

Metodología de estimación del riesgo de crédito asociado a eventos hidrometeorológicos en el Sistema Bancario Nacional

Abril 2024



Documento elaborado por:

División Económica

Departamento de Estabilidad Financiera



Contenido

I. Introducción.....	4
II. Propuesta metodológica.....	5
1. Selección de eventos hidrometeorológicos extremos según nivel de precipitaciones.....	8
2. Deterioro de la cartera de crédito basada en el análisis de la probabilidad de incumplimiento.....	11
3. Sensibilización de la calidad de la cartera de crédito e impacto en el Indicador de Suficiencia Patrimonial.....	14
III. Posibles aplicaciones de esta metodología.....	15
IV. Incorporación de los escenarios del Network of Central Banks and Supervisors for Greening the Financial System (NGFS).....	17
V. Anexos.....	19
1. Consideraciones sobre el Repositorio Económico- Ambiental (REA) ..	19
2. Aplicación del Valor en Riesgo (VaR) en la identificación de los períodos de eventos extremos.....	21
3. Pérdida Esperada (PE)	22

I. Introducción

El cambio y la variabilidad climática pueden conducir a eventos de riesgos, tanto físicos como de transición que podrían llegar a afectar la calidad de los activos de las instituciones financieras, exponiendo su seguridad y solidez. Por tanto, es una tarea del Banco Central de Costa Rica (BCCR) dar seguimiento a este tipo de riesgos, en el cumplimiento del objetivo subsidiario asignado en el artículo 2, inciso d) de la Ley Orgánica del BCCR (Ley N° 7558): *“Promover un sistema de intermediación financiera estable, eficiente y competitivo”* y la función esencial, según artículo 3, inciso e) de la misma Ley *“La promoción de condiciones favorables al robustecimiento, la liquidez, la solvencia y el buen funcionamiento del Sistema Financiero Nacional”*.

En este contexto, el BCCR asumió varios compromisos con el Fondo Monetario Internacional (FMI), entre ellos: i) Desarrollar políticas de inversión en reservas internacionales que sean amigables con el ambiente y aumenten la exposición a emisores con los mejores desempeños ambientales, ii) La creación de un “Repositorio Económico - Ambiental (REA)” con estadísticas sobre riesgos climáticos y variables financieras que permitan avanzar en el estudio de vulnerabilidades del Sistema Bancario Nacional (SBN), ante exposiciones a estos riesgos (Ver Anexo 1), así como, iii) El desarrollo de una metodología para estimar el impacto del riesgo climático en el SBN¹.

Para atender el compromiso iii) antes mencionado, este documento tiene como principal objetivo mostrar un desarrollo metodológico para estimar en una primera instancia el potencial impacto de eventos físicos hidrometeorológicos relevantes sobre el riesgo de crédito en el SBN, que permita además su uso dentro del conjunto de pruebas de tensión (“top-down”) que se realizan en el BCCR, con las cuales se evalúa periódicamente la resistencia y solidez del sistema ante vulnerabilidades de carácter macroprudencial.

La metodología seleccionada y que se describe con detalle más adelante, pretende:

- Incorporar e integrar el riesgo climático en las pruebas “top-down” que realiza el BCCR, en particular las relativas al riesgo de crédito.
- Reflejar los potenciales impactos del riesgo climático en los principales indicadores de las entidades financieras del país, como por ejemplo la solvencia, las estimaciones y la rentabilidad.
- Disponer de una matriz de potenciales impactos de eventos de riesgo climático por zonas geográficas, actividad económica, grupo homogéneo y moneda.

¹ En el acuerdo EBS/23/147 de diciembre de 2023, se acordó que “(...) While the legal process is ongoing, the BCCR will finalize the new stress test methodology by February 2024 (revised RSF reform measure) (...)”.

- Incorporar en la medida de lo posible, los escenarios definidos por el Network for Greening the Financial System (NGFS), en las pruebas de tensión “top-down” que realiza el BCCR.

En la segunda sección de este documento se desarrolla la propuesta metodológica para la modelación del riesgo climático, que contiene la selección de herramientas para: i) la identificación de eventos hidrometeorológicos extremos ii) determinación del deterioro de la cartera de crédito basada en conceptos de pérdida esperada (PE) y probabilidad de impago (PD) y, iii) sensibilización de la calidad de la cartera de crédito e impacto en el Indicador de Suficiencia Patrimonial.

En la tercera sección se señalan en detalle las posibles aplicaciones de esta metodología y finalmente, en la cuarta sección se plantea el mecanismo para la incorporación de los escenarios del NGFS en las pruebas de tensión “top-down”.

II. Propuesta metodológica.

En este apartado se detallan los pasos a seguir en el proceso de estimación del riesgo derivado de eventos hidrometeorológicos extremos y su impacto en la calidad de la cartera de crédito del SBN y en sus principales indicadores. Pasos que se esquematizan en la siguiente figura:

Figura 1. Flujograma de proceso metodológico



Fuente: Elaboración propia, BCCR.

El **primer paso** es disponer de la georreferenciación de los créditos del SBN, que permita identificar la exposición de las entidades financieras a los eventos de riesgo que se presenten en las distintas regiones climatológicas del país.

Una adecuada georreferenciación del crédito es relevante dado que los patrones hidrometeorológicos afectan de forma diferente las distintas regiones, lo que impacta la capacidad de pago de los deudores de forma disímil en cada una de ellas, de ahí la relevancia del esfuerzo realizado por el BCCR.

En ese sentido, se debe resaltar que la División de Gestión de Información del BCCR realizó un procedimiento de asignación de la ubicación por provincia, cantón y distrito de las unidades físicas y jurídicas, con el objetivo de poder relacionarlas con las bases del repositorio de información financiera y de ambiente y clima que administra el BCCR², lo que ayudará en la estimación del riesgo en que incurre el sector financiero en la asignación de créditos en áreas de mayor grado de vulnerabilidad a eventos climáticos³.

En el Cuadro 1 se muestra, con base en la información financiera del repositorio del BCCR (IFE), la asignación del crédito por provincia y cantón, así como una agrupación por región climatológica, lograda a partir de las similitudes climáticas entre cantones⁴. La agregación de los datos en la aplicación de la metodología dependerá de los resultados obtenidos y del costo operativo en el uso de los datos.

El **segundo paso** requiere identificar, con base en estadísticas históricas, los momentos en el tiempo en que se han presentado eventos que se pueden catalogar como extremos, cuyo impacto sobre el riesgo de crédito de los intermediarios financieros se pretende estimar.

En ese sentido, tal y como se explica en el apartado III sobre las posibles aplicaciones de la metodología seleccionada, dependiendo de la disponibilidad de información, sería posible estimar el impacto de diferentes eventos de riesgo como por ejemplo huracanes, sequías, tormentas tropicales, terremotos, el fenómeno de El Niño o el fenómeno de La Niña. Cabe resaltar que dada la disponibilidad de información en el repositorio ambiental climático del BCCR (RAC) se estará trabajando con datos sobre volúmenes extremos de precipitaciones (sequías y lluvias).

² Para más detalle sobre el Repositorio Económico - Ambiental del BCCR, véase el Anexo No.1.

³ Es posible vincular la información financiera (IFE) con la información climática y ambiental (RAC) e información económica (EPR), mediante la utilización de identificadores comunes que se disponen en los diferentes componentes del repositorio.

⁴ Con base en el estudio "*Regiones y subregiones climáticas de Costa Rica*" del Instituto Meteorológico Nacional (IMN). Para llevar a cabo esta clasificación, se siguen tres criterios: a. Provincias térmicas. (tma) b. Provincias pluviométricas.(tlla) c. Régimen de lluvia anual.(rlla).

Cuadro 1. Distribución del crédito por región climatológica, provincia y cantón
Cifras a noviembre del 2022

Región	Saldo crédito (millones ₡)	Participación %	Cantón	Saldo crédito (millones ₡)	Participación %
Central	6.906.301	72,2	San José	2.749.971	28,7
Norte	1.090.469	11,4	Alajuela	640.557	6,7
Pacífico Norte	698.283	7,3	Heredia	546.376	5,7
Caribe Norte	296.531	3,1	Escazú	524.172	5,5
Pacífico Sur	220.007	2,3	Santa Ana	377.588	3,9
Caribe Sur	181.745	1,9	San Carlos	339.138	3,5
Pacífico Central	172.179	1,8	Goicoechea	261.493	2,7
Total general	9.565.514	100	Cartago	250.857	2,6
			Montes de Oca	223.899	2,3
			Desamparados	218.275	2,3
			Belén	200.734	2,1
			Curridabat	199.789	2,1
			Tibás	199.598	2,1
			La Unión	156.973	1,6
			Liberia	137.097	1,4
			Pérez Zeledón	126.277	1,3
			Pococí	121.569	1,3
			Santo Domingo	111.511	1,2
			Moravia	103.744	1,1
			Santa Cruz	101.299	1,1
			Grecia	95.700	1,0
			Resto*	1.878.898	19,6
			Total	9.565.514	100

*Corresponde al acumulado de 63 cantones.

Fuente: Elaboración propia, BCCR.

Una vez realizado el paso 2, se analiza la trayectoria de la probabilidad de incumplimiento (PD) de la cartera crediticia durante los eventos extremos previamente identificados, a fin de conocer el comportamiento en el tiempo de la PD posterior al momento en que ocurrieron esos eventos, tarea que se realiza en el **paso 3**.

El **paso 4** tiene como objetivo proyectar la trayectoria que habría seguido la PD bajo el supuesto de que no hubiera ocurrido el evento extremo de riesgo climático. Para dicha proyección, se requiere de un modelo que utilice información histórica y previa al evento, para lo cual se plantea como parte de un primer esfuerzo, emplear como herramienta cuantitativa una modelación ARIMA.

Una vez proyectada la tendencia antes indicada y como **paso 5**, se procede a estimar la brecha con respecto al valor observado de la PD y de esa forma se determina el valor incremental de la PD producto del evento climático extremo (δ).

Como **último paso** y previamente determinados los incrementos en las PD (δ), se procede a usar estos para definir los escenarios de tensión del riesgo climático y su impacto en la Pérdida Esperada (PE) y los indicadores claves de

las entidades financieras, como por ejemplo en el Indicador de Suficiencia Patrimonial (ISP), cobertura de estimaciones o rentabilidad.

1. Selección de eventos hidrometeorológicos extremos según nivel de precipitaciones.

Costa Rica es un país pequeño situado en América Central con una extensión territorial aproximada de 51.000 km², situada entre Nicaragua (al norte) y Panamá (al sureste), y entre el mar Caribe (al este) y el océano Pacífico (al oeste). Tiene una geografía accidentada, que incluye bosques tropicales y costas en el Mar Caribe y en el Océano Pacífico⁵.

Dada sus características y ubicación geográfica, Costa Rica es un país que enfrenta varios tipos de eventos climáticos (huracanes, el fenómeno de El Niño y La Niña, deslizamientos de tierra u otros). Como se menciona más adelante (apartado III), esta metodología puede utilizarse para estimar el impacto de estos eventos climáticos, sin embargo, en este primer esfuerzo se trabajará con los excesos o faltantes de precipitaciones, principalmente, por las siguientes razones:

- Costa Rica tiene 2 estaciones bien definidas: la época seca y la época lluviosa, caracterizadas por el nivel de precipitaciones.
- Históricamente, la afectación de los huracanes ha sido de forma indirecta en el país, cuyos principales efectos se reflejan, por lo general, en mayores niveles de precipitaciones.
- Los fenómenos de deslizamientos están asociados a la saturación de los suelos debido al exceso de precipitaciones.
- La estructura productiva de Costa Rica incluye actividades económicas que podrían ser afectadas tanto por el exceso como por la escasez de precipitaciones.
- La disponibilidad de información referente a las precipitaciones facilita su utilización y análisis.

La selección de estos eventos hidrometeorológicos extremos (sequías y lluvias) supone que los patrones habituales en el comportamiento de las lluvias no generan deterioros significativos en la calidad de la cartera de crédito, debido principalmente a dos elementos:

- Los deudores cuentan con el conocimiento necesario para mitigar los riesgos derivados de los patrones de lluvia habituales en las regiones

⁵ La parte más ancha de Costa Rica, esto es, desde el Cabo Velas en el Pacífico hasta la boca del río Reventazón en el mar Caribe, mide aproximadamente 270 kilómetros. La parte más angosta, tomándola también del Pacífico al mar Caribe, mide más o menos 120 kilómetros

climatológicas en las cuales residen o en las cuales se generan sus ingresos.

- Los intermediarios financieros (IF), dentro de sus análisis del riesgo de crédito realizan pruebas de tensión para sensibilizar la capacidad de pago de sus deudores⁶.

Por tanto, se considera que solo las variaciones extremas en el nivel de precipitaciones podrían impactar significativamente la calidad de la cartera de crédito (PD), más allá de las previsiones habituales de los deudores o las entidades financieras.

Para estimar las desviaciones extremas en las lluvias, se aplica el concepto de Valor en Riesgo (VaR) sobre la serie de precipitaciones, que se encuentra disponibles en el componente RAC del Repositorio del BCCR. Para su aplicación, se trabaja con el comportamiento histórico de la serie, lo cual, a diferencia de otras formas de selección de eventos extremos, tiene la ventaja de no requerir el uso de supuestos específicos respecto al tipo de distribución seguida por las precipitaciones. Eso es importante dado que las precipitaciones son de muy diferente índole, dada la gran variedad de “microclimas” existente en el país.

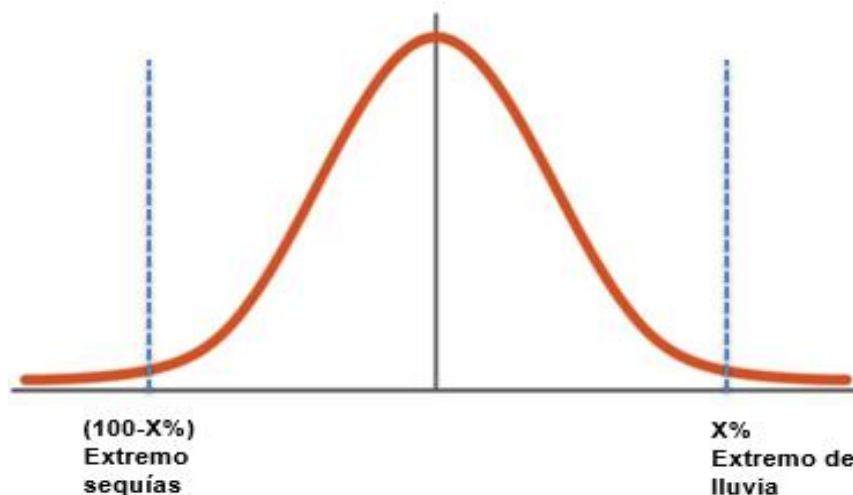
Por medio de esta técnica se identificará la máxima afectación ocurrida para la serie de tiempo disponible (extremo de sequías y extremo de lluvias), dado un intervalo de confianza. Debido a que la cartera de crédito y la PD se afectan por la escasez y los excesos de precipitaciones, se analizan las dos colas de la distribución.

Como se muestra en la Figura 2, los eventos de riesgo estarían representados por todas aquellas observaciones mensuales que superen el nivel de confianza seleccionado en la distribución de precipitaciones históricas⁷. La cola izquierda de la distribución corresponde a eventos de extrema sequía y en la cola derecha, se tiene el exceso de precipitaciones asociados a eventos extremos de lluvia. Para un mayor detalle del VaR en precipitaciones, ver Anexo No.2 de este documento.

⁶ Este elemento, junto con las diferencias que pueden existir entre las políticas de gestión y el apetito al riesgo entre entidades, hace que las relaciones entre las variables climáticas y la calidad de la cartera de crédito no sean tan sencillas de estimar (existiendo asimetrías), sobre todo al considerar la agregación ya sea por entidades financieras, regiones o actividad económica.

⁷ Por lo general se utilizan niveles de confianza al 99% o 95%.

Figura 2. Ejemplo hipotético de distribución de las precipitaciones



Fuente: Elaboración propia.

Con el fin de ejemplificar la metodología propuesta, se trabajó con los datos de precipitación de la Región Central del país, los resultados para un nivel de confianza del 99% se muestran en el Cuadro 2. Como se aprecia, se identificaron 3 eventos de lluvia extrema (enero 2005, noviembre 2008 y noviembre 2012) e igual cantidad para sequía extrema (marzo 2014, enero 2019 y marzo 2020).

Para el periodo analizado, la media mensual de las precipitaciones en la Región Central fue de 9.967,78 milímetros y el valor del VaR para definir un evento extremadamente lluvioso fue de 20.381 milímetros y 1.451 milímetros para definir un evento extremadamente seco.

Adicionalmente, en el Cuadro 2 se muestra el diferencial de lluvias con respecto a la media, lo cual es importante para cuantificar la magnitud de los eventos seleccionados. Así, por ejemplo, los meses en los cuales se presentan eventos de lluvia extrema, las precipitaciones llegan a representar entre dos y 3 veces el promedio de la región en el periodo considerado (296,8% en noviembre del 2008). En tanto que en los meses de extrema sequía se presentaron precipitaciones que no superan el 12% de dicho promedio (11,5% en marzo del 2014).

Cuadro 2. Eventos extrema sequía y lluvia para la Región Central

Extrema lluvia					
Fecha	Precipitaciones (milímetros)	VaR 99%	Promedio	Diferencia respecto a media	% Media
Enero 2005	20.565,76	20.381,05	9.967,78	10.597,97	206,3%
Noviembre 2008	29.587,38	20.381,05	9.967,78	19.619,60	296,8%
Noviembre 2012	20.421,96	20.381,05	9.967,78	10.454,17	204,9%

Extrema sequía					
Fecha	Precipitaciones (milímetros)	VaR 1%	Promedio	Diferencia respecto a media	% Media
Marzo 2014	1.144,58	1.450,92	9.967,78	-8.823,20	11,5%
Enero 2019	771,93	1.450,92	9.967,78	-9.195,85	7,7%
Marzo 2020	668,46	1.450,92	9.967,78	-9.299,32	6,7%

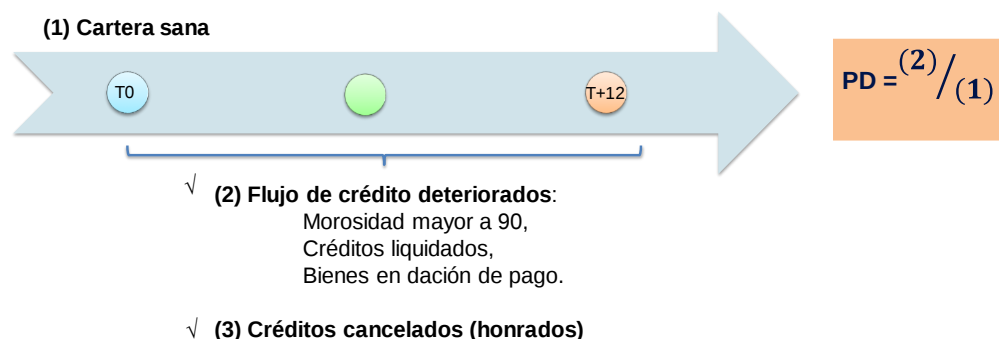
Fuente: Elaboración propia, BCCR.

2. Deterioro de la cartera de crédito basada en el análisis de la probabilidad de incumplimiento.

En la metodología propuesta la calidad de la cartera de crédito se estima con base en la probabilidad de incumplimiento (PD), la cual se relaciona directamente con la pérdida promedio que registra una cartera de crédito por el incumplimiento de los deudores en los pagos pactados (PE)⁸.

2.1. La probabilidad de incumplimiento (PD): es un indicador que se emplea como medida del deterioro crediticio y representa el porcentaje de la cartera que no sería pagada en los términos pactados. Su forma de cálculo se referencia en la siguiente figura.

Figura 3. Cálculo de la PD



Fuente: Elaboración propia.

Para el cálculo de la PD se requiere dar trazabilidad durante los siguientes 12 meses a la cartera crediticia sana en el período T0. Al término de ese plazo

⁸ Para un mayor detalle del cálculo de la PE y sus componentes, ver Anexo No.3.

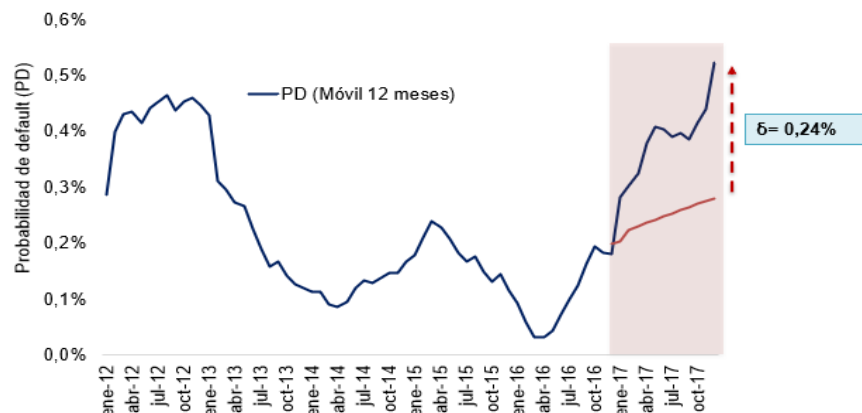
(T+12), se determina la condición en la que se encuentra cada uno de los créditos incorporados en esa cartera crediticia, los cuales en ese lapso podrían haber pasado a los siguientes estados:

- Cancelación (3): El deudor pagó la totalidad de la deuda y, por tanto, esto no se contabiliza dentro del cálculo de la PD.
- Morosidad (2): Alguno de los créditos finalizaron al término de ese período con una morosidad mayor a 90 días.
- Dación de pago (2): El deudor entregó el bien a la EF.
- Liquidación (2): La EF, según su gestión, se dispuso a liquidar la operación crediticia contra su saldo de estimaciones (operación estaría fuera del balance).

Una vez que se identifica el estado en que se encuentra la operación, se procede a estimar la PD como el resultado de dividir el total de créditos deteriorados (2) entre el total de créditos sanos (1). Este proceso se repite para todos los meses del periodo considerado, de manera que se obtiene una senda en el tiempo para la PD. Una vez hechos estos cálculos, se procede a relacionarla con los eventos extremos hidrometeorológicos previamente identificados.

Tal y como se muestra en el Gráfico 1, la metodología propuesta involucra la trayectoria de la PD durante el periodo de análisis (línea azul) y su proyección dentro de la muestra, a partir del momento en que ocurre el evento de riesgo (línea roja). Se utiliza en este ejemplo una modelación ARIMA, para estimar lo que hubiese sido la trayectoria de la PD en ausencia del evento de riesgo. Luego se calcula el diferencial (δ) entre ambas trayectorias al término de 12 meses ($\delta=0,24\%$).

Gráfico 1. Estimación del impacto de un evento de riesgo sobre la probabilidad de incumplimiento (PD)



Nota: evento se ubica a finales del 2016.

Fuente: Elaboración propia, BCCR.

2.1. Modelación ARIMA

Estos son modelos estadísticos, desarrollados para la estimación de series temporales que toman en cuenta la dependencia existente entre los datos de la serie. En ese sentido, cada observación en un momento dado del tiempo es modelada en función de sus valores anteriores. En ese sentido, obtienen el nombre de sus tres componentes básicos que son: AR (Autorregresivo), I (Integrado) y MA (Medias Móviles)⁹.

Recordemos que estos modelos, si bien no permiten estimar relaciones de dependencia entre variables (ejemplo elasticidades), tarea en la que han tenido más uso los modelos econométricos, tienen las siguientes ventajas:

- Se resuelven en sí mismos, por lo que no requieren de variables explicativas adicionales.
- Son ampliamente utilizados para la proyección de variables, dado que son fáciles de aplicar y de interpretar.
- Son útiles en proyecciones no mayores a un año, por lo que son coherentes con el perfil utilizado en las pruebas de tensión “top down” que realiza periódicamente el BCCR.

Dadas estas ventajas, se decidió escoger una modelación ARIMA para proyectar la senda o trayectoria de la PD. No obstante, se debe reconocer explícitamente, que este método tiene la limitación de que en un momento del tiempo la trayectoria de la PD puede verse afectada no solo por los eventos hidrometeorológicos de interés, sino también por algún factor asociado a los determinantes del riesgo de crédito, como por ejemplo factores macroeconómicos generalizados (incrementos abruptos e inesperados en tasas de interés, etc.) o como por ejemplo la reciente pandemia Covid-19.

Con el objetivo de mitigar las limitaciones señaladas acerca de la modelación ARIMA, para la realización de las pruebas de tensión se aplicarán dos mecanismos de ajuste:

1. En lo posible se seleccionarán los deltas (δ) provenientes de eventos climáticos extremos sin presencia de condiciones relevantes en cuanto a otros factores que puedan alterar los determinantes del riesgo de crédito.
2. En presencia de eventos generalizados, una vez calculados los deltas (δ) con eventos hidrometeorológicos extremos para cada cantón¹⁰, se calcularán también los deltas (δ) para aquellos donde estos eventos no se

⁹ Para más detalle sobre la modelación ARIMA se puede consultar a Hamilton, J.D., “Times Series Analysis”, Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 1994.

¹⁰ Para efectos de comodidad en la redacción se utilizan cantones en esta explicación. Pero recordemos que la delimitación por provincia, cantón o región climatológica será algo a determinar a futuro, cuando se disponga de los datos suficientes.

hayan presentado y que contengan condiciones homogéneas con los primeros¹¹.

Seguidamente, se calculará la diferencia de los deltas (δ) entre estos grupos de cantones, lo cual se interpretará como la estimación del máximo impacto en la calidad de la cartera de crédito de los cantones afectados por los eventos hidrometeorológicos extremos seleccionados¹².

3. Sensibilización de la calidad de la cartera de crédito e impacto en el Indicador de Suficiencia Patrimonial.

Una vez estimados los diferenciales de las PD, según lo expuesto en el apartado previo, se definen los escenarios a utilizar en las pruebas de tensión “top down”, para luego determinar su impacto en los indicadores claves de las entidades bancarias.

Como una ilustración sobre la forma en que se estaría realizando la sensibilización en indicadores como el Índice de Suficiencia Patrimonial (ISP), una vez que se cuente con la información suficiente, se muestra en el Cuadro 3 un ejemplo hipotético de un incremento en el diferencial de un 1% (δ) sobre la PD.

Cuadro 3. Ejemplo hipotético de sensibilización en el ISP debido a un evento hidrometeorológico extremo

	dic-23	dic-24	
		PD sin efecto climático	PD con efecto climático
Cartera de crédito	2.000		
PD		3%	
LGD		45%	45%
δ			1%
PD' = (PD+δ)			4%
PE		27	36
K	400	373	364
APR	4000	4000	4000
ISP	10,0	9,3	9,1
<i>Impacto ISP</i>		-0,7	-0,9
<i>Impacto por evento</i>			-0,2

Fuente: Elaboración propia, BCCR

Donde:

ISP= Indicador de suficiencia Patrimonial

¹¹ La condición homogénea de los dos grupos se podrá determinar numéricamente con base en criterios como estructura productiva, condición socioeconómica y distribución del crédito, entre otros.

¹² En esta etapa inicial se puede utilizar alternativamente un método de Diferencias en Diferencias. Con una mayor disponibilidad y calidad de datos se podría avanzar hacia métodos de control sintético o “propensity score matching”.

PE= pérdida esperada
PD=probabilidad de incumplimiento
LGD= pérdida dado el incumplimiento
APR=activos ponderados por riesgo
K=patrimonio

Se describe a continuación dicho ejemplo.

- Condiciones iniciales de la entidad (a diciembre 2023):
 - ✓ ISP: 10%,
 - ✓ APR: ₡4.000 millones
 - ✓ K: ₡400 millones
 - ✓ Cartera de crédito: ₡2.000 millones
- Escenario sin evento hidrometeorológico extremo:
 - ✓ PD: 3%
 - ✓ PE: ₡27 millones de colones ($PD \cdot LGD \cdot \text{saldo cartera}$)
 - ✓ ISP: 9,3%, una vez descontada la PE por ₡27 millones del patrimonio.
- Escenario con evento hidrometeorológico extremo:
 - ✓ Diferencial delta (δ): 1%
 - ✓ PD: 4%.
 - ✓ PE: ₡36 millones
 - ✓ ISP del 9,1%.

Con respecto a la situación inicial, el ejemplo hipotético resulta en los siguientes impactos:

- En el escenario sin efecto del evento hidrometeorológico extremo se registra una disminución de 0,7 puntos porcentuales (p.p.) en el ISP de la entidad
- El escenario con el efecto del evento extremo incorporado, se observa una reducción de 0,9 p.p. en el ISP de la entidad
- A partir de la metodología descrita, el impacto del evento hidrometeorológico extremo, en términos de suficiencia patrimonial, es de 0,2 p.p.

III. Posibles aplicaciones de esta metodología

La metodología planteada en los apartados anteriores podría ser aplicada con diferentes grados de agregación, lo cual depende de la disponibilidad de la información. En ese sentido se podrían tener estimaciones del riesgo climático, entre otras, por:

- Entidad financiera o sector
- Moneda
- Actividad económica
- Tipo de cartera (familias, pymes, corporativo)
- Zona geográfica (país, provincia, cantón, distrito, región climatológica)

Estas estimaciones permitirán realizar matrices de exposiciones e impactos (deltas), lo cual ayudará a comparar, por ejemplo, las regiones o actividades económicas¹³ más expuestas a los eventos hidrometeorológicos extremos que enfrenta el país con aquellas que no están afectadas por dichos eventos. En el siguiente cuadro se expone un ejercicio hipotético de la construcción de dicha matriz.

Es posible notar en él que la utilización de datos muy agregados restringe el análisis debido a los efectos de compensación que pueden existir al calcular la PD y la PE. Por ejemplo, el delta para el total de la cartera es de 0,17%, existiendo regiones que muestran deltas mayores (ver columnas), como por ejemplo el Pacífico Norte con un 0,88%, en tanto el Pacífico Central muestra un delta de 0,03%.

Situación similar se observa si se analiza la PD por actividad económica (ver filas) hay actividades económicas con deltas más altos (comercio 0,89%) que otras (industria manufacturera 0,11%).

Cuadro 4. Ejemplo hipotético de matriz de impactos de riesgos hidrometeorológicos sobre las PD (deltas)
-estimación a 12 meses-

	Caribe Norte	Caribe Sur	Central	Norte	Pacífico Central	Pacífico Norte	Pacífico Sur	Total
Act. Inmob.-empresarial- alquiler	0,51	0,18	0,28	0,52	0,33	0,41	0,52	0,47
Agricultura	0,13	0,86	0,39	0,35	0,11	0,06	0,22	0,61
Comercio	0,21	0,48	0,03	0,54	0,86	0,50	0,75	0,89
Construcc.-compra-reparación Inmueble	0,47	0,85	0,05	0,07	0,97	0,56	0,95	0,07
Consumo	0,31	0,42	0,58	0,39	0,07	0,21	0,12	0,33
Electricidad - telecom.- gas - agua	0,52	0,17	0,54	0,94	0,76	0,93	0,25	0,55
Enseñanza	0,76	0,55	0,90	0,68	0,44	0,11	0,60	0,72
Explotación de minas y canteras	0,69	0,60	0,48	0,45	0,44	0,34	0,10	0,84
Hotel-restaurante	0,73	0,99	0,30	0,38	0,22	0,24	0,45	0,40
Industria Manufacturera	0,36	0,94	0,76	0,00	0,62	0,53	0,28	0,11
Pesca - acuicultura	0,99	0,49	0,97	0,24	0,44	0,46	0,68	0,56
Servicios	0,31	0,91	0,28	0,53	0,75	0,30	0,95	0,47
Transporte	0,18	0,45	0,45	0,76	0,93	0,07	0,49	0,87
Total	0,71	0,67	0,96	0,04	0,03	0,88	0,13	0,17

Nota: El total no corresponde a la suma, sino al cálculo sobre el dato agregado.
Las entradas de la matriz, pueden ser el máximo impacto en el período o un promedio de todos los impactos registrados u otros.

¹³ Esta matriz es un producto que se espera desarrollar una vez que se cuente con la información necesaria para construirla. Se considera podría ser de utilidad para publicar impactos de los eventos en forma agregada (país, actividad económica) y que sea usada como referencia en el sistema bancario y para labores de seguimiento macroprudencial.

A su vez, el grado de afectación se puede visualizar por actividades económicas y regiones de forma cruzada. Así, por ejemplo, la industria manufacturera en la Región Norte no se ve afectada por el evento de riesgo climático (delta = 0%) en tanto que hoteles y restaurantes en el Caribe Sur muestra afectación (delta = 99%).

IV. Incorporación de los escenarios del Network of Central Banks and Supervisors for Greening the Financial System (NGFS)

Para finalizar este documento, debemos afirmar que la visión del BCCR para la consideración de los escenarios NGFS¹⁴ en la estimación del impacto sobre el SFN va en dos direcciones:

1. En el corto plazo:

Se propone el desarrollo de una metodología de pruebas de tensión “top-down” que estime el impacto de eventos hidrometeorológicos sobre la calidad de la cartera de crédito del SBN, con una prospección de 12 meses y basada en escenarios de tensión derivados a partir de las propuestas del NGFS de la siguiente forma:

- a. A partir de la metodología antes descrita, se contará con información histórica del exceso de precipitaciones (o sequías), la cantidad de precipitación (en milímetros cúbicos), así como de las PD y los diferenciales en la PD (deltas) de tales eventos extremos. Esto permitiría, mediante modelación econométrica u otro método de análisis cuantitativo, asociar los eventos climatológicos identificados como extremos (excesos o faltantes de lluvia) con las variables de calidad de cartera crediticia.
- b. Luego de cuantificar empíricamente esa relación (deltas y precipitaciones), se podrán realizar ejercicios que incorporen los cambios esperados en las precipitaciones derivadas de los escenarios del NGFS, con lo que será posible realizar estimaciones de los deltas diferenciales (δ') asociados a esos escenarios de precipitaciones y, consecuentemente, cuantificar las PD futuras dados esos mismos escenarios.
- c. Cabe mencionar que, para obtener los cambios esperados en las precipitaciones, se contará con la herramienta de escenarios de cambio

¹⁴ Según se señala en el documento “Guide to climate scenario analysis for central banks and supervisors (2020)”, hasta la fecha los bancos centrales y los supervisores que han intentado realizar análisis de escenarios climáticos se han enfrentado a una serie de obstáculos. Hay una gran cantidad de modelos climáticos para elegir, sin embargo, no está claro cuál de ellos es el más relevante. Además, no existe un marco metodológico específico para traducir los escenarios climáticos en análisis macrofinanciero.

climático sobre Centroamérica, publicada por el Instituto Meteorológico Nacional. Esta herramienta cuenta con trayectorias de variables climáticas, entre ellas las precipitaciones, para cada uno de los países de Centroamérica (incluida Costa Rica), según se adopte uno u otro escenario del NGFS.

2. En mediano plazo:

Con el apoyo de la Comisión Económica para América Latina (CEPAL) y la Secretaría Ejecutiva del Consejo Monetario Centroamericano (SECMCA)¹⁵, se espera lograr la implementación de modelos de equilibrio general, que considere la evolución esperada de variables macroeconómica y de los distintos sectores, incluido el financiero, a partir de las sendas establecidas para los escenarios definidos por el NGFS. El objetivo con estos modelos¹⁶ es estimar la dinámica de variables que como la producción, las tasas de interés, volumen y calidad del crédito afectan las distintas cadenas de valor.

¹⁵ El pasado 15 de marzo se inició con la implementación del proyecto “Análisis de los riesgos macroeconómicos provenientes del cambio climático y desastres naturales”.

¹⁶ Modelos como por ejemplo Evaluación de Riesgo Integrada (ClimRisk), General Monetary Macro-Dynamics for the Ecological Shift (GEMMES) serían de interés del BCCR para estos fines.

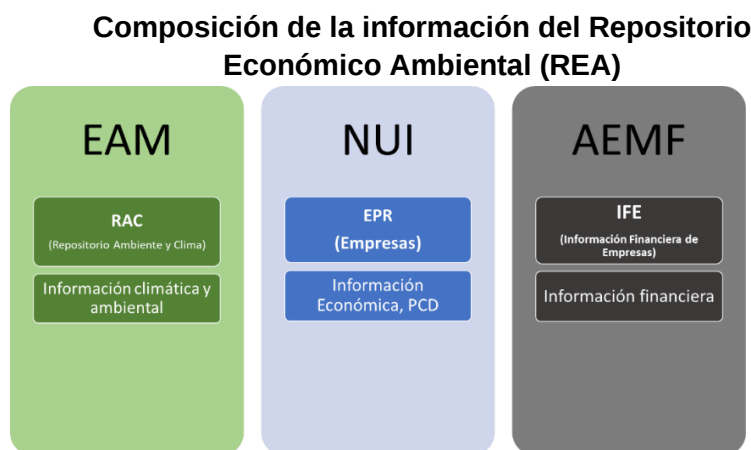
V. Anexos

1. Consideraciones sobre el Repositorio Económico-Ambiental (REA)

El repositorio surgió como parte integral de la Hoja de Ruta del Grupo de Análisis Estratégico de Cambio Climático del Banco Central de Costa Rica. En sus inicios, se centraba en la recopilación de datos ambientales y climáticos. Sin embargo, con el objetivo de mejorar la cantidad y calidad de la información disponible para el análisis del impacto del cambio climático en los objetivos del BCCR, se agregó información adicional¹⁷.

En la actualidad, tal cual como se muestra en la siguiente figura, el repositorio Económico Ambiental (REA), es una herramienta que contiene información climática- ambiental (RAC), información económica (EPR) e información financiera (IFE) con el fin de facilitar a los usuarios el acceso a datos procesados.

Cabe mencionar que el acceso al repositorio está restringido a usuarios con labores asignadas que impliquen su uso dentro del BCCR. Para garantizar la seguridad y confidencialidad de la información, se requiere solicitar permisos de acceso específicos, siguiendo los protocolos establecidos.



PCD: Provincia, Cantón y Distrito
Fuente: Elaboración propia.

¹⁷ Este repositorio es el resultado de un esfuerzo conjunto entre diversas áreas del BCCR (estadísticas ambientales, números índices, estadísticas monetarias y financieras), con el objetivo de construir una base sólida de información para abordar el análisis del impacto del cambio climático en los objetivos institucionales y coordinado mediante el Grupo de Análisis Estratégico en Cambio Climático (GAECC).

Específicamente:

- El RAC contiene información relacionada con el clima y el ambiente por provincia, cantón y distrito, para el período comprendido entre enero del 2001 hasta diciembre del 2021.
- El IFE contiene información financiera tres entidades sistémicas. En el caso de dos de estas entidades la información disponible comprende desde diciembre 2019 hasta mayo 2023 (42 meses), la tercera entidad remitió información de diciembre 2019 hasta noviembre del 2022 (36 meses).
- En tanto que el EPR, mantiene actualizado la exposición de los deudores (georreferenciación del crédito) por provincia, cantón y distrito (EPR).

En la siguiente figura, se muestra de forma resumida el proceso de creación del REA.

Esquema simplificado del REA



REVEC: Registro de variables económicas.

Fuente: elaboración propia

El BCCR está comprometido con la realización de los esfuerzos necesarios para poder continuar conformando el repositorio con la actualización de la información ya existente, la ampliación de las entidades consideradas dentro del mismo y la incorporación de nuevas variables que en su oportunidad sean requeridas.

Limitaciones del REA

Dentro de las principales limitaciones que presenta el REA para la aplicación de metodologías de estimación del impacto de los eventos climatológicos en los intermediarios financieros se encuentran:

- Contiene información de sólo 3 entidades y no se cuenta con información de la entidad más grande en términos de activos del SBN, la cual tiene la mayor cobertura a nivel nacional en cuanto a colocación crediticia.
- Dificultad de anonimizar las entidades involucradas en los resultados de la modelación.
- Dos de las entidades que remitieron información lo hicieron para el periodo diciembre 2019-mayo 2023 (42 meses), la otra la hizo para el periodo diciembre 2019-noviembre 2022 (36 meses).
- No se puede inferir los resultados para todo el SBN, a partir de los datos de 3 entidades.
- Periodos de información muy cortos que contienen eventos que podrían estar afectando el análisis del comportamiento de las PD, entre ellos:
 - ✓ La declaratoria de la pandemia de la Covid 19 para Costa Rica (marzo 2020).
 - ✓ El Fenómeno del Niño ocurrido entre diciembre 2018 y octubre 2019) según Instituto Meteorológico Nacional (IMN).

Es importante destacar que mientras el proceso legal relacionado al derecho de solicitar información a las entidades financieras se encuentre en curso, resulta imposible solicitar información adicional a los intermediarios financieros y/o incrementar la cantidad de intermediarios incorporados en la muestra. Por lo tanto, la ampliación de este repositorio queda supeditada al resultado de las gestiones legales realizadas por el BCCR.

2. Aplicación del Valor en Riesgo (VaR) en la identificación de los períodos de eventos extremos

Para la determinación de los períodos de eventos extremos (tanto extrema sequías como extrema lluvia) se realizó lo siguiente:

1. Se consultó la serie de precipitaciones disponible en el componente RAC del REA, con datos mensuales desde enero del 2001 hasta diciembre 2021, la cual está expresada en milímetros¹⁸.
2. Se ordenan las series respectivas en orden ascendente y se calcula para cada región climatológica, provincia, cantón o distrito, el k-ésimo percentil de los valores en un rango, donde k está en el rango de 0 a 1, ambos incluidos.
3. Se obtiene la distribución de frecuencia propia del VaR histórico y se seleccionan:
 - Aquellos meses en los cuales las precipitaciones superan los niveles de confianza al 99% o al 95% (según se defina), se consideran extremadamente lluviosos y aquellos en los cuales las precipitaciones resultan menores al 1% y 5%, se consideran extremadamente secos.
4. Para cada región climatológica, se obtienen los extremos lluviosos (y extremos de sequías), los cuales corresponderían a valores que se sitúan por encima (por debajo) de los valores de las observaciones al 99% y 1% de confianza, respectivamente.

Cabe señalar que la cobertura geográfica del ejercicio va a depender de la disponibilidad de datos. Sin embargo, se debe resaltar que la técnica propuesta se puede aplicar de forma desagregada por provincia, cantón, distrito o con un nivel de agregación mayor por región climatológica, considerando patrones de lluvias similares¹⁹.

En la aplicación de esta herramienta, es importante mantener en todo momento la referencia temporal (mes/año) de cada punto de la muestra, a fin de poder ubicar en una línea del tiempo las fechas de los eventos hidrometeorológicos extremos seleccionados.

3. Pérdida Esperada (PE)

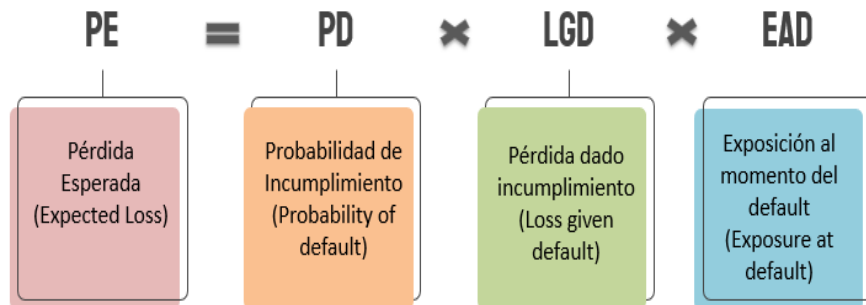
Como se muestra en la siguiente figura, en el cálculo PE de la cartera de crédito se involucran tres factores:

- Probabilidad de incumplimiento (PD),
- Pérdida dado el incumplimiento (LGD) y,
- Exposición al momento del incumplimiento (EAD).

¹⁸1 milímetro de agua de lluvia equivale a 1 litro de agua por metro cuadrado (m²).

¹⁹ Esta agrupación es realizada por el Instituto Meteorológico Nacional (IMN) y comprende las siguientes regiones: Región Central, Región Norte, Región Caribe Norte, Región Caribe Sur, Región Pacífico Central, Región Pacífico Sur y Región Pacífico Norte.

Componentes de la PE

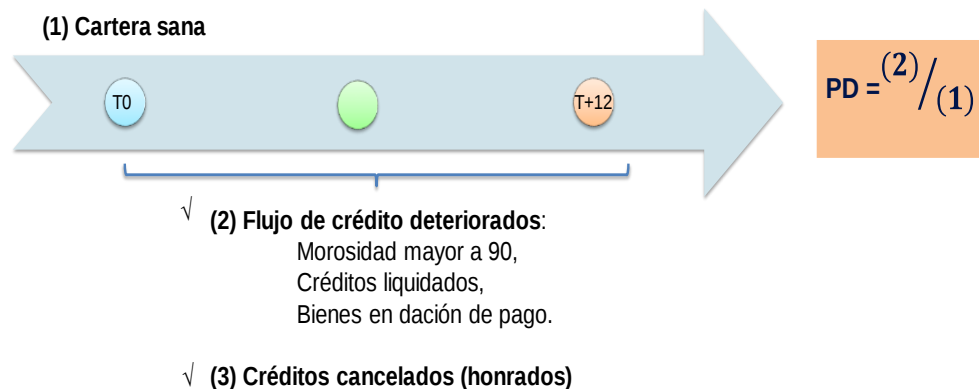


Fuente: Elaboración propia.

Estos componentes se explican a continuación:

- **La probabilidad de incumplimiento (PD):** es un indicador que se emplea como medida del deterioro crediticio, representa el porcentaje de la cartera que no sería pagada en los términos pactados. Su forma de cálculo se referencia en la siguiente figura.

Cálculo de la PD



Fuente: Elaboración propia.

En esta figura se puede observar la forma en que se da trazabilidad a una cartera sana a lo largo del tiempo. En primera instancia, a la cartera crediticia sana en el período T0 se le da seguimiento sobre el estado del servicio de la deuda (crédito por crédito) durante los siguientes 12 meses. Al término de ese plazo (T+12), se determina la condición en la que se encuentra cada uno de los créditos, los cuales podrían haber pasado a los siguientes estados:

- **Cancelación (3):** El deudor pagó la totalidad de la deuda y, por tanto, esto no se contabiliza dentro del cálculo de la PD.

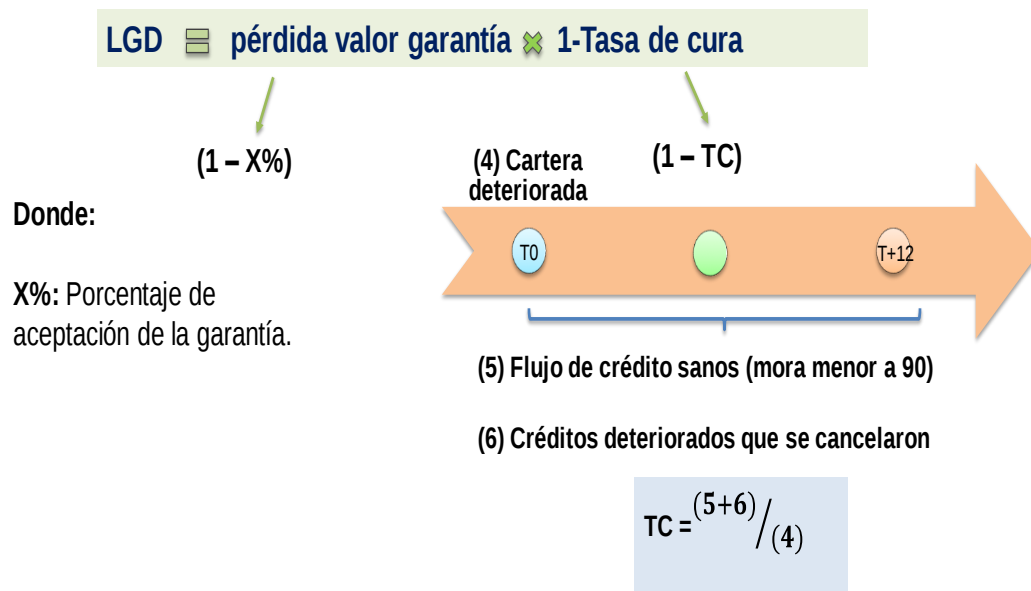
- Morosidad (2): Alguno de los créditos finalizaron al término de ese período con una morosidad mayor a 90 días.
- Dación de pago (2): El deudor entregó el bien a la EF.
- Liquidación (2): La EF, según su gestión, se dispuso a liquidar la operación crediticia contra su saldo de estimaciones (operación estaría fuera del balance).

Una vez que se identificó el estado en que se encuentra la operación, se procede a estimar la PD como el resultado de dividir el total de créditos deteriorados (2) entre el total de créditos sanos (1).

Cabe resaltar que esta metodología permite realizar el cálculo con el número de operaciones crediticias o con el saldo adeudado de los créditos, en el ejercicio propuesto se utilizará el saldo adeudado.

- **La pérdida dado el incumplimiento (LGD):** Representa la proporción del crédito que no se espera recuperar cuando un deudor incurre en incumplimiento. En la siguiente figura se muestra su forma de cálculo.

Cálculo del LGD



Fuente: Elaboración propia.

Son varios los elementos involucrados en la estimación de la LGD:

- El porcentaje de la garantía que se considera recuperable (mitigación) en caso de que el deudor no honre lo pactado (X%).
- El total de créditos que en el momento T0 se encuentra en deterioro (4).
- El flujo de créditos que un lapso de 12 meses logra recuperarse y ponerse al día en sus pagos o al menos bajar su morosidad por debajo del umbral a partir

del cual se considera a los créditos deteriorados, en este caso ese umbral está definido por créditos con morosidad mayor a 90 días (5).

- Los créditos que aun estando en deterioro, por alguna razón, resultaron honrados en su totalidad por el deudor (6)
- La tasa de cura corresponde a la relación entre los créditos que salieron de las categorías consideradas deterioradas (5+6) respecto al total de créditos considerados como tales en T0 (4).

La LGD es el resultado de multiplicar el porcentaje de créditos que al cabo de 12 meses aún se mantienen como deteriorados (1-tasa cura) por el porcentaje del crédito descubierto de garantía (1-X%) donde, como se mencionó "X", corresponde al porcentaje de la garantía que se considera recuperable (mitigación)²⁰ en caso de que el deudor no honre lo pactado.

Hasta el momento se han descrito dos componentes de la PE, a saber, la probabilidad de que un crédito se deteriore (PD) y la pérdida que se generaría a partir de los créditos deteriorados (LGD), la cual considera para su cálculo la probabilidad de que los créditos deteriorados se recuperen, por tanto, solo falta establecer la exposición (EAD).

- **La exposición que tiene la entidad (EAD):** corresponde al saldo de la cartera de crédito de la entidad al momento de la evaluación, para lo cual se requiere de la adecuada georreferenciación de esta, según el grado de detalle geográfico que se requiera (región climatológica, cantón, distrito o el país en su totalidad).

²⁰ El porcentaje de aceptación de la garantía (X) puede sensibilizarse a partir del impacto que tengan los eventos climáticos, lo cual requeriría disponer de una adecuada georreferenciación de la garantía y establecer alguna metodología para evaluar el impacto de los eventos físicos sobre esta.