron de más de 500 mil pesos.
- Hubo una reducción de subsidios a la vivienda de -48.2%
- Las tasas de interés aumentaron TIIE a 28 días aumentó 7.62% en diciembre de 2017 y la tasa de interés hipotecario subió 10.76% o 0.13 puntos porcentuales.
- Todo esto provocó la disminución de la demanda de hogares de -2.7%, rezago habitacional en -8.9%, la de movilidad habitacional -13.8% y la de curas de originación -7.8% es decir créditos de la vivienda.

Comparando las cifras de 2018 con las de 2017 se observa que hay una diferencia negativa de 23.5%, que es el resultado de la desaceleración en el ritmo de otorgamiento de crédito hacia finales del año 2018, el menor subsidio y también la disminución del otorgamiento de los créditos otorgados por el Fovissste en menos 36.87% (SHF, 2018).

Dentro de los factores que influyen en abandonar una vivienda, están la lejanía con los lugares de trabajo, lo cual aumenta el costo del transporte en términos monetarios y de tiempo y disminuye el ingreso disponible para el pago de la hipoteca del inmueble. Dentro de los estados de la República Mexicana más afectados está Chihuahua (más de 9 mil casas abandonadas), Tamaulipas y Jalisco (más de 5 mil cada uno) Estado de México (más de 4,500). La mayoría de estas viviendas fueron construidas en lugares que no tenían infraestructura necesaria, transporte ni fuentes de trabajo (SHF, 2015).

En este sentido, podemos observar que la pérdida de valor de la vivienda que ha sido abandonada, por alguna de las razones mencionadas, y su reventa una vez que ya fue recuperada y reparada. Menciona la SHF (2015), que una vivienda de 50 m<sup>2</sup> de construcción con dos recámaras originalmente se vendieron en 380 mil pesos y una vez abandonada y reparada se ha revendido en 240 mil pesos, lo cual representó una pérdida patrimonial de 36.84%

Sin embargo, existen muchas más causas por las cuales las personas abandonan sus viviendas además de la lejanía de los trabajos y la falta de infraestructura disponible, como lo son:

- Adquisición de la vivienda sin interés de habitarla

- Imposibilidad de pagar el crédito hipotecario
- Inadecuada calidad de la vivienda
- Riesgos por factores naturales
- Inseguridad por factores sociales
- Desinformación y toma de decisiones no planificadas.

Por otro lado, menciona la CNBV (Estado Actual de la Vivienda en México, 2016) que la tasa de morosidad se ha incrementado de 2.53 a 3.42% de la cartera total debido principalmente a dos factores, uno de ellos que ya se ha mencionado en otras ocasiones en la presente investigación y que es la falta de cumplimiento de las personas sobre sus obligaciones financieras contraídas por falta de liquidez en términos generales. Y la otra causa que ha identificado es la situación financiera en la que se encuentran las constructoras de vivienda del país, de las cuales tres están en medio de procesos de reestructuración.

El informe del Estado Actual de la Vivienda en México 2016 (EAVM, 2016), menciona que otros factores externos a la economía mexicana que afectaron a la moneda fue el llamado Brexit que provocara la devaluación del peso.

Igualmente menciona que para el año 2016 hubo un incremento en el sector de la vivienda impulsado por el número de afiliados al IMSS, sin embargo, es un incremento menor al de 2015.

En el mismo documento (EAVM, 2016) se hace mención a los cambios que se dieron en 2016 con la aprobación y publicación de la nueva Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano en México, que impulsa la vivienda, movilidad, acceso universal y el derecho a la propiedad que presumen beneficiará a la situación actual de la vivienda en México.

Igualmente, el Infonavit cambió su forma de operar, ya que ahora los créditos no están basados en Salarios Mínimos Vigentes Mensual, sino en la Unidad de Medida de Actualización (UMA); entre otros cambios.

Menciona (EAVM, 2016) que en 2016 el INFONAVIT otorgó en total 1,159,480 créditos, de ahí 452,207 son créditos a vivienda, 372,983 hipotecarios, 286,810 para vivienda nueva, 136,173 para vivienda usada y 79,224 para mejorar la vivienda. Las cifras anteriores representan un incremento del 5.3% con respecto del año 2015. Mientras tanto, el Fovissste redujo el número de créditos para la vivienda nueva a 36 mil en 2016.

El Centro de Investigación y Documentación de la Casa A.C. (CIDOC) está analizando la oferta y la demanda de población joven entre 18 y 35 años para identificar las expectativas y necesidades de la vivienda para estos jóvenes de bajos ingresos.

En el informe EAVM 2016 (EAVM, 2016), se destacan lo siguiente:

- Se dieron más de 427 mil prórrogas en créditos del Infonavit por pérdida laboral.
- Se usó el seguro de desempleo de más de 257 mil usuarios.

- Reestructuraron más de 703 mil créditos por problemas para cubrir los pagos.
- Regularizaron más de 180 mil créditos “vencidos”.
- Se aplicó el seguro por incapacidad y fallecimiento en más de 14 mil casos.
- Firmaron más de 19 mil convenios para evitar juicios de adjudicación.

Datos mas actuales publicados por la CNBV (2019) destacando dentro de otros aspectos los siguientes:

- El año 2019 fue un año de incertidumbre y volatilidad dada la sustitución de programas de vivienda por el cambio de administración federal pasando de un presupuesto de 5.6 mmdp con el programa de “acceso al financiamiento” pasando a 1.7 mmdp con el “Programa de vivienda social”.
- Se colocaron 521,961 créditos de Infonavit, 351 mil hipotecarios y 170,500 para mejoramientos. Se incrementó el monto de cada préstamo por \$7,191 pesos mensuales para acceder a una vivienda de mejor calidad y mejor ubicada.
- Fovissste ejerció mas de 49 mil financiamientos con una derrama económica de 35 mmdp.
- SHF coloco 119 mil acciones de vivienda y otorgo 49 mmdp para la reactivación económica del sector.
- La demanda de la vivienda nueva disminuyó 25% en 2019 comparado con 2018 dado que hay una preferencia de la población por comprar vivienda usada mejor ubicada, lo cual se reflejó en una disminución de créditos a la vivienda nueva de 22%
- Los precios de la vivienda se incrementaron un 8.6% con respecto de 2018.
- La asequibilidad de la vivienda cayo 6.8%.

Parte de la investigación que se ha hecho en la elaboración de esta tesis, es dar una mirada hacia otros países y otras economías que han aplicado con éxito esquemas parecidos a los que se sugieren aquí. Por ejemplo, observamos la Sociedad de Construcción Nacional (National Building Society) de Gran Bretaña, donde les solicita a los nuevos sujetos de crédito hipotecario que van a adquirir por primera vez una obligación de ese tipo que, dentro de otras cosas:

- Ahorrar con el banco por un periodo de 3 meses.
- Hacer un depósito mínimo de 5%.
- Que las casas que quieran comprar no sean nuevas.
- Que sea la primera vez que adquieren un crédito hipotecario o que no hayan tenido uno en los tres años anteriores.

- El monto máximo es de \$500,000 libras para una hipoteca con Loan to Value de 85.01% y de \$350,000 libras para un LTV de 95%<sup>1</sup>
- Incluso ofrece tener una adquisición compartida con alguna otra persona
- También les dan un bono de \$500 libras en efectivo por tomar una hipoteca con este esquema en este banco.

Si tienen problemas para ahorrar, les da la opción de que un familiar pueda hacer ese depósito a su nombre. Familiares consanguíneos hasta en segundo grado.

### **XI.1. Pérdida de valor de la vivienda**

En cuanto al crédito hipotecario, menciona la SHF (2015), que la crisis financiera mundial (2008 – 2009) o la gran recesión pusieron en evidencia los riesgos asociados con los auges inmobiliarios. Previo a la crisis, dichos auges generaron expectativas favorables debido al impulso de la plusvalía de las viviendas creando un efecto multiplicador sobre la actividad económica, tanto en el sector de la vivienda, como en el mercado global para diferentes países del mundo; sin embargo cuando ese círculo virtuoso se revirtió, se generó una caída en los precios de las viviendas y al restringirse las normas crediticias se provocó un sobreendeudamiento y como consecuencia una serie de impagos; el resultado fue una profunda crisis económica que aumentó la deuda pública. La explicación del círculo virtuoso económico y como éste se revierte, se analiza de la siguiente manera:

- Durante periodos de auge económico se incrementa el número de oferentes de crédito.
- Al existir abundancia de financiamiento, algunos de los oferentes suelen relajar los estándares para otorgamiento crediticio.
- Entre más abundante sea el crédito, se permiten mayores niveles de inversión, de endeudamiento y de consumo, en el caso hipotecario se genera una plusvalía en las viviendas, en tanto que al existir un punto de quiebre en el que hay impagos debido al otorgamiento de financiamiento de alto riesgo, se pueden ocasionar presiones inflacionarias en activos inmobiliarios, generando sobreendeudamiento y el incremento de los niveles de impago.
- Es entonces cuando el proceso económico se revierte hacia un periodo recesivo derivando en una medida importante de empleos y en algunos casos llega a resultar en crisis económica.
- A pesar de existir periodos de inflación controlada sobre la canasta básica, existen estos periodos expansivos crediticios los cuales generan alzas de

---

<sup>1</sup> LTV Loan to Value representa el monto que se pretende financiar como porcentaje del valor de la vivienda. Ejemplo Si el valor de la vivienda es de 100,000 libras y se tiene una hipoteca de 90,000 el valor de LTV es de 90% (90,000/100,000).

precios de la vivienda y por ende, sobreendeudamiento del acreditado hipotecario, debiéndose evaluar el papel de la política monetaria en la contención de los precios inmobiliarios y de los periodos de expansión excesiva de crédito, a fin de considerar esta política como una medida de tipo macro prudencial.

Lo anterior, menciona SHF (2015), demuestra que al final del auge crediticio hipotecario se relaciona frecuentemente con significativas caídas de los precios de las viviendas y recesiones económicas, surge entonces el cuestionamiento de si existen malos y buenos auges hipotecarios (los que no terminan en recesiones)

## CAPÍTULO 4 PROPUESTA

## **XII. Propuesta de valor para crear un modelo que mida el riesgo de créditos hipotecarios para la población económicamente activa de 18 años en México.**

La presente investigación pretende hacer un modelo capaz de medir el riesgo que corren los créditos otorgados a los jóvenes de 18 años económicamente activos en México con la información oficial disponible, como lo son el índice de Morosidad o IMOR que es reportado y publicado de manera oficial por la CNBV. Esta información fue tomada del periodo del año 2011 al año 2016 dado que la información anterior al año 2011 no contaba con el reporte del índice mensual, mismo que comenzó a reportarse de manera mensual a partir del año 2011 y hasta el 2016 que es la información oficial disponible en la elaboración de la presente investigación en dicho año.

Ha habido diferentes propuestas que se han hecho alrededor del mundo a través de los organismos internacionales que regulan tanto los créditos como los que hacen propuestas sobre riesgo hipotecario. Como, por ejemplo, detallaremos más adelante el caso de un banco en Gran Bretaña que cubren este tipo de mercado de clientes de crédito hipotecario involucrado a figuras paternas dentro del esquema trasladando el riesgo a ellos como avales.

Dentro de las simulaciones que comprenden las cadenas de Markov y cadenas de Markov Monte Carlo, se pretende utilizar un algoritmo llamado Metrópolis–Hastings ya que menciona Cowles (2003), que este algoritmo dibuja observaciones secuencialmente de una distribución, condicionada únicamente a la última observación, lo cual induce a una cadena de Markov. El aspecto más importante de este algoritmo no es la cualidad que ofrece como la cadena de Markov, sino el hecho de que la distribución que se va aproximando va mejorando o ajustándose en cada paso de la simulación lo cual lo hace más certero. Algunas de las limitaciones de dicho algoritmo es que no es tan robusto sin embargo es eficiente.

Dentro del marco teórico Bayesiano, es necesario contar con una función de distribución de los datos que en la presente investigación son el número de incumplimientos de pago de los créditos hipotecarios obtenidos por jóvenes mexicanos de 18 años que se le conoce como la función de “likelihood” (probabilidad).

Utilizaremos como sugerencia la investigación previa Álvarez y Gutiérrez (2010), en donde no se utiliza la modelación Bayesiana sin embargo hacen la sugerencia para otras investigaciones futuras, motivo de la presente tesis.

El factor de riesgo  $r$  permite modelar tanto la volatilidad de las probabilidades de incumplimiento, así como la dependencia de los créditos relacionada con el Riesgo Sistémico.

También se asume a priori que la volatilidad  $\sigma_n$  siguen una distribución Normal con media cero y varianza uno.

Como valores iniciales en el modelo propuesto se asume que para comenzar las simulaciones MCMC

$$\theta_i^0 = q_{x_i} \forall_i$$

Debido a que  $\theta_i$  representa a las probabilidades de incumplimiento, el cual debe de ser positivo, con lo cual su distribución de probabilidad podría ser Beta y con la finalidad de no asumir mayor probabilidad al evento de cumplimiento o incumplimiento del crédito hipotecario para la población objetivo, se asignan los parámetros de  $\alpha = 0.5$  y  $\beta = 0.5$  en otras palabras suponemos que  $\alpha = \beta = 0.5$  pues no se conoce el número de éxitos ni fracasos en total.

También definiremos el número total de créditos como  $n = 687,600$  asumiendo que cada uno de los créditos hipotecarios reportados de manera oficial ante la Comisión Nacional Bancaria y de Valores es igual \$1 mdp, aunque los créditos generalmente no son de esos montos sobre todo cuando se trata de créditos de vivienda de interés social. Consecuentemente, para diciembre de 2016, de acuerdo con los datos recabados, se tienen 687,600 créditos otorgados.

Ahora bien, para determinar el número de créditos incumplidos a diciembre de 2016 basta con multiplicar el número de créditos en total a diciembre de 2016 por el Índice de Morosidad reportado por la CNBV. Para efectos de la propuesta de la presente investigación definimos que  $q_{x_i} = IMOR_i$  y adicionalmente, definiremos “r” como el factor de riesgo tal que:

$$Y_i = (r)(n)(q_{x_i})$$

Donde

$Y_i =$  numero de créditos incumplidos

$q_{x_i} =$  Probabilidad de incumplimientos (IMOR reportado por la CNBV)

En el modelo bayesiano que se está utilizando en la elaboración de la propuesta de modelo asignamos la distribución de probabilidad que se asume tienen los datos o parámetros. En este caso particular,  $Y_i$  representa un conteo de créditos incumplidos por lo que se puede asumir una distribución binomial o de Poisson.

Debido a que no se cuenta con muchos datos, se asume una distribución binomial, sin embargo, los resultados no varían mucho entre la distribución binomial y la de Poisson, así que podríamos asumir entonces la distribución de Poisson suponiendo que los datos con los que contemos son más grandes, es decir “n”.

Entonces  $Y_i \sim \text{Binomial}(\theta_i, n) \dots$  [función likelihood]

$\theta_i \sim \text{Beta}(\alpha, \beta) \dots$  [prior o distribución de probabilidad que asignamos a  $\theta_i$ ]

Donde  $\theta_i$  es un parámetro asignado a las probabilidades de incumplimiento de los créditos hipotecarios.

Por otro lado, se requiere de incorporar al mismo modelo la experiencia o conocimiento que se tenga anticipado u observado de los parámetros que afectan a la función de “likelihood”. A esta información que nos referimos se le conoce como “prior”.

Así mismo se observa que la tasa de desempleo de los jóvenes mexicanos de 18 años es aproximadamente tres veces mayor a la de la población promedio. Por lo tanto, se podría asumir como “prior” para nuestra variable “r” lo siguiente:

$$r \sim N(3, \sigma_r^2)$$

Esto con la finalidad de comparar los diferentes escenarios que puedan resultar de variar el factor de riesgo (r), sin embargo, es importante mencionar que se modeló únicamente riesgo 1 y riesgo 3 (r=1 y r=3) que se explicará más adelante por qué consideramos en esta investigación el riesgo 3.

Lo anterior, representaría que se espera que la media del factor de riesgo r sea de 3, debido a la observación antes mencionada. Finalmente, asumimos una varianza de  $\sigma_n^2$  con media cero y varianza uno.

Dentro del contexto Bayesiano, una vez que tenemos la función de “Likelihood” y las “prior” que definimos anteriormente, podemos determinar la función de distribución “posterior” de los datos modelados estocásticamente. De tal manera que la función posterior se expresa de la siguiente manera:

$$\pi(\theta) = (\text{likelihood})(\text{Prior1})(\text{Prior2})$$

Utilizamos el algoritmo de (M-H) Metropolis Hasting para generar las simulaciones Monte Carlo. Es necesario mencionar que dicho algoritmo se ejecuta en un paquete estadístico llamado “Jags”.

Como resultado obtenemos tanto valores esperados para cada parámetro, así como intervalos de credibilidad que nos da un indicador de los posibles escenarios simulados bajo el contexto Bayesiano.

Para poder hacer las simulaciones de la información obtenida y cumplir con el objetivo de la presente tesis, se hará uso del programa llamado R en donde se programarán las diferentes variables, las matrices y datos recabados para la obtención e interpretación de resultados. Se ha decidido utilizar este programa ya que no es necesario ser un experto programador para poder hacer uso de las bondades del programa y también porque es una herramienta libre de licencia lo que lo hace accesible a la mayoría de las personas y también siendo actualizado por los mismos usuarios.

El programa R, menciona Marloff (2008) es un lenguaje de programación para manipulación y análisis estadístico. Algunas de las razones para usar este programa son las siguientes:

- Es de dominio público, reconocido por estadísticos y también es la herramienta utilizada por los profesionistas.
- Es muchas veces superior en su capacidad a los paquetes que son ofrecidos comercialmente.
- Disponible para Windows, Mac y Linux
- Es un lenguaje de programación general para que se pueda adaptar y crear funciones de acuerdo con las necesidades.

- Orientado a objetos y su estructura de programación es funcional.
- Los “sets” de información se guardan entre sesión y sesión con lo que no es necesario recargarlos de nuevo.
- Al ser un programa libre de licencia, se tiene acceso a la comunidad de usuarios que te ayudan y siendo muchos de ellos estadísticos profesionales.
- R es polimórfico que quiere decir que la misma función puede ser utilizada a diferentes objetos.

Podría decirse que una de las más grandes desventajas es que todos los comandos se hacen mediante el texto y no mediante “clicks” en imágenes a los que la mayoría están acostumbrados. Sin embargo, especialmente esta característica es la de mayor relevancia y ventaja ya que precisamente se puede hacer todas las adaptaciones necesarias de acuerdo con las necesidades del problema o modelo que se quiera proponer. En el caso de la presente investigación fue de gran ayuda dado que no existe algún modelo que mida el riesgo que corren los créditos otorgados a jóvenes económicamente activos de 18 años en México.

Una razón más de utilizar este programa es que utiliza dentro de sus protocolos el modelo Bayesiano para los temas probabilísticos que se propone en la presente investigación como aplicación para el tratamiento y obtención de los resultados.

El modelo que se plantea en el mencionado programa considera una distribución binomial, siendo incumplimiento o cumplimiento de la cartera de créditos dados los parámetros de la información mensual obtenida a través de CNBV del año 2011 al 2016 de las instituciones financieras y de su Índice de Morosidad (IMOR) registrado y reportado.

Algunas de las suposiciones son que los créditos otorgados son de 1 millón de pesos. Cabe aclarar que como se mencionó anteriormente los créditos mas comunes son los de interés social, los cuales están por debajo de este supuesto.

$$Y; Bin(\theta_i, n)$$

Donde:

- $\theta_i$  dbeta (*alpha, beta*) suponiendo que se desconocen el número de éxitos o fracasos (pagos o impagos) en total, luego entonces Alpha=Betha=0.5
- $n$  = número de créditos en cartera, suponiendo que cada crédito es de \$1mdp, luego entonces  $n=687600$  para diciembre de 2016, según los datos recabados.

En los datos tenemos

$$Y = (r)(n)(q.x)$$

En donde:

- Y= el número de créditos con morosidad o bien número de incumplimientos
- r= factor de riesgo
- q.x= Índices de Morosidad (IMOR) obtenidos de CNBV

De los resultados obtenidos con la simulación se pretende desechar los primeros, conocido como quema de datos (burn in) y solicitar al menos el doble de datos adicionales para considerarlos como muestras creíbles (samples).

### **XIII. Resultados de la simulación**

Los resultados serán presentados una vez que se lleven a cabo las aplicaciones de los modelos con los datos disponibles y las simulaciones con cadenas de Markov y Monte Carlo que serán parte del último capítulo de la presente investigación.

Los datos que serán utilizados en la presente investigación son los proporcionados por la Comisión Nacional Bancaria y de Valores como cifras oficiales del Índice de Morosidad (IMOR) que son publicados de manera mensual. Poniendo especial atención a los datos más recientes como son del año 2016 cifras al 31 de diciembre, y también al año en particular en donde ocurrieran la mayor crisis inmobiliaria que hayan sufrido las economías mundiales, como lo es el caso del año 2007 con la crisis “subprime”. Adicionalmente se consultan los datos que arroja el INEGI para la población económicamente activa de 18 años y sus remuneraciones.

Dentro de estos resultados preliminares podemos observar como algunas instituciones financieras han incrementado su Índice de Morosidad (IMOR) en el año de 2016 con respecto a cifras del año 2015 como son el caso de:

- Banco Inbursa al pasar de 4.78 a 5.21%
- Interacciones pasó de 3.45 a 4.23%
- Multiva pasando de 0.16 a 1.01%
- Banca Mifel de 2.14 a 2.81%
- Ve por más de 0.05 a 0.23%
- CI Banco de 1.83 a 2.40
- Banco Ahorro Famsa de 0.48 a 2.08%

Y con una baja del IMOR tenemos como banco representativo:

- Banco Inmobiliario Mexicano (BIM) al pasar de 23.94 a 23.48

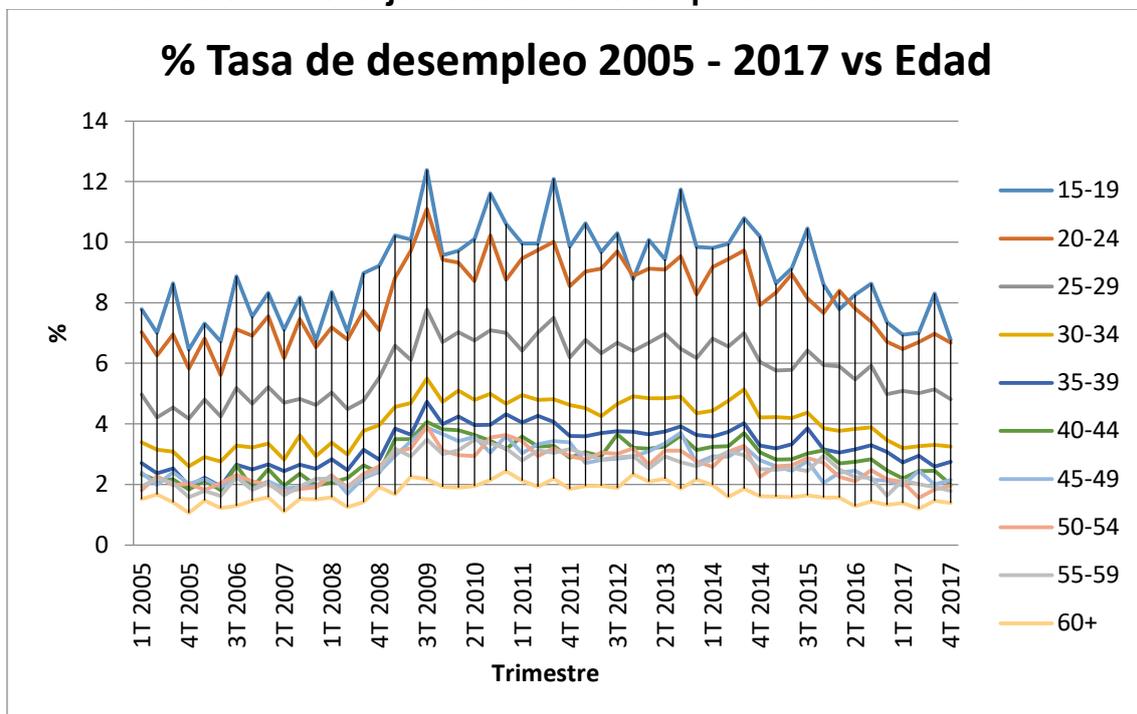
Dentro de los resultados preliminares de esta investigación podemos observar en la siguiente gráfica como la tasa de desempleo más alta se encuentra en el grupo de personas de edades de 15 hasta los 19 años, que está incluyendo jus-

tamente al grupo particular objeto de esta investigación que son los jóvenes mexicanos económicamente activos de 18 años que tienen acceso a créditos hipotecarios. Esta tasa de desempleo es de aproximadamente en promedio 9% y se observa también que conforme van aumentando los grupos de edades la tasa de desempleo va disminuyendo. Este porcentaje es aproximadamente **3 veces mayor que en el resto de la población**, con lo cual utilizaremos este factor de riesgo para el sector de la población en cuestión.

De igual manera, con la información obtenida de INEGI podemos inferir que dentro de los resultados que obtendremos habrá una correlación entre la falta de empleo de los jóvenes mexicanos económicamente activos de 18 años y la falta de pago en sus obligaciones financieras contraídas, concretamente el crédito hipotecario que hayan contratado por la ausencia del ingreso de su trabajo.

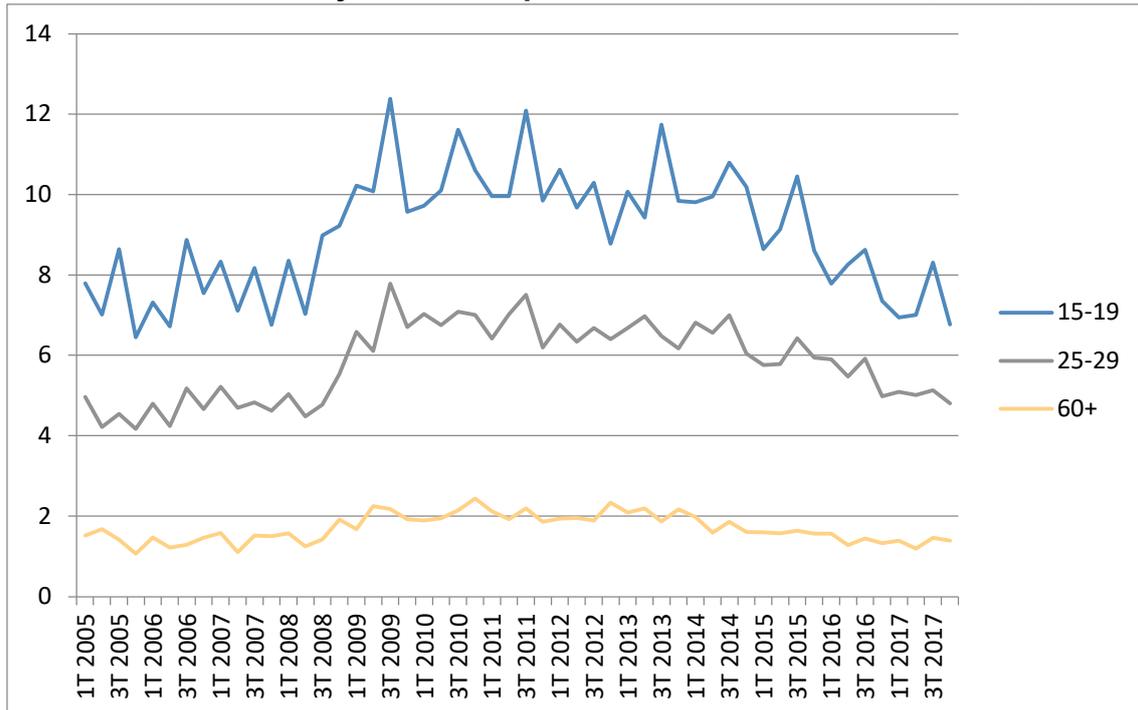
Esta información fue tomada de la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo para la población de 15 años y más (ENOE, 2018) que brinda información de la población ocupada y desocupada. La periodicidad de la encuesta es trimestral desde el año del 2005 que comenzó el levantamiento de datos. En los microdatos de esta encuesta hecha y publicada por el INEGI al 2018 se observa información de la población ocupada por periodo y por edad según sus niveles de ingresos y se elaboró la siguiente gráfica comparativa de acuerdo al porcentaje de la tasa de desempleo por rangos de edad.

**Gráfica 3 Porcentaje de tasa de desempleo 2005-2017 vs Edad**



(Gráfica elaborada con información obtenida de INEGI)

Desglosando esta valiosa grafica podemos observar en la siguiente únicamente el promedio, así como el valor mas alto y el mas bajo por rangos de edad

**Grafica 4 Porcentaje de desempleo 2005-2017 edad 15-19, 25-29, 60+**

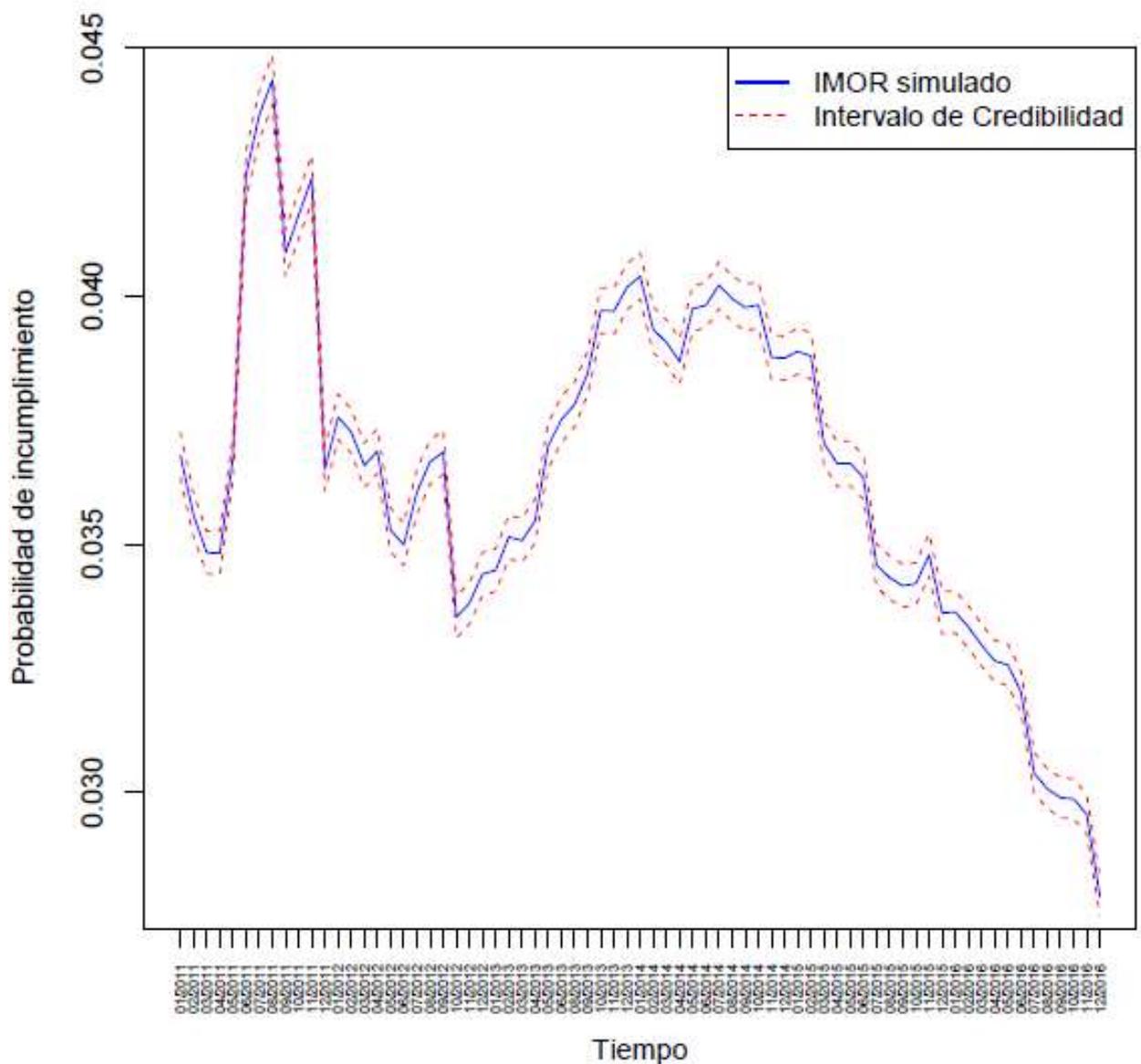
(Gráfica elaborada con información obtenida de INEGI)

Observamos entonces como la población de 15 a 19 años son quienes tienen el mayor porcentaje de desempleo por encima de la población económicamente activa de 25 a 29 años y que la de 60 años y más de acuerdo a información del INEGI (ENOE, 2018).

### Resultados de la simulación

Como parte de los resultados de simulación efectuada en el programa RStudio utilizando un factor de riesgo, suponiendo condiciones “normales” obtenemos que la Probabilidad de Incumplimiento (IMOR simulado) y un intervalo de credibilidad que en el peor de los casos está muy cercano a 4.5% resultado que como se muestra en la siguiente gráfica, que es mayor a lo observado en el mercado de las diferentes instituciones financieras que reportan el IMOR a la CNBV de manera mensual desde el año 2011 hasta el año 2016.

Gráfica 5 IMOR simulado intervalo de credibilidad R1

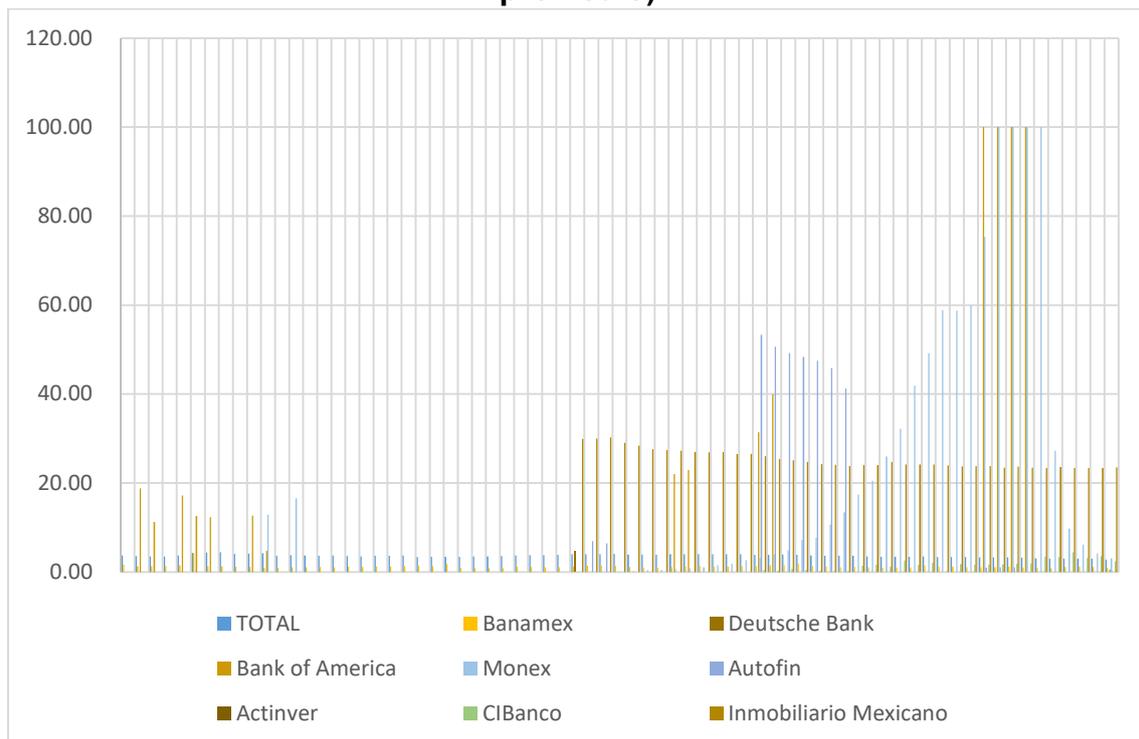


En otros casos del mismo periodo se observaron instituciones que reportaron hasta un 100% de IMOR por ejemplo la institución financiera Bank of America, para los meses reportados ante la CNBV de marzo, abril, mayo y junio de 2016; Monex para los meses de abril, mayo y junio del mismo año; y desde 20% lo cual es preocupante pero que sin embargo en el modelo elaborado en el programa RStudio fueron descartados los valores que se salen demasiado de los parámetros con el método de “burn in” o quema de datos para que la simulación fuera lo más ajustada posible. El número de simulaciones hechas fueron de 10 mil y con una quema de datos de los primeros 5 mil que no fueron consideradas ya que pudieran estar lejanas del verdadero parámetro que conseguimos con las siguientes 5 mil simulaciones. Con lo cual solo se tomaron en cuenta los promedios de las simulaciones del parámetro establecido que fueron realizadas después de la quema de datos “burn in”. Con lo anterior en mente, es relevante

mencionar que el IMOR utilizado para la simulación es el promedio registrado de todos los bancos.

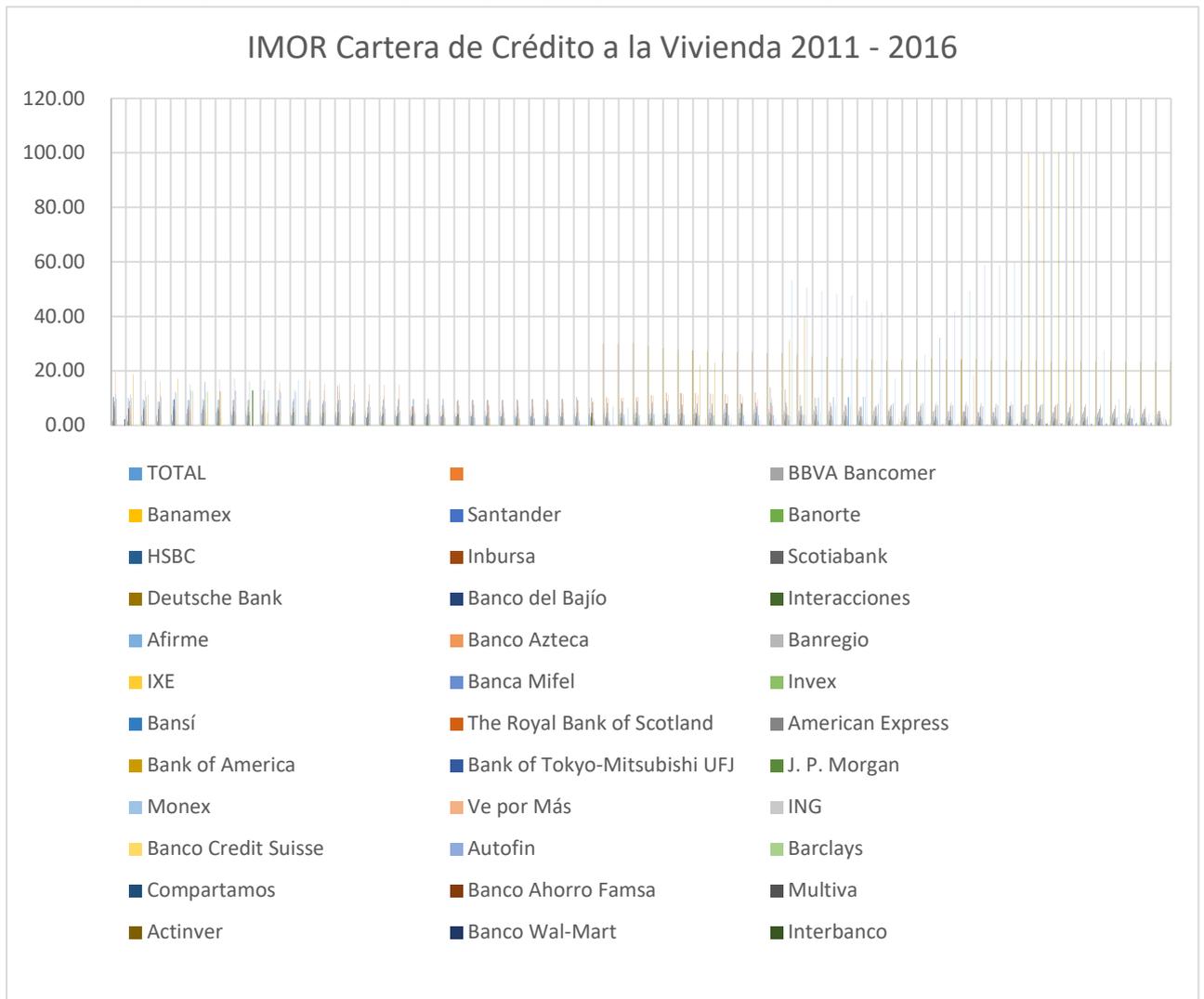
De manera general se presenta la siguiente gráfica para mostrar únicamente todos los datos observados donde se pueden ver los picos atípicos de algunas instituciones financieras en sus Indicadores de IMOR reportados a la CNBV y recabados en sus boletines especiales de manera mensual desde el año 2011 al 2016. En esta gráfica se puede observar claramente las instituciones mencionadas anteriormente que reportaron un IMOR del 100%.

**Gráfica 6 IMOR cartera de Crédito a la Vivienda 2011-2016 (altos, bajos y promedio)**



*Gráfica elaborada con información de la CNBV de 2011 al 2016. se muestran valores mas altos mas bajos y promedio, en la grafica 6 se puede observar el concentrado*

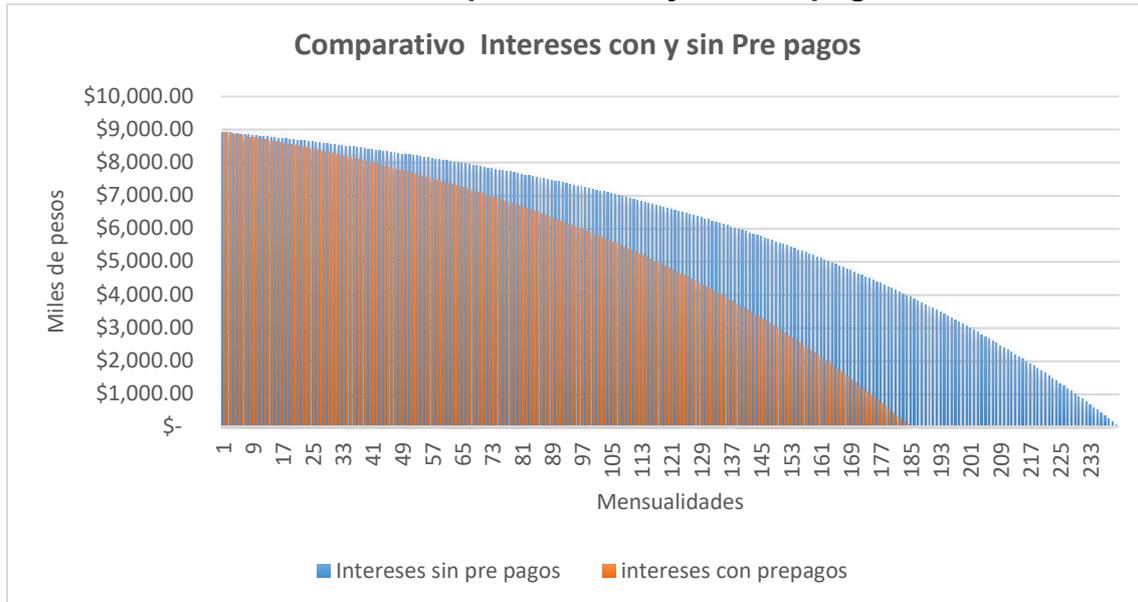
En la siguiente grafica 6 observamos el concentrado de toda la información de IMOR reportad de 2011 a 2016.

**Gráfica 7 IMOR Cartera de Crédito a la Vivienda 2011-2016**

*Gráfica elaborada con información de la CNBV de 2011 al 2016.*

A continuación, veremos un ejemplo gráfico comparativo entre un crédito con un esquema de ahorro inversión y otro sin él para ver las diferencias entre uno y otro.

**Gráfica 8 Comparativo con y sin Pre pagos**

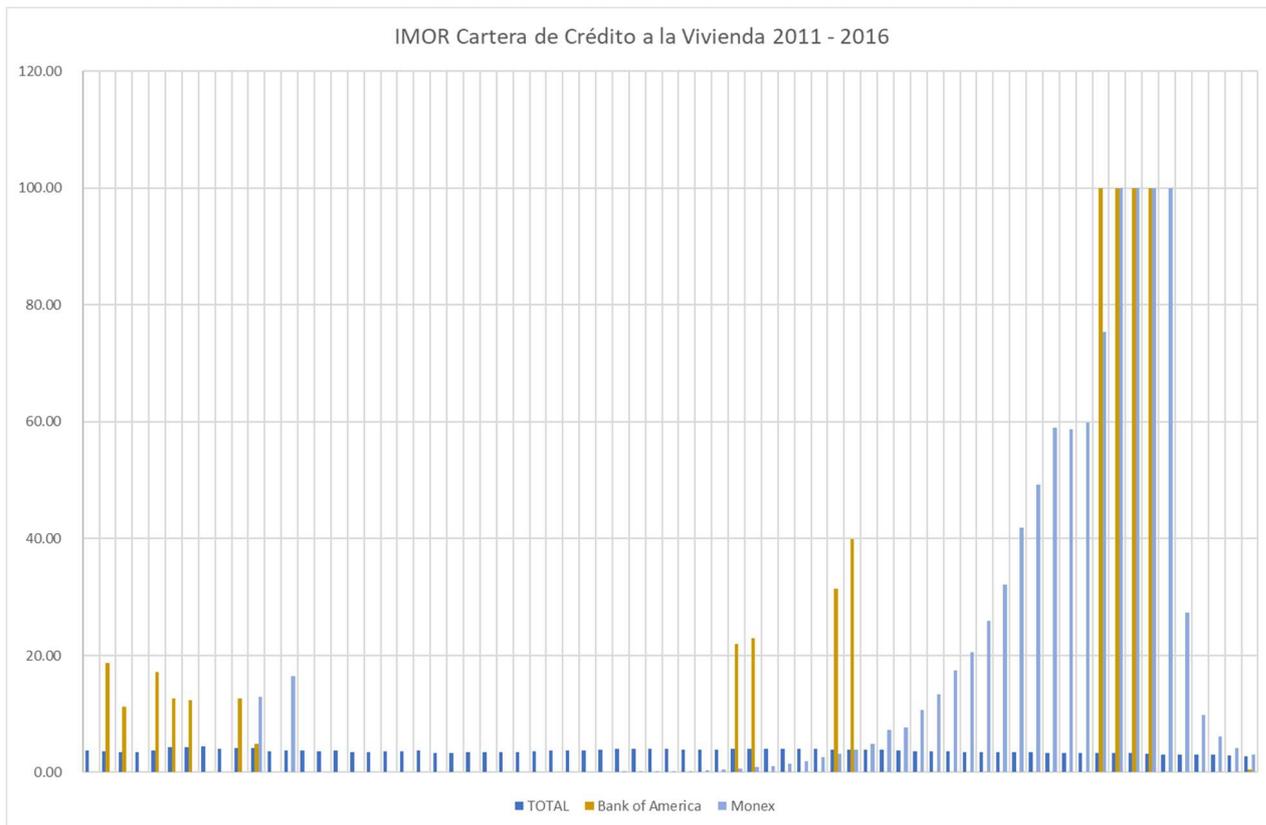


*Gráfica elaborada con información de la CNBV de 2011 al 2016.*

Como se puede observar en la gráfica anterior en azul se muestran el número de mensualidades igual a 231 de un crédito hipotecario en el supuesto que no se den pre pagos, es decir que el crédito permanezca con la estructura inicial desde su contratación hasta el fin. En rojo se puede ver como en el supuesto de que se den pre pagos al crédito hipotecario la disminución drástica de número de mensualidades de 231 a 181.

En la siguiente gráfica podemos observar más claramente las instituciones Bank of America y Monex desde el 2011 hasta el 2016, en donde se registra un IMOR creciente hasta llegar al 100% en algunos meses del año 2016 (CNBV, 2017).

**Gráfica 9 IMOR Cartera de Crédito a la vivienda 2011-2016**



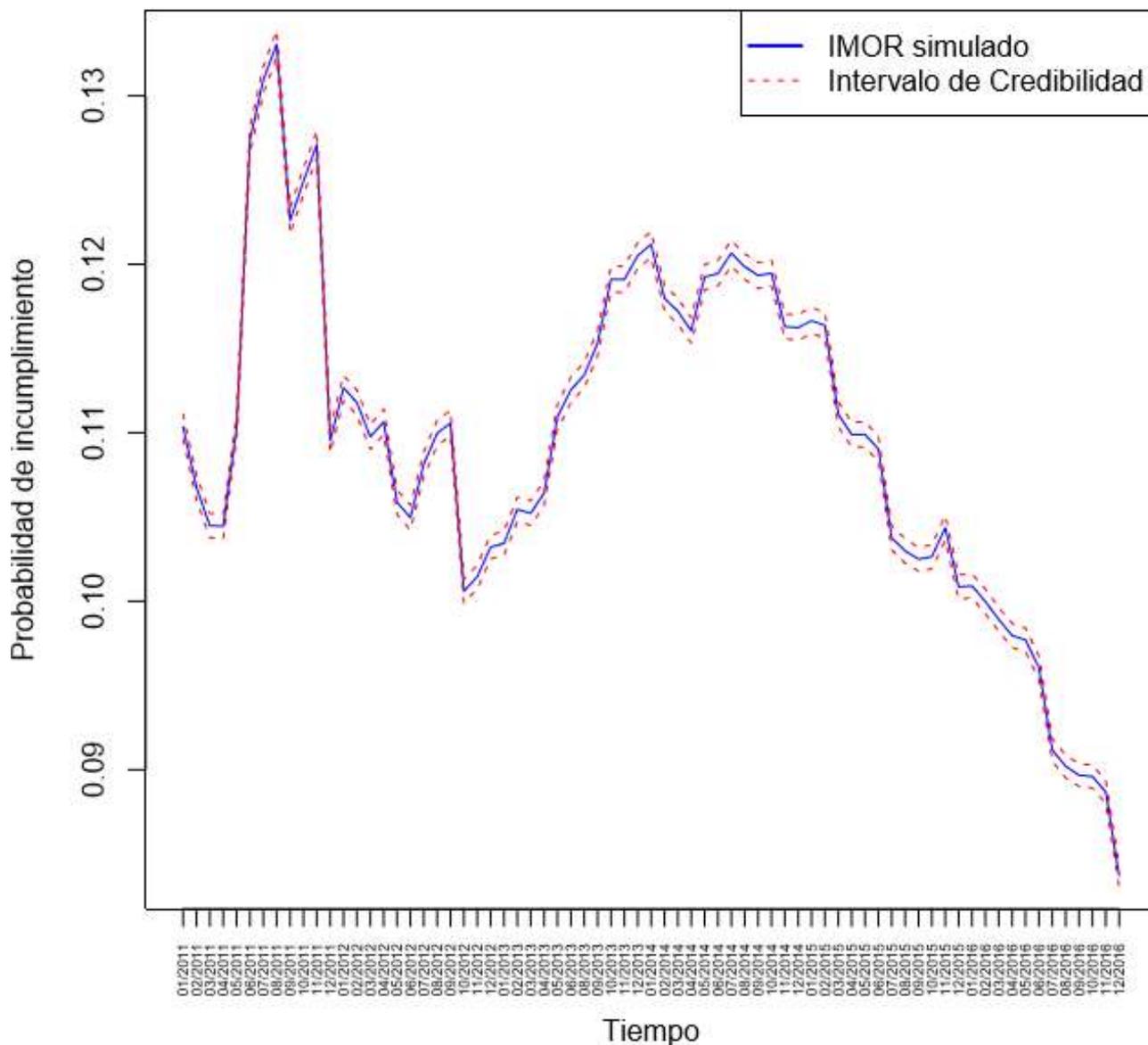
*Gráfica elaborada con información de la CNBV de 2011 al 2016.*

Ya que observamos anteriormente que la tasa de desempleo es aproximadamente 3 veces mayor en jóvenes de 18 años contenido en el rango de edades reportado por el INEGI de 15 a 19 años, se decidió considerar como factor de riesgo 3 para correr nuevamente las simulaciones en el programa RStudio obteniendo datos muy interesantes y preocupantes a la vez. Esta suposición se hizo dado que se ha observado anteriormente que la probabilidad de incumplimiento va ligada directamente con la pérdida de empleo o la estabilidad laboral, con lo cual puede asumirse que, si una persona de 18 años tiene 3 veces más posibilidades de perder su empleo que otra de mayor edad, entonces tiene tres veces más probabilidades de incumplir en sus obligaciones financieras contraídas.

Los resultados obtenidos con este factor de riesgo 3, son relevantes ya que el peor de los casos el IMOR simulado se encuentra por encima del 13%, igualmente se observa en esta simulación que, en el mejor de los casos, la población económicamente activa de 18 años tiene una probabilidad de incumplimiento de aproximadamente 9% lo cual es mucho mayor que el peor de los casos observado de toda la población en el mismo periodo de datos observados mensualmente del año 2011 al 2016. Estos resultados fueron obtenidos con intervalos de credibilidad del 95% dándonos la certeza de que el parámetro verdadero se encuentra dentro de dicho intervalo.

Es importante señalar y aclarar que estamos hablando de intervalos de credibilidad y no de intervalos de confianza, debido a que cada que se corría el programa RStudio se generaban nuevas simulaciones que están vinculadas a las variables aleatorias que a su vez tienen una distribución de probabilidad asignada “*a priori*” dando como resultado las simulaciones “*a posteriori*” esto implica que los intervalos de credibilidad sean distintos cada vez que se generan nuevas simulaciones. Es decir que se va recalibrando el resultado con nuevas simulaciones y el resultado se va haciendo cada vez más creíble.

**Gráfica 10 IMOR Simulado e intervalo de Credibilidad R3**

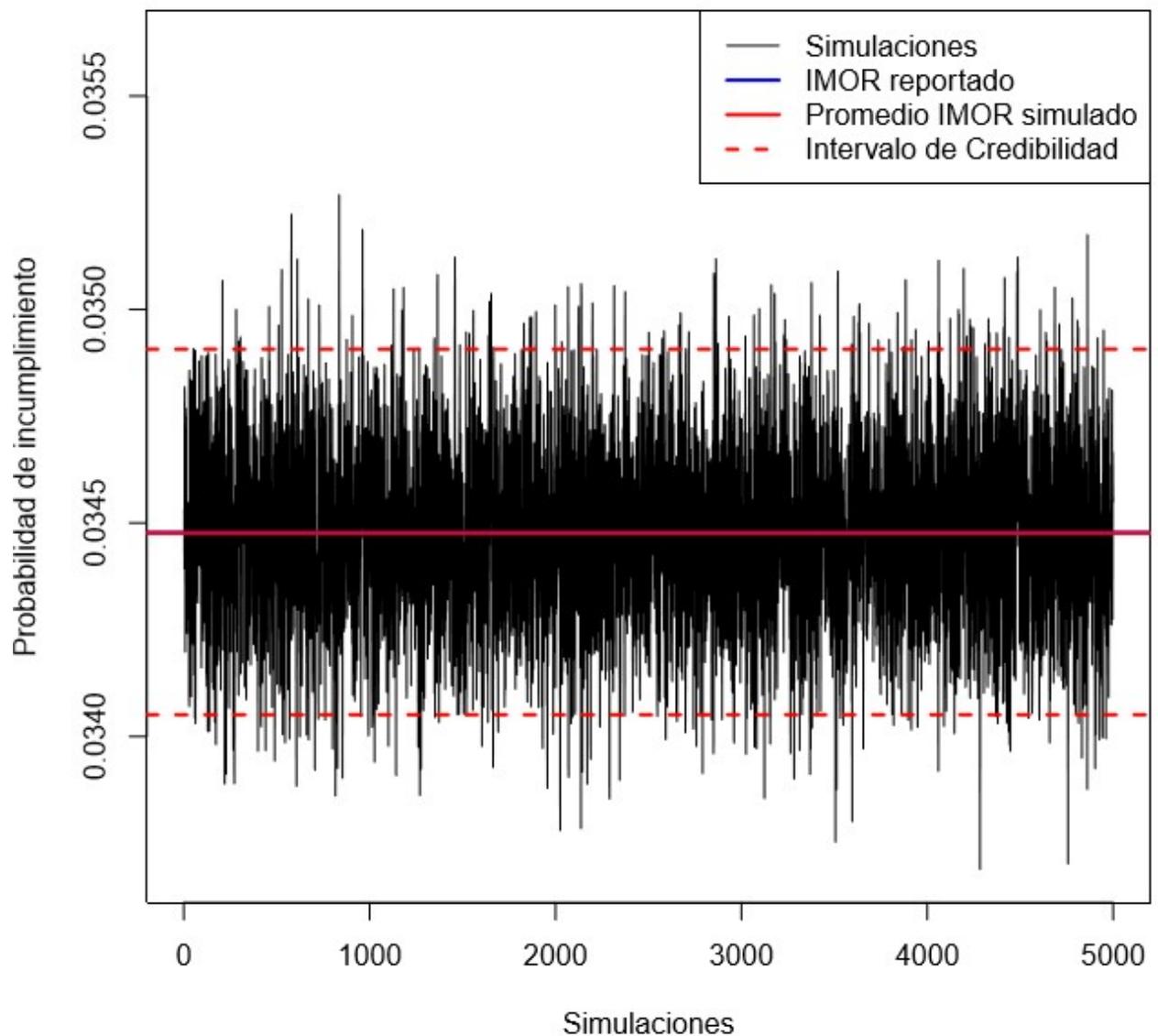


Si este escenario fuera cierto dentro de las instituciones financieras podríamos observar una situación donde todos estos créditos otorgados a jóvenes de 18 años que laboran estarían con una probabilidad 3 veces mayor de perder su empleo y con lo cual su probabilidad de incumplimiento en el peor de los casos superaría el 13%, porcentaje que está muy por encima de lo observado mensualmente desde el año 2011 hasta el año 2016 con datos reportados a la CNBV.

En esta gráfica se están presentando únicamente simulaciones generales después del periodo de quema de datos o “burn in”.

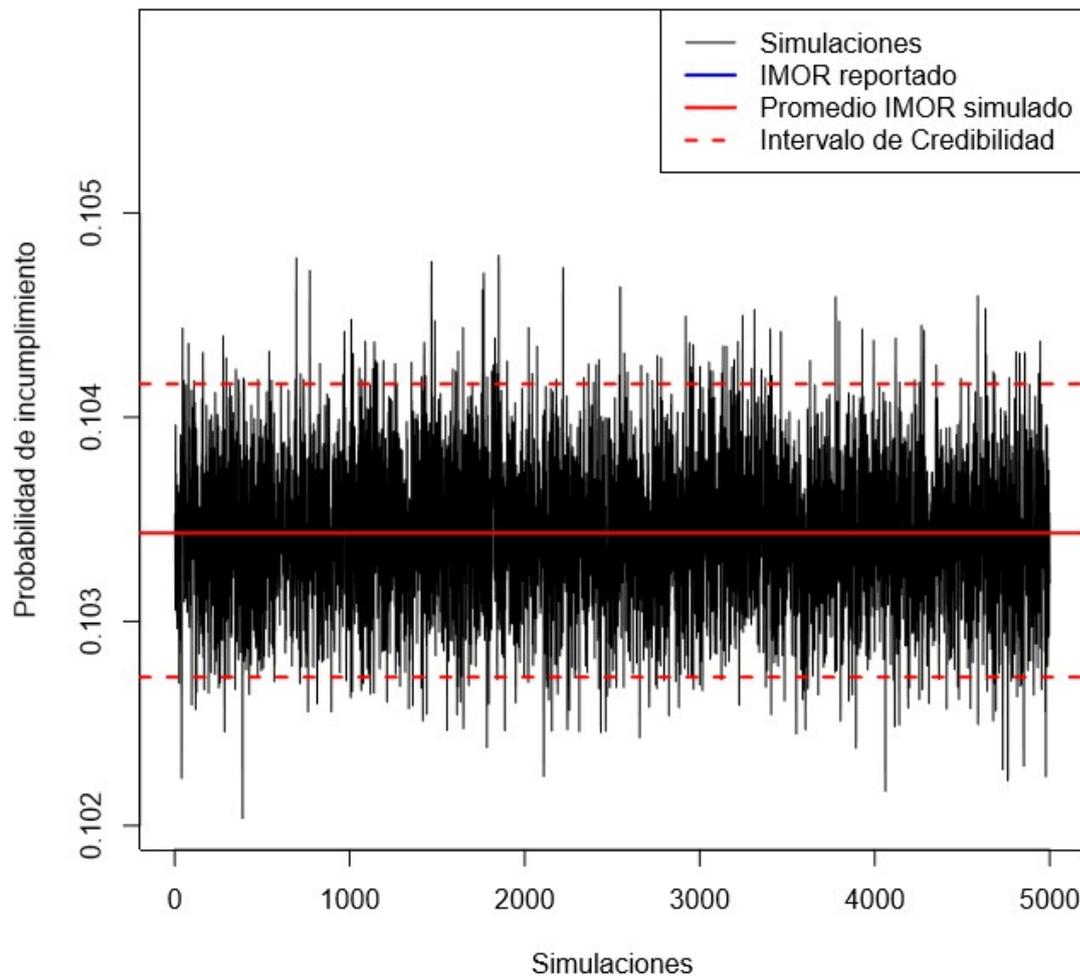
De manera más puntual se observa los gráficos obtenidos en las simulaciones de IMOR con riesgo 1 para el mes de enero de 2013 muestra una probabilidad de incumplimiento promedio de aproximadamente 3.45% con intervalos de credibilidad ajustados y hasta 5 mil simulaciones. Se observó que hay convergencia en el parámetro theta que se está modelando.

**Gráfica 11 Riesgo 1**  
**Mexico – 01/2013**



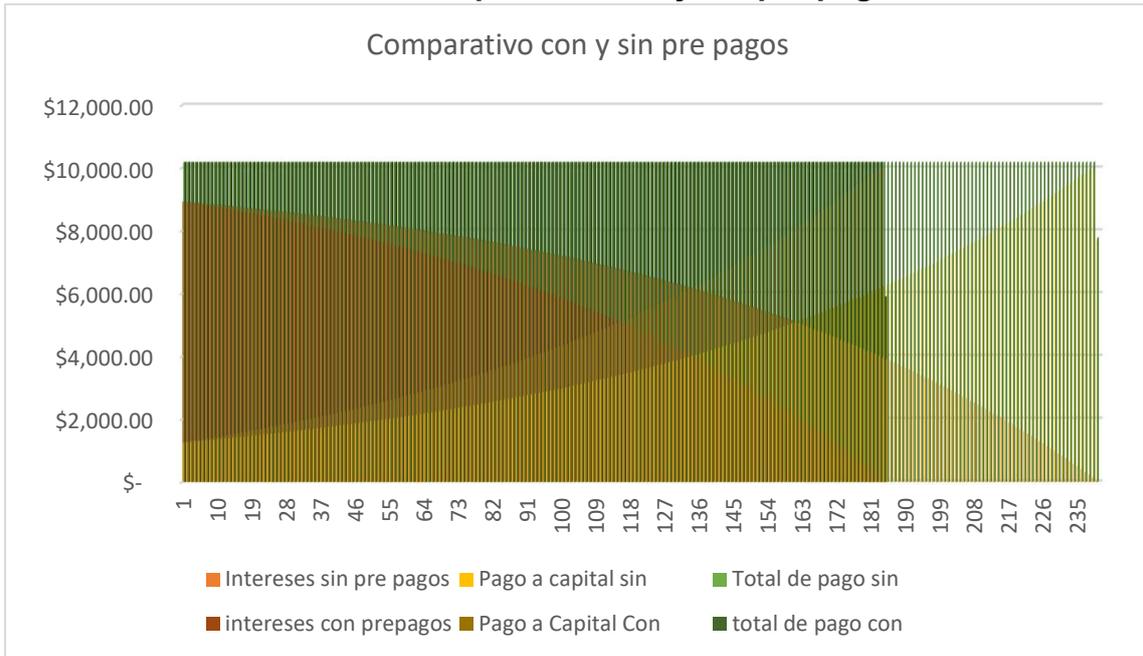
En comparación los gráficos obtenidos con riesgo 3 para el mes de enero del año 2013 una probabilidad de incumplimiento promedio simulado de aproximadamente 10.4% con intervalos de credibilidad muy ajustados y con simulaciones de hasta 5 mil después de la quema de datos “*burn in*” de la misma cantidad.

**Gráfica 12 Riesgo 3  
Mexico - 01/2013**



A continuación, veremos un ejemplo gráfico comparativo entre un crédito con un esquema de ahorro inversión y otro sin él para ver las diferencias.

**Gráfica 13 Comparativo con y sin pre pagos**



Gráfica elaborada con información de la CNBV de 2011 al 2016.

## **CAPITULO 5 Conclusiones y Recomendaciones**

#### **XIV. Conclusiones y Recomendaciones para futuras investigaciones**

Primero que nada, es necesario y relevante mencionar que se encontraron varias limitantes con respecto a la información disponible y oficial para poder llevar a cabo de una manera óptima la presente investigación. Por ejemplo, como se mencionó anteriormente la información sobre el índice de morosidad IMOR reportado ante la CNBV no tiene los mismos periodos en que se reportan, por ejemplo, desde los inicios de que se tienen registros se almacenaba la información de manera trimestral y en formato PDF lo cual dificulta su manejo y comparación con otra información que está dada de manera mensual y en otros formatos. Cabe aclarar que como se menciono anteriormente existen ahora nuevos datos publicados oficialmente por la CNBV las series históricas que vienen desde el año 2000, datos a los que no se tuvieron acceso en el momento de la realización de la presente investigación por no estar publicados ni ser oficiales.

También es importante mencionar que no existen algún registro oficial o algún mecanismo que permita proponer un esquema de ahorro-inversión para poder disminuir el riesgo hipotecario de créditos otorgados a jóvenes de 18 años y a su vez aumentar la solvencia de las instituciones financieras que los otorgan. Con lo cual es una limitante importante que podría ser explorada nuevamente más adelante en alguna futura investigación ya que exista el mecanismo en México como ya lo hay en otros países como en Gran Bretaña. El esquema de ahorro inversión aún existe en México, sin embargo, no existe registro ni información de un producto de crédito hipotecario con un esquema de ahorro inversión integrado. Con lo anterior en mente, no se puede demostrar en qué porcentaje disminuiría el riesgo de crédito ni el porcentaje en que mejoraría la liquidez de las instituciones financieras. Con esto en mente, la presente investigación cobra relevancia e importancia siendo el primer paso que se da en pro de lograr estos esquemas observados en Gran Bretaña que logran disminuir el riesgo hipotecario y brindan una mayor solvencia a las instituciones financieras.

Como vimos anteriormente la información importante que para otorgar un crédito se esta la información socioeconómica del acreditado, información del comportamiento del crédito, información macroeconómica. los ingresos y egresos del solicitante (3 o 4 veces el monto del pago mensual del crédito hipotecario), el monto del enganche. A mayor monto del enganche el acreditado tiene menos incentivo de incumplir. Están entre 5% y 10% del valor de la vivienda. También la información de Buro de Crédito. Hay más probabilidad de incumplir si es que se ha incumplido en otros créditos. También el nivel de endeudamiento podría mermar el ingreso de la persona y hacerla caer en incumplimiento. Así como el valor de la vivienda. Debe corresponder a los ingresos de la persona, o podría incumplir en el pago del crédito. También el tipo y tiempo de empleo. Da certidumbre de que el ingreso de la persona es estable y en general tienen menos probabilidades de incumplir. Igualmente, las características del crédito. Mayores tasas y menores plazos, así como las unidades de medidas utilizados para cuantificarlos. Y finalmente el comportamiento del crédito. Información que se recaba una vez que se ha otorgado el crédito. Un crédito pagado en tiempo es menos propenso a incumplir que uno que se ha atrasado en los pagos. Esta información que se

genera una vez otorgado es más relevante y ayuda a calcular mejor la probabilidad de incumplimiento.

Es necesario tomar todas esas recomendaciones hechas para poder otorgar créditos saludables a los jóvenes y así puedan disminuir el riesgo crediticio que conllevan. Con esto en mente se les recomienda a los acreditados que realicen aportaciones adicionales a su mensualidad convenida con la institución financiera.

Sin embargo, como se ha observado en otros países como es el caso de Gran Bretaña ya es utilizado por las instituciones financieras como una medida que les ha ayudado a disminuir el riesgo crediticio y a mejorar su solvencia. Dentro de sus condiciones para poder otorgarles el crédito es utilizar a los padres como garantes del crédito lo cual les da certeza del pago disminuyendo así su riesgo crediticio. Es una forma de dar crédito a los jóvenes que ha funcionado y que podría replicarse en México para gozar de sus beneficios ya comprobados.

Esto se logrará mediante el ahorro-inversión de los sujetos a crédito por un periodo de 2 años anterior al otorgamiento del crédito por parte de la institución crediticia, sugiriendo como la edad mínima de 18 años para comenzar tal esquema. Este monto inicial servirá de pago inicial y estará condicionado a un periodo igual de ahorro-inversión, monto que se utilizará para hacer prepagos a dicho capital, logrando así reducir el riesgo de incumplimiento de pago, el plazo del crédito y pudiendo generar una mayor solvencia a las instituciones crediticias y a los sujetos del crédito.

Parte de la investigación que se ha hecho en la elaboración de esta tesis, es dar una mirada hacia otros países y otras economías que han aplicado con éxito esquemas parecidos a los que se sugieren aquí. Por ejemplo, observamos la Sociedad de Construcción Nacional (National Building Society) de Gran Bretaña, donde les solicita a los nuevos sujetos de crédito hipotecario que van a adquirir por primera vez una obligación de ese tipo como se mencionó anteriormente.

Ahora bien, las familias que tienen acceso a créditos hipotecarios en todos los casos se les otorga un seguro del crédito a la vivienda como un mecanismo que transfiere el riesgo de incumplimiento de las instituciones financieras otorgantes de créditos a la vivienda a una entidad aseguradora según mencionan Álvarez y Gutiérrez (2010). Sin embargo, dentro de esta propuesta de medición del seguro del crédito a la vivienda no se está considerando la parte fundamental que es materia de esta investigación que es el esquema de ahorro-inversión de los jóvenes mexicanos de 18 años económicamente activos que tienen acceso a un crédito hipotecario.

Igualmente mencionan los autores, que las instituciones que otorgan actualmente créditos hipotecarios realizan un mecanismo conocido como bursatilización para proveerse de recursos a cambio de recibir los flujos de los pagos que genere el crédito hipotecario. Esto implica que el riesgo de incumplimiento que asumen estos intermediarios inversionistas puede inhibir el otorgamiento del cré-

dito o encarecerlo (Álvarez y Gutiérrez, 2010). Con lo cual nuevamente la propuesta hecha en la presente investigación evitaría esos problemas y a su vez ayudaría que los créditos otorgados fueran más saludables creando el esquema de ahorro – inversión que se propone.

Con esta información recabada y simulada podemos concluir que los intervalos de credibilidad de la simulación efectuada en el programa RStudio nos permite hacer la recomendación de que se lleve a cabo un esquema de ahorro inversión que pueda disminuir el riesgo de la probabilidad de incumplimiento como ya se hace en Gran Bretaña. Por ejemplo, en el simulador de crédito hipotecario de la institución financiera Citi Banamex se puede observar un comportamiento de crédito si es que se hiciera un esquema de ahorro inversión con prepagos en el cual se observa que por mínima que sea la aportación de pre pago aumenta el pago al capital, disminuyendo así los intereses generados por dicho crédito y también disminuyendo el seguro de vida que cobra la institución financiera para garantizar el pago del monto del crédito en caso de fallecimiento de quien lo adquiere.

Actualmente sin la recomendación los factores de riesgo simulados con nuestro modelo Bayesiano nos arrojan los escenarios de probabilidad de incumplimiento que irían desde 9% en el mejor de los casos (riesgo 1) hasta más de 13% en el peor de los casos (riesgo 3).

La presente investigación es un primer paso en la construcción de un modelo que sea capaz de medir la probabilidad de incumplimiento de los créditos hipotecarios otorgados por las instituciones financieras a jóvenes de 18 años económicamente activos, misma que podrá servir en futuras investigaciones para poder desarrollar un esquema de ahorro inversión en el futuro y un parámetro de referencia en cuando a la documentación y simulación de la probabilidad de incumplimiento observada en la población económicamente activa de 18 años que tiene acceso a créditos hipotecarios que no se había hecho hasta el momento y que sin duda servirá a una futura investigación.

Por lo anterior, es de interés para las investigaciones futuras que pudieran plantearse como preguntas de investigación ¿cómo aumentar la solvencia de las entidades financieras? Igualmente, ¿cómo poder disminuir el riesgo de crédito de las mismas?

Por otro lado, no hay que olvidar la frase “This Time is Different”. El Síndrome de “esta vez es distinto”: Se basa en la firme creencia de que una crisis financiera es algo que les sucede a otras personas en otros países en otras épocas: las crisis no nos afectan a nosotros, aquí y ahora. Estamos haciendo bien las cosas, somos más inteligentes, hemos aprendido de los errores del pasado...

Es una realidad que en general los créditos hipotecarios han relajado en algunos momentos sus criterios de selección y por lo tanto su otorgamiento, a grado tal que hoy en día en México los jóvenes de 18 años pueden ser sujetos de crédito a pesar de todas las implicaciones que eso conlleva.

La historia se ha encargado de decirnos una y más veces que parece no ser tan buena idea dar créditos a diestra y siniestra. Esto lo hemos podido observar en

crisis financieras alrededor del mundo como ya se mencionaron en el desarrollo de la presente investigación, y que han sumergido a las economías en un ciclo vicioso de endeudamiento con prestamistas de última instancia para poder solventar pagos de créditos con otros créditos que se vuelven prácticamente impagables.

Las economías con alto nivel de apalancamiento, por años puede no percatarse que está a orillas de un precipicio financiero.

Es necesario entonces poder proponer un esquema de ahorro- inversión para que estos jóvenes de 18 que empiezan a laborar puedan planificar financieramente su crédito y así sean capaces de pagarlo durante la vida del crédito en condiciones óptimas. También ayudará a las instituciones crediticias a tener una mejor calidad de cartera de crédito, reducir sus índices de morosidad y a eventualmente, mejorar su solvencia.

Adicionalmente, el valor de la vivienda no sufrirá pérdida de valor como la que se ha registrado últimamente debido a la adjudicación de los bienes y su posterior remate bancario que se hace siempre por debajo del precio comercial como una medida de recuperación de la inversión hecha por la institución crediticia.

Sería interesante analizar en alguna futura investigación, el comportamiento que tienen las carteras vencidas tanto los créditos personales en relación con los créditos hipotecarios. Si bien la causa del vencimiento de uno es la misma causa de falta de pago del otro, es decir, la pérdida del trabajo o de los ingresos. Éste sería un muy buen indicador de que algo está por ocurrir en las economías en el momento en que este fenómeno se generalice en un porcentaje considerable de la población.

## XV. Bibliografía

Álvarez y Gutiérrez (2010), *Modelos de Riesgo para el seguro de crédito a la vivienda*. México: Comisión Nacional de Seguros y Fianzas, Secretaría de Hacienda y Crédito Público.

Anexo 33 (2021) disponible en: <https://www.cnbv.gob.mx/Anexos/Anexo%2033%20CUB.pdf>

Banco de México (2005), *Definiciones Básicas de Riesgos*. Noviembre 2005 disponible en: <http://www.banxico.org.mx/sistema-financiero/material-educativo/intermedio/riesgos/%7BA5059B92-176D-0BB6-2958-7257E2799FAD%7D.pdf>

— *Infonavit, con cartera en deterioro*, alerta Banxico <http://eleconomista.com.mx/sistema-financiero/2016/09/05/infonavit-cartera-deterioro-alerta-banxico>

— *IMOR*, disponible en: <http://www.banxico.org.mx/sistema-financiero/material-educativo/basico/fichas/indicadores-financieros/%7BE2EEFEBA-4E08-3E0A-2E2F-91AE4C2D3E06%7D.pdf>

— *Crédito y Costo Anual Total*. <http://www.banxico.org.mx/sistema-financiero/servicios/costo-anual-total-cat/%7BE22E38DC-9C61-F5DD-93EB-D660F33CE90A%7D.pdf>

— El Economista (2016) <https://www.eleconomista.com.mx/sectorfinanciero/Infonavit-con-cartera-en-deterioro-alerta-Banxico-20160905-0135.html>

Bancomer (2018), Crédito Hipotecario, definición y tipos. Mayo 2018, disponible en: <https://www.bbva.es/general/finanzas-vistazo/hipotecas/credito-hipotecario/index.jsp>

Bank for International Settlements. (2012). *Principles for Financial Market Infrastructure*. 16 April 2012, de BIS disponible en: <http://www.bis.org/cpmi/publ/d101.htm>

Banks, E. (2014). *Alternative Risk Transfer. Integrated Risk Management Through Insurance, Reinsurance and the Capital Markets*. England: John Wiley & Sons, Ltd.

Board of Governors of the Federal Reserve System, disponible en <http://www.federalreserve.gov/>

Brooks, Stephen (2010) *Markov Chain Monte Carlo Method and Its Application*. Blackwell Publishing for the Royal Statistical Society. Disponible en <http://www.jstor.org/stable/2988428>

Buckland, Steve (2016). *Markov Chain Monte Carlo*. School of Mathematics and Statistics. University of St Andrews. UK.

Chorafas, D. (2000), *Managing Credit Risk, analyzing rating and pricing the probability of default*. Londres: Euromoney Institutional Investor PLC.

Circular Única de Bacos disponible en <https://www.cnbv.gob.mx/Prensa/Presentaciones%20Seminario%20Corresponsales/i.%20Circular%20%20C3%9Anica%20de%20Bancos.pdf>

Comisión Nacional Bancaria y de Valores, disponible en <http://www.cnbv.gob.mx/Paginas/default.aspx>

— B-6 Cartera de Crédito, Vencida  
<https://www.cnbv.gob.mx/Anexos/Anexo%2033%20CUB.pdf>

Comité de Basilea (2003), *El Comité de Basilea y La Supervisión Bancaria*. Marzo 9 2003, disponible en: <http://www.juridicas.unam.mx/publica/librev/rev/vniver/cont/105/cnt/cnt17.pdf>

Condusef (2013); ¿Cómo ahorran los mexicanos? Revista Condusef, disponible en: <http://www.condusef.gob.mx/Revista/PDF-s/2013/159/mexicanos.pdf>

Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (2016), disponible en: [http://www.coneval.org.mx/Medicion/MP/PublishingImages/Pobreza\\_2014.jpg](http://www.coneval.org.mx/Medicion/MP/PublishingImages/Pobreza_2014.jpg)

Cowles, M.K. (2003). *Applied Bayesian Statistics with R and Open BUGS Examples*. Department of Statistics and Actuarial Science. Iowa city, Iowa, USA. Springer Texts in Statistics. Nueva York: Heidelberg Dordrecht London.

De la Lara, A. (2008). *Medición y Control de Riesgos Financieros. Incluye Riesgos de Mercado y de Crédito*. México: Limusa.

Diario Oficial de la Federación, miércoles 30 de abril de 2014.

— 10/01/2014 disponible en: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/234.pdf>

— 07/01/2011 [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5174208&fecha=07/01/2011](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5174208&fecha=07/01/2011)

ETTINGER, Richard P. y GOLIEB David E. (2001). *Crédito y Cobranzas*, México, CECSA, 460 pp.

Ferri, Piero, y Hyman Minsky (1994), *Procesos de mercado y sistemas bloqueantes*, Investigación Económica, núm. 210, octubre-diciembre, Facultad de Economía, UNAM.

Financial Stability Board (2000), disponible en: <http://www.fsb.org/>

— FSB, (2016) *Implementation and effects on the G20 Financial Regulatory Reform 31, August 2016. 2nd anual report*. Disponible en: <http://www.fsb.org/wp-content/uploads/Report-on-implementation-and-effects-of-reforms.pdf>

- Global House Watch, disponible en <http://www.imf.org/external/research/housing/>
- Group of Thirty, disponible en <http://www.group30.org/>
- Huang, Xin, Zhou, Hao, Zhu, Haibin (2009). *The systemic risk of European banks during the financial and sovereign debt crises*. Journal of Banking & Finance: El Sevier. Disponible en: [www.elsevier.com/locate/jbf](http://www.elsevier.com/locate/jbf)
- INEGI (2017) <https://www.inegi.org.mx/temas/itab/>
- INEGI (2020) [https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/notasinformativas/2020/itab/itab2020\\_06.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/notasinformativas/2020/itab/itab2020_06.pdf)
- INEGI (2020) <https://www.inegi.org.mx/app/tabulados/default.aspx?pr=9&vr=12&in=2&tp=20&wr=1&cno=2>
- International Monetary Fund, <http://www.imf.org/external/index.htm>
- International Organization of Securities Commissions, disponible en <https://www.iosco.org/>
- Kindleberg, C. & Aliber, R. (2012). *Manías, pánicos y cracs: Historia de las crisis financieras*. Barcelona, España: Planeta.
- Lewis, M. (2010). *The Big Short. Inside the Doomsday Machine*. New York London: W.W. Norton & Company.
- Minsky, Hyman (1982), *Can It happen Again? Essays on Instability and Finance*. Paris
- Morris, C. (2008). *THE TWO TRILLION DOLLAR MELTDOWN. Easy Money, High Rollers, and the Great Credit Crash*. New York: Public Affairs.
- National Building Society. *Mortgage guide for first time buyers*. Disponible en: <https://www.nationwide.co.uk/guides/buying-and-owning-a-property/first-time-buyers/getting-started>
- R Core Team (2018). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>
- Reinhart, C. & Rogoff, K. (2011). *Esta vez es distinto: Ocho Siglos de Necedad Financiera*. México, D.F.: Fondo de Cultura Económica.
- Ross, A. (2009). *Too big to Fail. The inside story of how Wall Street and Washington fought to save the financial system*. London, England: Penguin Books Ltd.
- Saavedra, M. & Saavedra M. (2010), *Modelos para medir el riesgo de crédito de la banca*. Colombia.
- Saunders, A. & Allen, L. (2002). *Credit Risk Measurement. New Approaches to Value at Risk and other Paradigms*. New York: John Wiley & Sons, Inc.

Schumpeter, Joseph (1971), *Historia del Análisis Económico*. Cambridge Massachusetts. Paneta

Sociedad Hipotecaria Federal (2016). *Estado Actual de la Vivienda en México*. México: Fundación CIDOC.

— SHF (2015). *Estado Actual de la vivienda en México*. México: Fundación CIDOC.

— SHF (2017). *Estado Actual de la vivienda en México*. México: Fundación CIDOC.

— SHF (2018). *Demanda de la vivienda 2018*. México. Disponible en: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/301423/Demanda\\_2018.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/301423/Demanda_2018.pdf)

Zelaya, E. (2010). *Cadenas de Markov*.

## Anexos

### Modelo de R para un factor de riesgo $r=1$

```
Morosidad_JAGS=function(q.x,n.burnin=500, n.samples=10000, n.thin=1, inits){
  #Purpose: Obtain parameters a,b,c (Gompertz)

  modelstring1<-"
  model{

  # Specify the likelihood:
  for( i in 1 : N) {
    Y[i] ~ dbin(theta[i],687600)
    theta[i] ~ dbeta( alpha, beta)
  }

  # Specify the priors:
  }"

  r<-1 # Factor de Riesgo
  data<-list(N = length(q.x), Y=r*687600*q.x, alpha=0.5, beta=0.5)

  model_1<-jags.model(textConnection(modelstring1), data=data, inits=inits, quiet=TRUE)
  update(model_1,n.iter=n.burnin)
  output_1<-coda.samples(model=model_1, variable.names=c("theta"), n.iter=n.samples, thin=n.thin)
```

### Modelo de R para un factor de riesgo $r=3$

```
Morosidad_JAGS=function(q.x,n.burnin=500, n.samples=10000, n.thin=1, inits){
  #Purpose: Obtain parameters a,b,c (Gompertz)

  modelstring1<-"
  model{

  # Specify the likelihood:
  for( i in 1 : N) {
    Y[i] ~ dbin(theta[i],687600)
    theta[i] ~ dbeta( alpha, beta)
  }

  # Specify the priors:
  }"

  r<-3 # Factor de Riesgo
  data<-list(N = length(q.x), Y=r*687600*q.x, alpha=0.5, beta=0.5)

  model_1<-jags.model(textConnection(modelstring1), data=data, inits=inits, quiet=TRUE)
  update(model_1,n.iter=n.burnin)
  output_1<-coda.samples(model=model_1, variable.names=c("theta"), n.iter=n.samples, thin=n.thin)
```