

Metodología de Análisis Sistemático de Trayectorias de Riesgos



Una aproximación metodológica para la identificación de trayectorias de baja probabilidad con consecuencias severas, aplicada a la gestión de riesgos de liquidez

ABSTRACT

Los problemas de liquidez derivados de la crisis de los últimos años ha puesto de relieve la importancia de una adecuada gestión de los riesgos de liquidez de las entidades financieras. Como respuesta, el **Comité de Supervisión Bancaria de Basilea** publicó en 2008 los Principios para la adecuada gestión y supervisión del riesgo de liquidez («Sound Principles»), sobre cómo gestionar y supervisar el riesgo de liquidez de financiación con el fin de promover una mejor gestión de los riesgos en este ámbito. Para tal fin, las entidades financieras van a tener que cumplir normas sobre coeficientes de liquidez a corto plazo (LCR, Coeficiente de Cobertura de Liquidez) y a largo plazo (NSFR, Coeficiente de Financiación Estable Neta).

Estos coeficientes corresponden al análisis de una imagen estática de la estructura de balance de la entidad, cuentan con un escenario predefinido adverso que es muy severo y no se adaptan correctamente a la idiosincrasia de una entidad concreta. Lo que aconseja utilizar otras

metodologías complementarias, para una óptima toma de decisiones.

En la década de los 60, la NASA empezó a utilizar **metodologías avanzadas** para analizar todas las posibles trayectorias derivadas del lanzamiento de astronautas al espacio con éxito para evaluar los riesgos. En los 80, tras el accidente de la Central Nuclear de Isla de las Tres Millas en EEUU, también la Industria Nuclear incorporó el estudio probabilístico de sus riesgos de sufrir un accidente grave. Desde entonces estas metodologías han mostrado su capacidad para la gestión de los riesgos y la toma de decisiones informadas por el riesgo (RIDM) en las industrias de altos riesgos.

Creemos que ambas experiencias se pueden trasladar y aplicar al ámbito de las entidades financieras para evaluar las consecuencias de un accidente muy severo, analizando sistemáticamente las posibles trayectorias de nuestro escenario de estrés y validar la aplicabilidad de las medidas correctoras adecuadas.

Resumen

La crisis en los mercados financieros ha puesto de relevancia la importancia en la gestión de los riesgos relativos a la liquidez de las entidades financieras. El Comité Basilea define los riesgos de liquidez como:

"El riesgo de liquidez de fondos es el riesgo de que la entidad no sea capaz de hacer frente

eficientemente a flujos de caja previstos e imprevistos, presentes y futuros, así como a aportaciones de garantías resultantes de sus obligaciones de pago, sin que se vea afectada su operativa diaria o su situación financiera. El riesgo de liquidez de mercado es el riesgo de que una entidad no pueda compensar o deshacer fácilmente una posición a precios de mercado a causa de una insuficiente profundidad o de distorsiones en el mercado."

Para tal fin, las entidades financieras van a tener que cumplir normas sobre coeficientes de liquidez a corto plazo (**LCR**, Coeficiente de Cobertura de Liquidez) y a largo plazo (**NSFR**, Coeficiente de Financiación Estable Neta).

El LCR, que mide la liquidez en el corto plazo de un mes y el NSFR que nos informa de la estabilidad de las fuentes de financiación y nos da una idea de la sostenibilidad de la estructura de vencimientos de activos y pasivos en el plazo de un año. Estos coeficientes han sido definidos por el Comité como **estándares mínimos de liquidez financiera** y persiguen promover la resistencia a corto plazo del perfil de riesgos de la entidad así como la estabilidad en las fuentes de financiación, de manera que ayudarán a las entidades y a los supervisores a detectar no solo problemas en entidades concretas, sino que también puedan servir como indicadores que alerten de posibles problemas tanto sistémicos como específicos de la estructura de balance.

Un punto importante a destacar sobre estos ratios es que están basados en hipótesis muy conservadoras, en el sentido de que el escenario en el que se basan y han de superar es muy severo en el impacto que genera sobre el balance de una entidad. El LCR por ejemplo, considera siete eventos simultáneos, que producen efectos muy adversos sobre la liquidez de la entidad financiera.

Estos indicadores van a ser la base de los análisis de los riesgos de liquidez, pero las entidades tendrán que hacer sus propios análisis para determinar si están protegidos, ya que estos coeficientes son genéricos y no tienen en cuenta la idiosincrasia de entidades particulares expuestas a riesgos concretos. Además son calculados a partir de una foto estática del balance y no ayudan a la toma de decisiones y estrategias para mantener una financiación estable, durante el escenario de falta de liquidez.

Los mercados financieros son complejos y en ellos existen riesgos sistémicos cada vez mayores debidos a la globalización de los mercados y de la sociedad. A pesar de ello, los análisis que se han realizado históricamente en el mundo financiero no han evolucionado como los de otras industrias de altos riesgos.

La metodología que proponemos es idónea para el análisis de escenarios que evolucionan con trayectorias de muy baja probabilidad, pero de consecuencias muy graves. Integra métodos deterministas y probabilistas y actualmente se aplica en programas de I+D en el sector nuclear. Sus bases matemáticas son generales y válidas para cualquier industria que quiera analizar escenarios de una forma sistemática e integrada (de la dinámica

y la probabilidad simultáneamente). Durante este documento expondremos cómo una entidad financiera puede utilizar estas metodologías en aras de aumentar la fiabilidad y protegerse contra eventos adversos.

Industrias de "altos riesgos" como la nuclear o la aeronáutica son las que actualmente utilizan metodologías similares a la propuesta. El tsunami que provocó el accidente de Fukushima en la industria nuclear ha hecho que estas metodologías, que hasta ahora eran un apoyo a la toma de decisiones internas, pasen a ser un elemento indispensable en el análisis de los riesgos asociados a escenarios adversos impredecibles.

A lo largo de este documento se propone adoptar una metodología que incluye el desarrollo de árboles de sucesos seguido del análisis de escenarios seleccionados de interés por técnicas de semi-Markov para tener en cuenta las sensibilidades temporales así como técnicas Monte Carlo para la incertidumbre de los parámetros.

El caso práctico que se se expone se utiliza parte de la metodología, realizando un árbol de sucesos dinámico aplicado a la evolución del balance contable de una entidad financiera ficticia, seguido de un cambio en la estocástica (tiempo de ocurrencia del suceso).

En las situaciones en las que un indicador de liquidez nos dice que estamos protegidos ante un escenario, un cambio temporal de eventos nos puede llevar a situaciones en las que el ratio baja del valor considerado como seguro.

El caso práctico se basa en una evolución mensual de un balance de un banco en el que cinco eventos suceden en distintos instantes temporales. Estos eventos son;

- Retirada de depósitos masiva.
- No renovación y vencimiento de financiación garantizada.
- Incremento de disponibles.
- Bajada de HairCuts.
- Bajada de Rating de Renta Fija privada.

El objetivo final de la metodología es analizar las distintas trayectorias del escenario de forma que se puedan añadir todas las incertidumbres temporales y paramétricas que se quieran considerar, no solo de los eventos integrantes, sino también a las asunciones hechas sobre los modelos. Con ello podemos llegar a conocer los escenarios en los que la liquidez del banco puede quedar en entredicho y tomar medidas para minimizar estos riesgos.

Riesgo de liquidez

El riesgo de liquidez es uno de los problemas que bancos e instituciones financieras tienen que afrontar cada día manteniendo suficiente dinero líquido para pagar todas sus obligaciones a tiempo. Estas obligaciones provienen en su mayoría de la recuperación de la cartera de sus proveedores de fondos.

Puede considerarse como el agregado de varios componentes:

- **Riesgo de fondos:** que considera la posibilidad de una que una entidad no pueda cumplir en la forma pactada sus obligaciones de pago debido al desajuste entre los flujos de fondos activos y pasivos.
- **Riesgo contingente:** que es el riesgo de que eventos futuros puedan requerir un volumen de liquidez superior a la prevista.
 - Riesgo de que ciertos flujos de caja tengan un vencimiento y/o una cuantía diferentes a los previstos contractualmente.
 - Riesgo de que los clientes hagan uso de las opciones implícitas de muchas de las operaciones bancarias típicas: cancelaciones anticipadas, renovaciones, etc.
- **Riesgo de mercado:** que mide la capacidad de una entidad para generar o deshacer posiciones sin incurrir en pérdidas inaceptables.

La cobertura del riesgo de liquidez exige tomar posiciones en instrumentos a corto plazo y de alta calidad crediticia, esto conlleva renunciar a mayores ingresos que se obtendría invirtiendo a plazos más largos y/o en activos de menor calificación tomando para ello mayores riesgos.

Si la liquidez necesaria no se consigue realizando las posiciones en activos líquidos, el banco se vería forzado a reestructurar o adquirir pasivos adicionales en condiciones de mercado desfavorables. Esta es una de las dificultades del modelo, pero al mismo tiempo la posibilidad de estudiar con la metodología estas estrategias de adquisición de activos y sus plazos temporales es una de las fortalezas principales de la metodología que proponemos.

La liquidez es una función de las condiciones del mercado y de la percepción que éste tiene del riesgo de interés y de crédito reflejados en las operaciones tanto del balance como fuera del balance de la entidad. Esto nos obliga a añadir en los modelos de las condiciones de mercado la incertidumbre sobre la percepción que tiene sobre nosotros.

Se suele considerar el corto plazo hasta los tres meses, coincidiendo con el plazo máximo habitual

que se contrata en los mercados monetarios y, por tanto, con el máximo plazo que controla el departamento de Tesorería. Para el medio plazo se suele considerar hasta un año, y de forma excepcional, hasta 18 meses.

El Comité de Basilea ha definido los coeficientes LCR a un mes y NSFR a un año que van a pasar a ser indicadores importantes para tener una idea de la robustez de la entidad en un momento dado. Además del uso de estos coeficientes, Basilea insta a las entidades a realizar análisis propios de su estado de liquidez y, a realizar análisis sobre otros escenarios para detectar sus vulnerabilidades propias, debidas a sus exposiciones que no son consideradas por estos indicadores genéricos.

La metodología propuesta está desarrollada para industrias que no pueden permitirse ser vulnerables a sucesos adversos, ya que puede tener consecuencias catastróficas para la sociedad en su conjunto, desde un punto de vista tanto humano como económico.



El Comité de Basilea insta a las entidades a realizar análisis propios de su estado de liquidez y, a realizar análisis sobre escenarios adversos para detectar sus vulnerabilidades propias, debidas a sus exposiciones que no son consideradas por estos indicadores genéricos.

La metodología propuesta está desarrollada para industrias que no pueden permitirse ser vulnerables a sucesos adversos, ya que puede tener consecuencias catastróficas para la sociedad en su conjunto, desde un punto de vista tanto humano como económico.

Metodologías Avanzadas en industrias de Alto Riesgo

Los análisis de seguridad avanzados de los que vamos a hablar, comenzaron a ser utilizados por la NASA ya en los años 60, cuando se preguntaron si el riesgo que tenían que asumir para enviar un astronauta a la luna y que volviera sano y salvo era asumible. La respuesta fue que no. Posteriormente dejaron de hacer estos análisis hasta que el Columbia estalló y volvieron a darle una importancia que ha ido en aumento hasta nuestros días.

Para la industria nuclear, no fue hasta el accidente de Three Mile Island (TMI) en Estados Unidos en 1979 cuando se cambió de paradigma y comenzaron a realizarse los Análisis Probabilistas de Seguridad (APS). Durante el análisis del accidente se vio que errores múltiples han de ser contemplados y el error humano ha de ser cuantificado también.

A lo largo de los años estas técnicas han demostrado ser capaces de descubrir debilidades operacionales

no contempladas en los juicios de expertos y analizar de forma sistemática escenarios adversos con casuística muy compleja.

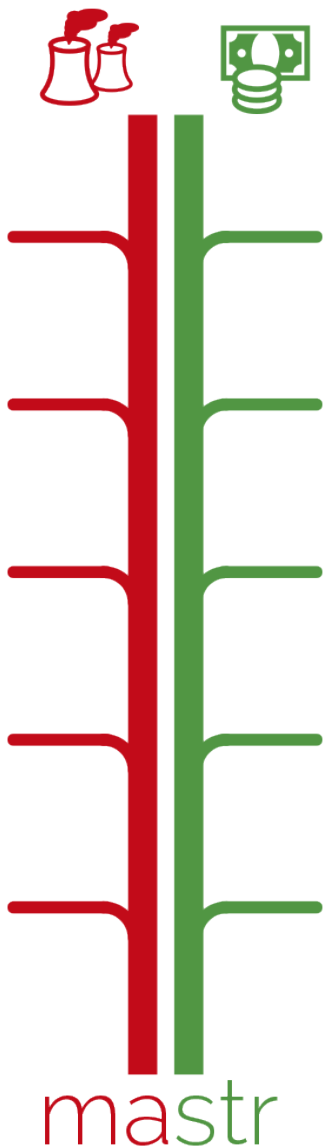
Los análisis probabilistas de seguridad tienen como fines principales el cálculo de la severidad de un escenario y calcular la frecuencia con la que este podría ocurrir. Se basan en árboles de fallos que determinan la probabilidad de fallo de un sistema a partir de las de sus componentes y que posteriormente es utilizado como información para el árbol de sucesos .

- > Los métodos utilizados por los APS son;
- > Árboles de fallos
- > Árboles de sucesos
- > Análisis deterministas (con aproximaciones deterministas y/o conservadoras)

El primer paso dentro de un análisis de seguridad se realiza mediante cálculos deterministas conservadores.

Veamos cuales son sus axiomas principales y busquemos un análogo para el sistema financiero;

Gráfico 1. Análogos con el sistema financiero



Se selecciona un conjunto de secuencias de accidente, según criterios de experto con unas condiciones iniciales y de contorno prefijadas y agrupados por clases según su severidad y frecuencia.

Se definen criterios de aceptación en términos de daño.

Se define el criterio de fallo único: fallo del sistema o equipo más importante para cada accidente. El fin es intentar asegurar que los cálculos realizados arrojan peores resultados que la realidad.

Las acciones del operador no se incluyen o son mínimas. Incluye márgenes para tener en cuenta las incertidumbres.

Se establecen requisitos de vigilancia de las protecciones y las salvaguardias en las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento (ETFs). Establece los principios de defensa en profundidad.

Algo muy parecido a lo que se propone en Basilea III para el cálculo de los coeficientes de liquidez, en los que se propone un escenario muy severo y se han de analizar las consecuencias con unas consideraciones, a priori, conservadoras.

Para el análisis sobre el balance, los criterios de aceptación son unos niveles de liquidez que cumplan con la normativa, por supuesto con el fin de permitir la supervivencia de la entidad.

En el escenario propuesto por Basilea III se consideran sucesos con una severidad muy alta y baja frecuencia de ocurrencia, para intentar superar los posibles sucesos reales.

Para el corto plazo, las acciones que puede tomar la entidad para mitigar el problema también son muy pocas.

A partir de los análisis establecen las estrategias para defenderse de escenarios adversos. La normativa requerida desde el Comité de Basilea establece requisitos para vigilar y ayudar a la protección de las entidades financieras frente a escenarios muy negativos para la liquidez de la entidad.

Con estas premisas se establecieron los primeros APS, en los que la posibilidad de fallo múltiple lleva al desarrollo de árboles de sistemas para establecer su probabilidad de fallo; posteriormente se realizan análisis sistemáticos de los posibles escenarios de estrés para los que se usan estas probabilidades en los llamados árboles de sucesos.

MASTR: Metodología de Análisis Sistemático de Trayectorias de Riesgo

La metodología MASTR integra en un único método criterios probabilistas y deterministas. Probabilistas como son las incertidumbres temporales y paramétricas, y deterministas consideradas en al árbol de sucesos dinámico de un escenario de estrés definido.

Comenzaremos por describir brevemente los componentes principales del método, para luego abordar un caso práctico en el que analizaremos un escenario con aproximaciones de distinto tipo. Inicialmente se realizará el árbol de sucesos con tiempos de ocurrencia preestablecidos y posteriormente aplicaremos incertidumbres temporales en el evento que consideremos más significativo del escenario, obteniendo un segundo árbol donde se incluyen las incertidumbres.

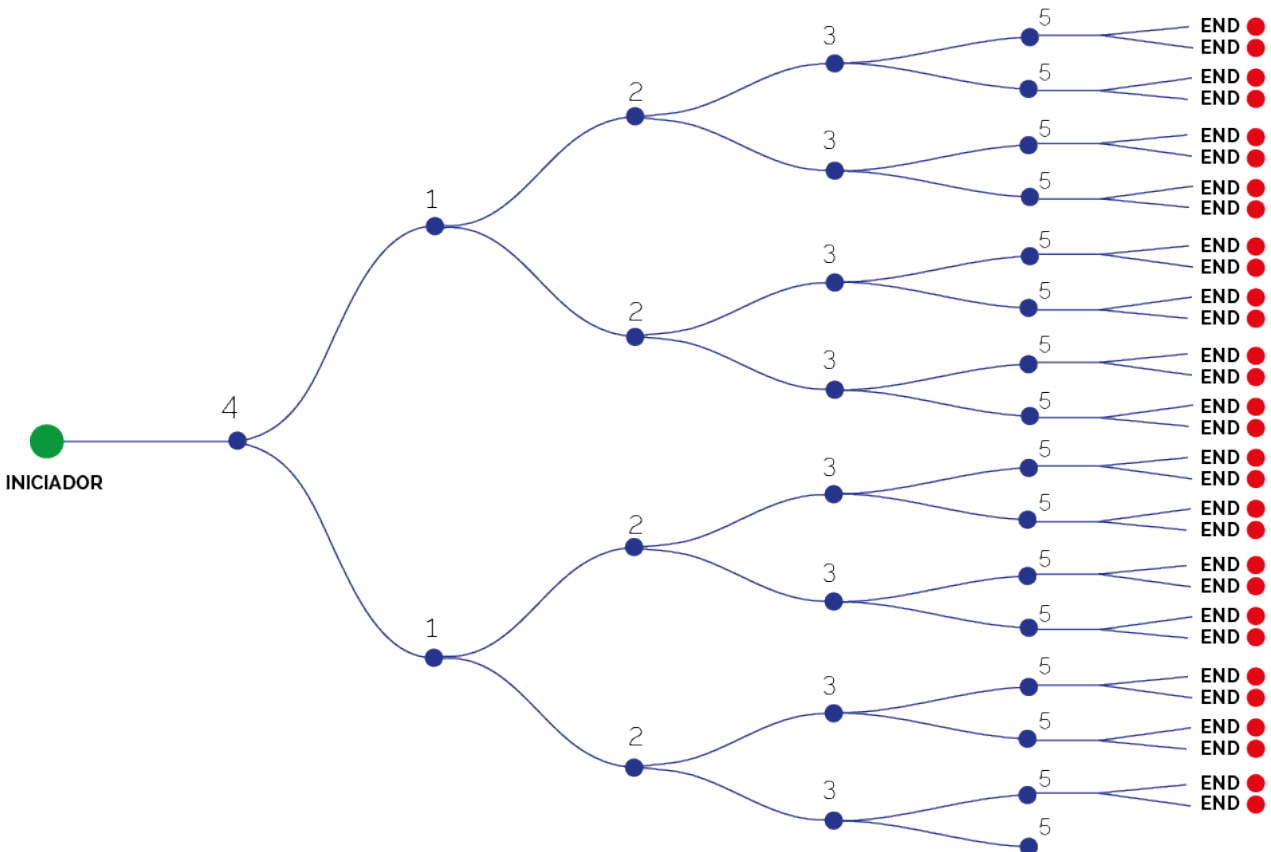
La metodología MASTR integra en un único método criterios probabilistas y deterministas. Probabilistas como son las incertidumbres temporales y paramétricas, y deterministas consideradas en al árbol de sucesos dinámico de un escenario de estrés definido.



Árbol de sucesos

El árbol de sucesos es una técnica de modelización lógica en la que a partir de un evento iniciador se incluyen los éxitos y fallos de los sucesos seleccionados, conectando el iniciador con las posibles consecuencias finales.

Gráfico 2. Árbol de sucesos del segundo caso de aplicación



Cada rama del árbol representa una línea de evolución lógica que conduce a un efecto final.

El análisis por árbol de sucesos tiene dos aplicaciones principales:

- Analizar los distintos escenarios adversos posibles y el papel que desempeñan las acciones de protección. El suceso iniciador se corresponde con el desarrollo de un peligro que puede desembocar en un accidente.
- Investigar las posibles consecuencias de un determinado accidente conociendo el camino que este ha seguido.

Además de los objetivos dichos, podemos considerar otras fortalezas de la metodología que sirvan para la toma de decisiones ante escenarios complejos;

- Nos ayuda a entender la lógica que puede llevar a escenarios de fallo
- Priorizar los sucesos que contribuyen a la situación no deseada
- Servir como herramienta proactiva para prever y evitar tal situación
- Minimizar y optimizar los recursos necesarios durante el escenario
- Ayudar en el diseño de las acciones correctoras a tener en cuenta para minimizar el daño.

El suceso inicial desencadena respuestas como medidas de seguridad para salvaguardar nuestro sistema de la consecuencia indeseada. En nuestro escenario los eventos van orientados a fragilizar la capacidad de obtención de liquidez de nuestra entidad. Una vez que se detectan los caminos de mayor riesgo para los indicadores de liquidez de nuestra entidad, se introducirá un componente aleatorio en el tiempo de ocurrencia de los eventos estocásticos, midiendo la influencia en las consecuencias.

Las medidas mitigadoras consisten en la obtención de liquidez a costa de gestionar nuestra cartera de activos y pasivos. Supondremos que todas estas acciones son inmediatas, no obstante las medidas consideradas, como sacar dinero de caja y de la Renta Fija (RF) líquida realmente casi lo son.

Es importante resaltar que el análisis de la estabilidad financiera del banco a largo plazo con estas metodologías ayudaría a la toma de decisiones sobre qué acciones son más efectivas, en qué orden y cuándo es más pertinente realizarlas.

Para el caso práctico que vamos a desarrollar realizaremos un árbol de sucesos aplicado sobre el balance contable de una entidad ficticia, sobre el cual analizaremos cómo afectan cinco eventos que definimos formando un escenario que puede poner

en riesgo la liquidez que arroja nuestro balance contable.

No vamos a realizar ningún árbol de fallos respecto a los eventos, con lo que podríamos estimar la probabilidad de ocurrencia de estos, sino que vamos a suponer que estos ocurren con probabilidad uno. Esta aproximación es muy conservadora, pero el análisis así realizado nos dará información muy valiosa sobre la importancia de los sucesos y no hará ninguna criba ni juicio de valor sobre su probabilidad de ocurrencia. Podremos entonces valorar de forma cualitativa la importancia de los caminos que nos lleven a situaciones peligrosas para la entidad.

Estocástica

Hasta ahora hemos nombrado metodologías que están siendo usadas en las industrias aeronáutica y nuclear desde hace años, sin embargo, el análisis de las incertidumbres temporales, está en un estado del arte más actual y basada en la Teoría de la Dinámica Estimulada (TSD). Es una teoría basada en procesos de semi-Markov, en la que los eventos estocásticos que influyen en la dinámica, son analizados en el contexto de cada transitorio (rama del árbol con unos tiempos definidos). Esta metodología fue desarrollada por el Consejo de Seguridad Nuclear y es usada para validar la consistencia de los Análisis de Seguridad que la industria desarrolla para sus centrales.

Conviene clarificar en este punto la diferencia que consideraremos en adelante entre evento y suceso. Estos conceptos son clave para comprender la metodología que vamos a aplicar.

Ejemplos de eventos deterministas son los asociados a alarmas que activen una acción automáticamente. El evento alarma pasaría a ser estocástico si dependiera de una acción humana por ejemplo. Todos los eventos que se van a considerar en la aplicación son estocásticos por su naturaleza impredecible.

La finalidad de la TSD es calcular la probabilidad de que una combinación de sucesos con unos tiempos de ocurrencia se de y, nos permite agregar todos los transitorios en los que la misma combinación de sucesos haya ocurrido. Este análisis es muy exhaustivo y partiendo de él, analizamos si una combinación de sucesos es aceptable en términos de su probabilidad de suceder.

En el caso de aplicación no vamos a llegar tan lejos, ya que consideraremos estocástica pero no vamos a añadir probabilidades de ocurrencia, entonces nuestro objetivo será encontrar los escenarios adversos, valorar los eventos a los que nuestra

entidad se encuentra más expuesta y también analizar la importancia que puede tener el orden temporal o el momento de ocurrencia de cada uno de ellos.

Sensibilidades Paramétricas

Además de todo lo mencionado hasta ahora, la metodología también contempla el análisis de sensibilidades paramétricas. Esta es una parte fundamental en un análisis complejo como el propuesto, aunque el caso práctico realizado, con el fin de ser un caso que no alcance una complejidad muy grande no incorpora esta parte del análisis de forma explícita.

Sería muy importante variar la sensibilidad a los eventos considerados para detectar cuan sensible es nuestro sistema a diversas variables. Por ejemplo, cuando en el caso práctico consideramos una salida lineal de los depósitos con una tasa fija, debemos ver cómo afectan cambios en esta tasa al resultado final.

Las metodologías **BEPU** Best Estimated Plus Uncertainty utilizadas en la industria nuclear añaden análisis sistemáticos a los parámetros del sistema para identificar los más importantes y poder cuantificar también conjuntos de parámetros que son críticos en el sistema.

La forma de estudiar sistemáticamente la incertidumbre paramétrica consiste en añadir un Monte Carlo sobre la distribución de valores que se considere y disponer de más modelos iniciales que evolucionen de forma distinta.

Aunque el caso de aplicación no incorpora análisis de sensibilidad en los resultados, hemos realizado el ejercicio de calibración de severidad de los sucesos para modelar el caso presentado y que el escenario presente caminos que pongan en riesgo la entidad. En una aplicación más completa, se debe hacer un estudio sobre los posibles patrones de comportamiento de los eventos y parámetros incorporados.

Las técnicas de incertidumbres paramétricas son también muy conocidas en el sector financiero e indispensables en las industrias de altos riesgos donde se tienen que determinar los parámetros más importantes y clasificarlos con distintas técnicas como el análisis de importancia o el coeficiente de Clopper Pearson.



El análisis de la estabilidad financiera del banco a largo plazo con estas metodologías ayudaría a la toma de decisiones sobre qué acciones son más efectivas, en qué orden y cuándo es más pertinente realizarlas.

Definiciones

_Evento. Estímulo a partir del cual se dan las condiciones para que suceda algo (suceso) que cambie la dinámica de nuestro escenario. La probabilidad de que se dé el suceso pasa a ser mayor que cero. Los hay deterministas (que dadas unas condiciones el suceso asociado es inmediato) y estocásticos (que pueden suceder o no debido a una incertidumbre temporal).

_Suceso. Es el hecho que cambia la dinámica de nuestro escenario. Para que se de tiene que haber ocurrido un evento asociado a él.

Escenarios de Riesgo

Además de gestionar la liquidez en situaciones normales, las entidades deben estar preparadas para afrontar eventuales crisis, tanto propias como de los mercados. La forma de hacerlo es diseñar distintos escenarios de crisis, estimar cómo repercutiría en la entidad cada uno y, en función de ello, preparar los correspondientes planes de contingencia, que tienden a garantizar la continuidad de la entidad, incurriendo en los menores costes posibles.

Aunque la variedad de escenarios de crisis es ilimitada, las entidades suelen centrarse en los escenarios que recogen las circunstancias individuales a las que resultan más sensibles, tanto si son internas (fraudes, errores de gestión, pérdida de reputación, fallos informáticos, etc.) como externas (guerras, catástrofes naturales, problemas en un país o área geográfica en la que posean filiales, cambios normativos, etc.).

Además del grado de exposición de cada entidad a las causas que definen cada escenario, será necesario formular hipótesis sobre la duración de la crisis, intensidad, generalidad, etc.

8

Las entidades financieras deberán activar planes de contingencia cuando se produzcan eventos que pongan en riesgo su actividad. Como ejemplo de indicadores internos tenemos los siguientes:

- Una tendencia negativa o un incremento significativo del riesgo en algún área o línea de producto.
- Concentración en activos o en pasivos.
- Un descenso de los indicadores de la calidad de los activos.
- Un descenso en los niveles de ingresos o en los ingresos previstos.
- Un rápido crecimiento financiado con pasivos volátiles.

Analistas profesionales u otros participantes en el mercado pueden también formular opiniones sobre la calidad crediticia del banco. Ejemplos de esas evaluaciones por terceros pueden ser:

- Existen rumores en el mercado que consideran el banco como preocupante.
- Descensos en la calificación crediticia de las agencias de rating.
- Movimientos especulativos a la baja en el mercado secundario de acciones de la entidad puede indicar un descenso del valor.

A la hora de plantearse la gestión del riesgo de liquidez debe analizarse como el grado de exposición a otros tipos de riesgos puede afectar

a la liquidez. Así, el riesgo de reputación, es decir la posibilidad de que se produzca una opinión negativa sobre la entidad, cualquiera que sea su causa, puede inducir a los depositantes, así como a otros proveedores de fondos, e inversores a buscar una mayor compensación, tal como mayores tipos o apoyos crediticios adicionales, para mantener depósitos, o llevar a cabo otro tipo de operaciones, con la entidad. Si la situación se mantiene, las retiradas de fondos podrían debilitar la posición de la entidad.

Igualmente, un banco con un nivel elevado de riesgo de crédito, debido a concentración de riesgo o por la adopción de compromisos en líneas de negocio no experimentadas, puede incrementar su riesgo de liquidez. Los recursos más sensibles al riesgo de crédito pueden considerar que la mayor exposición de la entidad al riesgo de crédito podría producir problemas y disminuir los resultados y la capacidad del banco para atender a sus obligaciones podría verse eventualmente comprometida.

Si el riesgo de crédito es elevado, el banco puede tener que pagar una prima para conseguir fondos y atraer a los depositantes. Si el riesgo de crédito llega a afectar a la viabilidad del banco, podría no encontrar recursos a ningún precio. De hecho, muchas de las grandes quiebras bancarias han sido el resultado de una combinación de un fuerte deterioro de los activos y la liquidez.

Todos estos riesgos han de ser gestionados e incluir planes de contingencia para ellos. La metodología MASTR ayudaría a la toma de decisiones para afrontar estos riesgos ya que se puede estudiar qué medidas tomar y cuándo es más conveniente realizarlas para mitigar los sucesos adversos.

Para el caso sencillo de aplicación mostrado estrategias complejas son muy complicadas de llevar a cabo en el corto plazo que consideramos. Analizamos por tanto solamente acciones que sí podrían ser tomadas de forma inmediata o con los plazos del LCR que llegan solamente hasta un mes.



Las grandes quiebras bancarias han sido el resultado de una combinación de un fuerte deterioro de los activos y la liquidez.

Caso de aplicación

Las simulaciones han sido realizadas con librerías de cálculo matemáticas desarrolladas internamente. El sistema de librerías utilizado para realizar los cálculos está pensado para ser fácilmente acoplado a otros códigos comerciales o internos que pudieran darnos información importante para realizar un modelo más realista, como podrían ser el tratamiento de las series de precios o la información de scoring de la entidad.

Para este caso demostrativo de la metodología MASTR, una hoja Excel es suficiente para realizar los cálculos, ya que se han considerado funciones lineales del tiempo y la estocástica solo se ha considerado para ver la importancia de la temporalidad en uno de los eventos.

Para conocer los detalles numéricos introducidos en el modelo remitimos a la hoja de cálculo que se ha entregado junto con el documento. Nuestro interés en la aplicación se basa en mostrar de forma visual la importancia del análisis estocástico sobre el árbol de sucesos.

El caso de aplicación que hemos elegido consiste en un escenario en el que el balance de nuestra entidad de estudio, tras el cierre del mercado interbancario, suceden varios eventos que pueden poner en peligro la liquidez de nuestra entidad.

Disponemos de un ejemplo de balance en el que no ha sucedido ningún evento relevante para nuestra liquidez durante un mes, simulamos una evolución en la que su tendencia es negativa y tanto sus activos como pasivos han ido a la baja (todos los valores del balance han sufrido ese mes un descenso medio del 2.5%, aunque no es relevante en el caso).

Nuestro interés durante la simulación va a ser el estudio de un ratio de liquidez que "en condiciones normales" está en unos valores superiores al 40%.

Este ratio es la liquidez disponible entre el 10% del pasivo que suponemos serían los vencimientos para el próximo mes. Oscilaciones que bajen este ratio por debajo de un 10% es nuestro límite en escenarios de estrés. Valores inferiores, son situaciones que merecen un análisis de las condiciones que nos llevan a este escenario, ya que estaríamos en serias dificultades para financiarnos.

$$\text{RatioLiquidez} = \text{Liquidez} / 10\% \text{ Total Pasivo}$$

En el Ratio de Liquidez, hemos supuesto que (ver pestaña LiquidezDisponible de la hoja de cálculo);

- > 100 millones de euros del dinero de caja es necesario para cubrir gastos comunes, y por lo tanto no puede ser considerado líquido.
- > El pasivo exigible a corto plazo está en torno al 10% de total;
- > Los HairCuts (iniciales) y porcentajes disponibles de la renta fija RF nos vienen prefijados.

Con estas premisas vemos la evolución original (sin eventos) de nuestro ratio de liquidez y del LCR durante el mes en estudio.

Tabla 1.
Ratios considerados antes de escenario de estrés

	día 1	día 6	día 12	día 18	día 24	día 30
Ratio liquidez	45.7%	45.5%	45.4%	45.4%	45.5%	43.7%
LCR	147%	144%	144%	144%	143%	143%

De los indicadores de la tabla vemos que nuestro balance en el escenario base en el que no existen sucesos adversos tiene unos indicadores que deberían permitirnos mantener liquidez durante un mes incluso en escenarios muy adversos.

La metodología MASTR permite tener en cuenta que los sucesos a estudiar tienen una dependencia temporal y paramétrica, que viene marcada por funciones a definir e introducir en el modelo.

A nuestro modo de ver el LCR es una imagen estática que supone que la entidad soportaría todos los eventos considerados si se dieran simultáneamente en un instante dado. Por analogía con la industria nuclear, el LCR es el equivalente a un estudio probabilista clásico con asunciones muy conservadoras, en el que el peor caso de un árbol de sucesos estático no nos lleva a una situación no permitida.

Uno de los inconvenientes de esta forma de analizar es que todos los sucesos tienen una severidad fija y no tienen en cuenta las particularidades de nuestra entidad. Sin embargo, los eventos son algo dinámico, generalmente correlacionados y con incertidumbres, tanto en su severidad (incertidumbre paramétrica) como en su temporalidad (incertidumbre estocástica), lo que nos obliga a analizar escenarios dinámicos y conocer qué nivel de severidad puede soportar nuestro sistema.

Es importante resaltar que la metodología propuesta, no sólo es útil para analizar el impacto a corto plazo, sino que permitiría estudios en plazos mayores, donde cobraría mucha más importancia la estrategia a seguir para intentar financiarse con mejores precios y no estaríamos tan restringidos a plazos temporales, donde la financiación sólo

MASTR permitiría análisis a largo plazo, donde cobraría más importancia la estrategia a seguir para intentar financiarse con mejores precios, sin estar restringidos por los plazos donde la financiación sólo puede provenir de fuentes inmediatas.

puede provenir de fuentes inmediatas.

Para la realización de este caso práctico tomamos muchas restricciones y suposiciones en el sistema. Estas suposiciones y el desarrollo del modelado son la parte que más dificulta el desarrollo de la aplicación. Por supuesto, también el análisis posterior de los resultados y la toma de decisiones sobre las mejores estrategias a aplicar son un trabajo complejo de análisis.

A continuación, nombramos las restricciones que vamos a considerar sobre los eventos para simplificar el modelo:

- En el árbol de sucesos inicial tomamos los eventos secuenciales, es decir, cada uno de ellos es un disparador del siguiente evento. Esta restricción es muy fuerte, pero la tomamos en aras de simplificar el análisis de los resultados. (están distanciados cinco días entre uno y otro).
- Sobre uno de ellos aplicaremos la estocástica en la segunda parte del análisis una vez identificado cuál es el evento que más puede verse afectado por el instante temporal en que se produzca.

Es importante resaltar que las simulaciones que vamos a realizar no van contra el LCR, sino sobre todo el balance de la entidad, con lo que se pretende realizar un análisis complementario para ver la robustez y/o debilidades de una entidad frente a unos eventos determinados.

Al tratarse de sucesos que ocurren en un muy corto periodo de tiempo (solo consideramos 30 días), durante el cual el mercado sufre diversas turbulencias, se asume que las fuentes de financiación se centran en dos vías principales de acceso inmediato:

- A través de las reservas de Caja.
- Descontando en Bancos Centrales (BBCC) la RF Líquida.

Los eventos considerados en nuestro escenario y sus consecuencias vienen detallados a continuación:

1. Desaparición de Acreedores

La desaparición de acreedores de nuestro balance contable es un evento contemplado en el LCR y es uno de los que más puede preocupar a la entidades. La caracterización de los depositarios es un trabajo complejo, que determina de forma más precisa la cartera de clientes que tenemos. Aquí vamos a tomar unos porcentajes de estables y no estables conocidos a priori en nuestro balance inicial del que podrán salir a distinto ritmo tras el suceso.

El modelo diseñado considera la desaparición progresiva de depósitos. Para depósitos estables y menos estables el coeficiente es distinto, pero para simplificar el modelo hacemos desaparecer depósitos del agregado a un ritmo continuo desde que se da el suceso de un 0,15% diario. Esta desaparición de depósitos es menos agresiva que la considerada en el LCR, aunque si el suceso es temprano (en nuestro caso a los 5 días), podría alcanzar cerca de un 4% del total.

Es interesante hacer notar que el ritmo al que desaparecen los depósitos, que es la severidad de el evento en sí, es posiblemente el factor más importante junto con la estocástica y nos daría una idea precisa de cuando y con qué severidad un evento o conjunto de eventos puede poner en riesgo nuestra entidad.

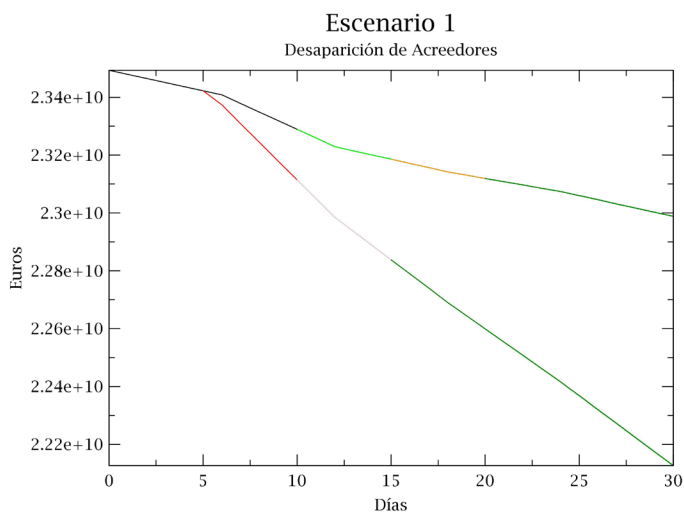
En un primer momento, esta retirada de depósitos afecta a la caja, pero se trata de reponer la caja hasta un valor que sea superior al necesario para afrontar pagos inmediatos que hemos establecido en 100 millones de euros. Cuando la caja llega al mínimo necesario para cubrir gastos, descontamos la RF Líquida (tanto propia como de adquisiciones temporales) en los BBCC. Es decir la RF se mantiene pero aumentan el número de títulos ignorados.

En la figura que se muestra a continuación vemos que con la tasa considerada en el plazo de 25 días puede llegar a tener un efecto de unos 1000 millones de euros sobre el capital aportado por el total de los acreedores.

Aunque no hemos considerado la dependencia que otros eventos tendrían sobre la salida de depósitos, en un modelo más realista el riesgo reputacional influiría sobre este evento cambiando la tasa de salida de depósitos.

_ver figura en la página siguiente >>

Figura 1. Desaparición de acreedores



2. Proceso de vencimiento y no renovación de financiación mayorista garantizada

A efectos del LCR, la «financiación mayorista no garantizada» se define como los pasivos y obligaciones generales que emanan de personas no físicas. Las obligaciones relacionadas con contratos de derivados se excluyen explícitamente de esta definición.

La financiación mayorista incluida en el LCR se define como toda aquella que puede amortizarse anticipadamente dentro del horizonte de 30 días del LCR o cuya fecha de vencimiento contractual más próxima se sitúa dentro de dicho horizonte (como depósitos a plazo y empréstitos no garantizados al vencimiento)

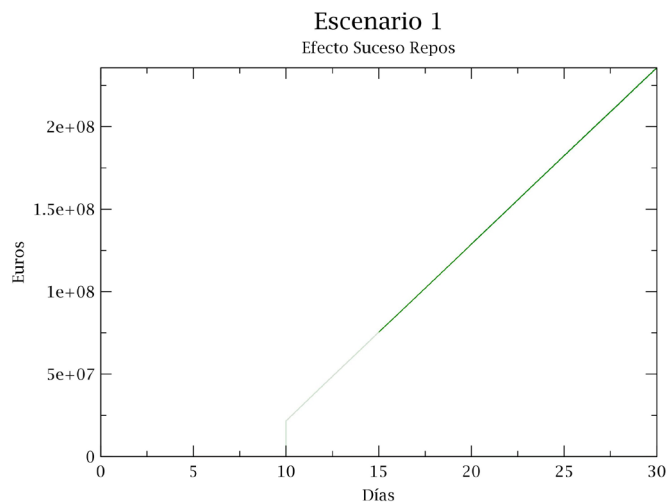
Nuestro suceso está modelado para que en el instante en el que comienza desaparece un 1% y posteriormente un 0.5% por cada día que pasa. Por tanto, dado que el evento está generado en el caso práctico en el día 10, perdemos un 11% por vencimientos a lo largo del mes.

Al igual que en el evento de depósitos, vemos que la severidad considerada y el instante en el que sucede es lo que marca cuanto podemos llegar a perder en este suceso.

Como consecuencias, vemos que el nominal de RF se mantiene pero su porcentaje de pignoración variará, incrementándose o reduciéndose en función de las cesiones que finalizan y los descuentos de títulos en las facilidades de liquidez de los BBCC. Por la imagen ya vemos que el efecto de este suceso de pérdida de financiación es mucho menor que el de pérdida de depósitos, debido a que la entidad simulada dispone de mucho menos capital

en Renta Fija Privada excluyendo títulos propios. La pérdida no llega a los 300 millones de euros.

Figura 2. Efecto del vencimiento de financiación



El evento se verá más afectado si el suceso Haircuts es anterior (todos los sucesos en los que no podamos sacar el dinero de la caja), y la combinación de ambos puede suponer un efecto combinado mayor.

3. Proceso de disposición de disponibles

Este suceso tendrá consecuencias sobre los activos con una reducción de la caja, incremento de Tarjetas y otros deudores. Aunque la RF se mantiene, aumentan los títulos pignorados, lo que tendrá un efecto sobre la liquidez.

En el lado del pasivo existirá un aumento de Cesiones Temporales con BBCC por el dinero recibido por Bancos Centrales BBCC (estas CTA serán nuevas pignoraciones la cartera de RF líquida).

Al igual que el anterior evento, se deduce que el suceso de bajada de Haircuts, si es anterior a él, aumentará su efecto sobre el balance, aunque el orden de magnitud también es menor que en el caso de los depósitos.

El efecto de este suceso es muy pequeño comparado con el resto. Está modelado como un crecimiento de la disposición de tarjetas desde el instante del suceso de un 5% diario respecto al valor original y un 2% inicial más un 1% sobre origen en los deudores.

Para que este suceso fuera representativo tendría que tener un crecimiento mayor que el lineal en el corto plazo.

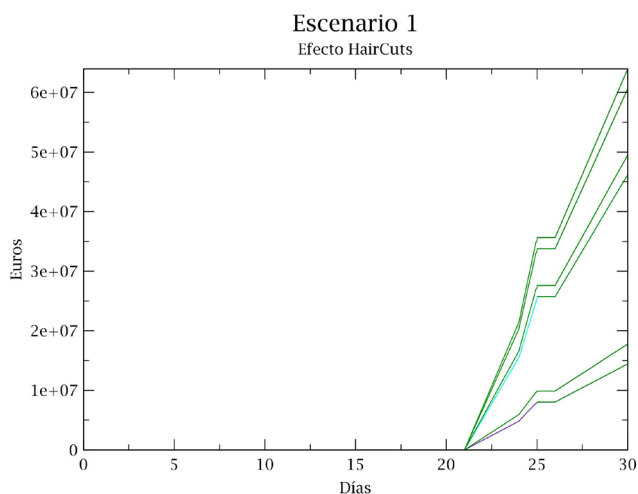
4. Bajada de Haircuts con los que se descuenta RF en BBCC

Para el activo, el nominal de RF se mantiene pero aumenta el porcentaje de títulos pignorados por cada euro cedido por BBCC.

Este efecto puede llegar a ser importante si sucede antes que los sucesos que tengan que pignorar títulos (todos los eventos en cuanto no puedan sacar dinero de la caja), ya que pasará a solicitar más recargo sobre todo el dinero que tengamos que pedir como cesión temporal.

En la figura 3 vemos que hay tres grupos de simulaciones, en las que han sucedido los eventos anteriores. La importancia de este evento, depende de que hayan sucedido los demás, ya que es a partir de entonces cuando tienen efecto las mayores pérdidas en nuestra liquidez. De ello deducimos que su temporalidad respecto a los demás sucesos es muy importante.

Figura 3. Pérdida provocada por el suceso HairCuts



5. Bajada de Ratings durante los siguientes días para RF Privada

Parte de la RF pasa de líquida a no líquida, dejando de ser entonces descontable en BBCC. Es un impacto directo sobre la parte líquida descontable, ya que no podremos contar con ella para nuestros cálculos de liquidez. Vamos a modelar este evento como tres escalones en los que empresas privadas a las que estamos expuestos pierden rating. Cada escalón afectará en un 11% a nuestra RF privada.

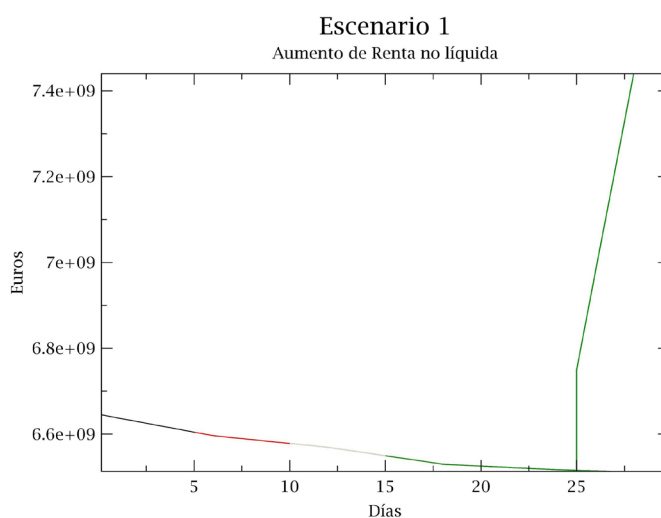
Este evento no se ve afectado por el evento de haircuts.

Efecto de la pérdida de rating sobre la RF privada, que hace aumentar la cartera de renta no líquida.

Vemos que este evento es muy severo y se produce en un intervalo de tiempo muy corto. No nos hace perder dinero directamente, pero sí que dejamos de poderlo contabilizar como dinero líquido.

Para tener un detalle mucho más preciso del modelo remitimos a la hoja excel en la que aparecen las partidas y supuestos concretos que se han utilizado en esta aplicación.

Figura 4. Aumento de Renta no Líquida



Resultados

A primer orden, vemos que los efectos dominantes son los eventos 1 y 5, ya que son los que afectan a nuestra liquidez de una manera más directa;

- La pérdida de depósitos es el que tiene un mayor efecto, pero es a un plazo de tiempo mayor, y podría tratar de ser atenuado con alguna medida concreta que realizara la entidad. Su evolución es determinante en el escenario.
- La caída que provoca el cambio de rating de la RF privada es un efecto que se estabiliza en poco tiempo pero podría ser determinante para llevarnos a un estado insalvable y habría que tomar medidas para estar preparados en todo momento.

También podemos darnos cuenta de que en situaciones cercanas a los límites propuestos, los eventos que dependan del tiempo o cuya incertidumbre paramétrica sea importante pueden hacer que entremos en zona de riesgo. En la figura vemos nuestro coeficiente propio de riesgo de liquidez, que en condiciones normales se encuentra

entorno a 45% y en los transitorios más severos ronda el 10%.

La imagen muestra el ratio de liquidez considerado, vemos que los transitorios que más se acercan al límite establecido son aquellos en los que ha sucedido el evento de retirada de depósitos con el de caída de la calidad crediticia de la Renta Fija.

El suceso de HairCuts aumenta su efecto en caso de ser anterior a los demás, ya que afecta a toda la liquidez necesaria que no hayamos podido sacar de caja.

análisis no los son en otro.

Por otro lado, vemos que el LCR ha superado el escenario sin llegar a quedarse sin activos líquidos. Esto era de esperar desde un principio, ya que la severidad de nuestro escenario es bastante menor que la que propone la norma y los sucesos son similares.

Sin embargo, el coeficiente de liquidez planteado en la aplicación como un ratio bastante realista de las necesidades de liquidez simplificadas a sufrido caídas hasta terminar en valores inferiores al 10%, lo que hace plantearse si análisis realistas serán necesarios para asegurar los ratios de liquidez de las entidades financieras. >>

Figura 5. Ratio de liquidez

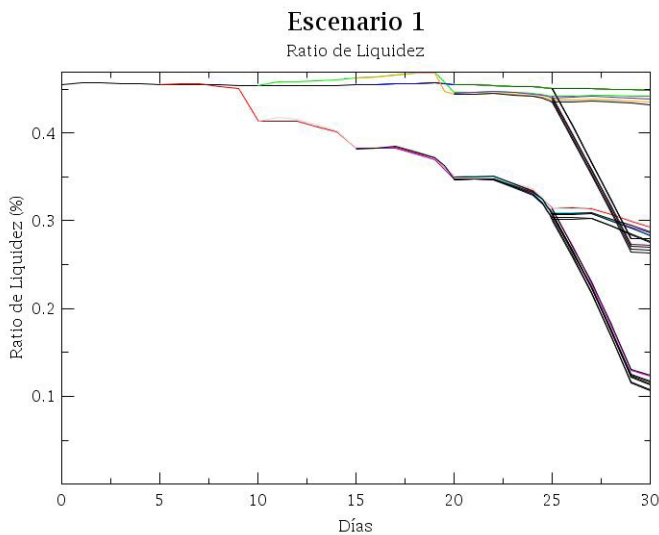
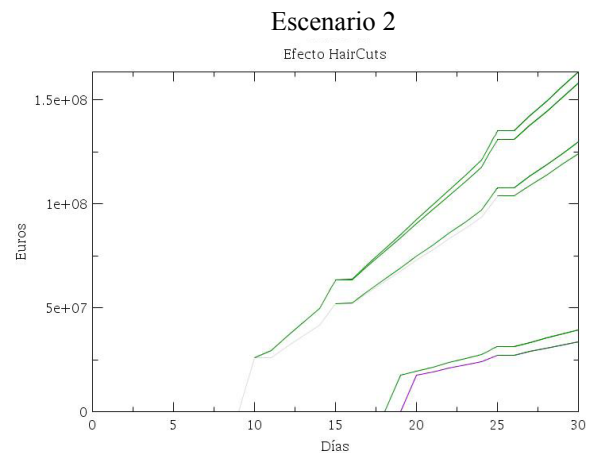


Figura 6. Efecto HairCuts



Segundo Análisis

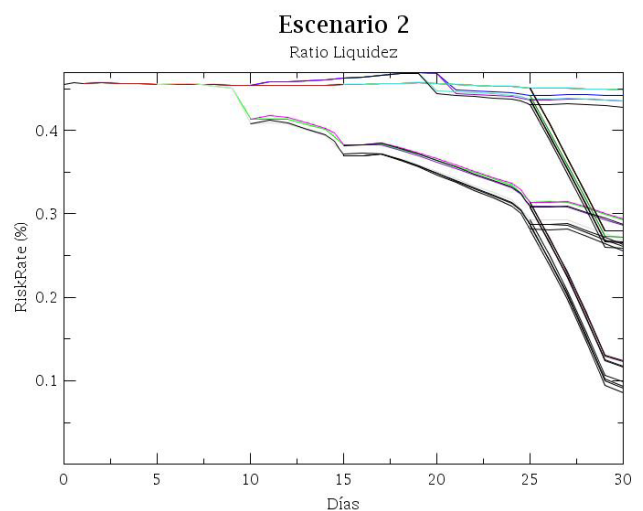
Vamos a analizar el mismo escenario que en el caso uno suponiendo que el suceso 4 sucede con anterioridad al resto.

Simulamos entonces cambiando el instante temporal en el que se da el suceso de Haircuts (pasa al primer día) y vemos que escenarios que en nuestro primer análisis eran seguros pasan a no serlo, seguimos teniendo que los escenarios más severos son en los que suceden los eventos 1 y 5, pero al haber sucedido.

En la figura 7 se muestra el cambio que produce el suceso HairCuts en términos de liquidez.

Vemos entonces que un análisis de la estocástica es muy importante en cuanto el orden temporal de los sucesos afecta al resultado y escenarios en los que estábamos seguros según nuestro primer

Figura 7. Ratio de liquidez



Conclusiones

1. Los riesgos asociados a la liquidez en entidades financieras son un tema de gran interés que tiene que ser analizado en profundidad desde distintas metodologías para completar la normativa que el comité de Basilea está elaborando en la actualidad.
2. La metodología MASTR aporta un abanico de métodos que se pueden integrar en un único análisis para realizar un estudio en profundidad de escenarios que sean de interés para las entidades financieras.
3. Es una visión que nos permite modelar los escenarios de estrés de una manera más realista incluyendo las incertidumbres asociadas al modelo debidas tanto al desconocimiento del modelo en sí como de los eventos que se consideran.
4. La aplicación realizada nos muestra que pese a tener un LCR que en todos los escenarios se encuentra por encima de un 80%, nuestro ratio propio nos hace pensar que la liquidez de que disponemos en algunos escenarios no va a ser suficiente para afrontar el futuro inmediato.
5. El coeficiente de liquidez planteado en la aplicación como un ratio realista de las necesidades de liquidez simplificadas a sufrido caídas hasta terminar en valores inferiores al 10%, lo que hace plantearse si análisis realistas serán necesarios para asegurar los ratios de liquidez de las entidades financieras.
6. La aplicabilidad de la metodología requiere un análisis profundo de los eventos y modelos que se deben añadir en la simulación. Las trayectorias resultantes con probabilidades más altas o efectos más adversos, son las que deben analizarse para una toma de decisiones de las acciones correctoras.



Referencias

- Basilea III: Marco internacional para la medición, normalización y seguimiento del riesgo de liquidez. Diciembre 2010.
- Basilea III: Coeficiente de cobertura de liquidez y herramientas de seguimiento del riesgo de liquidez. Comité de supervisión de banca. 2013
- Fault Tree Handbook with Aerospace Applications. NASA Office of Safety and Mission Assurance 2002..
- J.M Izquierdo. TSD, a SCAIS suitable variant of the SDTPD. Safety, Reliability and Risk Analysis: Theory, Methods and Applications. ESREL 2008
- J.A Yanes y J. M. Tarriba. De la función de riesgos: Una aproximación a los riesgos del balance
- Monique Jeanblanc. Default-risky bond prices with jumps, liquidity risk and incomplete information · Stoyan Valchev. Springer-Verlag 2007.
- Pierre Collin-Dufresne and Vyacheslav Fos. Insider Trading, Stochastic Liquidity and Equilibrium Prices. May 2012.