

Borradores de ECONOMÍA

Las transferencias compensadas
por ACH Colombia: Un análisis
desde la perspectiva de topología
de redes

Por: Fabio Ortega
Carlos León

Núm. 990
2017



tá - Colombia - Bogotá - Colombia - Bogotá - Colombia - Bogotá - Colombia - Bogotá - Colombia - Bogotá - Colombia - Bogotá - Col

Las transferencias compensadas por ACH Colombia: Un análisis desde la perspectiva de topología de redes¹

Fabio Ortega²

Carlos León³

Resumen

Este documento tiene como objetivo construir, visualizar y examinar las redes de transferencias compensadas por ACH Colombia –la infraestructura financiera que compensa y liquida la mayor cantidad y valor de las transferencias electrónicas al por menor ordenadas por personas naturales y jurídicas en Colombia. Encontramos que las redes de transferencias compensadas por ACH Colombia son atípicas frente a aquellas comúnmente documentadas en la literatura sobre redes financieras: son densas, homogéneas en la distribución de las conexiones, y con altos niveles de reciprocidad y transitividad. La función de las instituciones financieras como procesadores de órdenes de pago determina esta tipología. Sin embargo, existe una distribución heterogénea de los valores de las transferencias, la cual se relaciona con el tamaño por activos y por número de clientes de las instituciones financieras participantes. Los resultados son útiles para entender de mejor manera el funcionamiento de las ACH y de otros sistemas de pago de bajo valor.

Palabras clave: topología de redes, infraestructura financiera, transferencias electrónicas

Códigos JEL: L14, E42, G21.

¹ Las opiniones y conclusiones en este artículo son de responsabilidad exclusiva de los autores, y no representan aquellas del Banco de la República o de su Junta Directiva. Agradecemos los comentarios de Pamela Cardozo, Clara Machado, Aura María Ciceri, Constanza Martínez, Freddy Cepeda, Carlos Cadena y Javier Miguélez. Agradecemos la colaboración brindada por ACH Colombia para la realización de este artículo. Los errores son exclusivamente de los autores.

² Departamento de Seguimiento a la Infraestructura Financiera, Banco de la República; fortegca@banrep.gov.co; Banco de la República, Carrera 7 #14-78, Bogotá, Colombia; Tel.+57 1 3430731. [autor para correspondencia]

³ Departamento de Seguimiento a la Infraestructura Financiera, Banco de la República; CentER, Tilburg University; cleonrin@banrep.gov.co / carlosleonr@hotmail.com. Banco de la República.

Introducción

Las cámaras de compensación automatizada o ACH (por su sigla en inglés, *automated clearing house*) son sistemas que permiten a personas naturales o jurídicas extinguir obligaciones o adquirir bienes y servicios a través de la compensación y liquidación de transferencias electrónicas de dinero entre instituciones financieras. Pese a que estos sistemas son considerados como de pagos de *bajo valor*⁴ o *al por menor* por la baja urgencia y cuantía de sus transferencias, su seguro y buen funcionamiento contribuye a mantener la confianza del público en la moneda y a promover una economía eficiente, y, por tanto, inciden en el bienestar de la población. Tal como lo resalta el Banco Central Europeo (ECB, 2010), mecanismos seguros y confiables para la transferencia de fondos son una condición *sine qua non* para la mayoría de las interacciones económicas.

En atención a la importancia de los pagos electrónicos de bajo valor, en particular a la de aquellos compensados y liquidados por las ACH, este documento se ocupa de construir, visualizar y examinar las redes de transferencias compensadas por ACH Colombia. Para el caso colombiano, esta *infraestructura financiera*⁵ se encarga de compensar y liquidar la mayor cantidad y valor de las transferencias electrónicas entre instituciones financieras que resultan de las órdenes de pago impartidas por las personas naturales y jurídicas. Y, como se reporta en León y Pérez (2014), ACH Colombia es la tercera infraestructura financiera en importancia como distribuidor global de liquidez en el sistema de pagos colombiano.

La construcción y visualización de las redes de transferencias entre instituciones financieras que participan en ACH Colombia se realiza con base en información mensual reportada por dicha infraestructura financiera para el periodo 2014-2015. Para examinar las redes construidas se utilizan conceptos y medidas propias del análisis redes (Börner et al., 2007, Newman, 2010). Este examen nos permite describir las principales características de

⁴ Se consideran pagos de *alto valor* aquellos cuyo importe o valor es grande, que se intercambian principalmente entre bancos o entre participantes de los mercados financieros, y que suelen requerir una liquidación rápida. Se consideran pagos de *bajo valor* o *al por menor* aquellos que no están incluidos en la definición de pagos de alto valor, entre instituciones no financieras, que corresponden principalmente a pagos de consumo, cuya urgencia y valor son relativamente bajos (BIS-CPSS, 2003, ECB, 2010).

⁵ La denominación de *institución financiera* comprende los establecimientos de crédito (e.g. bancos), comisionistas de bolsa, fondos de pensiones y cesantías, y fiduciarias. Las *infraestructuras financieras* corresponden a los sistemas multilaterales que proveen servicios de negociación, compensación, liquidación, registro y compresión –entre otros- para las transacciones entre instituciones financieras.

estas redes, así como interpretarlas y contrastarlas con los hechos estilizados documentados en la literatura relacionada.

El principal hallazgo consiste en una clara divergencia con respecto a las características típicas de las redes financieras, tales como las reportadas por Boss et al. (2004), Inaoka et al. (2004), Soramäki et al. (2007), Cepeda (2008), Nier et al. (2008), Pröpper et al. (2008), Haldane (2009), Bech y Atalay (2010), Martínez-Jaramillo et al. (2014), León y Berndsen (2014) y Hüser et al. (2015). Entre las principales divergencias se destaca que las redes de ACH Colombia son particularmente densas, con una gran cantidad de conexiones entre los participantes; homogéneas, con todos los participantes compartiendo un número muy similar de contrapartes; de alta reciprocidad, con una alta incidencia de conexiones de doble vía entre los participantes; y con altos niveles de agrupamiento, con una alta frecuencia de relaciones transitivas entre los participantes. Pero, en contraposición a la distribución homogénea de las conexiones, la distribución de las conexiones ponderadas (i.e. el valor compensado) es heterogéneo.

La divergencia de nuestros hallazgos frente a los hechos estilizados de la literatura de redes financieras es consecuencia de la naturaleza de las transferencias que se compensan y liquidan las ACH. Estas transferencias son el resultado de órdenes de pago impartidas por terceros, en las que las instituciones financieras cumplen una función de procesamiento, sin que estas últimas tengan la posibilidad de elegir con qué contrapartes interactúan.

Nuestros hallazgos son valiosos para la literatura de redes financieras porque gran parte de ésta se ocupa de casos en los cuales las instituciones financieras tienen discrecionalidad para elegir sus contrapartes. Ante el riesgo de contraparte, dicha discrecionalidad resulta en un proceso de conexión preferente (Barabási & Albert, 1999), el cual determina las principales características de las redes financieras (ver León & Berndsen, 2014), entre las que se destaca su estructura *robusta pero frágil* (ver Haldane, 2009). A ese respecto, son pocos los casos en los que se ha examinado y documentado las características de redes financieras en las que no existe discrecionalidad por parte de las instituciones financieras. De acuerdo con nuestra revisión de la literatura, no existen estudios sobre la estructura conectiva de las redes de las ACH, las cuales se enmarcan dentro de aquellas en las que las instituciones financieras no tienen discrecionalidad para elegir a sus contrapartes. Por tanto, nuestro

trabajo es un aporte a la literatura de redes financieras, en especial por la dificultad de obtener información detallada sobre las transferencias entre instituciones financieras originadas en la compensación y liquidación de pagos de bajo valor.

1. Las cámaras de compensación automatizada (ACH)

El Banco de Pagos Internacionales (BIS-CPSS, 2003) define a las ACH como sistemas de compensación electrónica en las que órdenes de pago son intercambiadas entre instituciones financieras, principalmente a través de medios magnéticos o redes de telecomunicación. McAndrews (1994) define las ACH como sistemas electrónicos que conectan bancos para que puedan transferir fondos entre cuentas en bancos diferentes, diseñados para pagos repetitivos de valor reducido, tales como pagos de nómina, primas de seguros, y pagos de servicios públicos.

La historia de las ACH se remonta a finales de los sesenta, cuando las asociaciones de cámaras de compensación de San Francisco y Los Ángeles estudiaron la posibilidad de crear una cámara de compensación electrónica. Desde los setenta la Reserva Federal de los Estados Unidos apoyó esta iniciativa privada al operar la mayoría de las ACH (McAndrews, 1994). Inicialmente, las ACH hicieron parte del esfuerzo del gobierno de Estados Unidos para dispersar electrónicamente el creciente número de pagos gubernamentales, como los de la seguridad social (Bradford et al., 2003). Hoy en día los pagos compensados y liquidados en las ACH suelen incluir aquellos de las empresas hacia sus proveedores; los pagos de la seguridad social; los salarios; el pago de facturas; y la distribución de intereses y dividendos, entre otros. Dada la creciente importancia de las nuevas tecnologías de pagos, se prevé que las ACH aumentarán su importancia al interior de los sistemas de pagos (Pauget, 2016).

Según NACHA (2002), FRB (2003) y ACH Colombia (2016), la compensación y liquidación a través de las ACH resulta en i) la optimización de los procesos de pagos y recaudos de las empresas; ii) la disminución de costos y trabajo operativo; iii) la reducción del proceso en el manejo de efectivo o cheques; iv) la mitigación del riesgo en las operaciones financieras; v) una mayor facilidad para las empresas en el intercambio de dinero y datos; y vi) una mejor definición de tiempos de liquidación, entre otros.

El seguro y eficiente funcionamiento de las ACH es importante para las autoridades financieras, por dos razones principales. Primero, sistemas de pago eficientes y seguros contribuyen a que la economía funcione sin problemas y, segundo, pagos eficientes y seguros refuerzan la confianza del público en el sistema monetario del país (Sullivan, 2012). Por lo anterior, pese a que el riesgo sistémico se relaciona usualmente al funcionamiento seguro y eficiente de los sistemas de pago de alto valor, las autoridades financieras deben también propender por el seguro y eficiente funcionamiento de los sistemas de pago de bajo valor (e.g. las ACH), ya que esto contribuye a mantener la confianza del público en el sistema de pagos y la moneda, así como a promover una economía eficiente (ECB, 2003, Cirasino & García, 2008, ECB, 2010, Hasan et al., 2013). En ese sentido, tal como resalta Cirasino y García (2008), existe un creciente consenso en considerar los principales sistemas de pago de bajo valor como importantes para el sistema en su conjunto.

1.1. Las transferencias electrónicas de fondos como instrumento de pago de bajo valor

Los instrumentos de pago facilitan la actividad comercial y, consecuentemente, inciden en el bienestar de la población⁶. Una clasificación y definición de los diferentes instrumentos de pago, según el tipo de liquidación, se presenta en el Cuadro 1.

Los instrumentos de pago electrónicos se utilizan con el propósito de transmitir órdenes de transferencia de fondos. En el caso de las transferencias electrónicas, estas se realizan entre las cuentas que el pagador y el beneficiario tienen en instituciones financieras, con el objetivo de realizar una contraprestación por los bienes y servicios otorgados por este último, la extinción de una obligación dineraria, o la transferencia de recursos en sí misma.

⁶ *Instrumentos de pago* son aquellos elementos con los que se imparten instrucciones de movilización de pasivos bancarios o medios de pago, entre los que se cuenta el efectivo, tarjetas crédito o débito, cheques y transferencias electrónicas. *Medios de pago* son aquellos activos que se consideran dinero de curso legal con poder liberatorio ilimitado para la extinción de obligaciones, tales como el efectivo y depósitos en cuentas bancarias.

| Tipo de Liquidación ^a | Instrumento de pago | Definición |
|----------------------------------|---------------------------|--|
| Física | Efectivo | Billetes y monedas en circulación |
| | Cheques | Título valor mediante el cual el librador (pagador) ordena a su entidad bancaria el pago de una determinada cantidad de dinero a un beneficiario |
| | Tarjetas | |
| <i>Débito</i> | | <i>Descuenta los recursos directamente de la cuenta de ahorro o corriente del titular de la tarjeta</i> |
| <i>Crédito</i> | | <i>Descuenta los recursos directamente del cupo de crédito del titular de la tarjeta</i> |
| Electrónica | <i>Prepago</i> | <i>Almacena un determinado valor, el cual ha sido cancelado previamente ante el emisor de la tarjeta</i> |
| | | Órdenes de pago realizadas desde la cuenta que el pagador tiene en una institución financiera hacia aquella del beneficiario |
| | <i>Débito</i> | <i>Órdenes pre-autorizadas por el pagador, originadas por el beneficiario del pago a través de su institución financiera</i> |
| | <i>Crédito</i> | <i>Órdenes originadas por el pagador a través de su institución financiera</i> |
| | <i>Giros</i> ^b | <i>Pago al por menor, persona a persona, que permite enviar fondos sin una relación bancaria tradicional</i> |

Cuadro 1. Principales instrumentos de pago y su definición. ^a Corresponde a su clasificación de acuerdo con el tipo de liquidación (finalización), ya sea física (i.e. intercambio de efectivo) o electrónica (i.e. a través de mensajes de datos). ^b Bradford et al. (2003) consideran los *giros* como un instrumento de pago; en Colombia, pese a que aún no se tipifican como tal, son utilizados para transferir dinero o para la adquisición de bienes y servicios. Con base en Bradford et al. (2003), Banco de la República (2013) y Ortega y Ciceri (2014).

Dado que el principal objetivo de este documento es la caracterización de las redes de transferencias entre instituciones financieras compensadas por ACH Colombia, a continuación (Cuadro 2) se enumeran y describen los agentes que participan en el proceso de transferencias electrónicas.

| Agente | Tipo de agente | Descripción |
|--|----------------------------|--|
| Originador | Persona natural o jurídica | Se compromete a iniciar la instrucción de pago en cumplimiento de un acuerdo establecido con el receptor |
| Institución financiera originadora (IFO) | Institución financiera | Recibe la instrucción de pago del originador, y la reenvía en línea o en un lote de operaciones al operador de la ACH; registra los movimientos (débitos o créditos) en las cuentas del originador |
| Operador de la ACH | Infraestructura financiera | Empresa, privada o pública (e.g. banco central), que almacena, procesa, compensa y liquida las instrucciones de pago recibidas de una IFO |
| Institución financiera receptora (IFR) | Institución financiera | Recibe la instrucción de pago del operador de la ACH; registra los movimientos (débitos o créditos) en las cuentas del (receptor) |
| Receptor | Persona natural o jurídica | Autoriza previamente al originador para iniciar la instrucción de pago, la cual, como resultado final del proceso, podría acreditar o debitar su cuenta |

Cuadro 2. Participantes en las transferencias electrónicas compensadas y liquidadas por una ACH.

En cuanto a las transferencias electrónicas que se compensan y liquidan en una ACH, existen dos tipos de instrucciones de pago: las transferencias crédito y las transferencias débito. El Diagrama 1 presenta, de manera simplificada, el flujo de órdenes de pago y de transferencia de fondos de que consta una transferencia electrónica crédito (panel a.) y débito (panel b.) entre dos personas con cuentas en dos instituciones financieras diferentes⁷; en el Anexo D se presenta el proceso completo, el cual incluye la compensación y liquidación entre varias instituciones financieras.

El originador de una transferencia crédito (i.e. el pagador) inicia una instrucción de pago con el fin de transferir fondos desde su cuenta hacia la cuenta de un receptor (i.e. el beneficiario). En este caso, el originador envía una instrucción de pago a la institución financiera originadora (IFO), la cual es luego recibida y procesada por la ACH y, finalmente por la institución financiera receptora (IFR) del receptor. Posteriormente, los fondos pasan de la institución financiera originadora a la receptora (flecha continua en el panel a.); es decir, en la transferencia crédito las instrucciones de pago y los fondos fluyen en el mismo sentido –desde el originador hacia el receptor. Son transferencias crédito típicas las instrucciones iniciadas por el cliente (e.g. pago de facturas); el pago a proveedores; los pagos de

⁷ Si las dos personas tienen cuentas en la misma institución financiera es posible realizar la compensación y liquidación al interior de dicha institución –sin la intervención de una ACH.

dividendos; los pagos de intereses; los pagos de nóminas; pagos de pensiones; y pagos de la seguridad social.

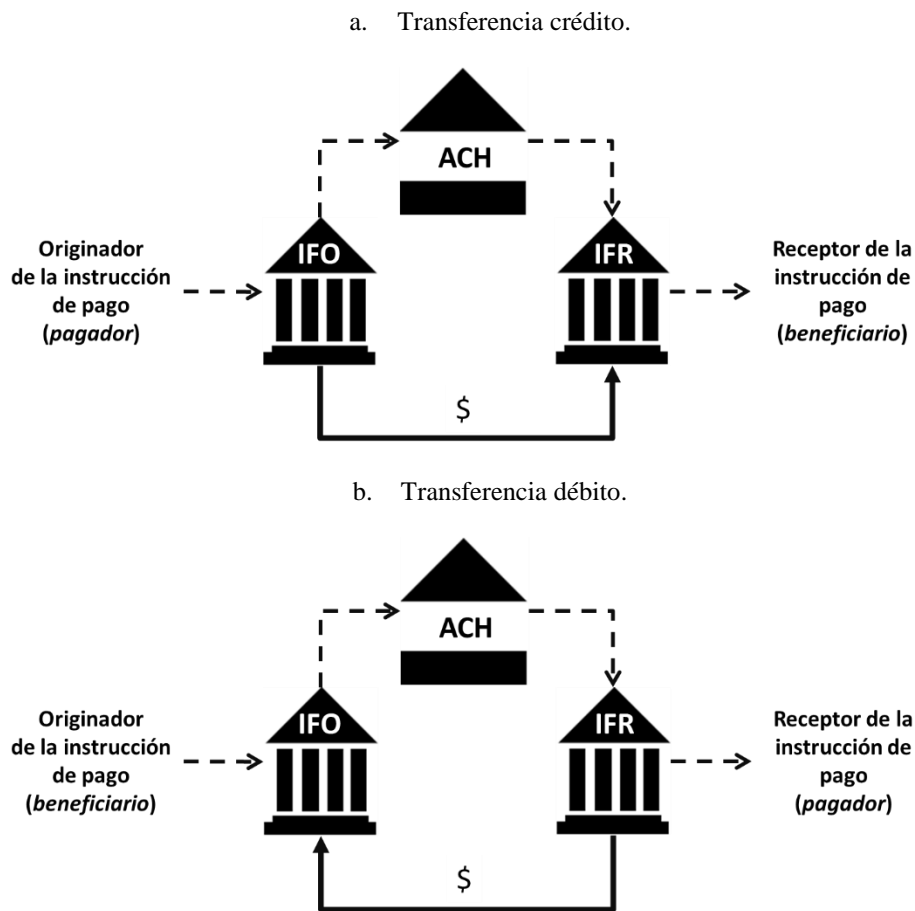


Diagrama 1: Transferencia crédito (panel a.) y débito (panel b.) simplificadas (dos personas, dos instituciones financieras). Las flechas discontinuas corresponden a las instrucciones entre los agentes, mientras que las flechas continuas corresponden al flujo de dinero. En ambos casos una persona natural o jurídica (i.e. el originador) envía una instrucción de pago a la institución financiera originadora (IFO) en la que tiene una cuenta, la cual es posteriormente recibida y procesada por la ACH y, finalmente por la institución financiera receptora (IFR) en la cual el receptor (i.e. persona natural o jurídica) tiene una cuenta. En el caso de la transferencia crédito los fondos pasan de la institución financiera originadora a la receptora (flecha continua), y esta última abona los fondos en la cuenta del receptor de la instrucción de pago (beneficiario); en el caso de la transferencia débito, los fondos pasan de la institución financiera receptora de la instrucción de pago a la originadora (flecha continua en sentido inverso), y esta última abona los fondos en la cuenta del originador (beneficiario).

Por el contrario, en la transferencia débito el originador (i.e. el beneficiario) inicia una instrucción de pago con el fin de recibir fondos en su cuenta, provenientes de la cuenta del receptor de la instrucción de pago (i.e. el pagador), quien previamente ha autorizado dicho pago. En este caso, como se presenta en el panel b. del Diagrama 1, una persona natural o

jurídica (i.e. el originador) envía una instrucción de pago a la institución financiera originadora (IFO), la cual es posteriormente recibida por la ACH y, finalmente por la institución financiera receptora (IFR) de la persona natural o jurídica (i.e. el receptor). Luego del proceso de compensación y liquidación (ver Anexo D), los fondos pasan de la institución financiera receptora a la originadora (flecha continua en el panel b. del Diagrama 2); es decir, en una transferencia débito el flujo de fondos va en sentido inverso al flujo de instrucción de pago. Son transferencias débito típicas las cuotas de asociación; el pago de seguros; las instrucciones iniciadas por una empresa prestadora de servicios (e.g. recaudo de facturas); las hipotecas; y el pago de préstamos a plazo.

1.2. ACH Colombia

En Colombia operan dos cámaras de compensación automatizadas: ACH Cenit y ACH Colombia. La primera, cuya propiedad y administración recae en el banco central (Banco de la República), sirve principalmente para canalizar los giros y pagos efectuados por la Nación a los entes territoriales. La segunda es administrada por una empresa privada que lleva su mismo nombre, de la cual son creadores y accionistas entidades del sector financiero⁸.

El principal participante de ACH Cenit es la Dirección General de Crédito Público y del Tesoro Nacional del Ministerio de Hacienda y Crédito Público, que realizó cerca del 84,56% del valor total de los pagos en el año 2015. De otra parte, 21 instituciones financieras participaron en ACH Colombia en el periodo 2014-2015. De esas instituciones financieras, 20 son establecimientos de crédito (Bancolombia, Bancoomeva, HSBC Colombia, Banco Agrario, Banco AV Villas, Banco BBVA, Banco de Bogotá, Banco Caja Social BCSC, Banco Citibank, Banco Colpatria, Banco Cooperativo Coopcentral, Banco Corpbanca, Banco Davivienda, Banco Falabella, Banco GNB Sudameris, Helm Bank, Banco de Occidente, Banco Pichincha, Banco Popular y Banco Procredit), y la restante es un fondo de pensiones y cesantías (Skandia Pensiones y Cesantías).

⁸ Según reporta BIS-CPSS (2012), en el caso de Estados Unidos existe una división similar, en la cual coexisten dos operadores, la Reserva Federal (i.e. el banco central) y un operador privado (Electronic Payments Network – EPN). En Alemania el único operador de ACH es el Deutsche Bundesbank (i.e. el banco central). En el caso colombiano existen limitaciones para que las personas naturales y jurídicas escojan a través de cual ACH se compensará y liquidará su transferencia.

Durante 2015 el número promedio diario de operaciones compensadas por ambas ACH ascendió a 655.971, de las cuales 611.228 (93,18%) se procesaron en ACH Colombia, y el restante (44.743 operaciones, 6,82%) en ACH Cenit (Banco de la República, 2016). Para el mismo año, el promedio diario del valor de las operaciones ascendió a 3,6 billones de pesos, de los cuales 2,88 billones de pesos (79,72%) se procesaron en ACH Colombia, y el restante (0,72 billones de pesos, 20,28%) en ACH Cenit. En el Gráfico 1 se presenta la evolución del valor y número de operaciones de estas dos ACH desde 2006 hasta 2015. La mayor contribución de ACH Colombia al número y valor de las operaciones compensadas, así como la concentración de ACH Cenit en la distribución de pagos de la Nación, justifican la selección de ACH Colombia como nuestro objetivo de análisis.

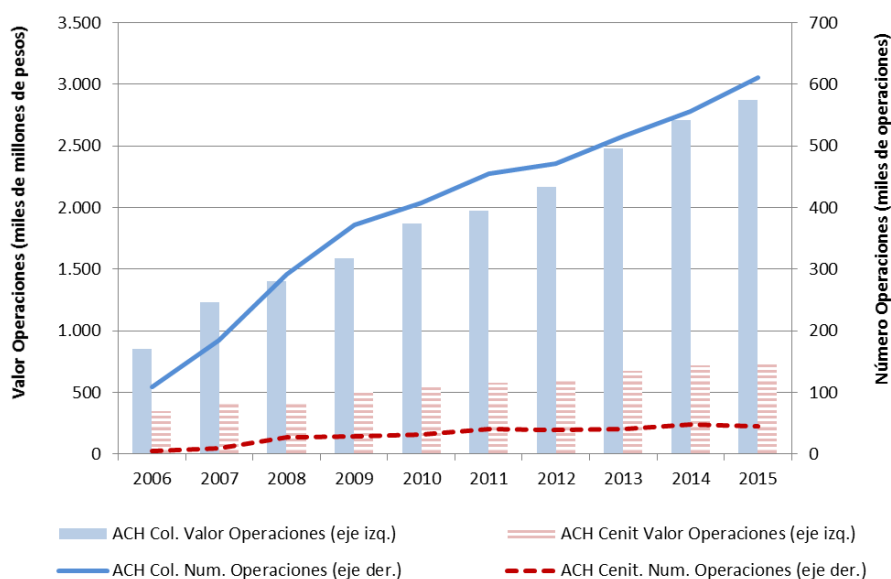


Gráfico 1. Evolución del promedio diario de valor y número de operaciones en ACH Cenit y ACH Colombia. El valor de las operaciones corresponde a pesos constantes de 2015. Con base en Banco de la República (2016).

Respecto de la utilización de las transferencias electrónicas en ACH Colombia, el 97% del valor total de dichas transferencias corresponde a pagos efectuados por empresas del sector real, típicamente por pago a sus proveedores. El 3% restante del valor corresponde a transferencias electrónicas ordenadas por personas naturales. De lo anterior se puede concluir que las personas jurídicas son aquellas que más pagos realizan a través de ACH Colombia.

ACH Colombia ocupa un lugar preponderante entre los sistemas de pago de bajo valor, que son aquellos que se encargan de la compensación y liquidación de las operaciones realizadas con los diferentes instrumentos de pago disponibles al público. Para 2015, según el Banco de la República (2016), el valor bruto promedio diario compensado por ACH Colombia durante 2015 (2,88 billones de pesos) representa el 58,06% del total de los sistemas de pago de bajo valor, seguido por la compensación de cheques por parte de Cedec (1,18 billones de pesos, 23,79%), ACH Cenit (0,72 billones de pesos, 14,52%), y las redes de pago con tarjetas crédito y débito (0,18 billones de pesos, 3,63%)⁹. En ese sentido, siguiendo a Cirasino y García (2008), ACH Colombia es importante para el sistema de pagos en su conjunto por cuanto contribuye de gran manera a facilitar las transacciones comerciales y entre personas, y por tanto puede tener un impacto significativo en la economía en general.

2. Análisis de redes financieras¹⁰

Una red, o grafo, representa las conexiones entre los elementos de un sistema. La representación más sencilla de una red es la *matriz de adyacencia*. Si n representa el número de vértices o participantes, la matriz de adyacencia A es una matriz cuadrada asimétrica de dimensiones $n \times n$, tal que el elemento A_{ij} cumple con

$$A_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{si existe una conexión que se dirige de } i \text{ hacia } j, \\ 0 & \text{en los demás casos.} \end{cases} \quad (1)$$

Resulta útil asignar número reales a las conexiones. En estos casos la red se conoce como *red ponderada*, cuya matriz de adyacencia contiene elementos W_{ij} . En el caso de redes financieras, las ponderaciones suelen corresponder al valor monetario de una transacción o una exposición entre dos instituciones participantes, o a su contribución porcentual al total de las mismas.

⁹ Redes de pago con tarjetas crédito y débito se refiere a Credibanco y Redeban. Se excluye de este cálculo los avances y retiros en efectivo en cajeros electrónicos.

¹⁰ El Anexo A presenta las fórmulas correspondientes a esta sección. Un lector interesado en ahondar en el análisis de redes puede consultar a Börner et al. (2007) y Newman (2010). Un lector familiarizado con los conceptos de análisis de redes puede obviar esta sección.

Respecto al sistema y sus elementos, existe un grupo de conceptos básicos que permiten su caracterización y comparación con otros. El concepto más sencillo es el de *grado* o *degree* (k_i), el cual corresponde al número de conexiones que se conectan al vértice o participante i . En redes dirigidas se calcula el número de conexiones entrantes o *grado de entrada* (k_i^{in}) y salientes o *grado de salida* (k_i^{out}). En el caso de una red ponderada se utiliza el concepto de *intensidad* o *strength* (s_i), el cual mide la suma de las conexiones ponderadas que corresponde al vértice i . En el caso de redes dirigidas se calcula la intensidad de entrada (s_i^{in}) e intensidad de salida (s_i^{out}).

Algunas medidas permiten determinar el patrón conectivo de la red en su conjunto. La medida más sencilla de dicho patrón es la *densidad* (d), la cual mide el nivel de cohesión de la red. La densidad de una red se calcula como el cociente entre el número de conexiones existente en la red (m) y el máximo número de conexiones posibles para una red de ese mismo tamaño (ver Anexo A). Por construcción, la densidad se encuentra limitada al rango $0 < d \leq 1$. Se utiliza el término *dispersa* (*sparse network*) para denotar a aquellas cuya densidad es muy inferior al límite superior ($d \ll 1$), y el término *densa* (*dense*) para aquellas que se aproximan a dicho límite ($d \sim 1$). Aquellas redes que tienen la densidad máxima $d = 1$ (i.e. el número de conexiones observadas es igual al número de conexiones posibles) se conocen como redes completas.

El estudio de la distribución de probabilidad del grado (\mathcal{P}_k) es también informativo sobre la estructura conectiva de la red. Dicha distribución proporciona un resumen de la conectividad de la red (Kolaczyk, 2009). Al igual que la densidad, el primer momento de la distribución o *grado promedio* (μ_k) mide la cohesión de la red, y se encuentra limitado al rango $0 < \mu_k < n - 1$. En el caso de una red dispersa el grado promedio es muy inferior al número de posibles contrapartes en la red ($\mu_k \ll n - 1$).

La mayoría de las redes de la vida real (e.g. redes sociales, de seres vivos, tecnológicas) se caracteriza por tener una distribución de sus conexiones con un prominente sesgo a la derecha. Este sesgo corresponde a que la mayoría de los vértices tienen un grado muy bajo, mientras que unos pocos tienen un grado muy alto, por lo que se puede afirmar que las conexiones se distribuyen de forma heterogénea (Bollobás et al., 2007). Luego del trabajo de Barabási y Albert (1999), por lo general, se supone que este sesgo en la distribución de las

conexiones de las redes de la vida real se aproxima a una distribución *power-law* o de *ley de potencia*. Este tipo de distribución sugiere que la probabilidad de observar un vértice con k conexiones sigue una forma de potencia como la que se presenta en (2), donde z es una constante arbitraria y γ_k se conoce como el exponente de la ley de potencia.

$$\mathcal{P}_k \propto z k^{-\gamma_k} \quad (2)$$

En el caso de las redes de la vida real, el exponente de la ley de potencia se encuentra en el rango $2 \leq \gamma_k \leq 3$, aunque valores ligeramente fuera de dicho rango también son observados ocasionalmente (Newman, 2010)¹¹. Este tipo de redes se conoce como *redes libres de escala* (*scale-free networks*). Esta denominación obedece a que en ese rango de valores del exponente γ_k es tal el sesgo de la distribución de las conexiones (i.e. pocos vértices con muchas conexiones, y muchos con pocas) que no existe un vértice típico o promedio, por tanto, no hay una escala característica de la red, es “libre de escala”. De acuerdo con la literatura (ver Cohen & Havlin, 2010, Newman, 2010), este tipo de redes, en las que la distribución de las conexiones es particularmente heterogénea, se caracteriza por ser robusta a la exclusión aleatoria de sus participantes (i.e. el participante promedio está poco conectado), pero frágiles ante la exclusión intencional de participantes bien interconectados.

Antes de los hallazgos de Barabási y Albert (1999) sobre la distribución libre de escala de las redes de la vida real se utilizaba el supuesto según el cual la distribución de las conexiones en las redes es homogénea, sin sesgo. Bajo este supuesto todos los vértices participan de manera aproximadamente equitativa de la distribución de las conexiones, en el que las colas de la distribución, a la derecha e izquierda de la media, siguen una función exponencial –de rápido decaimiento. Este tipo de distribución fue estudiado originalmente por Erdős y Rényi (1960), y las redes que siguen ese supuesto de homogeneidad se conocen también como redes aleatorias o de tipo Poisson. Según la literatura (ver Cohen & Havlin, 2010, Newman, 2010), el resultado de la exclusión intencional de participantes en este tipo de red no difiere cualitativamente de la exclusión aleatoria, lo cual resulta de la distribución homogénea de las conexiones. En el caso de las redes completas, en las que todos los vértices

¹¹ Muchas de las redes de la vida real presentan desviaciones con respecto al rango $2 \leq \gamma_k \leq 3$ por la naturaleza asintótica de esta distribución. Se utilizó la estimación por máxima verosimilitud de Clauset et al. (2009).

se interconectan entre ellos, la literatura afirma que son en extremo inestables (ver Simon, 1962, Anderson, 1999). El Gráfico 2 representa las diferencias entre las redes aleatorias y las libres de escala.

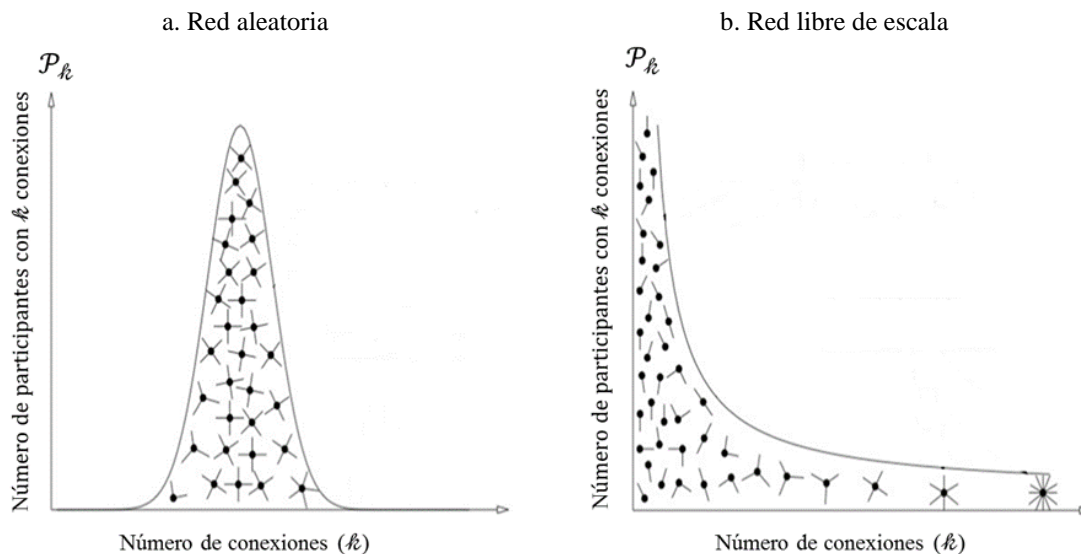


Gráfico 2. Red aleatoria y libre de escala. La distribución de las conexiones en la red aleatoria (panel a.) es simétrica, con colas que decaen rápidamente, con un número de conexiones promedio fácilmente discernible que permite caracterizar al participante típico de la red. La distribución de las conexiones de la red libre de escala (panel b.) presenta un fuerte sesgo, con una cola derecha que decae lentamente, en la que el promedio de conexiones no es representativo de la red; en la red libre de escala conviven muchos vértices poco conectados con pocos vértices muy conectados. Con base en Barabási (2003).

El origen de la distribución sesgada de las redes de la vida real ha sido discutido desde el trabajo de Barabási y Albert (1999). Es comúnmente aceptado que este tipo de redes surge como resultado de un proceso dinámico caracterizado por la existencia de incentivos a conectarse con vértices que cuentan con un mayor número de conexiones, conocido como proceso de *conexión preferente* (*preferential attachment*). En este tipo de proceso los participantes, nuevos o existentes, tienden a conectarse con aquellos que tienen un mayor número de conexiones, lo cual resulta en una dinámica en la que los más conectados tienden a conectarse más, propiciando así una distribución particularmente asimétrica del grado de conexiones.

Buena parte de la literatura sobre redes financieras coincide en que las conexiones entre instituciones financieras se distribuyen de manera sesgada (i.e. asimétrica), ya sea aproximándose a una distribución libre de escala (Boss et al., 2004, Inaoka et al., 2004, Soramäki et al., 2007, Bech & Atalay, 2010) u otro tipo de distribución sesgada de las

conexiones (Martínez-Jaramillo et al., 2014, Craig & von Peter, 2014, Fricke & Lux, 2014, 2015). En el caso colombiano se ha documentado la presencia de redes financieras que aproximadamente siguen la distribución libre de escala (Cepeda, 2008, León & Berndsen, 2014, León et al., 2016a). Y, por tanto, se ha caracterizado a las redes financieras típicas como *robustas pero frágiles* (ver Haldane, 2009, Hüser, 2015).

En el caso de las redes de instituciones financieras el proceso de conexión preferencial puede estar motivado por factores adicionales al número de conexiones de los participantes. Por ejemplo este proceso puede estar motivado por la eficiencia, tamaño, costos, importancia sistémica, poder de mercado, reputación, acceso al prestamista de última instancia, entre otros, que pueden influir en la búsqueda de contrapartes idóneas por parte de las instituciones financieras (León & Berndsen, 2014).

La literatura que documenta la presencia de redes financieras que se alejan de las redes libres de escala o de otras de distribución sesgada de las conexiones no es abundante, y corresponde a casos particulares. Por ejemplo, en plataformas transaccionales donde no se pueden identificar las contrapartes entre sí (i.e. un mercado anónimo o ciego) y donde no existen cupos que limiten la realización de transacciones, las características de la red tienden a ser aquellas de una red aleatoria (e.g. no dispersa, con $\gamma_k \gg 3$). Ese es el caso del Sistema Electrónico de Negociación (SEN) de deuda pública en Colombia, según se reporta en León et al. (2016b)¹². Otro ejemplo es el de las redes de instituciones financieras que realizan transacciones en nombre de terceros, como es el caso de la red de bancos liquidadores del sistema de pagos de alto valor del Reino Unido (Becher et al., 2008); los bancos liquidadores simplemente cumplen órdenes de pago de otras instituciones financieras, por lo que se asemeja a un mercado anónimo.

Además de la distribución sesgada de las conexiones, las redes de la vida real tienen otras características que han sido documentadas en la literatura (Newman, 2010). Son redes (i) de distancia geodésica media reducida, (ii), con coeficientes de agrupamiento (*clustering*)

¹² La literatura teórica sugiere que las redes de los mercados colateralizados también deben asemejarse a una red aleatoria (Babus, 2012, Afonso et al., 2013). Sin embargo, la evidencia empírica contradice dicha conjetura (King, 2008, Gorton & Metrick, 2012, Martínez & León, 2016, León & Sarmiento, 2016).

diferentes de cero, y (iii) con una correlación significativa del grado de conexiones de los vértices.

La distancia geodésica (g_{ij}) es la distancia más corta entre dos vértices en una red, medida en número de conexiones. A su vez, como se presenta en el Anexo A, la distancia geodésica media para el vértice i (ℓ_i), corresponde al promedio de g_{ij} calculado con respecto a todos los vértices j a los que puede acceder en la red (Newman, 2010). Así mismo, ℓ (sin subíndice) corresponde a la distancia geodésica media de la red, calculada como el promedio de la distancia geodésica para todos los vértices de la red. La distancia geodésica media de la red (ℓ) refleja la estructura global de ésta; depende de cómo se encuentra conectada la red, y no puede ser inferida de ninguna medida local (e.g. estimada para un participante) (Strogatz, 2003).

La distancia geodésica media (ℓ) de las redes aleatorias es reducida, y se incrementa lentamente con el número de participantes de la red; para redes aleatorias $\ell \sim \ln n$ (Newman et al., 2006). En ese sentido, como lo resaltan Albert y Barabási (2002), las redes aleatorias son de tipo *mundo pequeño* (*small-world*) porque, pese a que pueden alcanzar un gran número de participantes, por lo general existe un camino corto entre cualquier pareja de éstos. En el caso de las redes libres de escala la distancia geodésica media es aún más reducida. Tal como lo reporta Cohen y Havlin (2003), las redes libres de escala con $2 < \gamma_k < 3$ tienden a tener una distancia geodésica media que se incrementa muy lentamente con respecto al número de participantes ($\ell \sim \ln \ln n$). En ese sentido, dado que las redes aleatorias son de tipo mundo pequeño, Cohen y Havlin caracterizan a las redes libres de escala con $2 < \gamma_k < 3$ como *ultra-pequeñas*. Para redes completas ($d = 1$), en las que todos los participantes se pueden conectar directamente, la distancia geodésica media es igual a la unidad ($\ell = 1$); en el caso de redes muy densas ($d \sim 1$) la distancia geodésica media se aproxima a la unidad.

El *coeficiente de agrupamiento* (*clustering coefficient*) refleja la transitividad en la red. Mide la probabilidad de que dos participantes j y k que se conectan con i estén a su vez conectados entre sí. El coeficiente de agrupamiento (c) refleja la estructura local de la red, depende de las interconexiones que se producen al interior de grupos de la red, y por tanto mide cuán incestuosa es (Strogatz, 2003). En el caso de las redes aleatorias, en las que la probabilidad de que dos vértices se conecten tiende a ser la misma independientemente de si

existe un vértice en común, el coeficiente de agrupamiento tiende a ser aproximadamente cero. En el caso de las redes de la vida real se ha documentado un alto grado de transitividad, el cual resulta en que en este tipo de redes la probabilidad de que dos vértices que compartan un vértice en común se conecten entre sí esté en el rango entre 10% y 60% (Newman, 2010). El *coeficiente de reciprocidad* (p) mide la probabilidad de que una conexión dirigida de i a j esté acompañada por la conexión recíproca, es decir de j a i . Altos niveles de reciprocidad pueden sugerir que existe simetría en las relaciones entre los participantes, y que no existe mayor especialización en dichas relaciones.

Por último, en las redes de la vida real se ha documentado que las conexiones presentan una considerable dependencia lineal (i.e. correlación) con respecto al grado de los vértices; es decir, el número de conexiones de los vértices es un factor relevante en la determinación de los vértices con que se conectan. Esta correlación por grado (r_k) puede ser positiva, caso en el cual los vértices con alto (bajo) grado de conexiones tienen a conectarse con otros de alto (bajo) grado. La correlación positiva es característica de estructuras de tipo centro-periferia, típica de las redes sociales, mientras que la negativa es característica de las redes con estructura de tipo estrella, típica de redes tecnológicas (Newman, 2010). En el caso de las redes aleatorias la correlación tiende a cero. Esta correlación no solo puede estimarse respecto del número de conexiones, sino también de la intensidad de las conexiones (r_s). En ambos casos la correlación es informativa respecto de los determinantes de las conexiones en la red.

En el caso de redes financieras, las cuales por lo general corresponden a redes de tipo libre de escala o con algún otro tipo de distribución sesgada de las conexiones, se ha documentado distancias geodésicas reducidas, aproximadamente de dos conexiones ($\ell \sim 2$). Ese es el caso de las redes financieras analizadas por Boss et al. (2004), Soramäki et al. (2007), Becher et al. (2008), Bech y Atalay (2010), y Pröpper et al. (2008), para Austria, Estados Unidos, Reino Unido y Países Bajos, respectivamente; para el caso colombiano, León y Berndsen (2014), León et al. (2016a) y León y Sarmiento (2016), también encuentran distancias geodésicas cercanas a dos. Esta distancia sugiere que la mayoría de las instituciones financieras requieren de otra que haga las veces de conector, presumiblemente asemejándose a una estructura centro-periferia como aquella documentada por Craig y von Peter (2014) y Fricke y Lux (2014) para el caso alemán e italiano, respectivamente. Así

mismo, el coeficiente de agrupamiento de las redes financieras por lo general se aleja de cero (Boss et al., 2004, Becher et al., 2008, Pröpper et al., 2008, Bech & Atalay, 2010, Martínez-Jaramillo et al., 2014, León & Berndsen, 2014, León et al., 2016a), lo cual refleja que existe algún grado de transitividad en las conexiones, similar a lo documentado para redes sociales.

Respecto a la correlación por número de conexiones de los vértices, la evidencia empírica está dividida: algunos autores encuentran correlaciones negativas respecto del número de conexiones de los vértices (Soramäki et al., 2007, Bech & Atalay, 2010), y otros positivas (León & Berndsen, 2014, León et al., 2016a). Recientemente se ha reportado que las redes sociales pueden presentar correlaciones por número de conexiones con signo positivo, neutro o negativo (Csermely et al., 2013, Li et al., 2014). Por ejemplo, según Li et al. (2014), la evolución de las redes puede conllevar a transiciones entre correlaciones positivas y negativas para redes de un mismo tipo.

3. Principales resultados

La información utilizada fue provista por ACH Colombia. Esta información se obtuvo agregada mensualmente para el periodo enero 2014 a diciembre de 2015¹³. Para cada institución financiera participante, ACH Colombia reporta el número y valor de las transferencias bilaterales agregadas de cada mes antes de la compensación multilateral de obligaciones. Es decir, las redes están construidas con base en las obligaciones de transferencia brutas (i.e. por compensar) de fondos entre las instituciones financieras –a las que nos referiremos en lo que sigue como transferencias entre instituciones financieras¹⁴.

Se construyeron las redes para cada uno de los 24 meses en el periodo enero 2014 – diciembre 2015. El Gráfico 3 presenta cuatro de estas redes (seleccionadas arbitrariamente),

¹³ Agregar las transferencias de varios días puede resultar en que algunas conexiones esporádicas entre instituciones financieras (e.g. una vez al mes) sean consideradas como conexiones estables o recurrentes. Sin embargo, al comparar las estadísticas estimadas con varios escenarios de exclusión de operaciones por su baja frecuencia o reducido valor (e.g. inferiores al percentil 10), no se encontraron diferencias importantes en los resultados o en su interpretación. Por tanto, dada la robustez de los resultados, se reportan las estadísticas con base en la red sin exclusiones.

¹⁴ Es posible construir las redes con base en las transferencias netas (i.e. después del proceso de compensación multilateral). Empero, no sería posible analizar de manera adecuada la importancia de las instituciones financieras participantes, ni sería posible medir de manera adecuada algunas propiedades de la red que resulta de las órdenes impartidas por las personas naturales y jurídicas.

correspondientes a los meses de marzo y septiembre de 2014 y 2015; en el Anexo B se presentan las redes para los 24 meses. Cada una de las 21 instituciones financieras se identifica con una letra, de la A a la U. El diámetro de cada vértice o nodo corresponde a la contribución porcentual al valor total de las transferencias del mes. Las conexiones entre vértices representan el valor de las transferencias entre instituciones financieras participantes, donde el grosor de la línea y su color corresponde a la contribución porcentual al valor total de las transferencias durante el mes (ver escala a la derecha de cada gráfico).

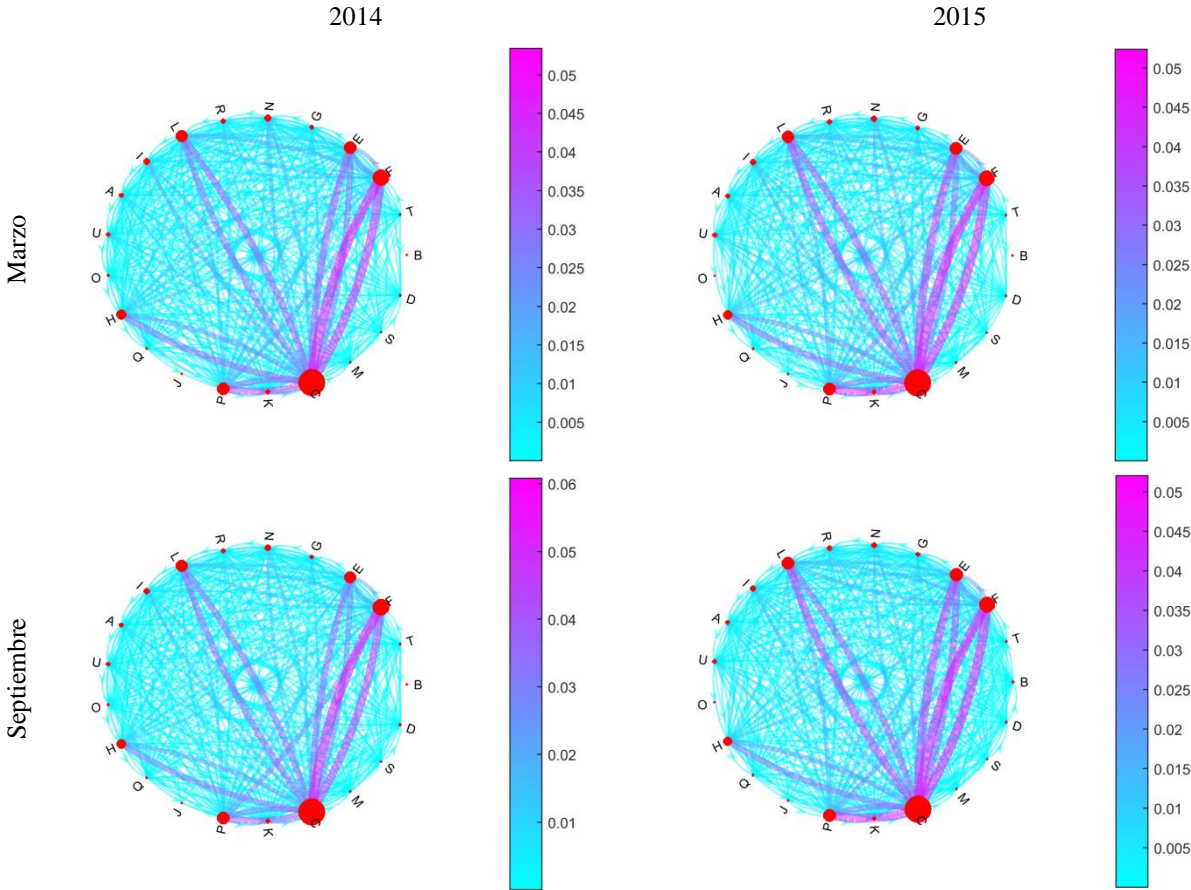


Gráfico 3. Redes de transferencias de ACH Colombia para los meses de marzo y septiembre de 2014 y 2015. El diámetro de cada vértice o nodo corresponde a la contribución porcentual al valor total de las transferencias realizadas durante el mes. Las conexiones entre vértices representan las transferencias brutas (i.e. antes de la compensación multilateral) entre instituciones financieras participantes; el grosor de la línea y su color corresponde a la contribución porcentual al valor total de las transferencias durante el mes (ver escala a la derecha de cada gráfico).

A primera vista (ver Anexo B y Gráfico 3) resulta evidente que las redes guardan un alto grado de semejanza. Las redes son densas, donde aparentemente la gran mayoría de los

participantes se conecta con todos los demás. En las redes se evidencia la preponderancia de seis participantes, identificados con las letras C, E, F, H, L y P; estos participantes tienen los vértices de mayor diámetro, y concentran entre ellos las conexiones que más contribuyen al valor total de las transferencias en cada periodo. Estos seis participantes aportan cerca del 81% del valor total de las transferencias en el periodo 2014-2015, y representan cerca del 70% del valor total de activos de los veinte establecimientos de crédito participantes en la red de ACH Colombia.

Como se presenta en el Anexo E, existe una relación positiva directa (i.e. cercana a la unidad) entre el tamaño de las instituciones financieras participantes y su contribución al valor total de las transferencias en la red, donde el tamaño es medido como la contribución al valor total de activos, al número de clientes por cuenta corriente, al número de clientes por cuenta de ahorro, al valor de los saldos en cuenta corriente, o al valor de los saldos en cuenta de ahorro. Por el contrario, la relación entre el tamaño y la contribución de cada institución financiera al número total de conexiones es positiva pero cercana a cero.

El Cuadro 3 presenta el promedio de las principales estadísticas estimadas para las 24 redes correspondientes a cada mes en el periodo enero 2014 – diciembre 2015. En el Anexo C se presenta la evolución de cada estadística¹⁵.

Como se puede inferir de la visualización de las redes (Gráfico 3 y Anexo B), la densidad de las redes es alta, en promedio $d = 0,78$. Por lo general, las redes entre instituciones financieras no presentan niveles tan altos de densidad como los aquí estimados, lo cual se puede explicar por la naturaleza de las conexiones en la red de ACH Colombia: son conexiones que resultan de transferencias electrónicas entre usuarios de las instituciones financieras, donde estas últimas cumplen la función de procesar órdenes de pago de los primeros. En ese sentido, se asemejan a la red de bancos liquidadores del sistema de pagos de alto valor del Reino Unido (ver Becher et al., 2008).

¹⁵ La dinámica de las series de tiempo de las estadísticas de las redes (ver Anexo C) soporta la utilización del promedio de éstas en el Cuadro 3. En todos los casos el promedio es representativo de cada serie, y la utilización de los datos observados o del promedio no cambia el análisis de las redes. Es importante resaltar que la mayor parte de las estadísticas utilizadas en análisis de redes requieren de un gran número de participantes, lo cual es una limitante en nuestro caso. Sin embargo, el análisis numérico y visual de las redes nos permite realizar inferencias básicas sobre las redes en cuestión.

Como consecuencia de la alta densidad de las redes, la distancia promedio entre los participantes en la red de ACH Colombia es reducida ($\ell = 1,09$). Esta distancia promedio indica que prácticamente todas las instituciones financieras se encuentran a una conexión de distancia de todas las demás; dicho de otro modo, la gran mayoría de los participantes mantiene una conexión con todos los demás. Es evidente que esta distancia promedio es reducida como consecuencia de la proximidad de la red de ACH Colombia con una red completa –y no como consecuencia de una red de tipo *mundo pequeño* o *ultra-pequeña*.

| Estadístico | Promedio |
|--|----------|
| Participantes (n) | 19 |
| Densidad (d) | 0,78 |
| Distancia geodésica media (ℓ) | 1,09 |
| Coefficiente de agrupamiento (c) | 0,85 |
| Coefficiente de reciprocidad (p) | 0,97 |
| Grado (k_i) | |
| <i>Media</i> (μ_k) | 15,50 |
| <i>Desviación estándar</i> (σ_k) | 5,11 |
| <i>Exponente de ley de potencia</i> (γ_k) | 19,38 |
| <i>Correlación</i> (r_k) | 0,98 |
| Intensidad (s_i) ^a | |
| <i>Media</i> (μ_s) | 0,05 |
| <i>Desviación estándar</i> (σ_s) | 0,06 |
| <i>Exponente de ley de potencia</i> (γ_s) | 3,42 |
| <i>Correlación</i> (r_s) | 0,20 |

Cuadro 3. Principales estadísticas de la red (promedios para los 24 meses del periodo 2014-2015). ^a La intensidad (s_i) se expresa como contribución respecto al total. Este cuadro sugiere que la red del ACH Colombia no concuerda con las principales características documentadas para las redes financieras.

Además de ser redes densas, presentan un alto grado de agrupamiento ($c = 0,85$), lo cual indica que es muy frecuente encontrar relaciones transitivas, en las que la probabilidad de que dos instituciones financieras se conecten se incrementa en la medida que compartan conexiones con una tercera institución financiera. En este caso la alta transitividad puede

explicarse por la alta densidad de la red, la cual conlleva que la probabilidad de compartir conexiones sea muy alta. Igualmente, la red ACH Colombia presenta un alto nivel del coeficiente de reciprocidad ($p = 0,97$). Esto implica que la gran mayoría de las conexiones entre dos instituciones son de doble vía; es decir, la matriz de adyacencia es prácticamente simétrica.

Respecto a las estadísticas que examinan las características de las conexiones entre los participantes de la red (i.e. grado e intensidad), el Cuadro 5 presenta las estimaciones sin discriminar entre conexiones salientes y entrantes. Dado que la reciprocidad es muy cercana a la unidad ($p = 0,97$), y por la aparente simetría en las relaciones en las redes del Gráfico 3 y Anexo B, es posible considerar la matriz de adyacencia y las relaciones entre instituciones como simétricas, donde la distinción entre conexiones entrantes y salientes no parece relevante para el análisis¹⁶.

El grado promedio (μ_k) es de 15,5 conexiones. Esto quiere decir que el participante típico en esta red se conecta con entre 15 y 16 participantes de 18 posibles en promedio; esto concuerda con el alto nivel de densidad de la red. La desviación estándar de ese número de conexiones (σ_k) es 5,11, lo cual señala que algunas instituciones financieras se alejan del participante típico. En cuanto a la intensidad promedio (μ_s), la institución típica contribuye con cerca de 5% del valor total de las transferencias, pero la dispersión alrededor de este promedio es particularmente alta ($\sigma_s = 6\%$).

El exponente de ley de potencia con respecto al grado (γ_k) refleja el sesgo de la distribución de las conexiones en la red. Por lo general, las redes de la vida real tienden a un sesgo pronunciado en la distribución del grado, el cual es consistente con la existencia de unos pocos participantes que concentran un gran número de conexiones, y de una gran mayoría de participantes que concentran pocas conexiones (ver Gráfico 2); en esos casos, el exponente de la ley de potencia estimado con base en (2) suele estar en el rango entre dos y tres¹⁷. El panel izquierdo del Gráfico 4 muestra que la red no se ajusta a lo que se espera de

¹⁶ La inspección visual de las series de tiempo de las estadísticas presentadas en el Cuadro 3, así como las estadísticas estimadas sobre las conexiones salientes y entrantes, confirman que los resultados son robustos a esta diferenciación.

¹⁷ La inspección visual de la distribución de las conexiones y de su intensidad (ver Gráfico 4) es relevante en este caso por cuanto la estimación del exponente de ley de potencia (2) se hace con base en una muestra de

las redes de la vida real: la gran mayoría de participantes de la red ACH Colombia tiene un alto número de conexiones (entre 15 y 16), y solo unos pocos tienen pocas conexiones. Y, consistente con el panel izquierdo del Gráfico 4, el exponente de ley de potencia tiene un valor alto ($\gamma_k = 19,38$), que corresponde a una distribución relativamente homogénea, donde la mayoría comparte un número similar de conexiones. Empero, el panel derecho del Gráfico 4 muestra que la intensidad de las conexiones, medida como el valor de las transferencias realizadas, sí se distribuye como en las redes de la vida real, donde la mayoría contribuye con poco y unos cuantos contribuyen considerablemente; esto, a su vez, concuerda con el exponente de la ley de potencia de la intensidad de las redes ($\gamma_s = 3,42$).

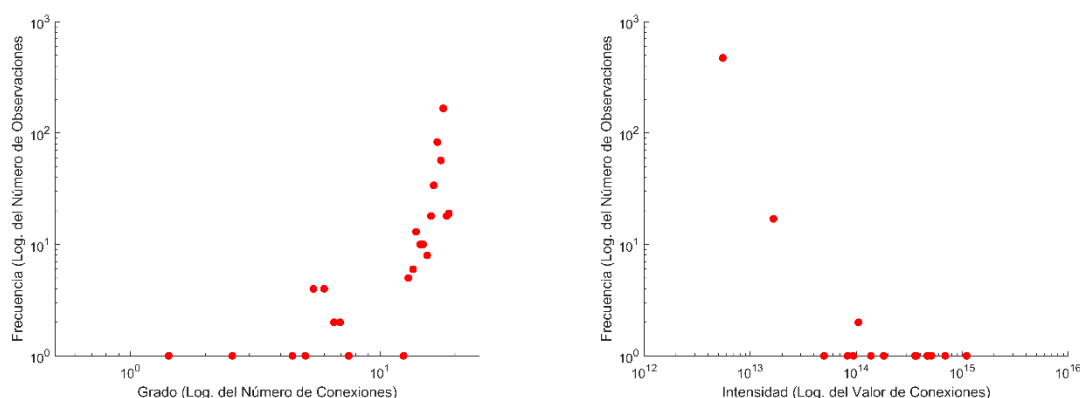


Gráfico 4. Distribución de frecuencia del número (panel izquierdo) e intensidad (panel derecho) de las conexiones. En doble escala logarítmica. La distribución del número de conexiones se concentra en un valor alto, y solo en unos pocos casos se presentan pocas conexiones. La distribución del valor de las conexiones muestra una mayor dispersión, en la que en unos cuantos casos hay contribuciones de gran magnitud frente al resto.

En cuanto a la correlación por número de conexiones, ésta es particularmente alta y de signo positivo ($r_k = 0,98$), lo cual indica que participantes con números de conexiones similares tienden a estar conectados entre sí. Este resultado puede ser consecuencia de que la mayoría de los participantes comparte un número de conexiones similar (i.e. entre 15 y 16) y se encuentran densamente interconectados. La correlación por intensidad es también positiva, pero de menor magnitud ($r_s = 0,20$). Esto indica que existe una tendencia moderada a que aquellos participantes que comparten una intensidad de conexiones similar estén más conectados.

tamaño reducido –pese a que la condición de “libre de escala” es de tipo asintótico. Como se reporta a continuación, la visualización coincide y soporta el resultado de la mencionada estimación.

En resumen, de acuerdo con los gráficos 3 y 4, el Cuadro 3 y los anexos B y C, es posible señalar que la red de ACH Colombia no coincide con la mayoría de las redes financieras documentadas en la literatura. Es una red particularmente densa; con distancias promedio cercanas a uno; con una distribución homogénea de las conexiones; con una distribución sesgada de los valores de las transferencias; y en la que las relaciones entre los participantes tienden a ser recíprocas y transitivas. En contraste, las redes de instituciones financieras suelen ser dispersas y sesgadas por número y valor de las conexiones, con distancias promedio cercanas a dos, y de transitividad media.

En el caso de la red de ACH Colombia las instituciones financieras no cuentan con discrecionalidad para elegir a sus contrapartes. Al igual que en otras redes donde los participantes tienen limitaciones para identificar a sus contrapartes (e.g. un sistema transaccional anónimo) o donde los participantes solo cumplen con órdenes de pago impartidas por sus clientes (e.g. una red de bancos liquidadores), los participantes no llevan a cabo un proceso de conexión preferente. Sin embargo, es aparente que la intensidad de las conexiones sigue un proceso similar a uno de conexión preferente, pero en este caso la evidencia sugiere que puede estar determinado por el tamaño (por activos, número de clientes o saldos del público) de las instituciones financieras, tal como se presenta en el Anexo E.

La topología encontrada es singular: es densa y homogénea en cuanto a la distribución de las conexiones, pero heterogénea en cuanto a la distribución del valor de las transferencias compensadas (i.e. las conexiones ponderadas). Respecto a la densidad y distribución de las conexiones, la literatura sugiere (ver Cohen & Havlin, 2010, Newman, 2010) que esta red no es robusta ante la exclusión aleatoria de los participantes, ya que dicha exclusión afectará con una alta probabilidad a un gran número de sus contrapartes. Es decir, dado que la mayoría de las instituciones financieras están densamente interconectadas, la exclusión de una institución afectaría, directa o indirectamente, a una parte considerable de la red. Por otra parte, dado que no hay instituciones financieras que se destaquen por concentración de conexiones, la exclusión intencional de un participante no tiene un efecto cualitativamente diferente del que puede generar una exclusión aleatoria. En ese sentido, la red de transferencias compensadas por ACH Colombia difiere de la caracterización *robusta pero frágil* –típica de las redes de la vida real y de las financieras.

Respecto a la distribución de los valores compensados por las instituciones financieras, es evidente que existe concentración en unas pocas; como se señaló, para el periodo bajo análisis, seis participantes concentran cerca del 81% del valor total de las transferencias compensadas. Lo anterior sugiere que la exclusión aleatoria de un participante, pese a afectar a un número alto de instituciones financieras, tendría un efecto esperado bajo en términos de valor compensado. Pero, la exclusión de un participante que contribuya de gran manera al valor compensado (e.g. vértices C, E, F, H, L y P) sí tendría un efecto importante para el sistema en su conjunto. Es decir, por valor compensado, la red se aproxima a la caracterización *robusta pero frágil*.

El análisis de la topología de la red de transferencias compensadas por ACH Colombia es importante para el sistema de pagos y la economía. En cuanto al sistema de pagos colombiano, León y Pérez (2014) identifican a ACH Colombia como la tercera infraestructura financiera en importancia como distribuidor global de liquidez. Esto coincide, como ya se mencionó, con que ACH Colombia es responsable de la compensación de 2,88 billones de pesos (promedio diario durante 2015), equivalente al 58,06% del valor compensado por todos los sistemas de pago de bajo valor, con lo cual supera el valor compensado por la Cámara Central de Riesgo de Contraparte de Colombia por concepto de derivados (1,04 billones de pesos), y el valor compensado por la Bolsa de Valores de Colombia por concepto de compra-venta de acciones (0,13 billones de pesos) (Banco de la República, 2016). Así mismo, dado que la compensación multilateral de los 2,88 billones de pesos resulta en una liquidación de 0,70 billones de pesos (Banco de la República, 2016), el buen funcionamiento de la ACH Colombia contribuye a menores necesidades de liquidez para las instituciones financieras. Por lo anterior, es posible afirmar que una falla en la compensación y liquidación en la ACH Colombia, si bien no afectará la solvencia de las instituciones financieras, sí puede afectar negativamente el normal funcionamiento del sistema de pagos y la liquidez de las instituciones financieras participantes.

Así mismo, es de esperar que una falla en la compensación y liquidación de ACH Colombia, o un incumplimiento por parte de uno de sus participantes, impida que las personas naturales y jurídicas reciban y dispongan de sus fondos oportunamente. En este caso, el efecto de diversificación del riesgo que se supone resulta de altos niveles de conectividad entre los participantes (ver Allen y Gale, 2000) se pierde como consecuencia

de la potencial afectación a un gran número de agentes (ver Roukny et al., 2013), entre los cuales no solo se cuentan las instituciones financieras sino aquellas personas naturales y jurídicas que esperan el abono de fondos en sus cuentas. Adicionalmente, es posible que aquellos agentes que no reciban sus fondos oportunamente no puedan realizar transferencias electrónicas, lo cual, unido a la densidad y homogeneidad de la red, puede generar un efecto ampliado en el sistema de pagos de bajo valor y en el sector real.¹⁸ Y, dada la concentración de valores compensados, el efecto será mayor en la medida que el fallo provenga de o afecte a una institución financiera de gran tamaño. Por tanto, las consecuencias para el sector real pueden ser considerables por los efectos en el intercambio de bienes y servicios, así como para la política monetaria y la estabilidad financiera en la medida que la confianza del público en la moneda puede verse afectada.

4. Comentarios finales

Con base en información reportada por ACH Colombia para los años 2014 y 2015, este documento consiguió construir, visualizar y examinar las redes de transferencias entre instituciones financieras que resultan de las órdenes de pago que las personas naturales y jurídicas imparten con el fin de extinguir obligaciones o adquirir bienes y servicios. Dada la ausencia de literatura empírica sobre este tipo de redes, y gracias a la disponibilidad de información detallada por parte del operador de ACH Colombia, este documento incursiona en el estudio de las redes de pagos de bajo valor, con lo cual brinda una primera oportunidad para analizar sus características conectivas.

El principal hallazgo de este documento consiste en una clara divergencia de la red de ACH Colombia con respecto a los hechos estilizados de las redes financieras. La red de ACH Colombia es densa, homogénea, con altos niveles de agrupamiento y reciprocidad, pero heterogénea en cuanto a los valores de las conexiones. Lo anterior resulta en que la topología de la red pueda caracterizarse como *robusta pero frágil* (Haldane, 2009) en cuanto a las conexiones ponderadas (i.e. el valor compensado), pero no así respecto de las conexiones sin ponderar.

¹⁸ En este caso, por sector real se hace referencia a aquellas actividades productivas que realizan sus pagos a través de entidades financieras. No se considera, por ejemplo, el sector informal.

Es posible explicar este resultado como consecuencia de la naturaleza de las transferencias compensadas y liquidadas por las ACH. Estas transferencias corresponden a órdenes de pago impartidas por personas naturales y jurídicas, que las instituciones financieras deben procesar sin que puedan elegir sus contrapartes. La falta de discrecionalidad por parte de las instituciones financieras para elegir a sus contrapartes resulta en una red atípica, en la que las instituciones se interconectan indistintamente (i.e. es una red densa y homogénea), pero en la que el valor de las transferencias se encuentra concentrado en las instituciones financieras de mayor tamaño. La estructura conectiva de las redes de transferencias compensadas por ACH Colombia coincide con unos pocos casos reportados en la literatura, en los que se puede afirmar que los participantes carecen de discrecionalidad para elegir a sus contrapartes.

Dada la creciente importancia de las transferencias electrónicas en Colombia, este estudio es pertinente, y fomenta nuevos estudios sobre sistemas de pago de bajo valor. Así mismo, en atención al potencial efecto que puede tener una falla en la compensación y liquidación por parte de las ACH para el sector real y el sistema de pagos, de este estudio surgen posibles extensiones. Por ejemplo, es de suma importancia incluir dentro del análisis de red a las personas jurídicas y naturales que utilizan a las ACH; con esto se podría examinar de mejor manera la importancia de cada institución financiera participante para el sector real y la economía en general. Finalmente, enmarcado en la búsqueda de la estabilidad financiera, es relevante revisar la pertinencia de esquemas de contingencia que contribuyan al buen funcionamiento de este tipo de infraestructuras, lo cual contribuye a mantener la confianza del público en la moneda y a promover una economía eficiente.

5. Referencias

- ACH Colombia (2016) Servicio de transferencias interbancarias. Recuperado diciembre 1 de 2016, de <http://www.achcolombia.com.co/productos-y-servicios>.
- Afonso, G., Kovner, A., & Schoar, A. (2013) Trading partners in the interbank lending market. *Federal Reserve Bank of New York Staff Reports*, 620, Federal Reserve Bank of New York.
- Albert, R. & Barabási, A.-L. (2002) Statistical mechanics of complex networks. *Reviews of Modern Physics*, 74, 47-97.
- Allen, F. & Gale, D. (2000) Financial contagion. *Journal of Political Economy*, 108, 1-33.
- Anderson, P. (1999) Complexity theory and organization science. *Organization Science*, 10, 216-232.
- Babus, A. (2012) Endogenous intermediation in over-the-counter markets. *Working Paper Series*, January.
- Banco de la República (2013) *Reporte de sistemas de pago*. Banco de la República.
- Banco de la República (2016) *Reporte de sistemas de pago*. Banco de la República.
- Banco de Pagos Internacionales (BIS) – Comité de Sistemas de Pago y Liquidación (CPSS) (2003) *Glosario de términos utilizados en los sistemas de pago y liquidación*. Banco de Pagos Internacionales.
- Banco de Pagos Internacionales (BIS) – Comité de Sistemas de Pago y Liquidación (CPSS) (2012) *Payment, clearing and settlement systems in various countries*. Banco de Pagos Internacionales.
- Barabási, A.-L. (2003) *Linked*. Plume: New York.
- Barabási, A.-L., & Albert, R. (1999) Emergence of scaling in random networks. *Science*, 286, 509-512.
- Bech, M. & Atalay, E. (2010) The topology of the federal funds market. *Physica A*, 389, 5223-5246.

- Becher, C., Millard, S., & Soramäki, K. (2008) The network topology of CHAPS Sterling. *Working Paper, 355*, Bank of England.
- Bollobás, B., Janson, S., & Riordan, O. (2007) The phase transition in inhomogeneous random graphs. *Random Structures & Algorithms*, 31 (1), 3-122. doi:10.1002/rsa.20168
- Börner, K., Sanyal, S., & Vespignani, A. (2007) Network science. *Annual Review of Information Science and Technology*, 41 (1), 537-607. doi:10.1002/aris.2007.1440410119
- Boss, M., Elsinger, H., Summer, M., & Thurner, S. (2004) The network topology of the interbank market. *Quantitative Finance*, 6 (4), 677-684.
- Bradford, T., Davies, M., & Weiner, S. (2003) *Nonbanks in the payments system*. Federal Reserve Bank of Kansas City.
- Cepeda, F. (2008) La topología de redes como herramienta de seguimiento en el sistema de pagos de alto valor en Colombia. *Borradores de Economía*, 513, Banco de la República.
- Cirasino, M. & García J.A. (2008) Measuring payment system development. *Working Paper*. The World Bank – Financial Infrastructure Series.
- Clauset, A., Shalizi, C.R., & Newman, M.E.J. (2009) Power-law distributions in empirical data. *SIAM Review*, 51 (4), 661-703.
- Cohen, R. & Havlin, S. (2003) Scale-free networks are ultrasmall. *Physical Review Letters*, 5 (90), 1-4.
- Cohen, R. & Havlin, S. (2010) *Complex Networks*. Cambridge University Press: Cambridge.
- Craig, B. & von Peter, G. (2014) Interbank tiering and money center banks. *Journal of Financial Intermediation*, 23, 322-347. doi:10.1016/j.jfi.2014.02.003
- Csermely, P., London, A., Wu, L.-Y., & Uzzi, B. (2013) Structure and dynamics of core/periphery networks. *Journal of Complex Networks*, 1, 93-123. doi:10.1093/comnet/cnt016
- Erdos, P. & Rényi, A. (1960) On random graphs. *Publicationes Mathematicae*, 6, 17-61.

- European Central Bank (ECB) (2003) *Oversight standards for euro retail payment systems*.
- European Central Bank (ECB) (2010) *The payment system: payments, securities and derivatives, and the role of the Eurosystem*.
- Federal Reserve Bank (FRB) (2003) ACH risk: here and now. *FedACH Risk Origination Monitoring Service*.
- Fricke, D. & Lux, T. (2014) Core-periphery structure in the overnight money market: evidence from the e-MID trading platform. *Computational Economics*, 45 (3), doi:10.1007/s10614-014-9427-x.
- Fricke, D. & Lux, T. (2015) On the distribution of links in the interbank network: evidence from the e-MID overnight money market. *Empirical Economics*, 49 (4). 1463-1495. doi:10.1007/s00181-015-0919-x
- Gorton, G. & Metrick, A. (2012) Securitized banking and the run on repo. *Journal of Financial Economics*, 104, 425-451.
- Haldane, A.G. (2009) Rethinking the financial network. *Speech delivered at the Financial Student Association (Amsterdam, Netherlands)*, April.
- Hasan, I., De Renzis, T., & Schmiedel, H. (2013) Retail payments and the real economy. *Working Paper Series, 1572*, European Central Bank.
- Hüser, A.-C. (2015) Too interconnected to fail: a survey of the interbank networks literature. *Working Paper Series, 91*, SAFE.
- Inaoka, H., Ninomiya, T., Tanigushi, K., Shimizu, T., & Takayasu, H. (2004) Fractal network derived from banking transaction. *Bank of Japan Working Paper Series, 04-E04*, Bank of Japan.
- King, T. (2008) Discipline and liquidity in the interbank market. *Journal of Money, Credit and Banking*, 40 (2-3), 295-317.
- Kolaczyc, E.D. (2009) *Statistical analysis of network data*. Springer: New York.
- León, C. & Berndsen, R.J. (2014) Rethinking financial stability: challenges arising from financial networks' modular scale-free architecture. *Journal of Financial Stability*, 15, 241-256. doi:10.1016/j.jfs.2014.10.006.

- León, C. & Sarmiento, M. (2016) Liquidity and counterparty risks tradeoff in money market networks. *Borradores de Economía*, 936, Banco de la República.
- León, C., Machado, C., & Sarmiento, M. (2016a). Identifying central bank liquidity super-spreaders in interbank funds networks. *Journal of Financial Stability* (accepted paper).
- León, C., Pérez, J., & Renneboog, L. (2016b) A multi-layer network of the Colombian sovereign securities market. *Analyzing the economics of financial market infrastructures* (Eds. Diehl, M., Alexandrova-Kabadjova, B., Heuver, R., Martínez-Jaramillo, S.), 124-149. IGI-Global: Hershey.
- León, C. & Pérez, J. (2014) Assessing financial market infrastructures' systemic importance with authority and hub centrality. *Journal of Financial Market Infrastructures*, 2 (3), 67-87. doi:10.21314/JFMI.2014.027
- Li, M., Guan, S., Wu, C., Gong, X., Li, K., Wu, J., Di, Z. & Lai, C-H. (2014) From sparse to dense and from assortative to disassortative in online social networks. *Scientific Reports*, 4:4861, doi: 10.1038/srep04861.
- Martínez, C. & León, C. (2016) The cost of collateralized borrowing in the Colombian money market: does connectedness matter? *Journal of Financial Stability*, 25, 193-205. doi:10.1016/j.jfs.2015.10.003
- Martínez-Jaramillo, S., Alexandrova-Kabadjova, B., Bravo-Benítez, B., & Solórzano-Margain, J.P. (2014) An empirical study of the Mexican banking system's network and its implications for systemic risk. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 40, 242-265. doi:10.1016/j.jedc.2014.01.009
- McAndrews, J. (1984) The Automated Clearing House system: moving toward electronic payment. *Business Review*, July/August, Federal Reserve Bank of Philadelphia, 15-23.
- National Automated Clearing House Association (NACHA) (2002) Understanding the ACH network: an ACH primer. *Electronic Payments Review and Buyer's Guide*, 10-21.
- Newman, M.E.J. (2010) *Networks: An Introduction*. Oxford University Press: New York.
- Newman, M.E.J., Barabási, A-L., & Watts, D.J. (2006) *The structure and dynamics of networks*. Princeton University Press: Princeton.

- Nier, E., Yang, J., Yorulmazer, T., & Alentorn, A. (2008) Network models and financial stability. *Working Paper Series, 346*, Bank of England.
- Ortega, F. & Ciceri, A. (2014) Los instrumentos de pago electronicos al por menor y su integración con los sistemas de compensación y liquidación. *Reportes del Emisor, 185*, Banco de la República.
- Pauget, G. (2016) Systemic risk in payments. *Financial Stability Review, 20*, Banque de France, 37-44.
- Pröpper, M., Lelyveld, I., & Heijmans, R. (2008) Towards a network description of interbank payment flows. *DNB Working Paper, 177*, De Nederlandsche Bank.
- Roukny, T., Bersini, H., Pirotte, H., Caldarelli, G., & Battiston, S. (2013) Default cascades in complex networks: topology and systemic risk. *Scientific Reports, 3:2759*. doi:10.1038/srep02759
- Simon, H.A. (1962) The architecture of complexity. *Proceedings of the American Philosophical Society, 106*, 467-482.
- Soramäki, K., Bech, M., Arnold, J., Glass, R., & Beyeler, W. (2007) The topology of interbank payments flow. *Physica A, 379*, 317-333.
- Strogatz, S. (2003) *SYNC: How order emerges from chaos in the universe, nature and daily life*. Hyperion Books: New York.
- Sullivan, R. (2012) The Federal Reserve's reduced role in retail payments: implications for efficiency and risk, *Economic Review, Third Quarter, 79-106*.

6. Anexo A: Fórmulas utilizadas para el análisis de redes

| | |
|---|--|
| $k_i^{in} = \sum_{j=1}^n A_{ji}$ <p>Grado de entrada</p> | $k_i^{out} = \sum_{j=1}^n A_{ij}$ <p>Grado de salida</p> |
| $s_i^{in} = \sum_{j=1}^n W_{ji}$ <p>Intensidad de entrada</p> | $s_i^{out} = \sum_{j=1}^n W_{ij}$ <p>Intensidad de salida</p> |
| $d = \frac{m}{n(n-1)}$ <p>Densidad¹⁹</p> | $\ell_i = \frac{1}{(n-1)} \sum_{j(\neq i)} g_{ij}$ <p>Distancia geodésica promedio de un vértice</p> |
| $\ell = \frac{1}{n} \sum_i \ell_i$ <p>Distancia geodésica promedio de la red</p> | $c = \frac{(\text{número de triángulos en la red}) \times 3}{\text{número de conjuntos con tres vértices}}$ <p>Coefficiente de agrupamiento</p> |
| $r_k = \frac{\sum_{ij}(A_{ij} - k_i k_j / 2m) k_i k_j}{\sum_{ij}(k_i \delta_{ij} - k_i k_j / 2m) k_i k_j}$ <p>Coefficiente de correlación por grado</p> | $r_s = \frac{\sum_{ij}(A_{ij} - k_i k_j / 2m) s_i s_j}{\sum_{ij}(k_i \delta_{ij} - k_i k_j / 2m) s_i s_j}$ <p>Coefficiente de correlación por intensidad</p> |

Donde

A_{ij} es la matriz de adyacencia dirigida

W_{ji} es la matriz de adyacencia ponderada y dirigida

g_{ij} es la distancia geodésica entre dos nodos o vértices i y j

n es el número de elementos en la red

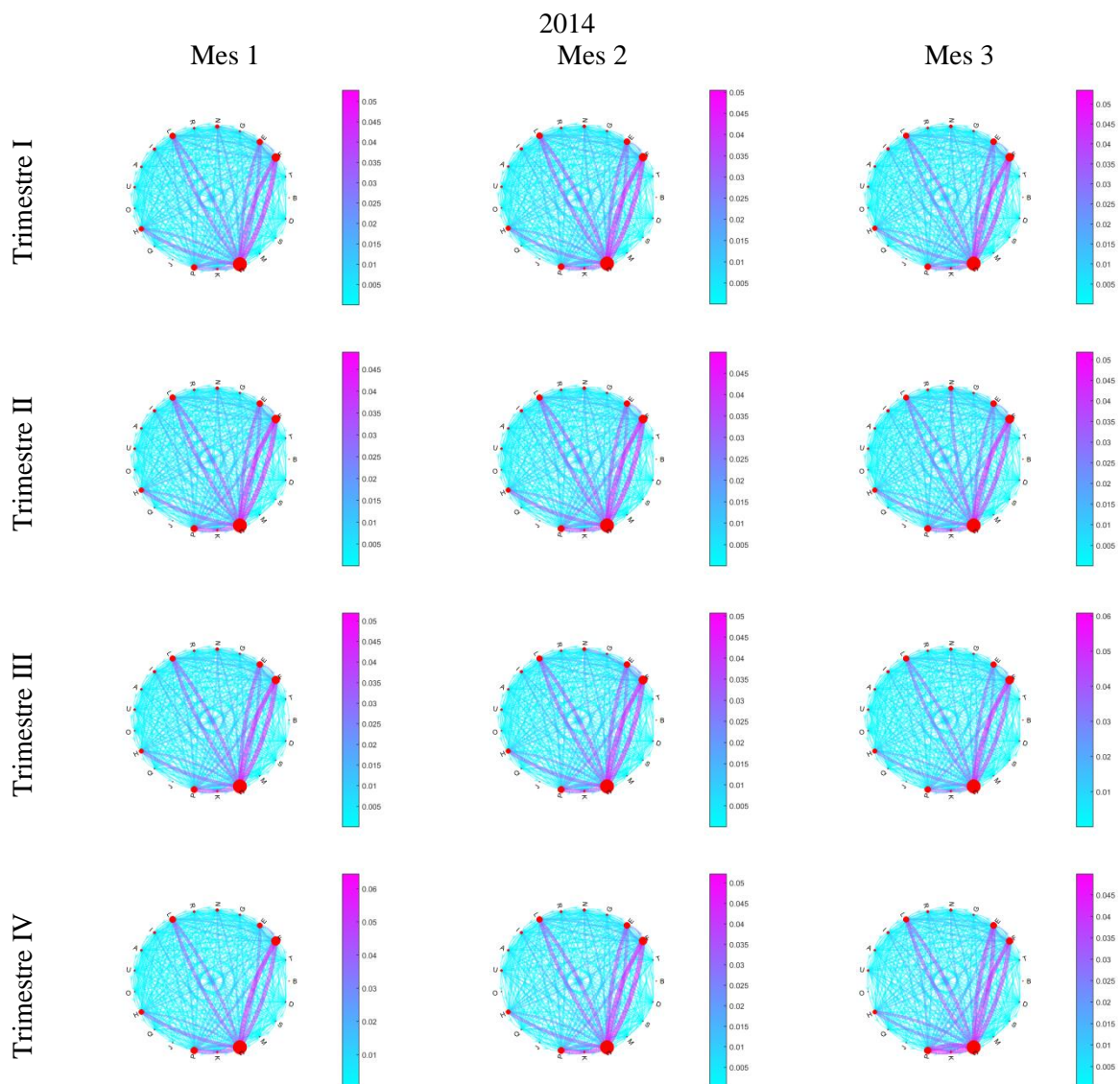
m es el número de conexiones observadas en la red

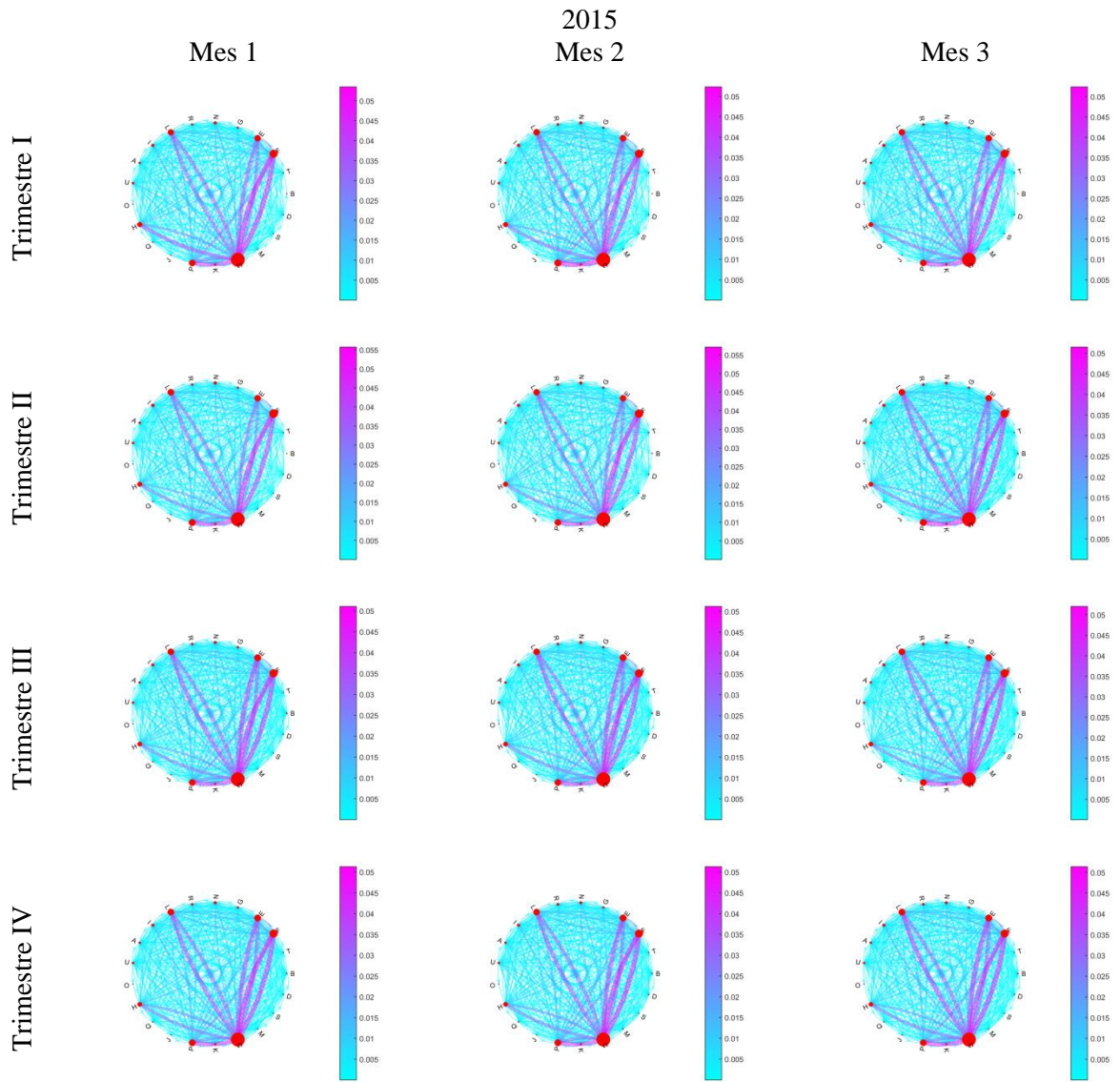
$$\delta_{ij} = \begin{cases} 0 & \text{if } i \neq j \\ 1 & \text{if } i = j \end{cases}$$

Con base en Newman (2010).

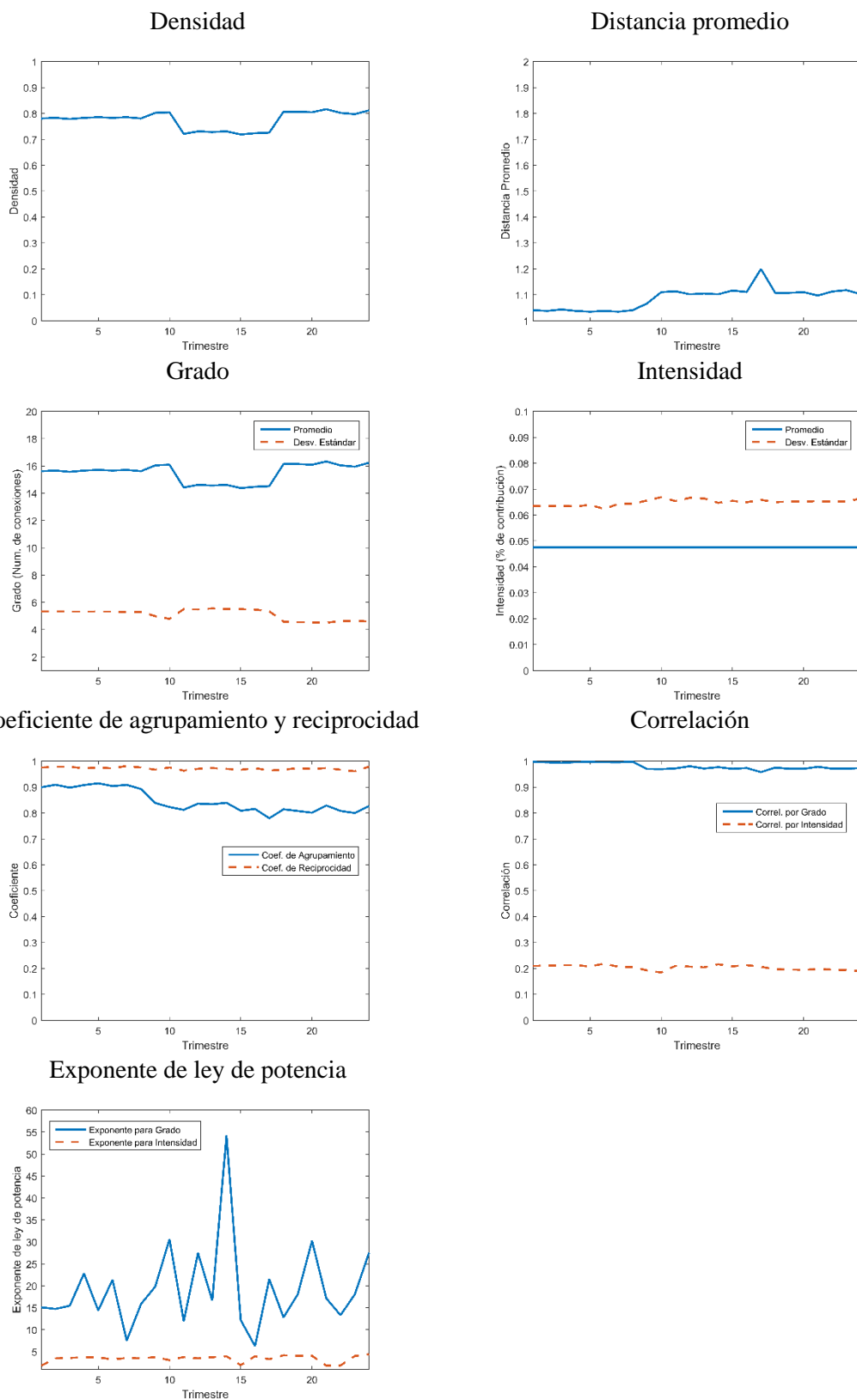
¹⁹ El denominador varía según el tipo de red. Si es una red que admite conexiones en las que el originador y el receptor son el mismo vértice, el denominador es n^2 . Si, como en nuestro caso, este tipo de conexiones no se admite, el denominador es $n(n-1)$.

7. Anexo B: Grafos mensuales de ACH Colombia, 2014 y 2015





8. Anexo C: Series de tiempo de las estadísticas en Cuadro 1



9. Anexo D: El proceso de transferencias electrónicas

En el caso de una transferencia crédito (Diagrama D1) el originador debe disponer de un medio de pago (e.g. cuenta de ahorro o cuenta corriente). El proceso inicia cuando el originador decide utilizar el instrumento de pago correspondiente, a través de los dispositivos y canales de acceso que ponga a disposición su institución financiera.

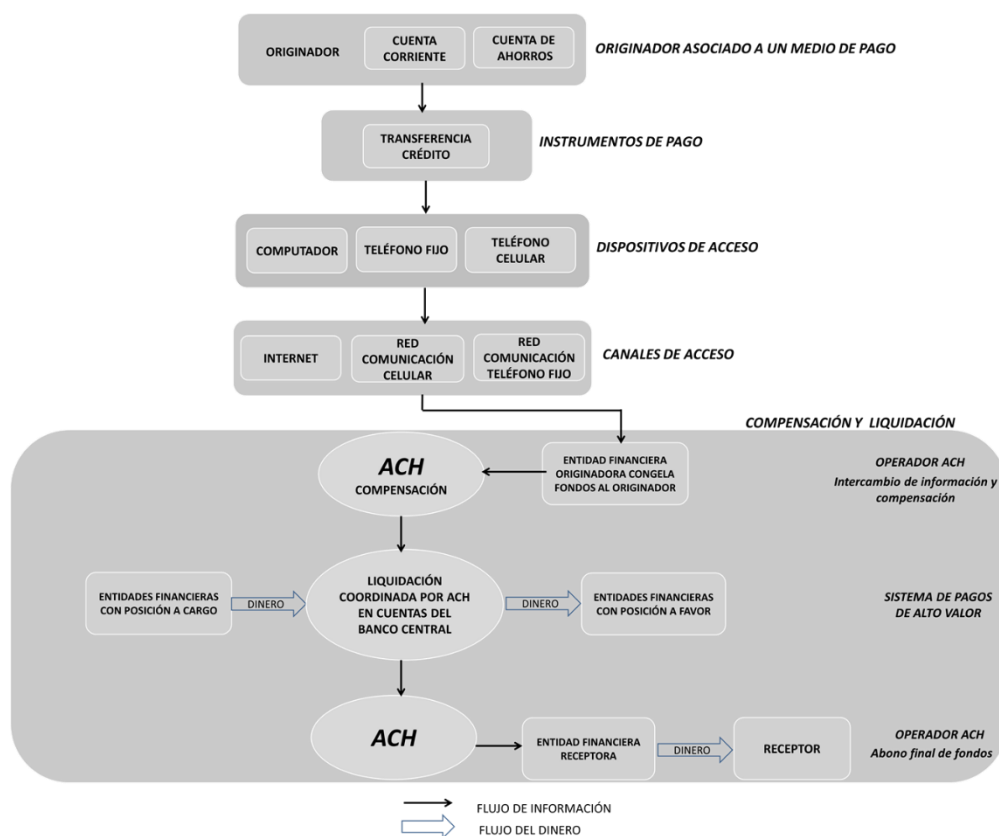


Diagrama D1. Flujo del proceso de pago de una transferencia crédito (*push transaction*)

Superadas las medidas de seguridad (e.g. usuario y claves), el originador selecciona de una lista previamente establecida y autorizada, el nombre e identificación del receptor del dinero y el monto a ser transferido. Si el originador tiene los fondos suficientes, la institución financiera originadora se los debita pero no los transfiere (i.e. congela los fondos). En paralelo inicia al flujo de información desde la institución financiera originadora hacia la ACH, el cual puede hacerse en lotes de operaciones.

La ACH, en ciclos preestablecidos de compensación intradía, compensa un lote de instrucciones acumuladas en cada uno de los ciclos. El resultado de cada ciclo es la posición multilateral neta a cargo o a favor para cada una de las instituciones financieras participantes. Como parte del proceso de liquidación, las entidades financieras con posición a cargo transfieren desde sus cuentas de depósito en el banco central los fondos hacia la cuenta de la ACH; esto sucede a través del sistema de pagos de alto valor. Una vez la ACH recauda la totalidad de los recursos, procede a distribuir la liquidez en las cuentas de depósito de las entidades financieras que resultaron con posición a favor en la compensación. Superada la etapa anterior, y en un tiempo posterior, la institución financiera receptora abona el dinero en la cuenta asociada al beneficiario del pago (receptor).

A diferencia de la transferencia crédito, para el caso de la transferencia débito (*pull transaction*) quien inicia la instrucción de pago (i.e. originador) es el beneficiario de los fondos. Para esto el originador utiliza un instrumento transferencia débito (e.g. cobro por facturación de servicios públicos), y ha sido previamente autorizado por el receptor para recaudar automáticamente los fondos de su cuenta en la institución financiera receptora (Diagrama D2). Cuando la institución financiera receptora recibe la instrucción de la ACH, verifica la existencia de fondos y los debita de la cuenta del receptor de la instrucción, pero no los transfiere (i.e. los congela). Superado el mencionado proceso de compensación y liquidación en cuentas del banco central por parte de la ACH, la institución financiera originadora abona los recursos en la cuenta del originador de la instrucción de pago.

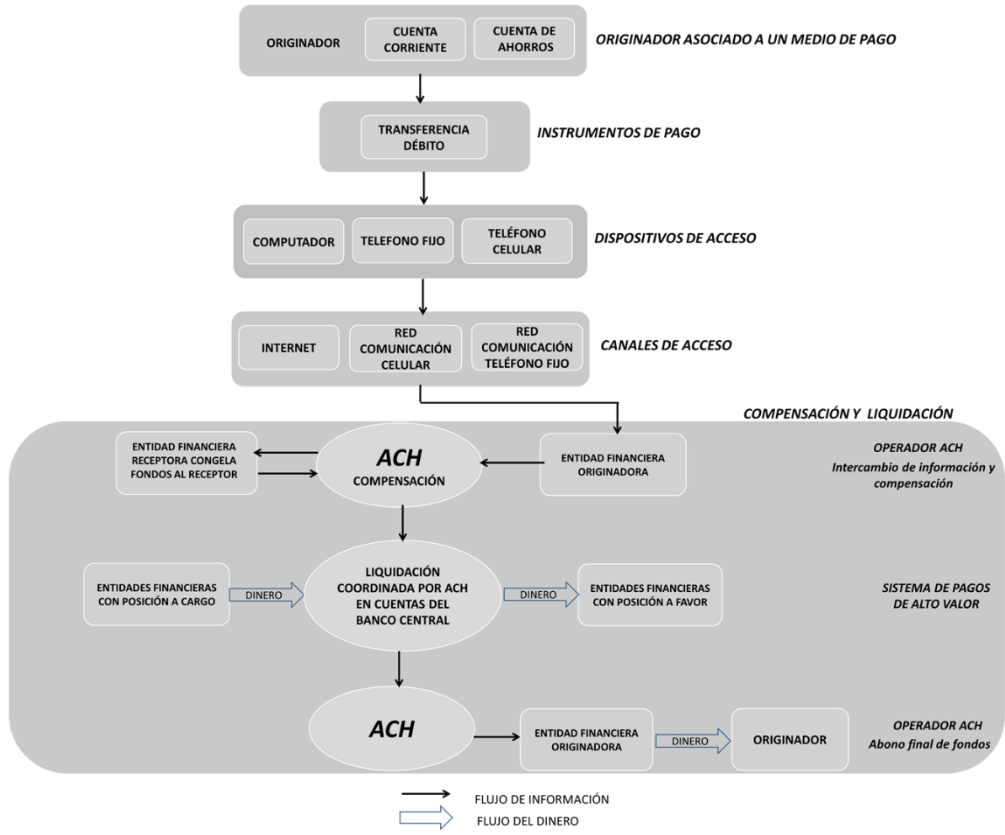
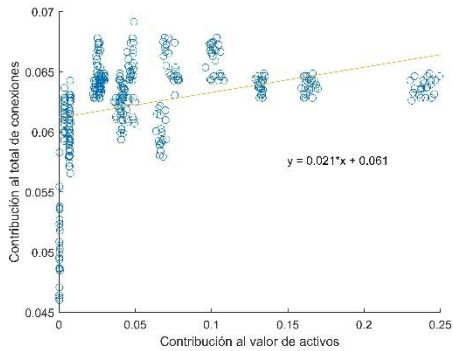


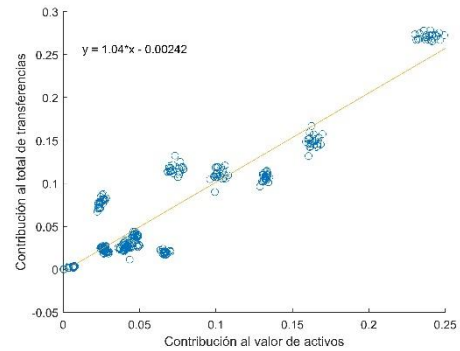
Diagrama D2. Flujo del proceso de pago de una transferencia débito (*pull transaction*)

10. Anexo E: Relación entre la contribución al número de conexiones y total de transferencias, y el tamaño de los participantes en ACH Colombia²⁰

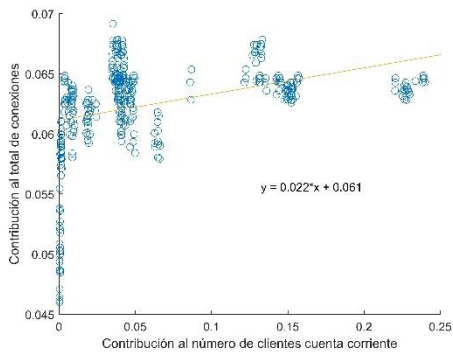
Activos y conexiones



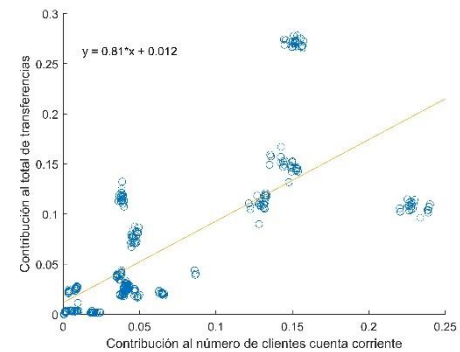
Activos y valor transferencias



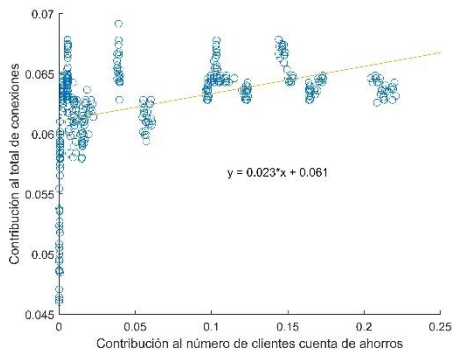
Clientes cuenta corriente y conexiones



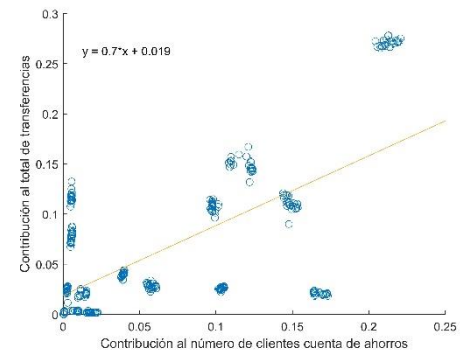
Clientes cuenta corriente y valor transferencias



Clientes cuenta de ahorro y conexiones

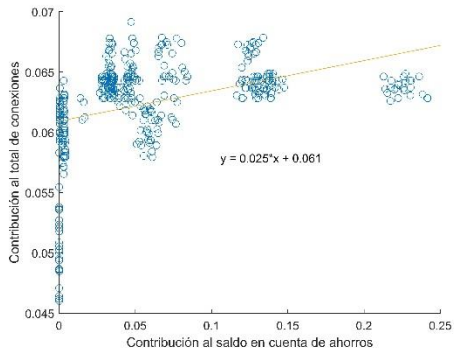


Clientes cuenta de ahorro y valor transferencias

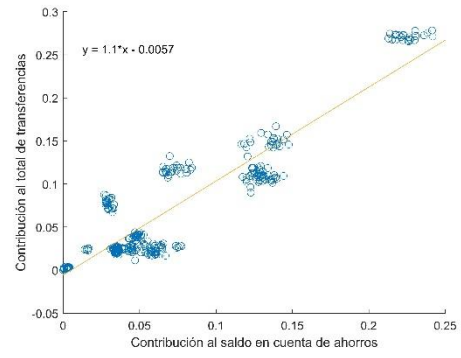


²⁰ Con base en información disponible para los establecimientos de crédito que participaron en los 24 periodos de la muestra. El valor de los activos, número de clientes y valor de los depósitos en cuenta de ahorro y corriente corresponde a información de la Superintendencia Financiera de Colombia.

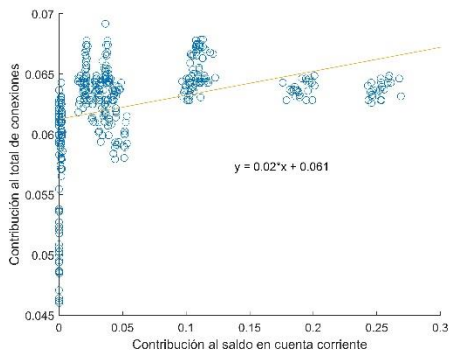
Saldo cuenta de ahorro y conexiones



Saldo cuenta de ahorro y valor transferencias



Saldo cuenta corriente y conexiones



Saldo cuenta corriente y valor transferencias

