



# Liquidez y los Sistemas de Pago: Fundamentos y Aspectos Prácticos

Dra. Biana Alexandrova-Kabadjova, Banco de México

Curso sobre Infraestructuras del Mercado Financiero, CEMLA, BANCO DE ESPAÑA, BANCO CENTRAL DE RESERVA DEL PERÚ

24 de Noviembre de 2020



BANCO DE MÉXICO

# Agenda\*

- Introducción
- Provisión de liquidez en los sistemas de pago
- Identificar comportamientos anómalos
- Marco teórico para monitorear el flujo de liquidez

\*El contenido y las opiniones presentadas son exclusivos de la expositora y no reflejan la opinión del Banco de México

# Agenda

- **Introducción**
- Provisión de liquidez en los sistemas de pago
- Identificar comportamientos anómalos
- Marco teórico para monitorear el flujo de liquidez

# Introducción



Los Sistemas de Pago de Alto Valor (SPAV) son Infraestructuras de Mercados Financieros (IMF) dedicadas a proveer un medio de pago electrónico a los participantes del sistema financiero.



El acceso directo a los SPAV se limita a la Banca comercial o a las instituciones financieras más relevantes de la jurisdicción en la que operan.



El Banco Central tiene facultades de supervisar y vigilar las operaciones de los SPAV



La liquidez intradía en las IMF son los fondos que los participantes utilizan con el fin de cumplir con sus obligaciones de pago durante el día.



La operación diaria de los SPAV se caracteriza con **bajo** volumen y **alto** valor promedio por transacción.

# Agenda

- Introducción
- Provisión de liquidez en los sistemas de pago
- Identificar comportamientos anómalos
- Marco teórico para monitorear el flujo de liquidez

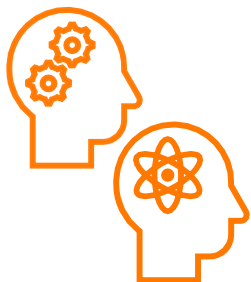
## Provisión de liquidez



Existe una mayor interdependencia entre las IMF, derivado del flujo de liquidez entre los SPAV y el sistema de liquidación de valores (SLV).

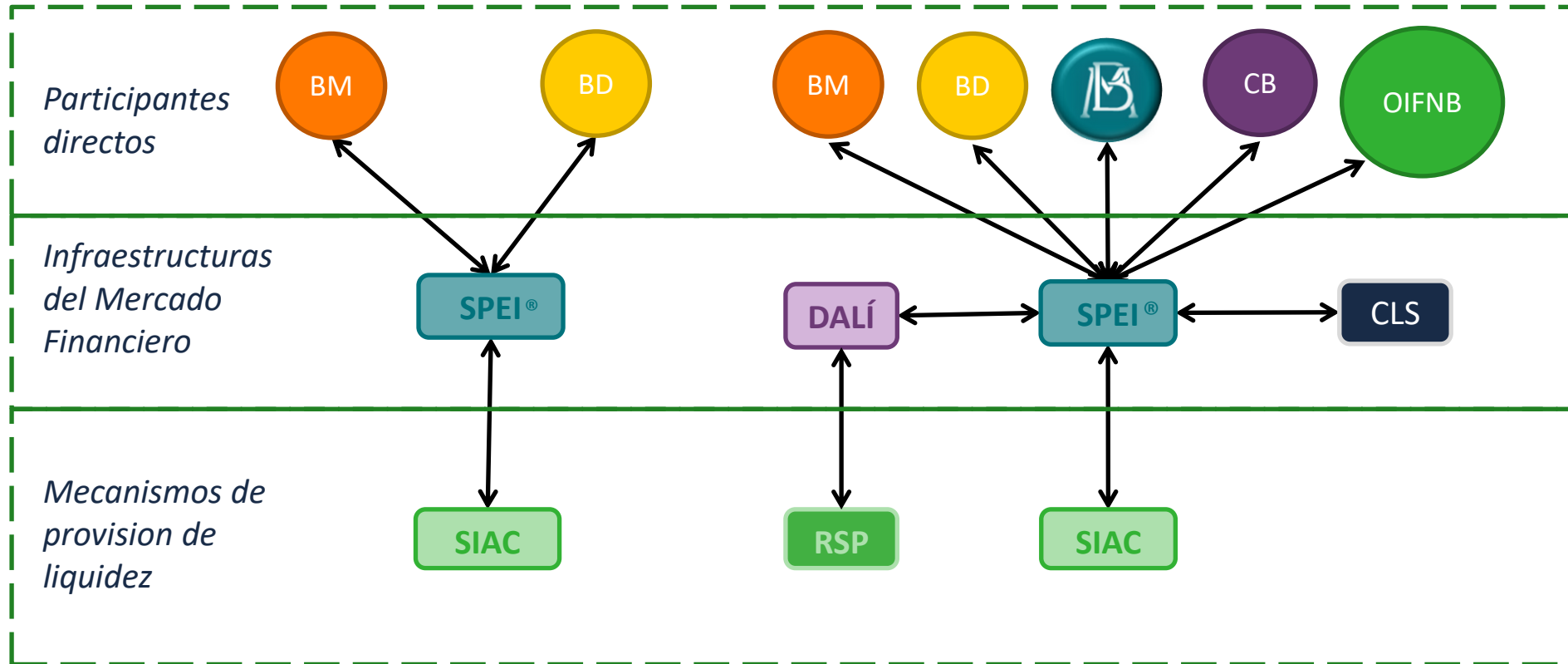


Los participantes de las IMF son más interconectados a consecuencia de que un mayor número de instituciones financieras realizan pagos entre sí.



Para garantizar el buen funcionamiento de las IMF debemos comprender a fondo las implicaciones que los diseños de los mecanismos de liquidación y compensación pueden tener sobre la dinámica del flujo de liquidez y la interconectividad entre los participantes.

# Esquema organizacional



a) Esquema organizacional inicial (2005)

b) Esquema organizacional actual (2020)

BM – Banca Múltiple

BD – Banca de Desarrollo

CB – Casas de Bolsa

DALÍ – El Sistema de Liquidación de Valores

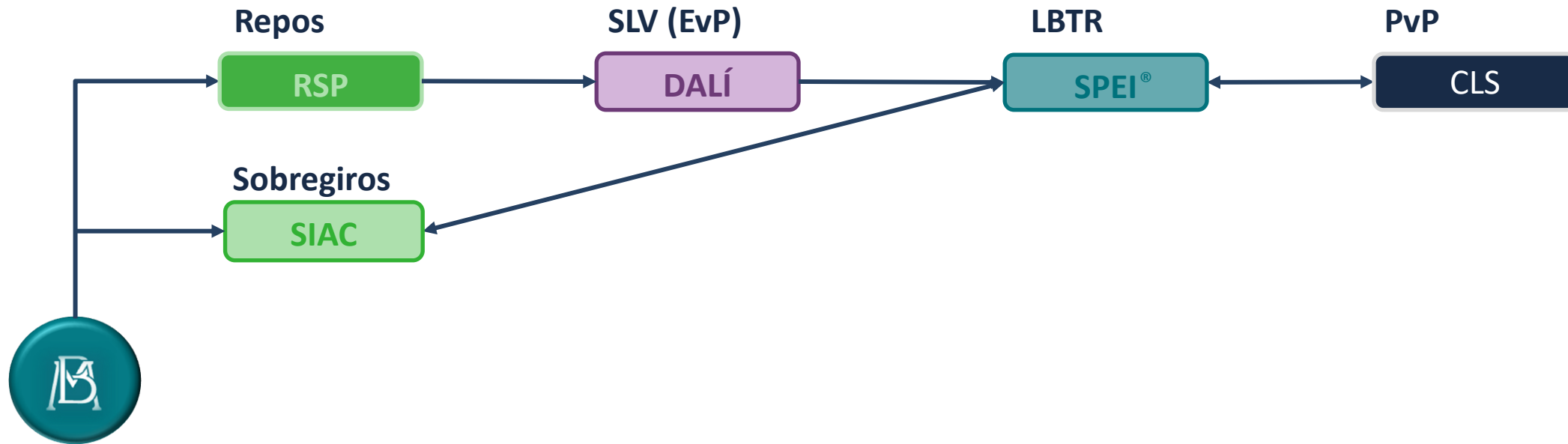
CLS – Continuous Linked Settlement

SPEI® – Sistema de Pagos de Alto Valor

OIFNB – Otros Intermediarios Financieros No Bancarios

SIAC – Sistema a cargo de gestionar las cuentas de las instituciones de crédito, para dar acceso a la liquidez que provee Banco de México

# Provisión de liquidez en las IMF



DALÍ – El Sistema de Liquidación de Valores

CLS – Continuous Linked Settlement

SPEI® – Sistema de Pagos de Alto Valor

RSP – Plataforma que Banco de México utiliza para proveer liquidez en los mercados a través de Repos

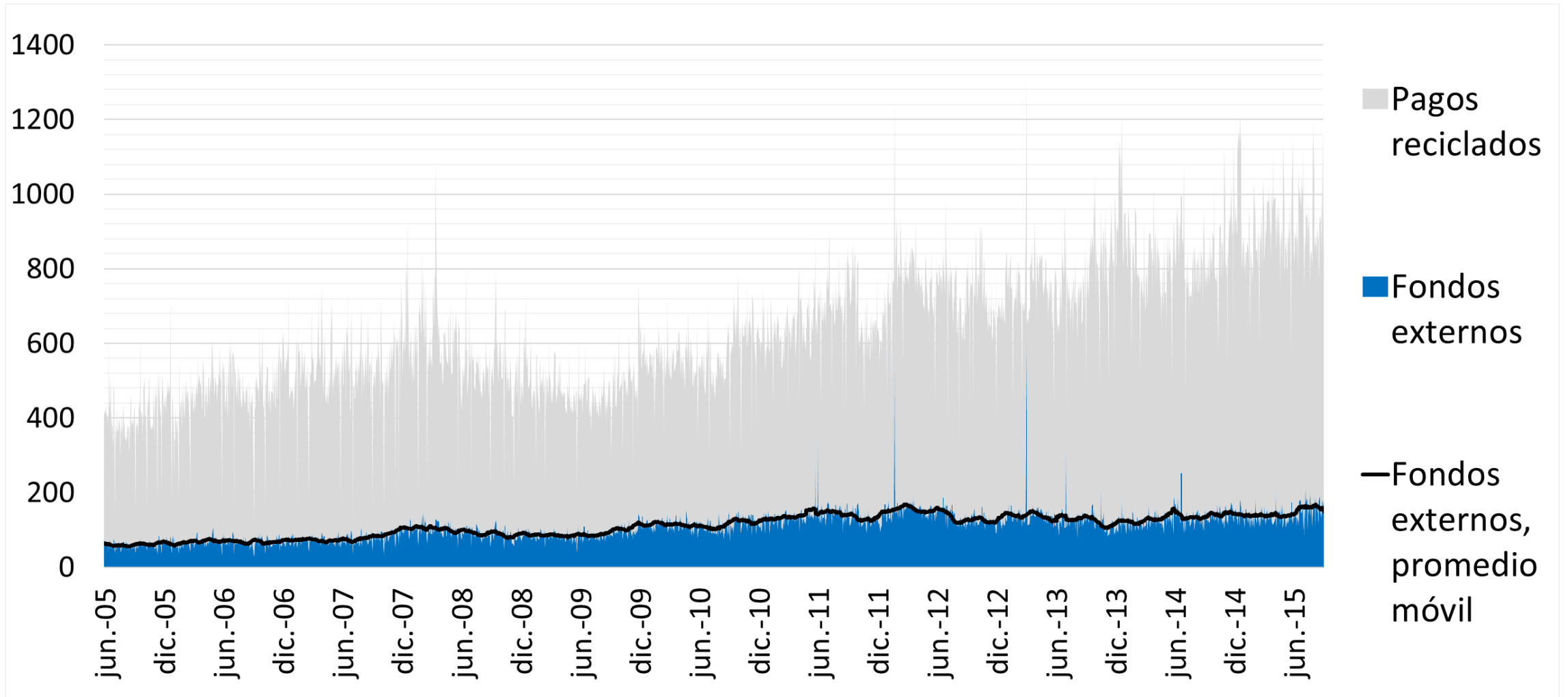
SIAC – Sistema a cargo de gestionar las cuentas de las instituciones de crédito, para dar acceso a la liquidez que provee Banco de México



# IMF operando en México

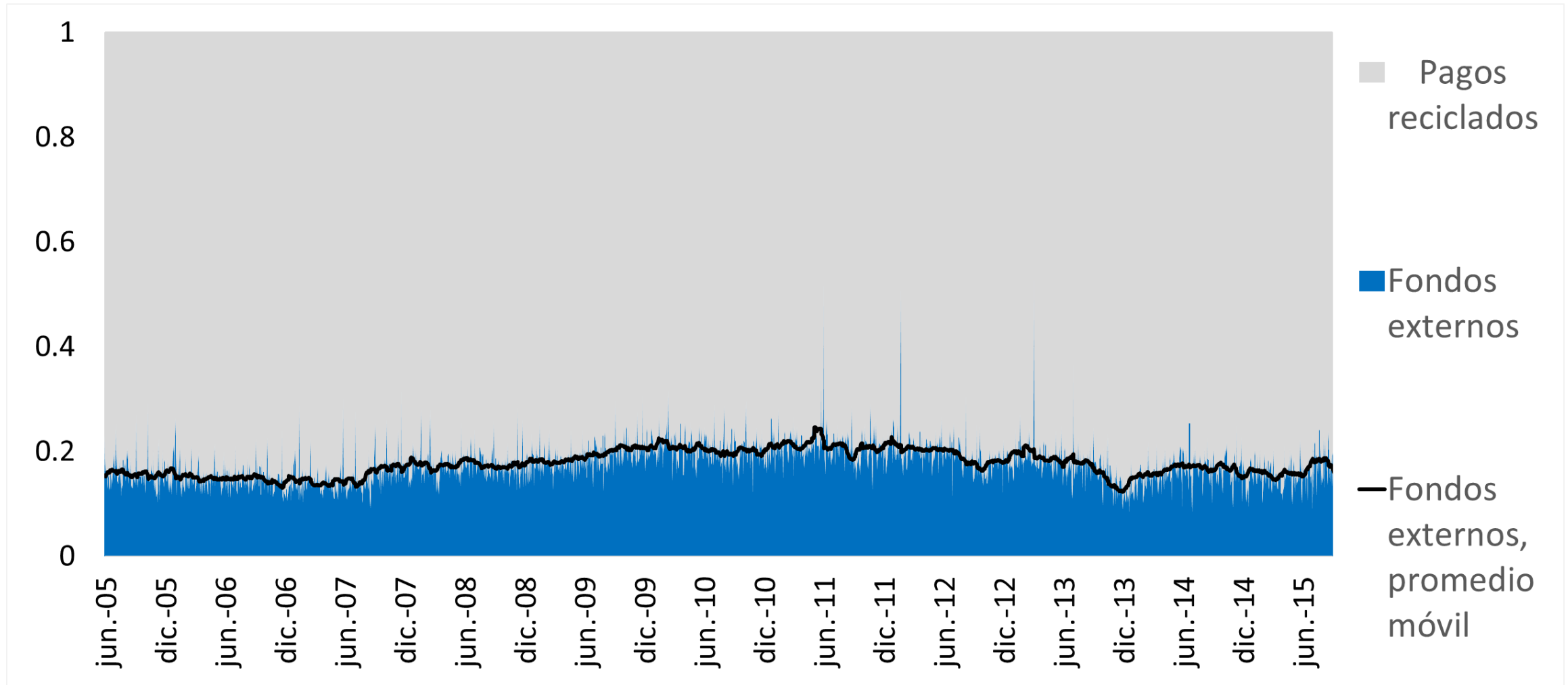
- SPEI – es un sistema de liquidación en tiempo real (LTR) que compensa de forma continua pagos de bajo y alto valor entre instituciones financieras y entre terceros (clientes) que se procesan simultáneamente durante el día.
- DALÍ – el sistema de depósito, administración y liquidación de valores que facilita la transferencia, compensación y liquidación de operaciones de valores entre participantes.
  - Este sistema es operado por S.D. Indeval, SA de CV y utiliza un algoritmo de compensación que permite que un conjunto de transacciones se compense bajo el esquema "entrega contra pago" (DVP).
- SIAC – es el sistema operado por el Banco Central que administra las cuentas corrientes de las instituciones de crédito.
  - Es el canal principal por el cual el Banco de México proporciona liquidez.
- CLS (Continuous Linked Settlement) – es el sistema responsable de la liquidación de operaciones de divisas bajo el esquema pago contra pago (PVP).
  - Es un participante directo del SPEI

# Indicador Uso de Liquidez Intradía

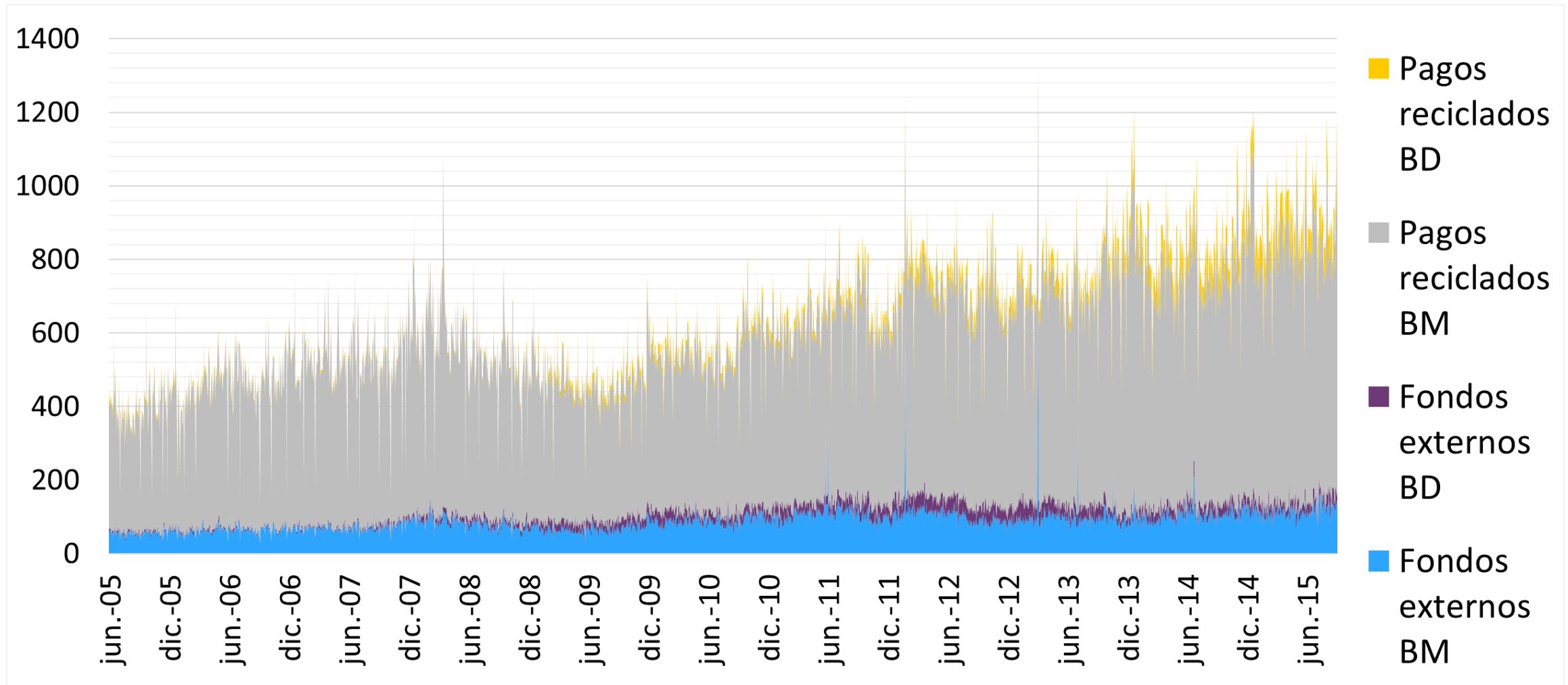


Nota: cifra en miles de millones de MXN

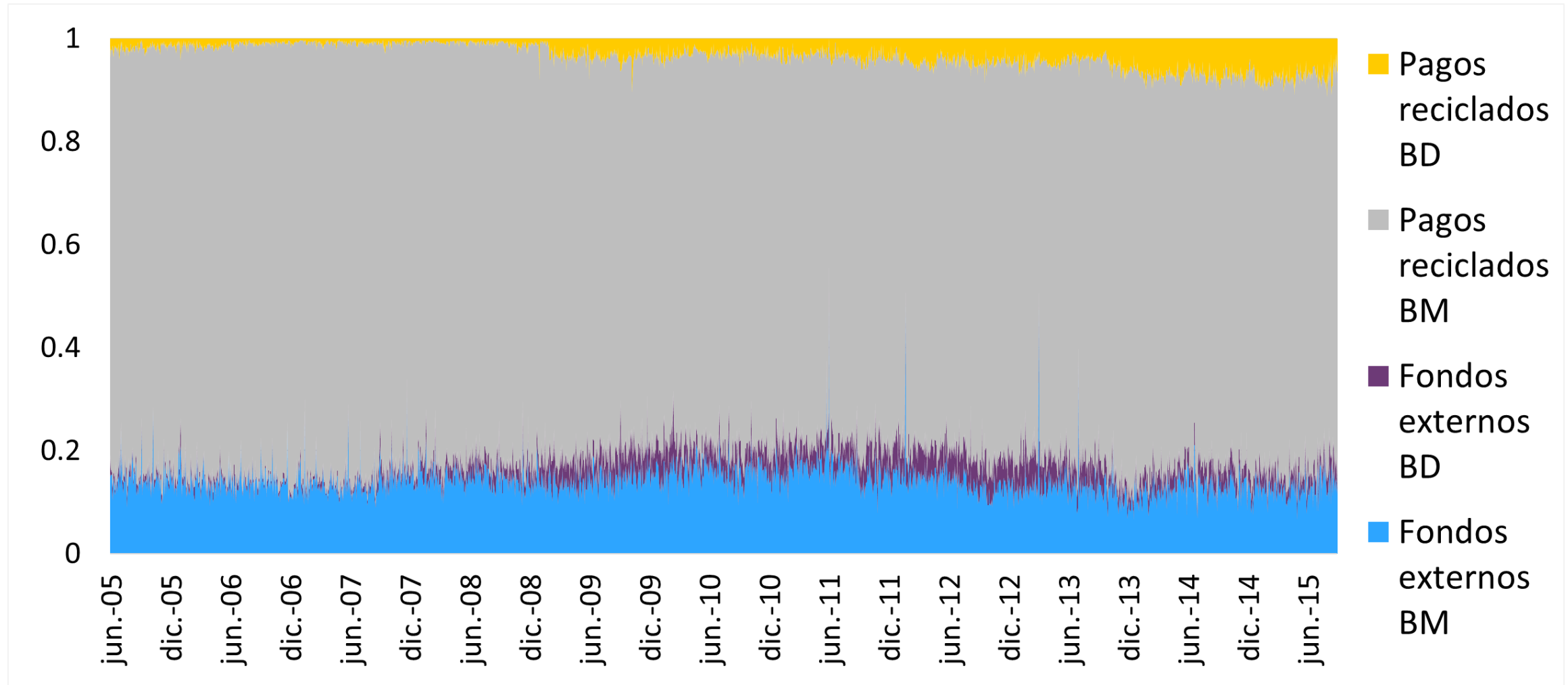
# Indicador Uso de Liquidez Intradía en proporción



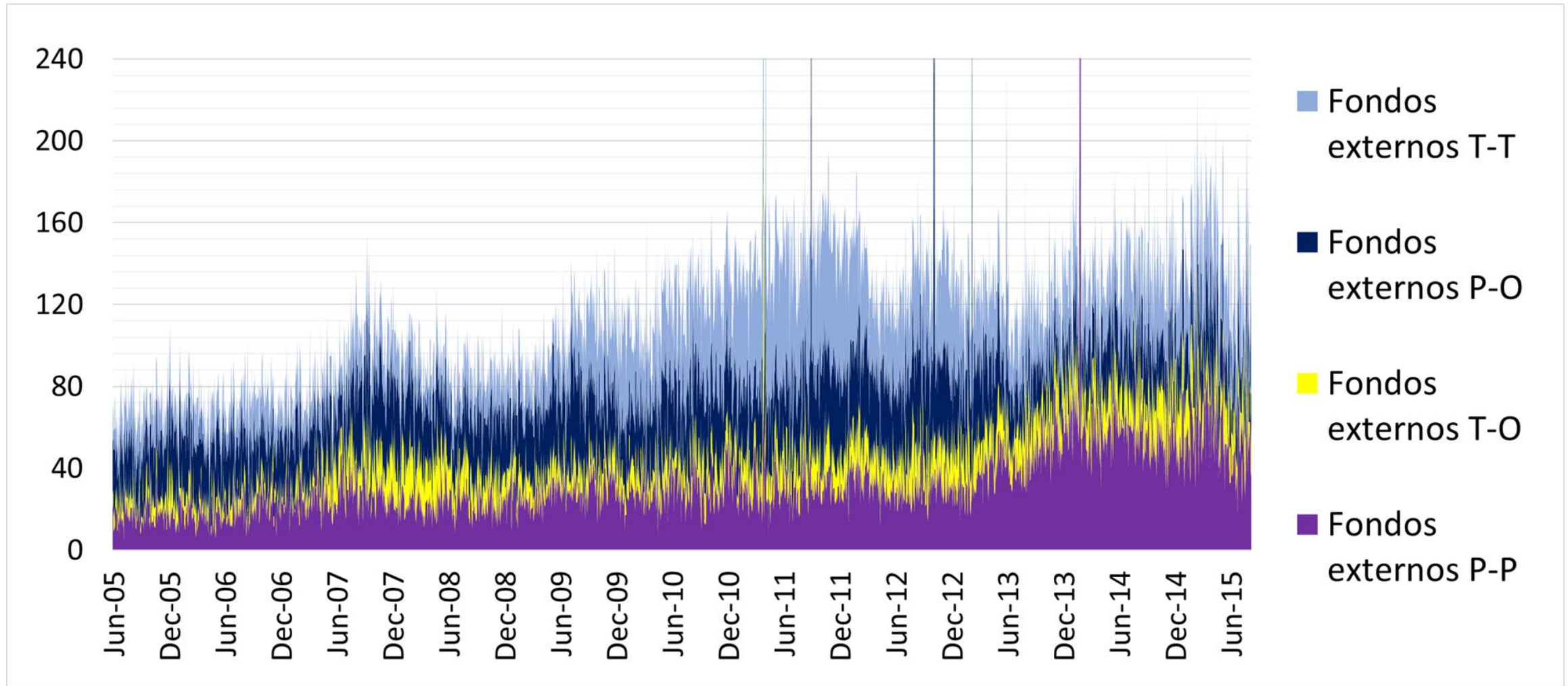
# Indicador Uso de Liquidez Intradía según el tipo de institución



# Indicador Uso de Liquidez Intradía según el tipo de institución en proporción



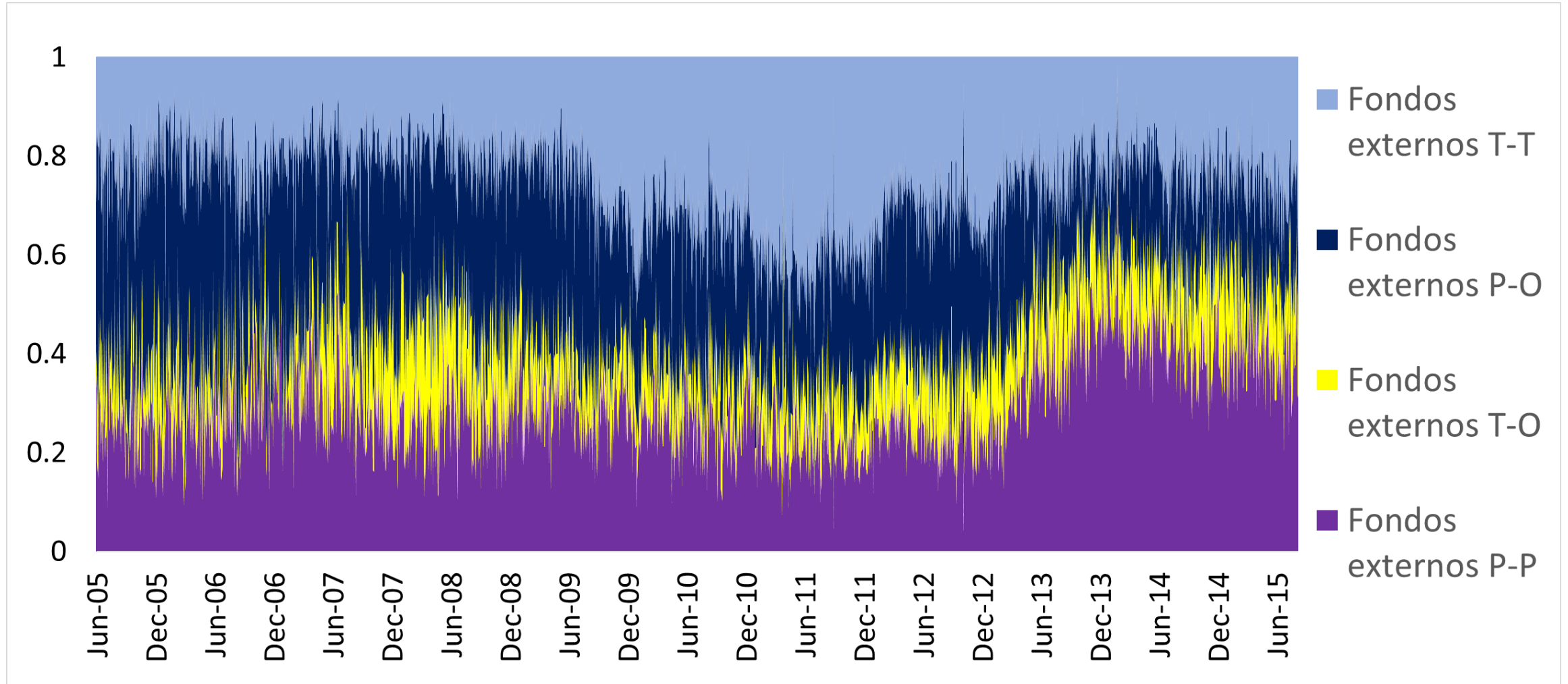
# Indicador Uso de Liquidez Intradía según tipo de pago – fondos externos



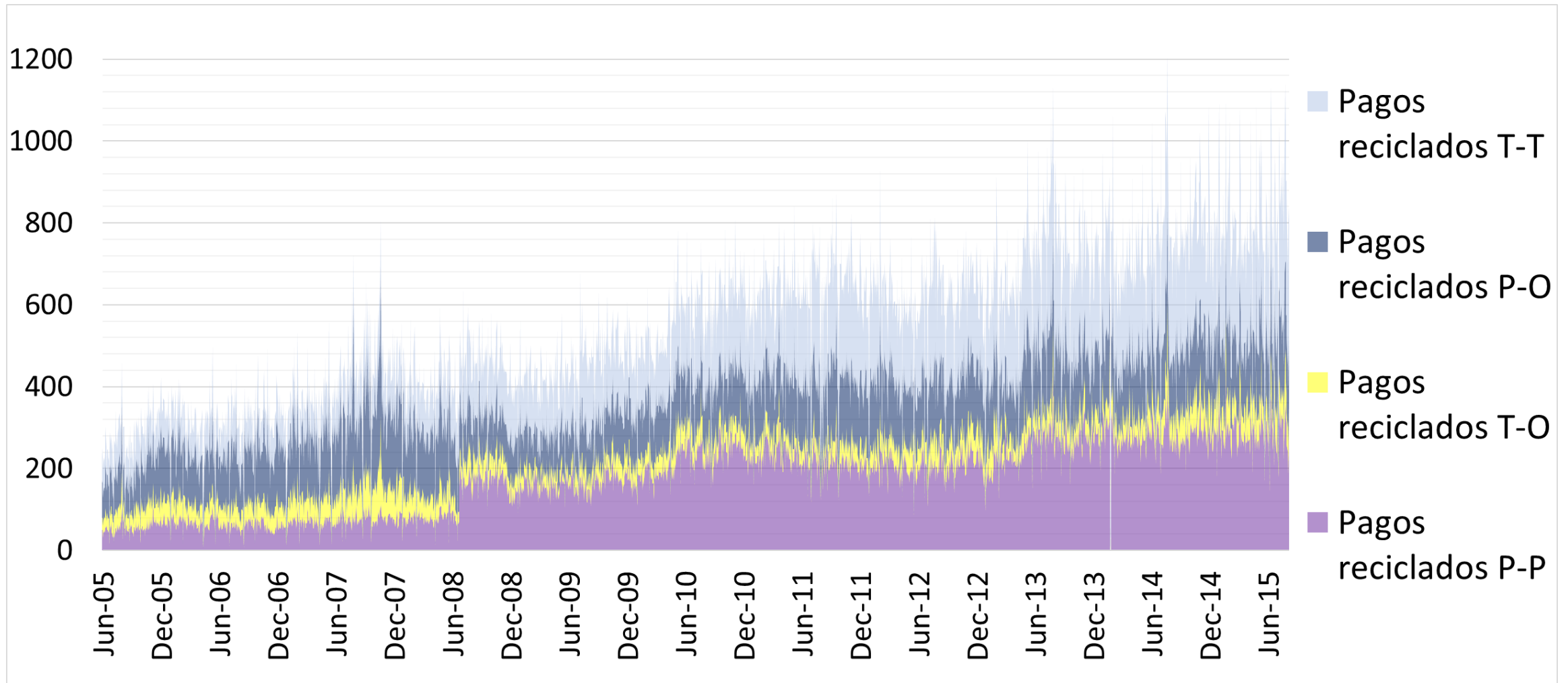
Nota: cifra en miles de millones de MXN



# Indicador Uso de Liquidez Intradía según tipo de pago – fondos externos en proporción



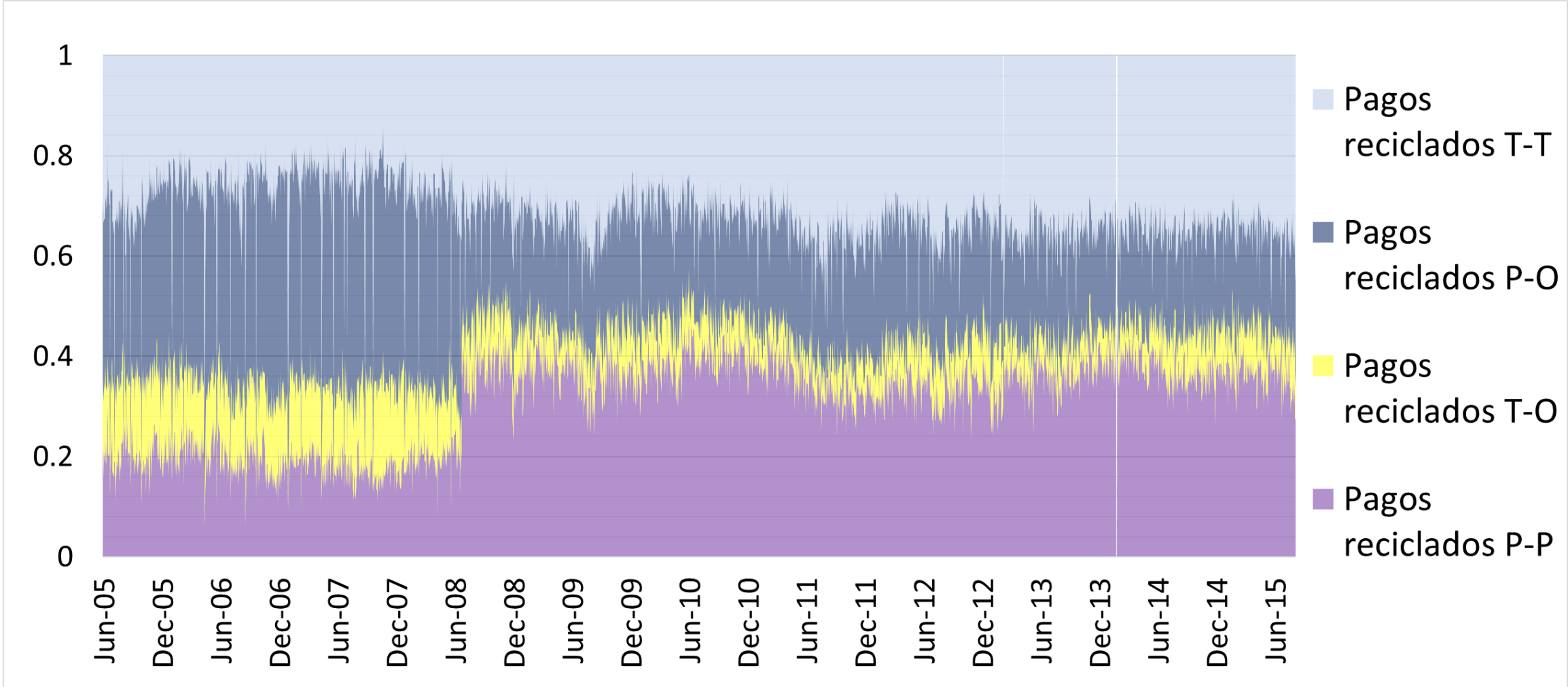
# Indicador Uso de Liquidez Intradía según tipo de pago – pagos reciclados



Nota: cifra en miles de millones de MXN



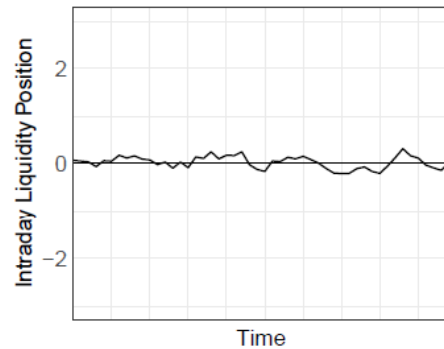
# Indicador Uso de Liquidez Intradía según tipo de pago – pagos reciclados en proporción



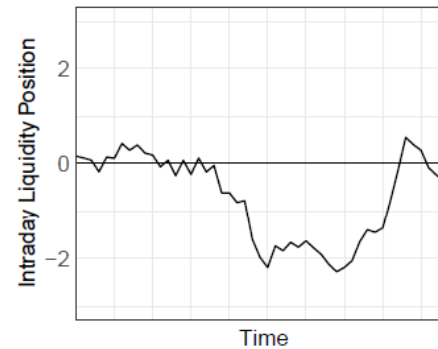
# Agenda

- Introducción
- Provisión de liquidez en los sistemas de pago
- Identificar comportamientos anómalos
- Marco teórico para monitorear el flujo de liquidez

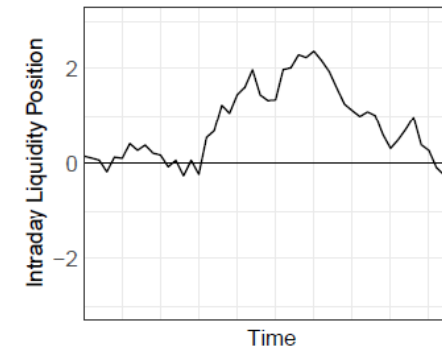
# Gestión de liquidez intradía – estrategias diferentes



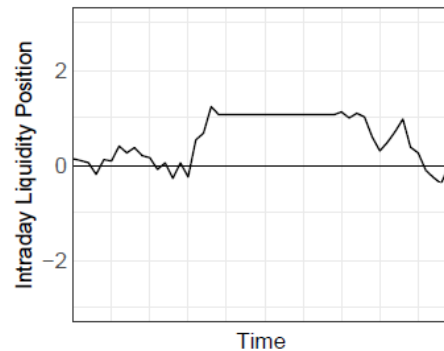
(a)



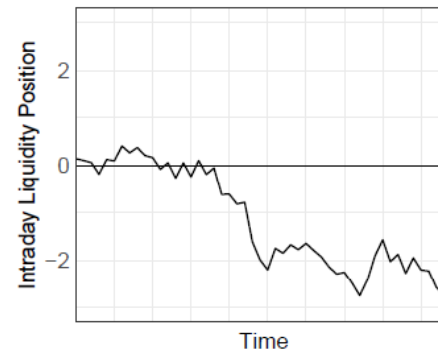
(b)



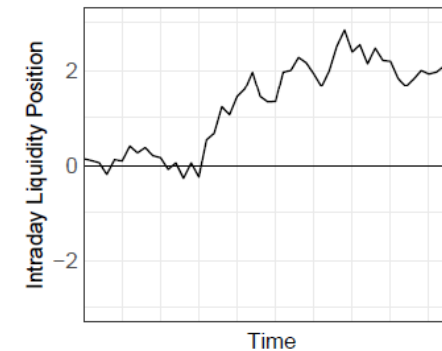
(c)



(d)



(e)

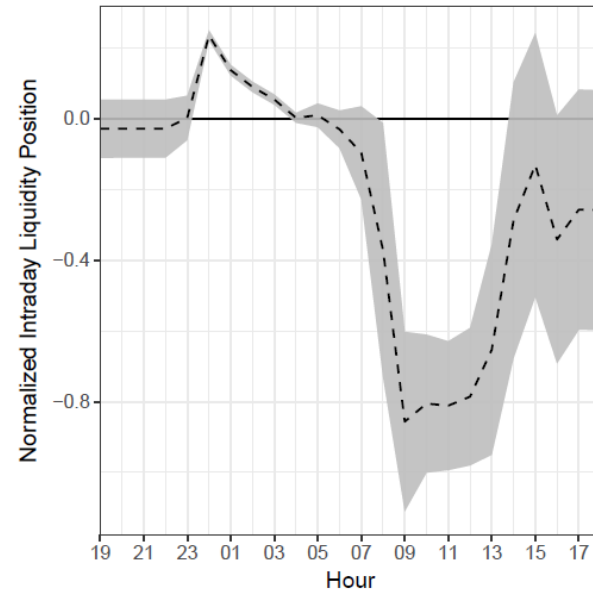


(f)

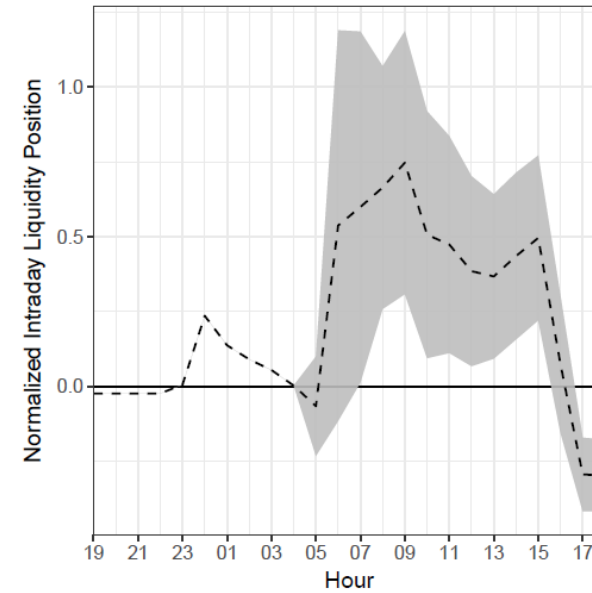
These figures illustrate how different liquidity management strategies and financial risks may be visible from the intraday liquidity position of banks: (a) theoretically efficient management, (b) an early-paying bank, (c) free-riding behavior, (d) a bank facing a temporarily operational outage, (e) a bank that cannot attract sufficient liquidity, and (f) a bank hedging credit risk.

Fuente: Ron Triepels, Detection of Anomalous Intraday Liquidity Usage by Banks Using Recurrent Neural Networks, PIV - DSP 2017, Banco de México  
[http://transparencia.banxico.org.mx/VisorTransparencia/?BMXC\\_sujeto=BM&BMXC\\_articulo=Art70](http://transparencia.banxico.org.mx/VisorTransparencia/?BMXC_sujeto=BM&BMXC_articulo=Art70)

# Gestión de liquidez intería – estrategias diferentes



(a)



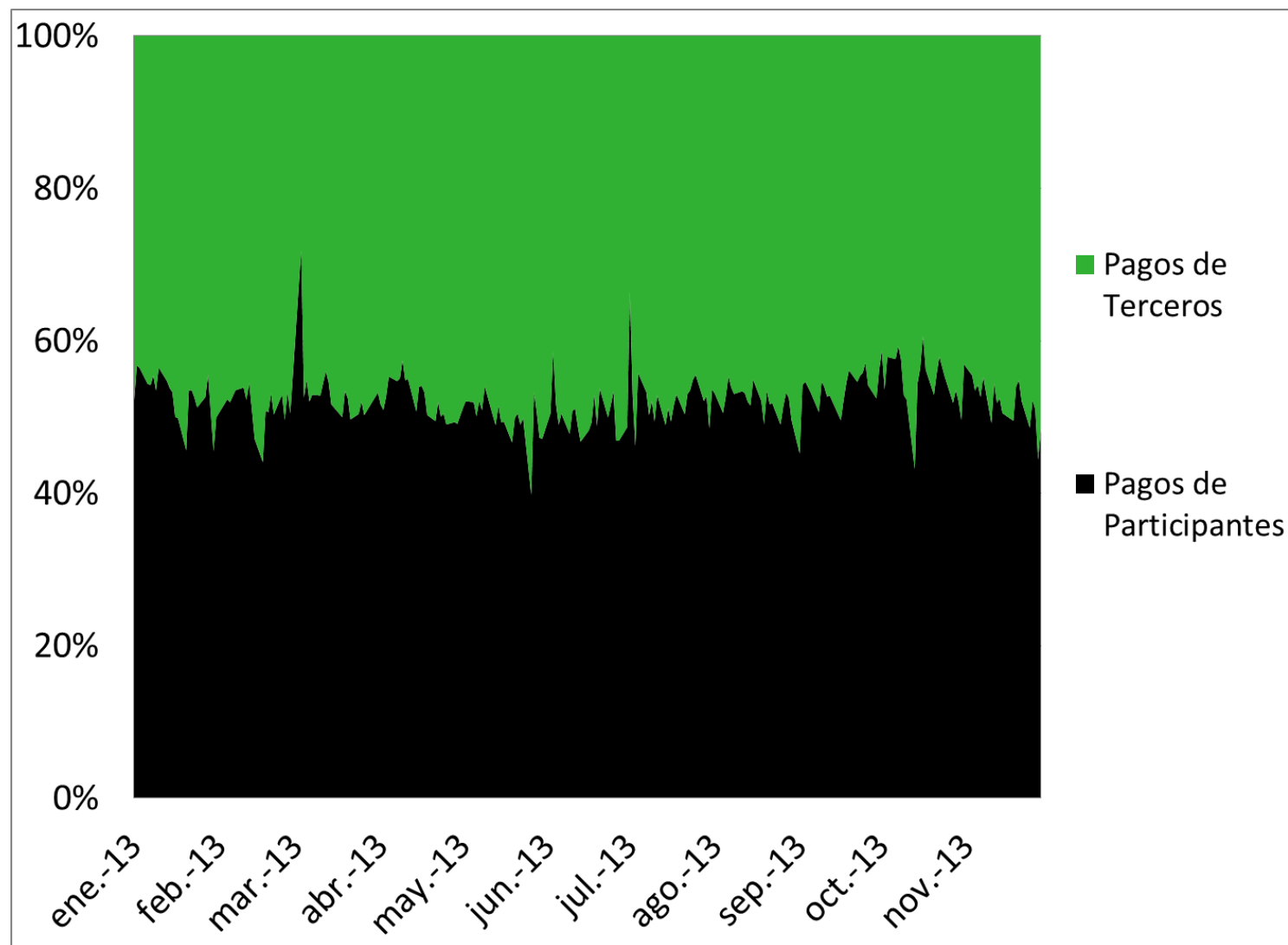
(b)

The GNB model estimated for two banks from real-world payment data of SPEI. The dashed black lines show the mean intraday liquidity position of the banks at each hour of a business day. The gray ribbons show the confidence interval one standard deviation around the mean.

Fuente: Ron Triepels, Detection of Anomalous Intraday Liquidity Usage by Banks Using Recurrent Neural Networks, PIV - DSP 2017, Banco de México  
[http://transparencia.banxico.org.mx/VisorTransparencia/?BMXC\\_sujeto=BM&BMXC\\_articulo=Art70](http://transparencia.banxico.org.mx/VisorTransparencia/?BMXC_sujeto=BM&BMXC_articulo=Art70)

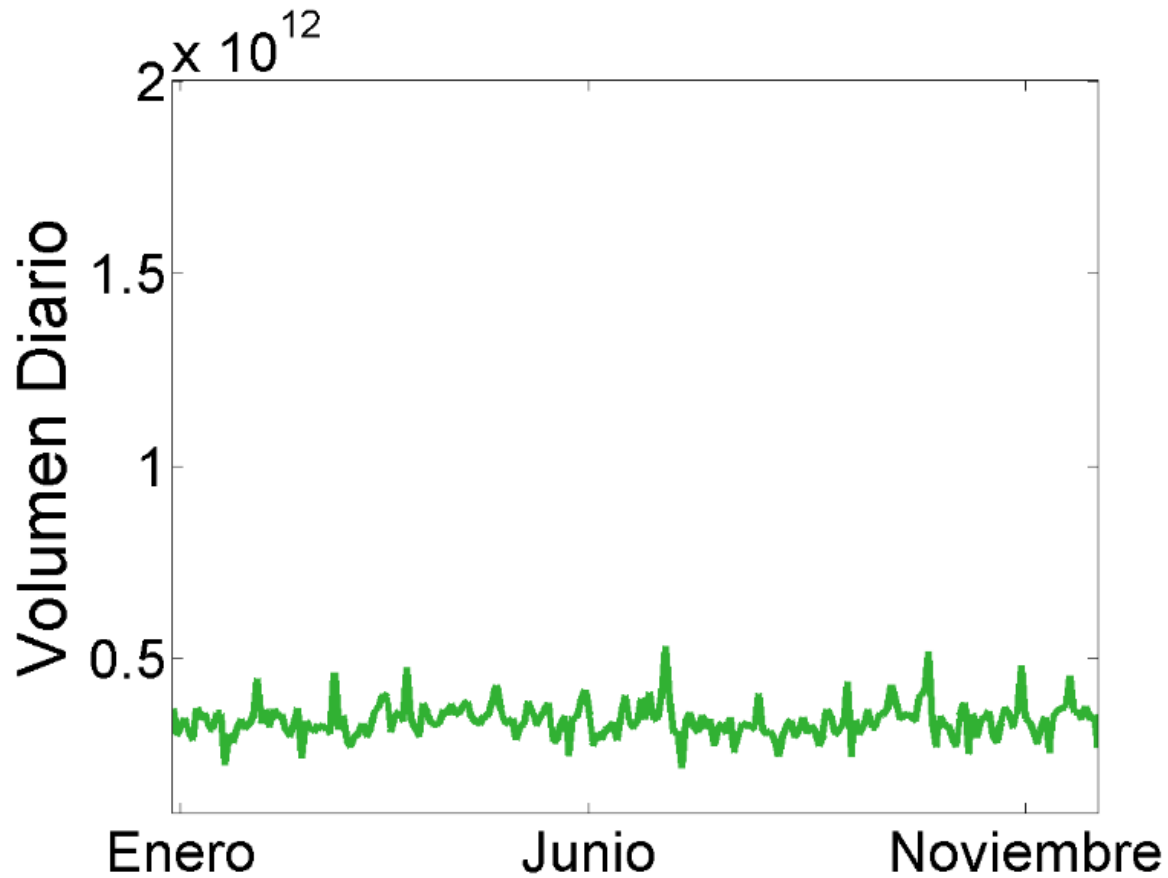
# Gestión de liquidez intradía por tipo de pago

- La proporción promedio de pagos a terceros frente a pagos de participantes es 47-53%

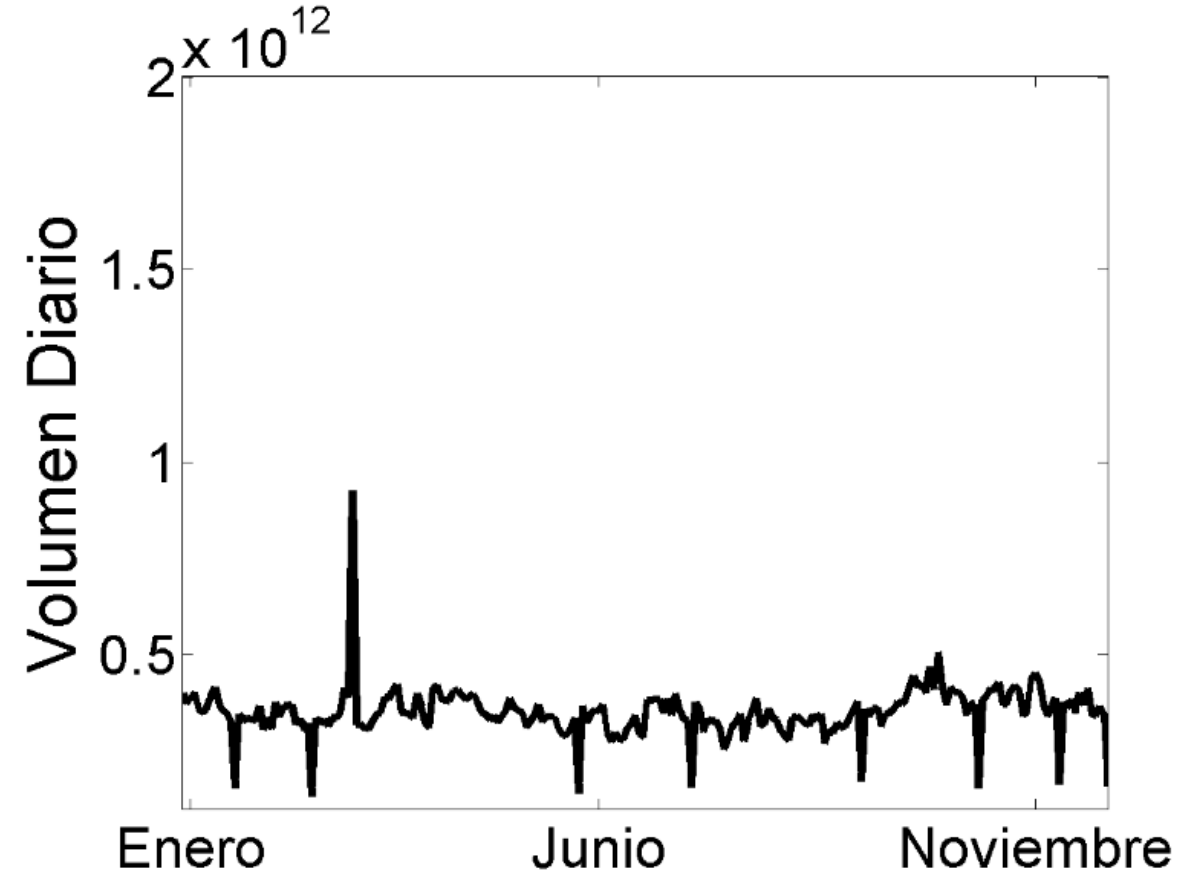


# Gestión de liquidez intradía por tipo de pago

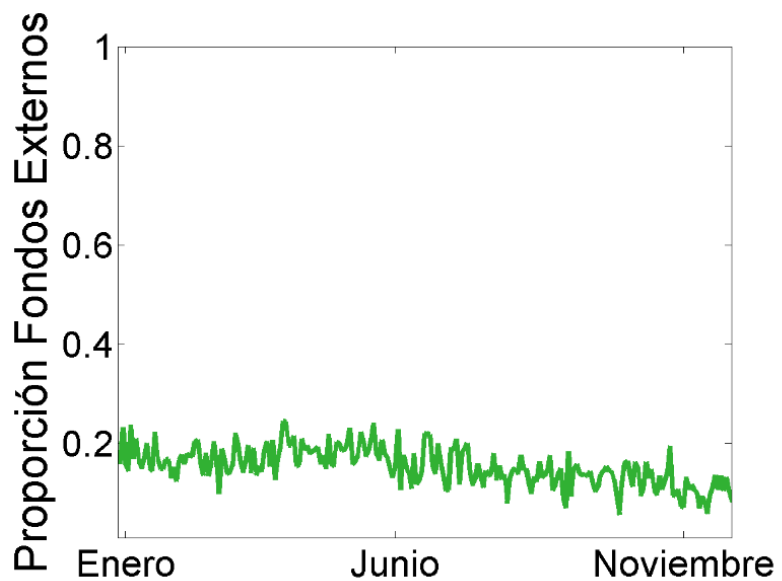
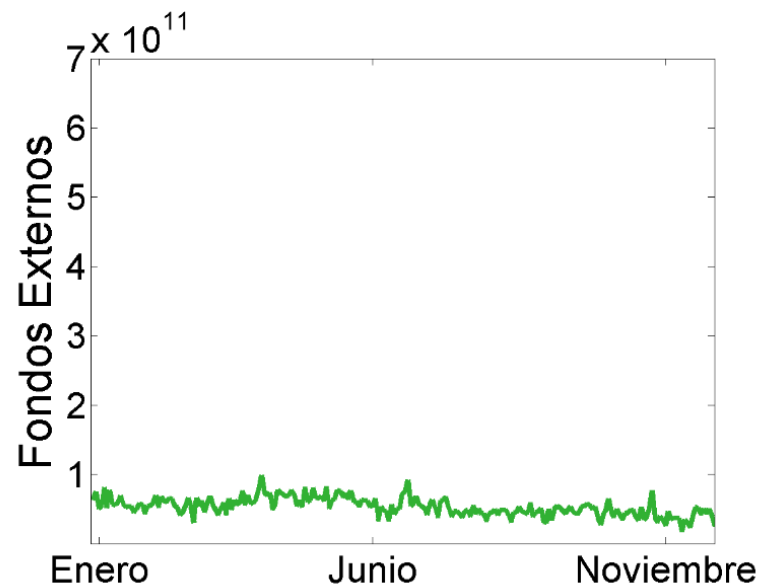
Pagos iniciados por un tercero



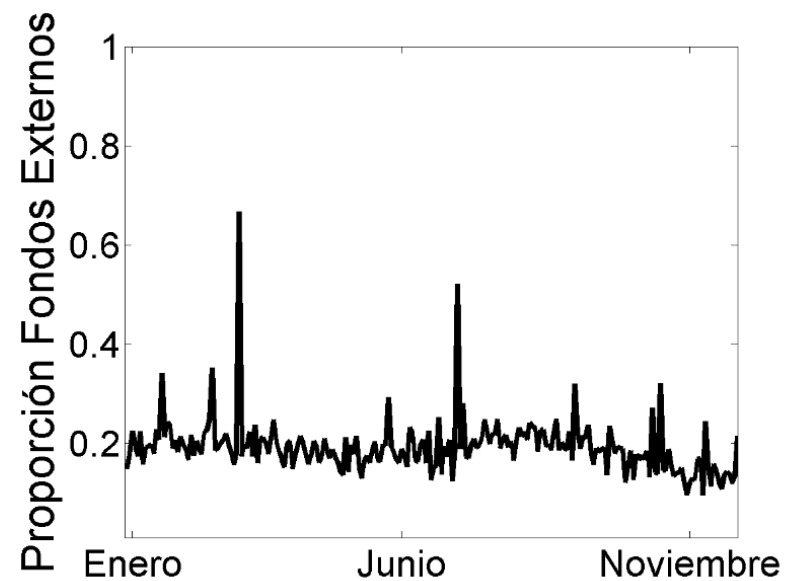
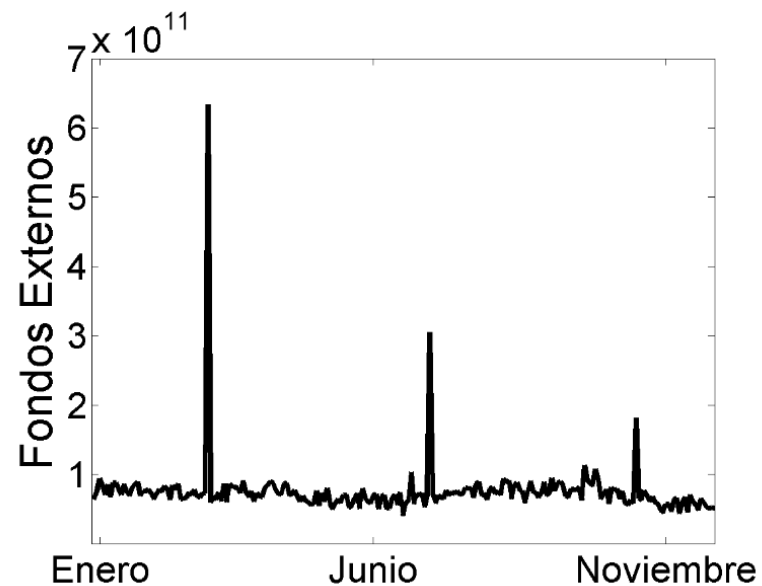
Pagos iniciados por un participante



## Pagos iniciados por un tercero



## Pagos iniciados por un participante

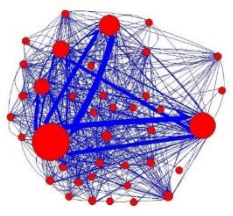
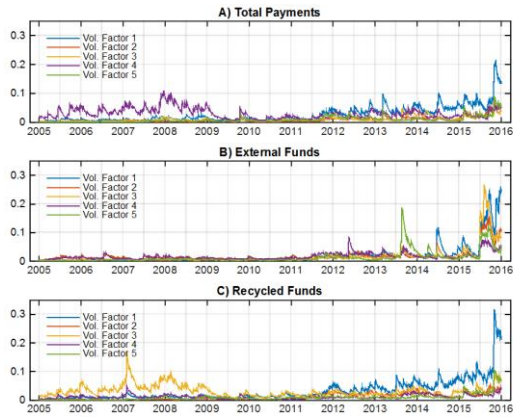
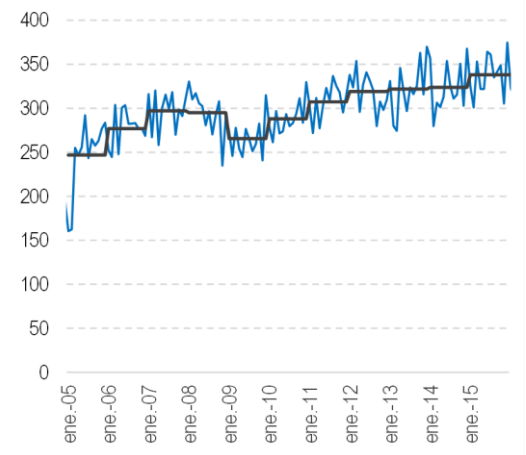


# Comportamiento de los participantes

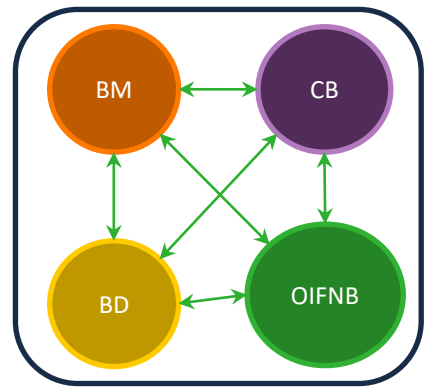


Reglas Existentes

# Métricas del comportamiento



# Modelo multi-agentes



Pro-bando nuevas reglas

# Métricas del modelo

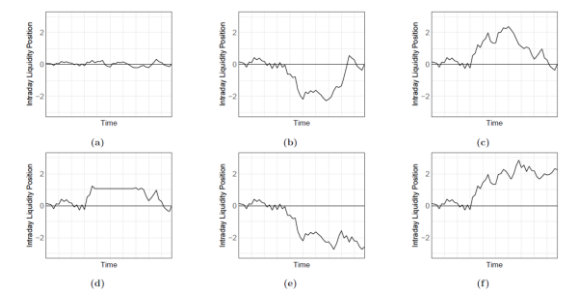
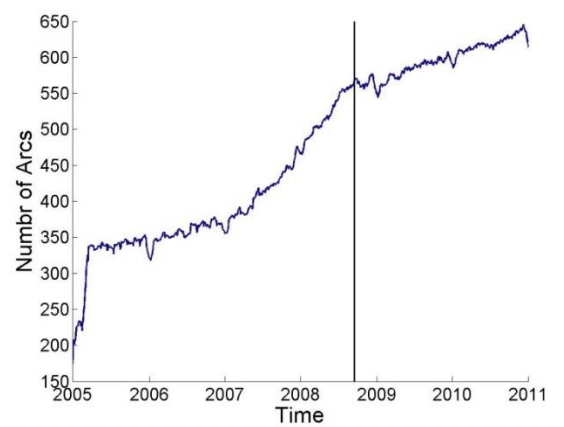
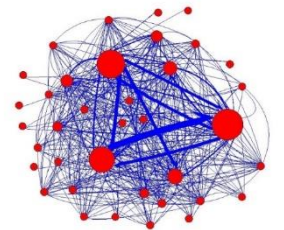


Figure 4: These figures illustrate how different liquidity management strategies and financial risks may be visible from the intraday liquidity position of banks: (a) theoretically efficient management, (b) an early-paying bank, (c) free-riding behavior, (d) a bank facing a temporarily operational outage, (e) a bank that cannot attract sufficient liquidity, and (f) a bank hedging credit risk.

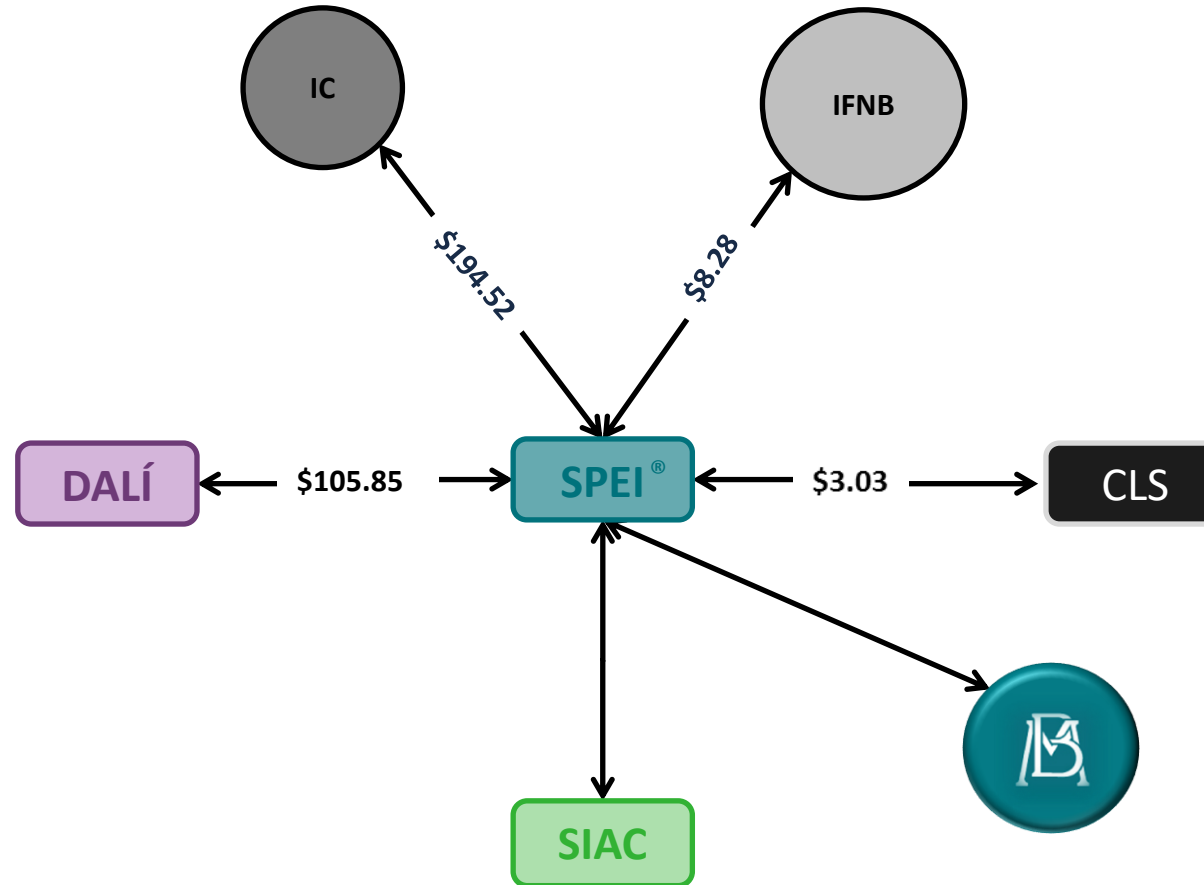




# Agenda

- Introducción
- Provisión de liquidez en los sistemas de pago
- Identificar comportamientos anómalos
- Marco teórico para monitorear el flujo de liquidez

# Participantes directos



*Datos en miles de millones, 2013*

IC – Instituciones de Crédito

IFNB – Intermediarios Financieros No Bancarios

SPEI® – Sistema de Pagos de Alto Valor

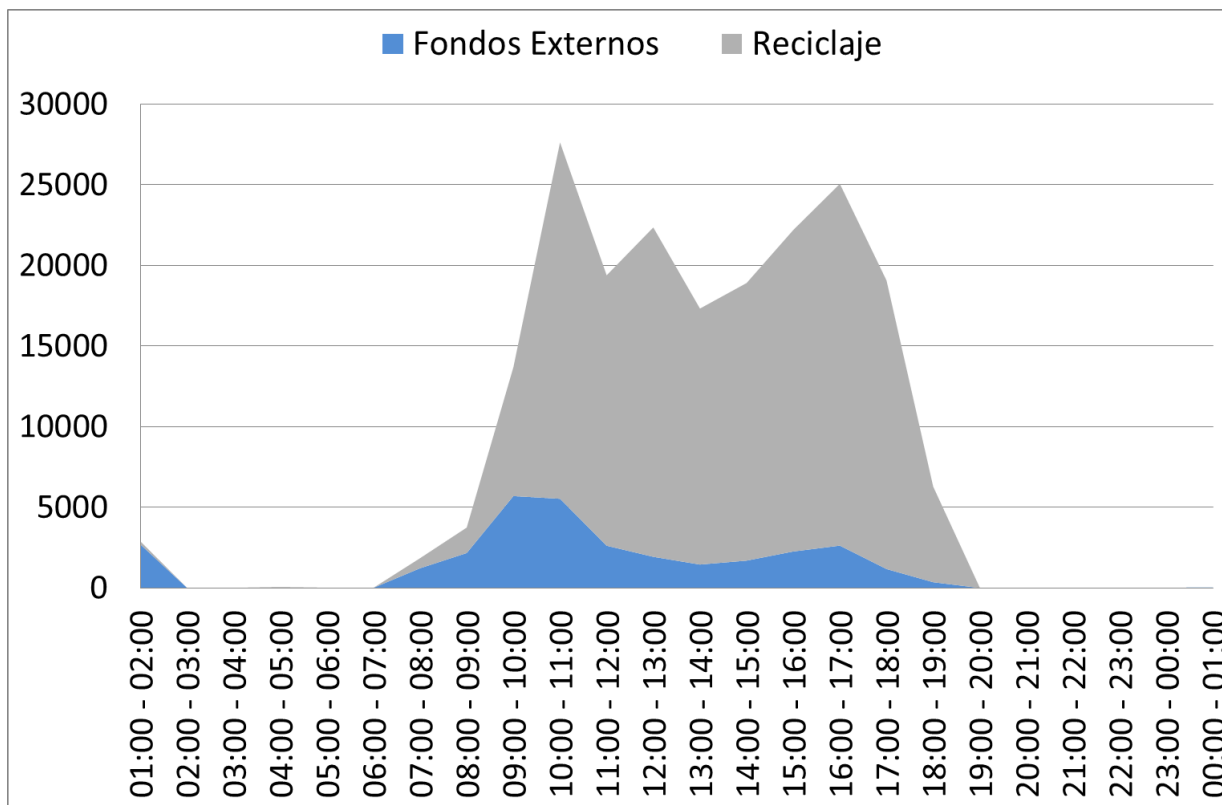
DALÍ – El Sistema de Liquidación de Valores

CLS – Continuous Linked Settlement

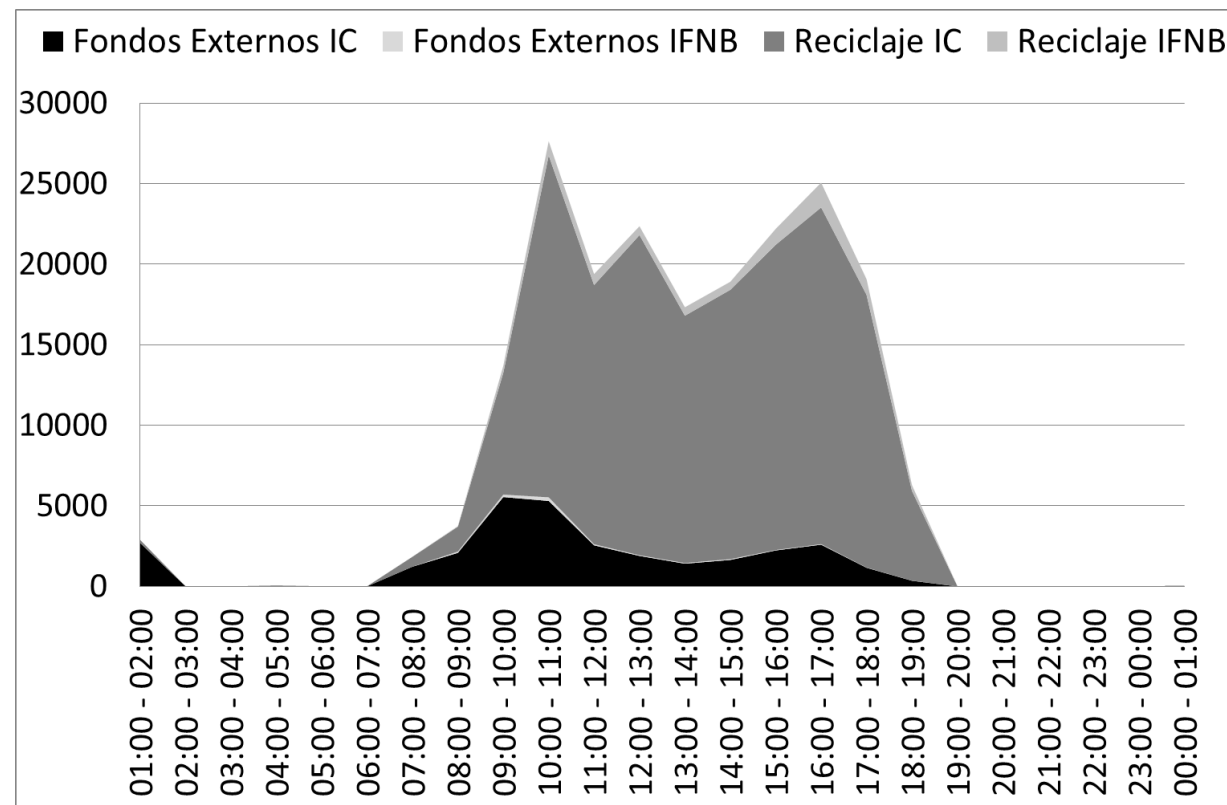
SIAC – Sistema a cargo de gestionar las cuentas de las instituciones de crédito, para dar acceso a la liquidez que provee Banco de México

# Indicador Uso de liquidez por horario

*Perspectiva general*



*Según el perfil del participante*



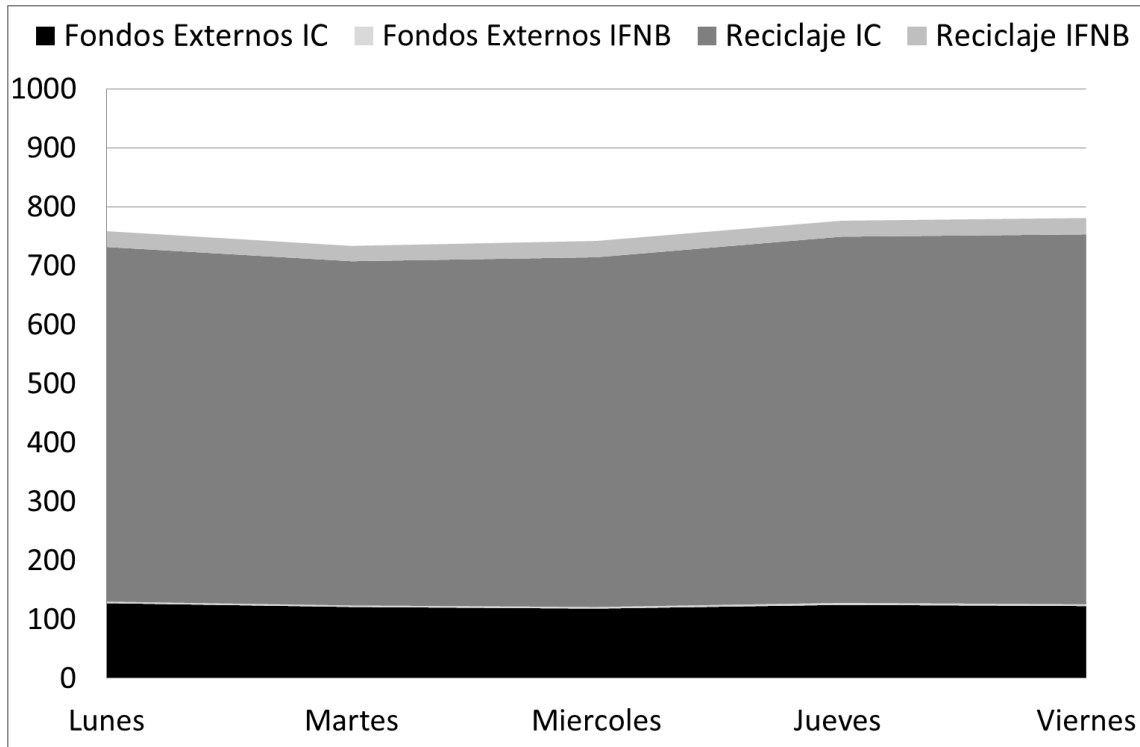
**Datos en miles de millones, 2013**

IC – Instituciones de Crédito

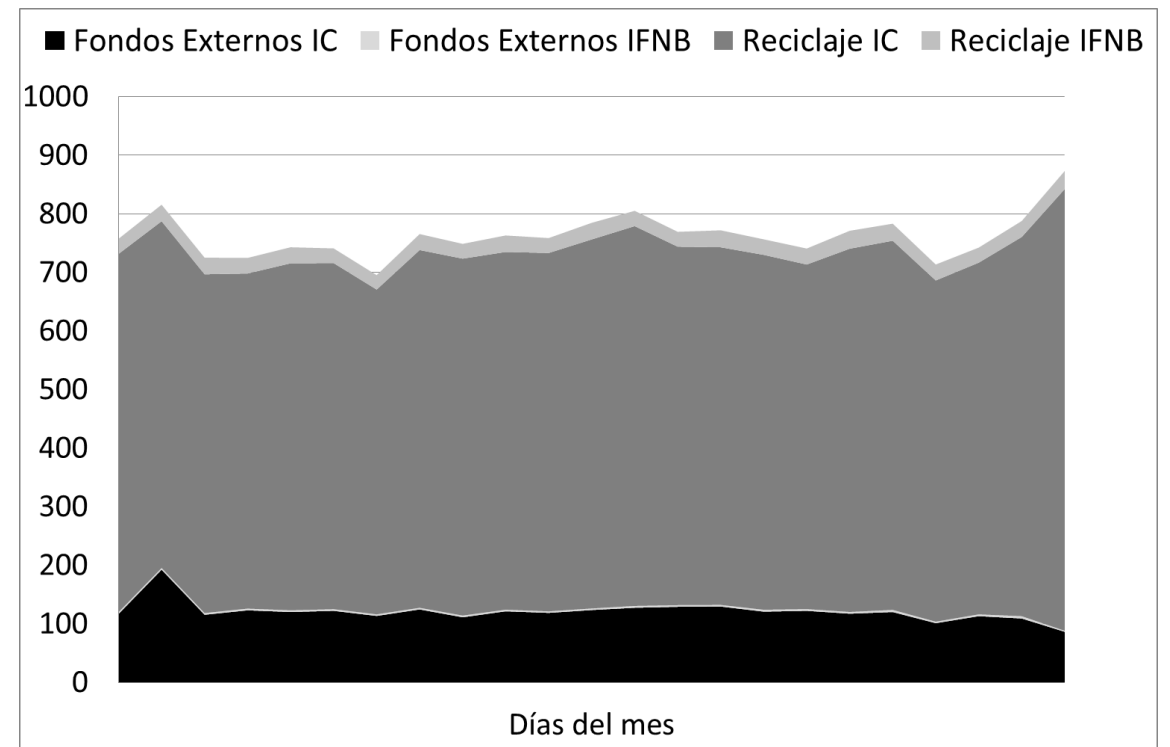
IFNB – Intermediarios Financieros No Bancarios

# Indicador Uso de liquide según perfil del participante

*Perspectiva semanal*



*Perspectiva mensual*

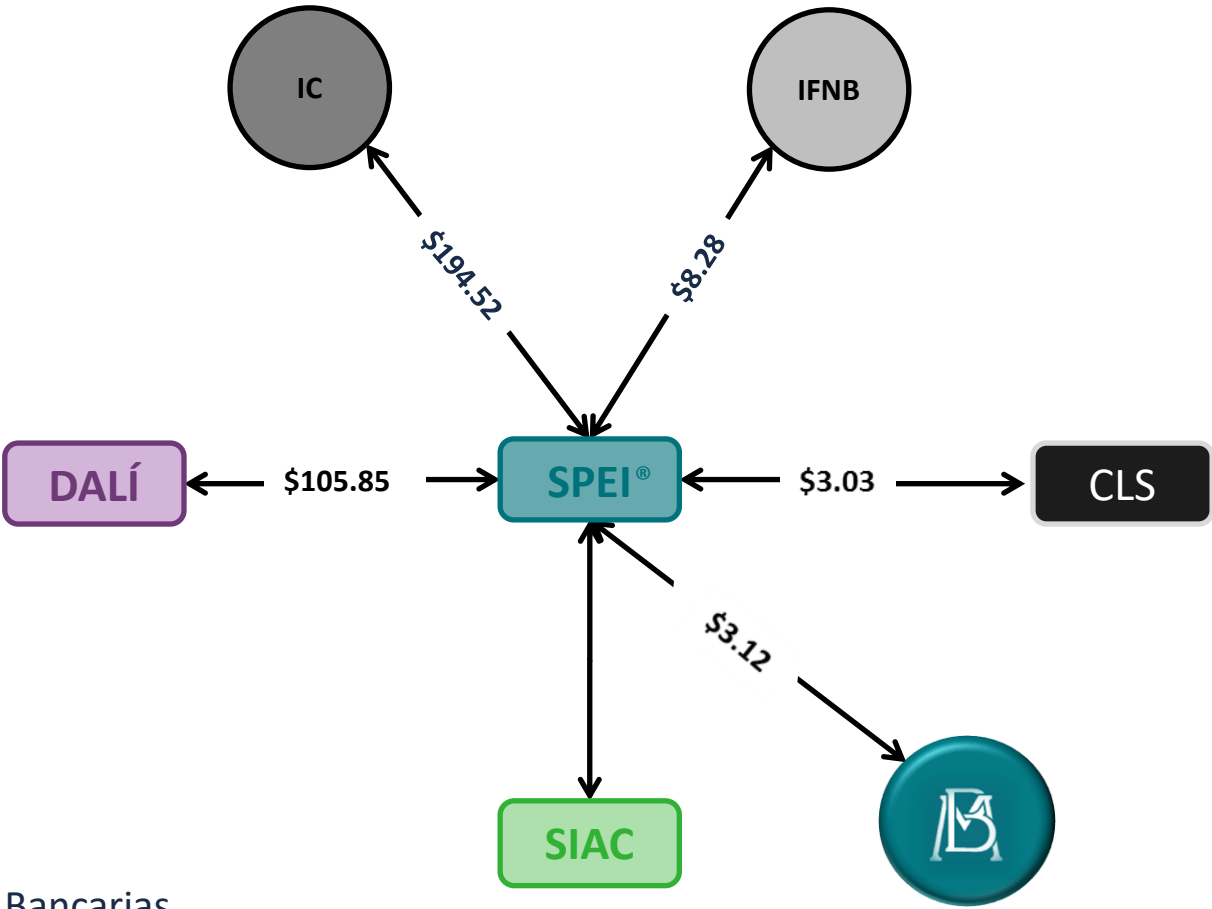


**Datos en miles de millones, 2013**

IC – Instituciones de Crédito

IFNB – Intermediarios Financieros No Bancarios

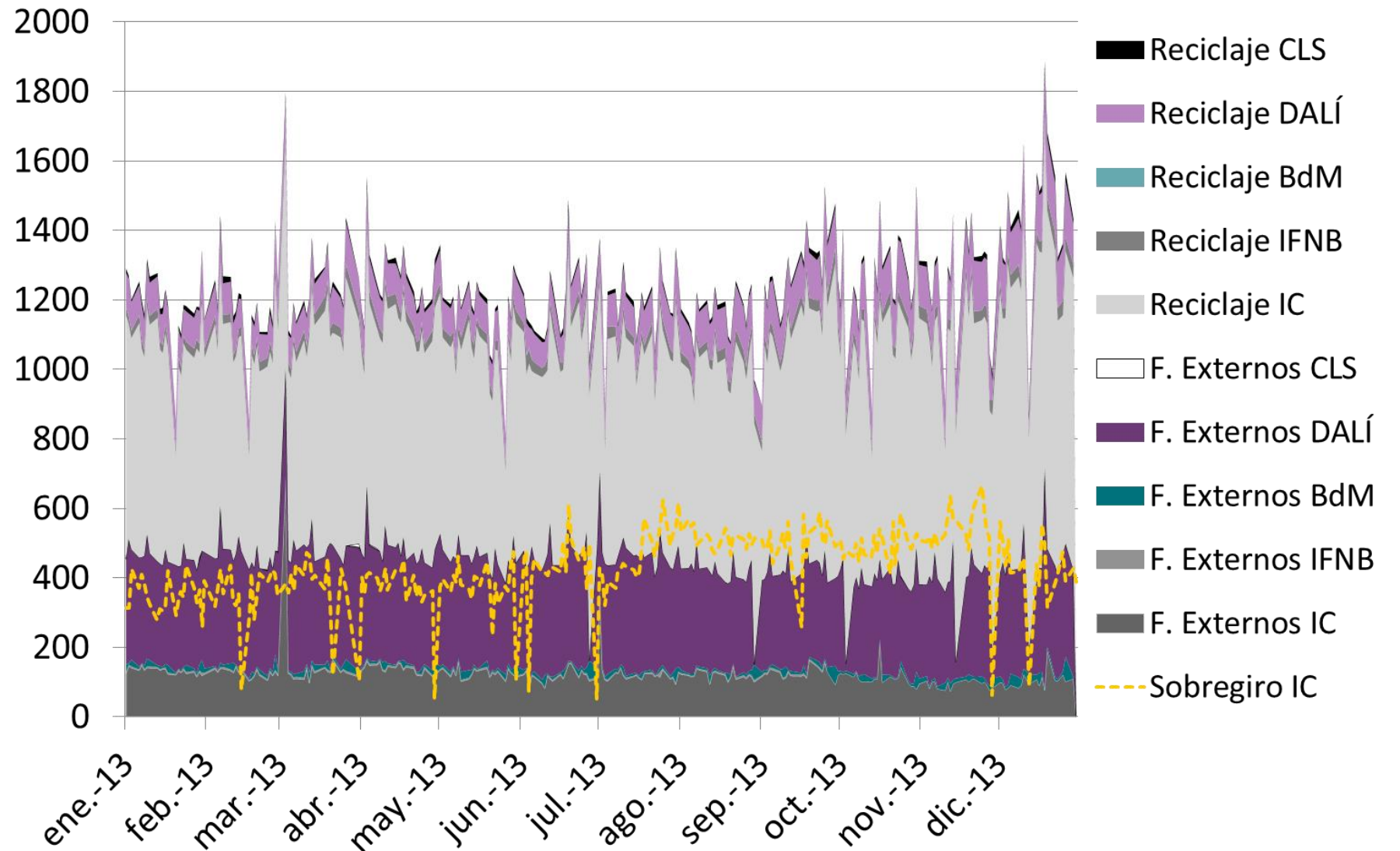
# Interdependencia entre IMF



*Datos en miles de millones, 2013*

- IC – Instituciones de Crédito
- IFNB – Intermediarios Financieros No Bancarios
- SPEI® – Sistema de Pagos de Alto Valor
- DALÍ – El Sistema de Liquidación de Valores
- CLS – Continuous Linked Settlement
- SIAC – Sistema a cargo de gestionar las cuentas de las instituciones de crédito, para dar acceso a la liquidez que provee Banco de México

# Gestión de fondos perfil diario

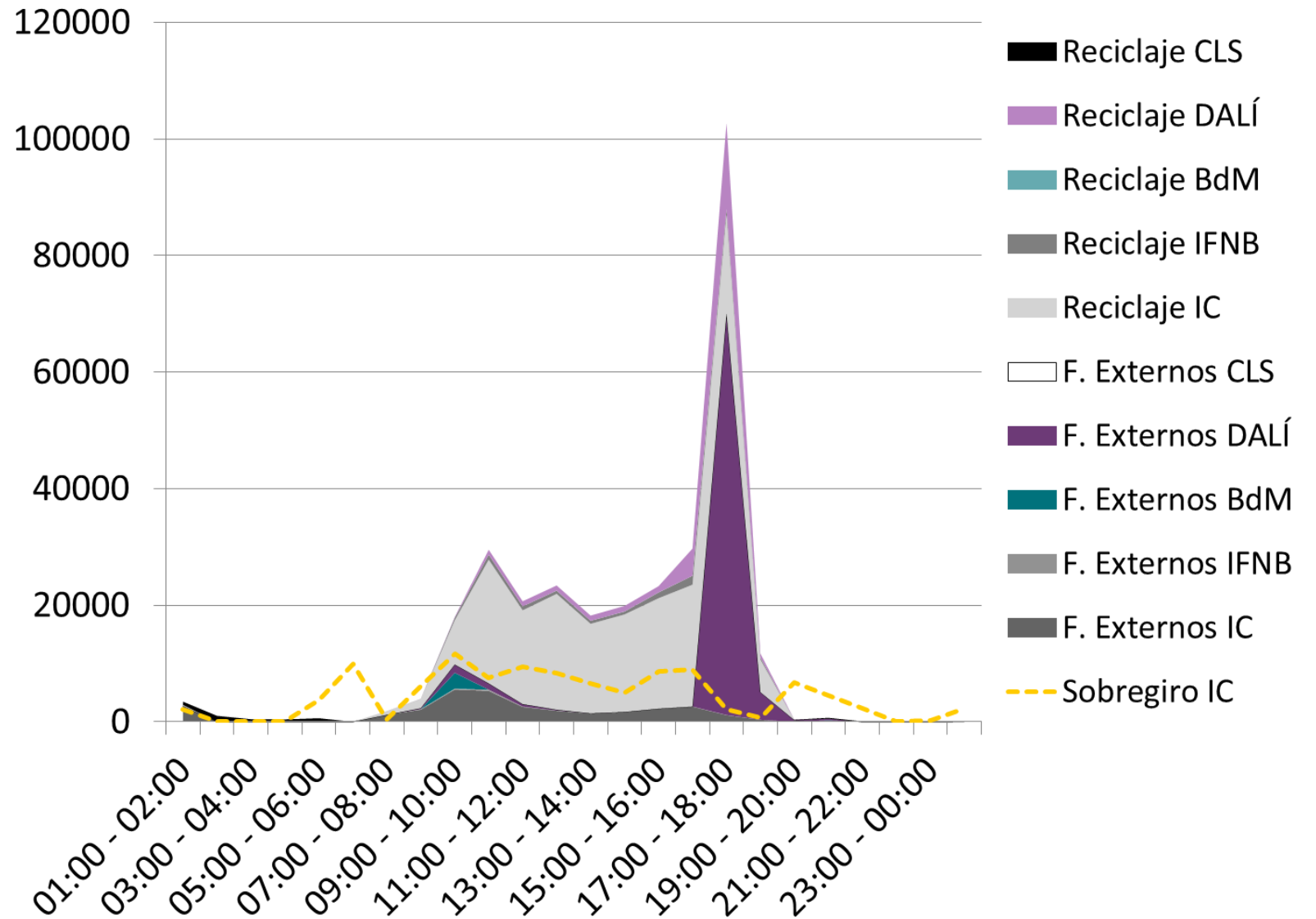


**Datos en miles de millones, 2013**

IC – Instituciones de Crédito

IFNB – Intermediarios Financieros No Bancarios

# Gestión de fondos perfil por horario

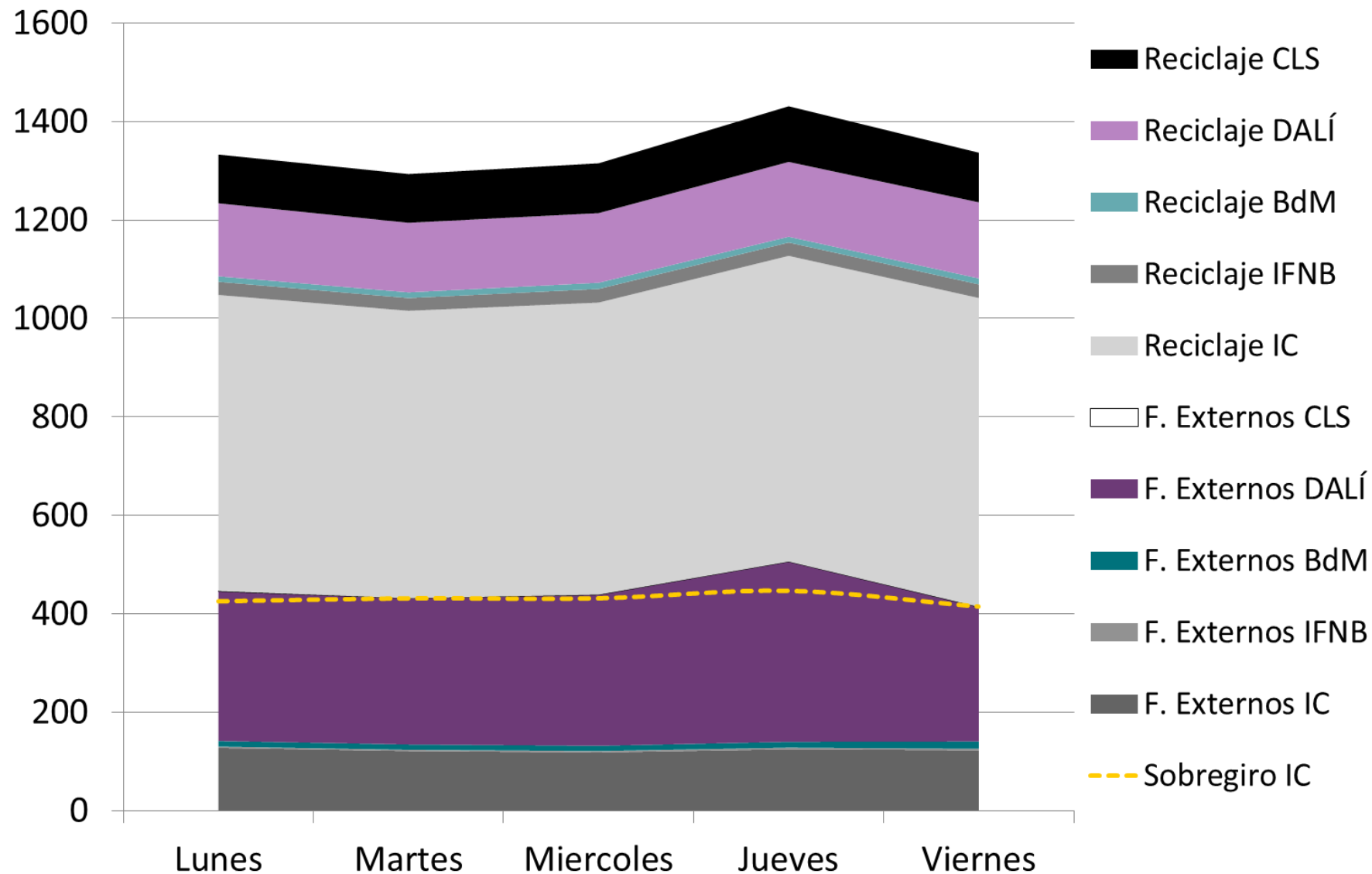


**Datos en miles de millones, 2013**

IC – Instituciones de Crédito

IFNB – Intermediarios Financieros No Bancarios

# Gestión de fondos perfil semanal



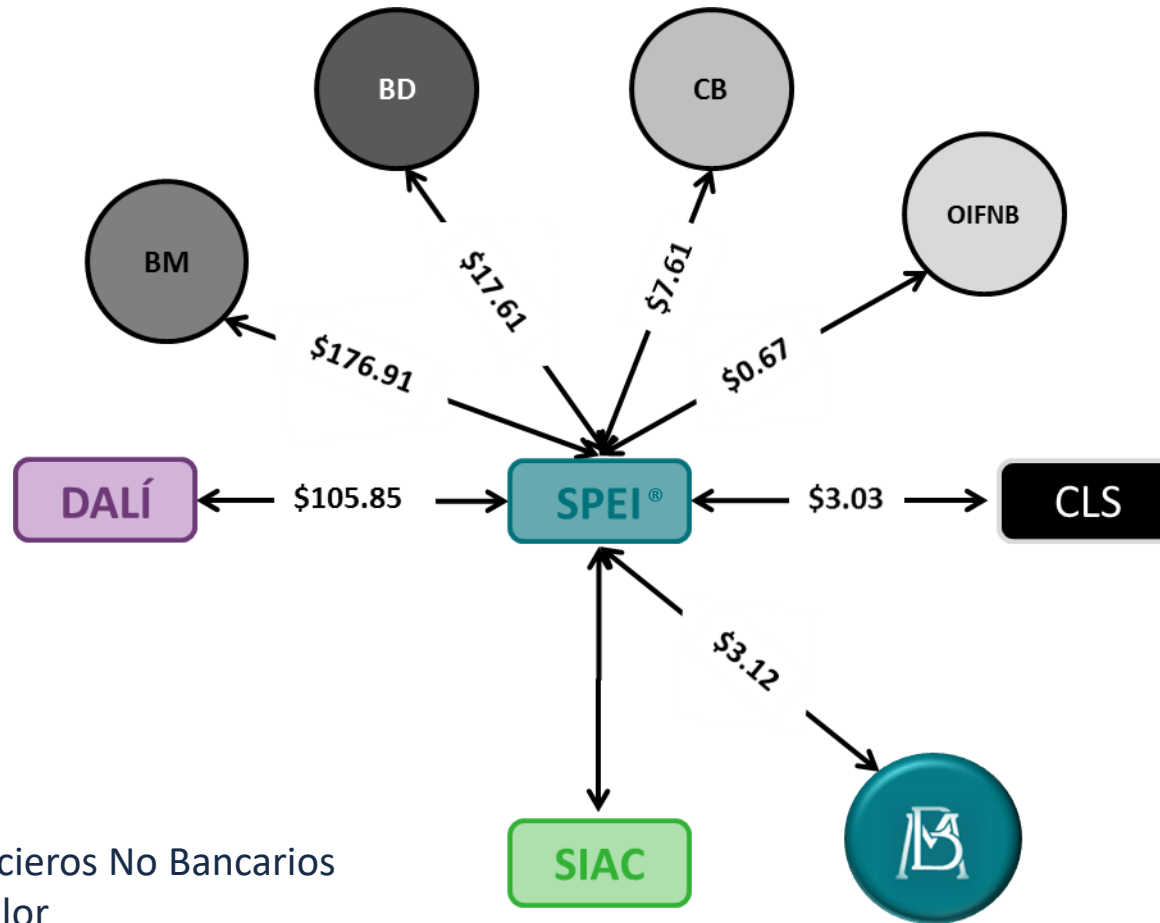
Datos en miles de millones, 2013

IC – Instituciones de Crédito

IFNB – Intermediarios Financieros No Bancarios



# Participantes directos y interdependencia entre IMF



*Datos en miles de millones, 2013*

BM – Banca Múltiple

BD – Banca de Desarrollo

CB – Casas de Bolsa

OIFNB – Otros Intermediarios Financieros No Bancarios

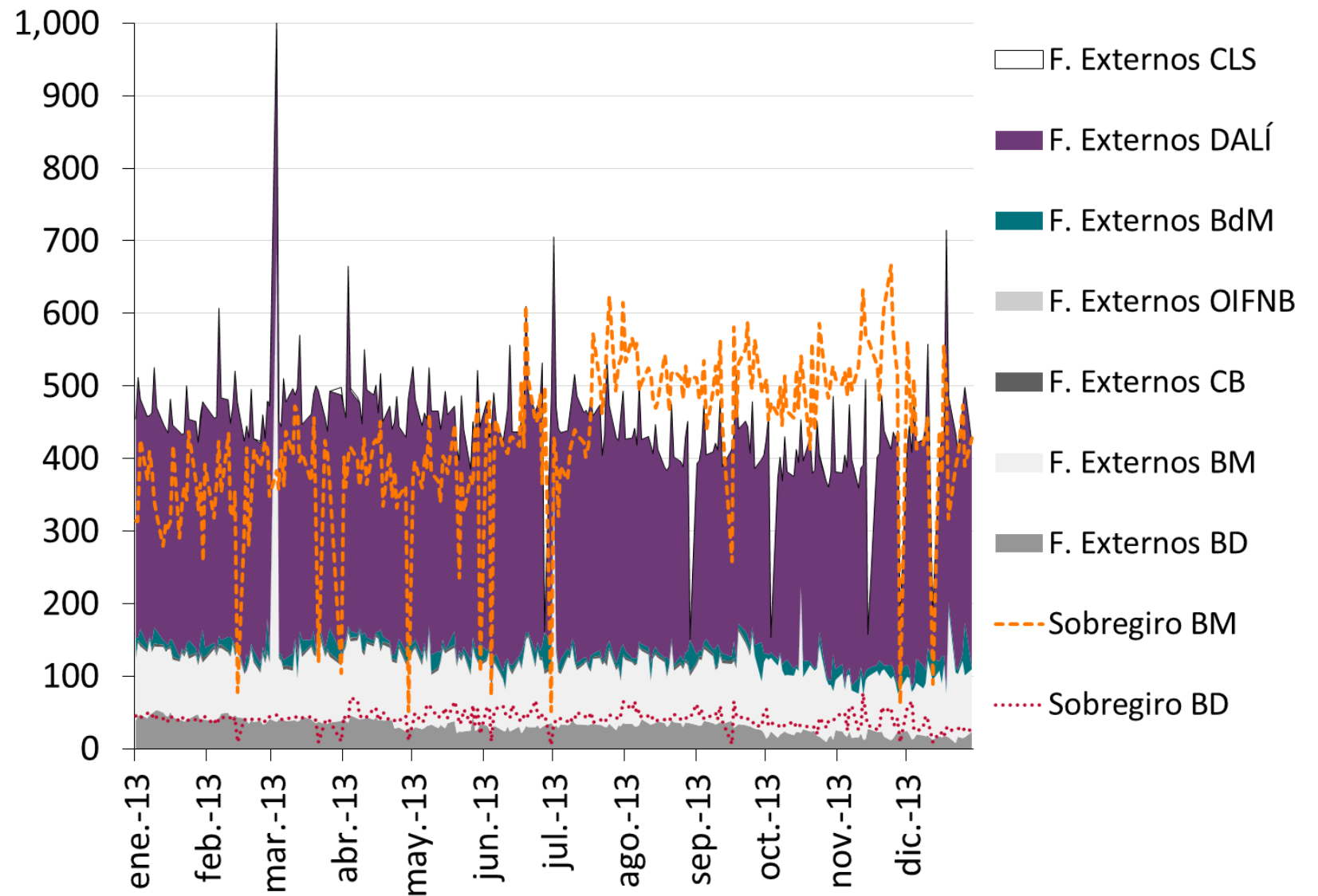
SPEI® – Sistema de Pagos de Alto Valor

DALÍ – Sistema de Liquidación de Valores

CLS – Continuous Linked Settlement

SIAC – Sistema a cargo de gestionar las cuentas de las instituciones de crédito, para dar acceso a la liquidez que provee Banco de México

# Gestión de fondos perfil diario



**Datos en miles de millones, 2013**

CLS – Continuous Linked Settlement

DALÍ – Sistema de Liquidación de Valores

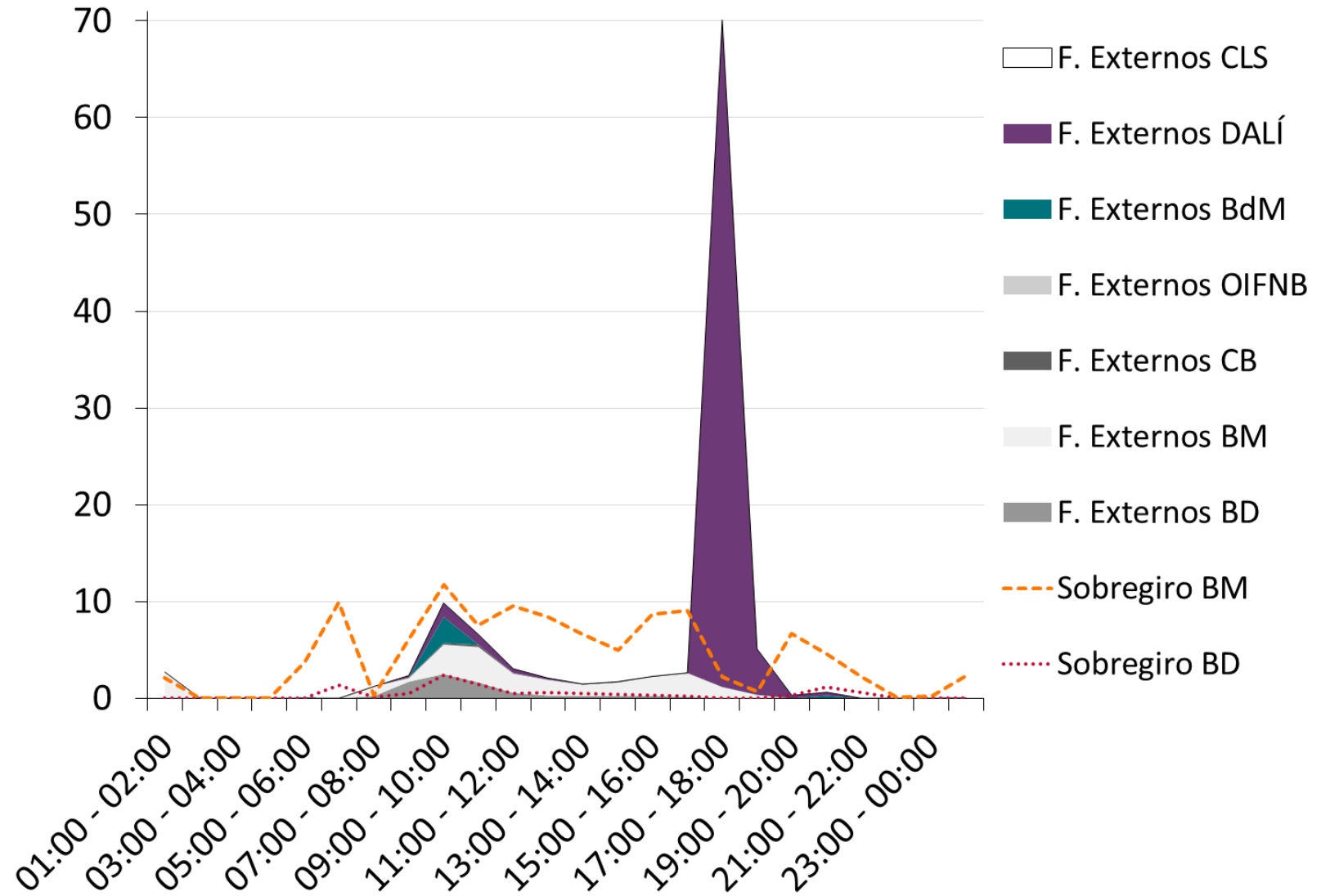
BM – Banca Múltiple

BD – Banca de Desarrollo

CB – Casas de Bolsa

OIFNB – Otros Intermediarios Financieros No Bancarios

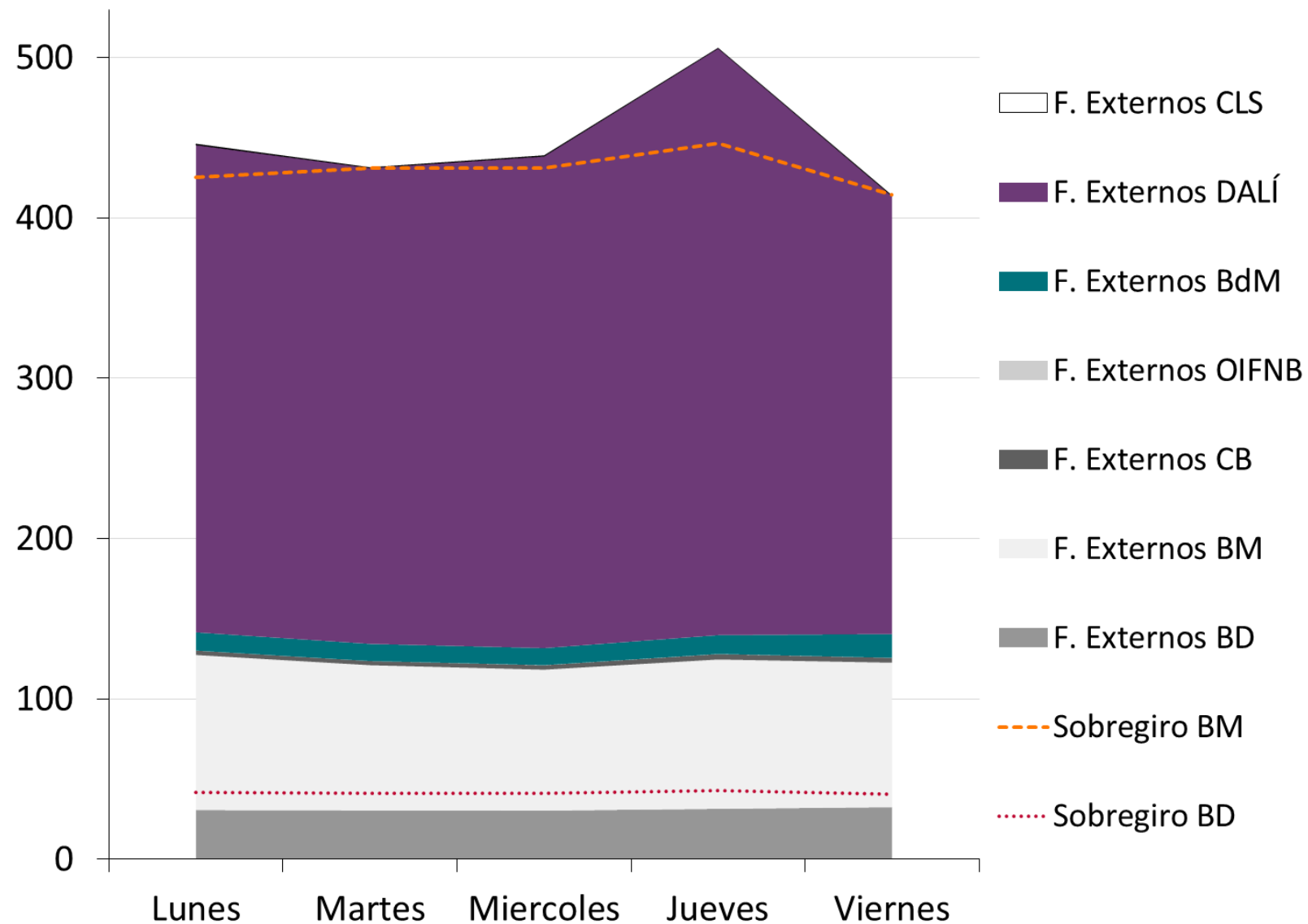
# Gestión de fondos perfil por horario



## Datos en miles de millones, 2013

- CLS – Continuous Linked Settlement
- DALÍ – Sistema de Liquidación de Valores
- BM – Banca Múltiple
- BD – Banca de Desarrollo
- CB – Casas de Bolsa
- OIFNB – Otros Intermediarios Financieros No Bancarios

# Gestión de fondos perfil semanal



**Datos en miles de millones, 2013**

CLS – Continuous Linked Settlement

DALÍ – Sistema de Liquidación de Valores

BM – Banca Múltiple

BD – Banca de Desarrollo

CB – Casas de Bolsa

OIFNB – Otros Intermediarios Financieros No Bancarios

## Observaciones

- Estudiar detalladamente la dinámica de la gestión de la liquidez intradía es crucial para mitigar el riesgo de liquidez y el riesgo sistémico en el caso de México;
- La demanda de procesamiento en tiempo real y la liquidación de pagos de cualquier tamaño desencadenarán cambios importantes en la organización industrial;
- De esta demanda se deriva la necesidad de entender el impacto de la liquidación en tiempo real de pagos de bajo valor sobre el desempeño del mecanismo de liquidación
- La gestión de “big data” es fundamental para el entendimiento de las actividades de IMF

# BIBLIOGRAPHY: References (I)

- Alexandrova-Kabadjova, B., Barahona, I., Juárez, A. (2019), “The overlapping network of the payment cards market: The case of Mexico”, 2018 10th Computer Science and Electronic Engineering Conference, CEEC 2018 - Proceedings
- Gavilan–Rubio, M. A. & Alexandrova–Kabadjova, B.(2018), “SPEI's diary: Econometric analysis of a dynamic network”, *Journal of Financial Market Infrastructures* 6(2/3), pp. 93-119
- Alexandrova-Kabadjova, B., (2016). Currents of Liquidity Flows Created by the Different Type of Payments: the Case of SPEI, *Intelligent Systems in Accounting Finance & Management*, col. 23, no. 1-2, pp.65-84, Wiley.
- Alexandrova-Kabadjova, B., Garcia-Ochoa, L., Heijmans, R., Serguieva, A. (2006). Intraday Liquidity Flows within the Financial Market Infrastructures in México. In *Analyzing the Economics of Financial Market Infrastructures*, M. Diehl, B. Alexandrova-Kabadjova, R. Heuver and S. Martinez-Jaramillo Eds., IGI-Global, pp. 191-208.
- Alexandrova-Kabadjova, B., García Ochoa, L. (2015). The tale of two networks in SPEI: Insights from structural indicators. *Proceedings of Bank of Finland Simulator Seminar*, Bank of Finland.
- Alexandrova-Kabadjova, B., Serguieva, A., Heijmans, R., Garcia-Ochoa, L. (2015). Direct participants’ behaviour through the lens of transactional analysis: the case of SPEI, *Proceedings of the International Conference on Social Modeling and Simulation, plus Econophysics Colloquium 2014.*, In H. Takayasu et al., 19, *Springer Proceedings in Complexity Series*, Springer.
- Alexandrova-Kabadjova, B., Serguieva, A. & Garcia-Ochoa, L. (2015, July). Formation of Tectonic Wave Networks: Dynamics of the Mexican Payment System Structure. In *Proceedings of the 2014 International Conference on Behavior, Economic and Social Computing (BESC)*, ed. V. S. Subrahmanian, S. H. Chen (IEEE Press, 2014), pp. 1-7
- B. Bravo-Benitez, B. Alexandrova-Kabadjova, S. Martinez-Jaramillo, “Centrality Measurement of the Mexican Large Value Payments System from the Perspective of Multiplex Networks”, *Journal of Computational Economics*, 2014, Springer.  
DOI: 10.1007/s10614-014-9477-0.
- S. Martinez-Jaramillo, B. Alexandrova-Kabadjova, B. Bravo-Benitez, and J. P. Solrzano-Margain, “An empirical study of the Mexican banking systems network and its implications for systemic risk,” *Journal of Economic Dynamics and Control*, vol. 40, no. 0, pp. 242 – 265, 2014. [Online]. Available: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0165188914000189>.
- B. Alexandrova-Kabadjova and F. Solis, “Managing intraday liquidity: the Mexican experience,” in *Simulation in Computational Finance and Economics: Tool and Emerging Applications*, B. Alexandrova- Kabadjova, S. Martinez-Jaramillo, A. L. Garcia-Almanza, and E. Tsang, Eds. IGI-Global, 2013, pp. 143–160.

# BIBLIOGRAPHY: References (II)

- Angelini, P., Maresca, G. & Russo, D. (1996). Systemic risk in the netting system. *Journal of Banking & Finance*, 20, 853-868.
- Armantier, O., Arnold, J. & McAndrews, J. (2008, September). Changes in the timing distribution of Fedwire funds transfers, *FRBNY Economic Policy Review*.
- Battiston, S., Delli Gatti, D., Gallegati, M., Greenwald, B. and Stiglitz, J., (2012). Liaisons dangereuses: Increasing connectivity, risk sharing, and systemic risk, *Journal of Economic Dynamics and Control*, 36, issue 8, p. 1121-1141.
- Battiston, S., Puliga, M., Kaushik, R., Tasca, P. and Caldarelli, G. (2012). DebtRank: Too central to fail? Financial networks, the FED and systemic risk. *Nature, Scientific Reports*, 2(541), 1-6.
- Bech, M., & Atalay, E. (2008, November). The topology of the federal funds market. Staff Report 354, Federal Reserve Bank of New York.
- Bech, M., & Garratt, R. (2012, August). Illiquidity in the Interbank Payment System Following Wide-Scale Disruptions. *Journal of Money, Credit and Banking*, 5, 903-929.
- Becher, C., Millard, S. and K. Soramäki. The network topology of chaps sterling. Working Paper 355, Bank of England, 2008.
- Becher, C., Galbiati, M. and Tudela, M. (2008). The timing and funding of CHAPS Sterling payments. *FRBNY Economic Policy Review*, September.
- Craig, B and von Peter, G (2014), 'Interbank tiering and money center banks', *Journal of Financial Intermediation* 2014, vol. 23, issue 3, 322-347
- Diehl, M. (2013). Measuring free riding in large-value payment systems: the case of TARGET2. *The Journal of Financial Market Infrastructures*, 1(3), 31-53.
- Galbiati, M. & Stanciu-Vizeteu, L. (2015). Communities and driver nodes in the TARGET2 payments system. *Journal of Financial Market Infrastructures*, 3(4).
- Heijmans, R., & Heuver, R. (2014). Is this bank ill? The diagnosis of doctor TARGET2. *Journal of Financial Market Infrastructures*, 2(3), 3-36.
- Humphrey, D. (1986). Payments finality and risk settlement failure. In A. Saunders and L White (Eds.), *Technology and the regulation of financial markets: Securities, futures and banking* (pp. 97-120). Lexington, MA: lexington Books.



## BIBLIOGRAPHY: References (III)

- Hellqvist, M., & Koskinen, J. (2005). Stress testing securities clearing and settlement systems using simulations. In H. Leinonen (Ed.), Liquidity, risks and speed in payment and settlement systems - a simulation approach, No E31, (pp. 321-350).
- Iori, G., Masi, G. D., Precup, O. V., Gabbi, G., Calderelli, G., 2008. A network analysis of the Italian overnight money market. Journal of Economic Dynamics and Control 32 (1), 259-278.
- Koponen, R. and Soramäki, K. (1999). Intraday Liquidity needs in a modern interbank payment systems: a simulation approach, Bank of Finland Studies, E:14.
- Leinonen, H., & Soramäki, K. (2003, October). Simulating Interbank Payment and Securities Settlement Mechanisms with the BoF-PSS2 Simulator. Bank of Finland discussion Papers, 23.
- Leinonen, H., & Soramäki, K. (2005). Optimising liquidity usage and settlement speed in payment systems. In H. Leinonen (Ed.), Proceedings from the Bank of Finland Payment and Settlement System Seminars 2005: No E31. Liquidity, risks and speed in payment and settlement systems - a simulation approach. (pp. 115-148).
- Lorenz, J., Battiston, S. and Schweitzer, F. (2009) Systemic risk in a unifying framework for cascading processes on networks Eur. Phys. J. B 71, 441–460
- Mistrulli, P. (2008, May) Assessing financial contagion in the interbank market: Maximum entropy versus observed interbank lending patterns. Bank of Italy Working Papers.
- Pröpper, M., van Lelyveld, I. & Heijmans, R (2008, May). Towards a network description of interbank payment flows. DNB Working Paper 177, De Nederlandsche Bank.
- Rordam, K. B. & Bech, M. (2008, December). The topology of danish interbank money flows. Working Paper 59, Danmarks Nationalbank.
- Soramäki, K. , Bech, M., Arnold, J., Glass, R.J., & Beyeler, W. E. (2006, March). The topology of interbank payment flows. Federal Reserve Bank of New York Staff Reports.
- Wetherilt, A., Zimmerman, P., & Soramäki, K. (2010). The sterling unsecured loan market during 2006-08: insights form network theory. Working Paper 398, Bank of England.





BANCO DE MÉXICO

[www.banxico.org.mx](http://www.banxico.org.mx)