



RECUADRO II.2

Análisis de redes aplicado al Sistema LBTR

En las economías modernas las transferencias de dinero entre instituciones financieras se realizan a través de Sistemas de Pagos de Alto Valor (SPAV), que mediante plataformas tecnológicas que operan bajo exigentes estándares de regulación, permiten que las transacciones se lleven a cabo de manera eficiente, segura y sin interrupciones. Desde el punto de vista de los bancos centrales, los SPAV tienen implicancias sobre la implementación de la política monetaria y la promoción de la estabilidad financiera. En Chile, el SPAV más importante corresponde al Sistema de Liquidación Bruta en Tiempo Real (Sistema LBTR) y es regulado, administrado y operado por el BCCh.

Los sistemas LBTR reducen al mínimo el riesgo de liquidación, pues el pago solo se transfiere si el participante pagador cuenta con suficientes fondos en la cuenta corriente que mantiene para estos efectos en el banco central. Sin embargo, al requerir de dinero líquido en el corto plazo, son sistemas que generan exposiciones a riesgos de liquidez: el participante no podrá liquidar un pago si no cuenta con los fondos, a pesar de que pudiese contar con ellos en una fecha posterior. En la medida que ese pago sea de mayor valor y resulte relevante para un mayor número de participantes destinatarios, aumenta el riesgo para la estabilidad del sistema financiero y de la economía en su conjunto. Por esta razón, los bancos centrales en el mundo, incluyendo el BCCh, operan directamente los Sistemas LBTR y proveen un conjunto de herramientas que tradicionalmente permiten a sus participantes gestionar adecuadamente sus riesgos de liquidez^{1/}. En este contexto, surge para los bancos centrales el análisis de redes como una herramienta relevante para orientar su gestión en este ámbito. Este Recuadro revisa la aplicación de este tipo de ejercicios al sistema bancario local y sus posibilidades de desarrollo hacia el futuro.

Si un participante no cumple con sus pagos puede afectar directamente la liquidez disponible de las contrapartes del SPAV que esperaban recibirlos. En el extremo, lo anterior podría generar un shock de liquidez en el sistema de pagos de alto valor que podría llegar a entorpecer o estancar temporalmente la cadena de pagos. Basado en su potencial de generar estrés de liquidez en el Sistema LBTR, ya sea por la liquidez que aportan a otras entidades o por su grado de conectividad en ese sistema de pagos, se puede decir que en la red de pagos existen participantes de mayor incidencia o de mayor importancia relativa en la red. En este sentido, los participantes con mayor potencial de generar estrés son aquellos que proveen más liquidez al Sistema LBTR, a un mayor número de contrapartes.

Entre los participantes de un Sistema LBTR se conforma una red de pagos en la cual se producen interacciones relevantes para entender la importancia relativa de los mismos. El

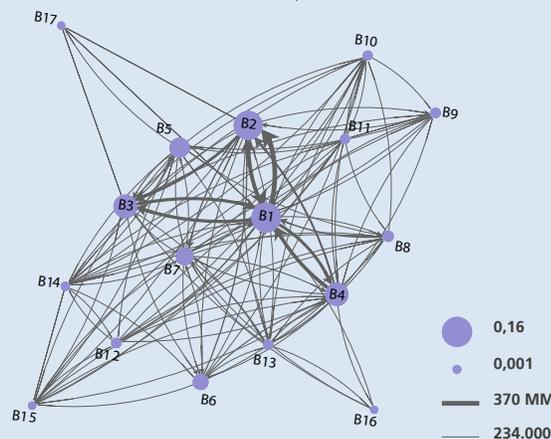
^{1/} A las entidades participantes del Sistema LBTR se les exige contar con sistemas de gestión de riesgo robusto para prevenir y mitigar este tipo de riesgos. Por su parte el BCCh dispone de una serie de mecanismos para mitigar el riesgo de liquidez en el Sistema LBTR, entre estos: facilidades de liquidez a participantes a través de préstamos con y sin intereses, posibilidad de mantener pagos en fila de espera ante la indisponibilidad de fondos temporal, acceso a información sobre saldos y movimientos, liquidación de pagos con el BCCh en horarios favorables a la gestión de los bancos (abonos al inicio del día y débitos al cierre, lo que permite a los participantes contar con más fondos durante el horario de apertura), posibilidad de usar fondos de encaje durante el día para liquidar operaciones (permitiendo cumplir el requisito depositándolos al fin del ciclo), entre otros mecanismos definidos en la normativa que regula el Sistema LBTR.



análisis de redes permite identificar a participantes con mayor importancia relativa en el sistema de pagos, a través de la construcción de indicadores que consideran tanto el valor de los pagos que el participante transfiere al sistema, como el grado de alcance de estos, medidos a través del Índice de Valor y el Índice de Cercanía, respectivamente, entre otras métricas de relevancia^{2/}. Mientras el Índice de Valor da cuenta de la proporción que tiene el valor de los pagos hechos por un banco con respecto al total de pagos liquidados en el Sistema LBTR, el Índice de Cercanía, cuantifica el número de nodos (bancos) existentes entre el banco que realiza el pago con respecto al resto de los participantes del sistema, lo cual permite visualizar el grado de conexión del banco, respecto al resto de la red^{3,4/}.

Bajo esta aproximación, es posible construir un Índice de Importancia Relativa (IIR) en el Sistema LBTR, el cual se puede representar como el producto entre el Índice Valor y el Índice de Cercanía^{5/}. La posición de los participantes en la red de acuerdo a su IIR se puede visualizar en la Figura II.1. Adicionalmente, se puede notar que el grosor de los arcos es proporcional al valor total de los pagos transferidos de un banco a otro.

FIGURA II.1 RED DE PAGOS DEL SISTEMA LBTR
(Índice de Importancia Relativa (IIR) en el Sistema LBTR para un día)



Fuente: Sistema LBTR.

(*) Bi corresponde al Banco i participante del Sistema LBTR. Grosor de arcos varía de acuerdo a montos liquidados.

^{2/} La literatura relevante ofrece una serie de herramientas adicionales que permiten abordar este mismo tipo de análisis, e.g. índices LSI (Liquidity Spreading Index), modelo de Conway, Índices de Velocidad de Contagio, estudio de *clusters*, entre otras. Asimismo, existen otro tipo de análisis que abordan el estudio de la red de pagos como un todo y no a nivel participante (e.g. índice de densidad, reciprocidad, diámetro, distancia promedio, entre otros).

^{3/} La distancia corresponde a la cantidad de conexiones que separa a un banco de otro. Ej. Si durante el día el Banco 1 transfiere un pago al Banco 2, y el Banco 2 al Banco 3, las distancias del Banco 1 al 2 y al 3, corresponde a 1 y 2, respectivamente.

^{4/} Para todo banco i, los índices de valor y cercanía (IV y IC respectivamente) corresponden a:

$$IV_i = \frac{\text{Pagos liquidados por Banco } i}{\text{Pagos totales liquidados en el Sistema}} \quad IC_i = \frac{1}{D_i} \frac{1}{n-1}$$

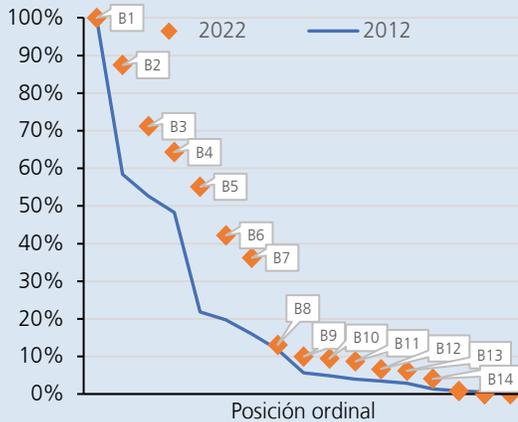
Donde D_i es distancia promedio entre Banco i y el resto de los participantes, I_i es cantidad de participantes con los que el Banco i se conecta de manera directa o indirecta, y n equivale al número de participantes de la red.

^{5/} Se observa una aplicación similar de esta metodología en el documento "Topology of the Hungarian Payment System" (Banco de Hungría, 2006). Entre otras investigaciones que analizan la importancia de los bancos sistémicos en los SPAV locales desde un análisis de red encontramos Baek et. al (2014), Soramäki et al. (2007), Becher et al (2008), Pröpper et al. (2009), Boss et al. (2009) y Embree and Roberts (2009).



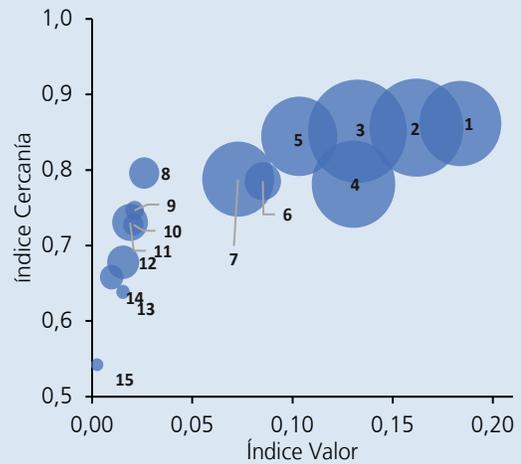
El IIR en el Sistema LBTR mejora su distribución en el tiempo. El Gráfico II.20 muestra cómo se distribuye el IIR entre los distintos participantes del Sistema LBTR, ordenando de manera descendente los bancos de mayor a menor índice, valorando al banco 1 como el 100% y al resto como una proporción de este. En 2012 el banco que registraba un mayor IIR (banco 1), se encontraba considerablemente distante del banco que ocupaba la segunda posición (banco 2), en tanto el IIR del banco 2 resultó equivalente a un 58% del IIR del banco 1. Sin embargo, esta distancia se acorta sustancialmente en 2022, cuando el IIR del banco 2 alcanzó a un 87% del IIR del banco 1.

GRÁFICO II.20 DISTRIBUCIÓN ÍNDICE DE IMPORTANCIA RELATIVA 2022 Y 2012
(proporción de índice Banco 1)



(*) Bi corresponde al Banco i participante del Sistema LBTR.
Fuente: Banco Central de Chile.

GRÁFICO II.21 ÍNDICES EN RELACIÓN CON ACTIVOS TOTALES
(stock de activos para un mes del año 2022)



(*) Nro. i corresponde al Banco i participante del Sistema LBTR.
Fuente: Banco Central de Chile y CMF.

Este cambio en la distribución del IIR sugiere que el Sistema LBTR es una red pagos en la cual se ha tendido a reducir la concentración del riesgo de liquidez. Lo anterior, porque este riesgo se distribuye en un mayor número de participantes con niveles similares de IIR. Asimismo, en el periodo analizado se aprecia un mayor número de interconexiones, lo cual puede ser considerado como un factor de resiliencia adicional por cuanto la escasez de liquidez derivada de la indisponibilidad de un participante puede ser provista por el resto. En parte de la literatura revisada, esto último se contrapone a la posibilidad de que un mayor número de interconexiones pudiera también implicar un mayor riesgo de propagación en la red frente a problemas en un participante.

La magnitud de los índices de valor y de cercanía en general se relaciona con el tamaño de los bancos, medido de acuerdo al valor de sus activos, si bien se identifican excepciones. Son estas excepciones las que resultan especialmente interesantes de identificar a través de la metodología propuesta en este Recuadro, pues es posible advertir la importancia relativa de entidades respecto de su incidencia para el sistema de pagos, más allá de las métricas más comunes como los activos totales de los bancos. Por ejemplo, en el Gráfico II.21, es posible apreciar que los bancos ubicados en el cuadrante superior derecho son también los bancos de mayor tamaño, con la excepción del banco 7 que, si bien presenta un tamaño superior al banco 5, cuenta con un Índice de Valor menor, ubicándose en el cuadrante superior izquierdo. Lo contrario ocurre con el banco 6, cuyo tamaño



es aproximadamente equivalente a los bancos 8, 10 y 12 y, sin embargo, posee índices mayores, destacando su mayor Índice de Valor que es más de 3, 4 y 6 veces el de estos bancos de tamaño similar.

Identificar a los participantes de mayor importancia relativa en la red de pagos del Sistema LBTR es relevante para orientar el seguimiento de los flujos de pagos entre participantes.

La identificación adecuada de estos participantes puede constituir una herramienta adicional para el BCCh para el monitoreo y la gestión del riesgo de liquidez en el Sistema LBTR, anticipándose a las necesidades de liquidez que genere la indisponibilidad de algún participante. Asimismo, también podría proveer de una herramienta adicional para el análisis e identificación de los bancos sistémicos locales^{6/}. Metodologías como el análisis de redes son bastante útiles para alcanzar este objetivo, pues consideran tanto las características del participante como su relación con los otros participantes de la red. Se espera en próximos informes profundizar en el análisis de los resultados obtenidos, por ejemplo, desde la perspectiva de los principales factores que explican la importancia relativa de los bancos en la red, diferentes del tamaño de sus activos.

^{6/} La importancia sistémica de los bancos es evaluada en Chile por la CMF con la opinión favorable del BCCh siguiendo recomendaciones del BIS y de acuerdo a lo establecido en la LGB (Capítulo 21-11, de su Recopilación Actualizada de Normas). Esta evaluación comprende cuatro factores (tamaño, sustituibilidad, interconexión y complejidad), cada uno de los cuales se construye en base a un número adicional de sub factores. El análisis presentado en este Recuadro se relaciona con la dimensión de sustituibilidad.