Modelando el Mercado Interbancario en el Perú

Impacto de los Shocks de Liquidez y la Eficiencia de Mercado

Luis José Zapata Bobadilla

DEM

Seminario Virtual de Investigación - Mayo 2025

Motivación

- Bancos enfrentan shocks aleatorios de liquidez (exceso/déficit), por lo que balancean cuidadosamente su tenencia de activos líquidos (reservas) e iliquidos (activos mas rentables), bajo el cual en estos últimos, asumen el riesgo de ser deficitarios exigiendo mayores rendimientos (spreads) como compensación.
- En mercados emergentes, los mercados interbancarios suele ser mas pequeños y el banco central tiene un rol más activo en manejar la liquidez.

¿Cómo afectan la volatilidad de la liquidez y la eficiencia del mercado interbancario a los spreads observados en Perú?

- TED spread y Convenience Yield (prima de liquidez de bonos).

Introducción

- Basado en una versión simplificada del modelo de Bianchi y Bigio (2023), ajustado al contexto peruano:
  - Unicamente en moneda local (soles), sin dolarización, así como otros parámetros simplificados, constantes en el tiempo.
- Agrega fricciones de mercado al análisis de liquidez. La volatilidad de liquidez y las fricciones de mercado no son observables: se calculan mediante un modelo.
- Liquidity premium como compensación por riesgo de liquidez. El riesgo inherente de adquirir un activo que no es liquido, y el extra que se pide por el.

Marco Conceptual

- Según el modelo de Bianchi y Bigio (2023), al inicio de cada período los bancos eligen un ratio óptimo de liquidez (μ). Cada banco elige su ratio óptimo de liquidez (μ) igualando el beneficio marginal de tener más liquidez —menor costo esperado ante un shock— con el costo marginal de oportunidad —menor rentabilidad.
- Posteriormente ocurre un shock de liquidez aleatorio que puede generar excesos o déficits en la liquidez de los bancos. Estos acuden al mercado interbancario (OTC) para ajustar sus posiciones mediante la búsqueda de contrapartes (matches).
- La eficacia en este proceso depende crucialmente de:
  - La **eficiencia del mercado** (λ): capacidad de encontrar rápidamente una contraparte.
  - La **volatilidad de los shocks de liquidez** (σ): magnitud e incertidumbre del shock.
- Estas condiciones determinan los spreads observados (TED Spread y Convenience Yield), al reflejar el costo implícito de ajustar las posiciones de liquidez de los bancos ante condiciones de mercado cambiantes.

Metodología del Modelo

Construcción del Modelo:

- **Convenience Yield (Bond Premium):**

$$\mathbb{E}[\chi_m] = [1 - F(-\mu, p, \sigma)] \cdot \chi^{+} + F(-\mu, p, \sigma) \cdot \chi^{-}$$

  Costo de mantener activos menos liquidos. Considera el rendimiento esperado en todos los estados de liquidez (exceso y déficit).

- **TED Spread:**

$$\chi_{+,\psi}(\mu, p, \sigma, \iota, \lambda) = \frac{\chi^{+}(\theta(\mu, p, \sigma), \iota, \lambda)}{\psi(\theta(\mu, p, \sigma), \lambda)}$$

  Refleja únicamente la prima por préstamos interbancarios (tasa a prestar), ajustada por la probabilidad de emparejamiento.

Adaptación al Caso Peruano

- Uso de datos del BCRP: tasas y volumen de mercado. Con eso construyo los spreads y el ratio de liquidez:
  1. Ted Spread = "Tasa Interbancaria Promedio" - "Short-term Low risk Goverment Yield"
  2. Convenience Yield = "AAA-rated corporate bond yield" - "Short-term Low risk Goverment Yield"
  3. Liquidity ratio = (Bank reserves + Short-term Low risk Goverment Bonds) / Deposits
- El Ted Spread mide el retorno extra que demandan los agentes del mercado interbancario en comparación a una tasa libre de riesgo (bono soberano). El convenience yield, lo mismo, pero para bonos corporativos (menos líquido).
- Ajuste del modelo al contexto local debido a la limitada madurez del mercado de bonos local:
  - Se usa la tasa de CD BCRP de corto plazo como proxy de bono de gobierno de corto plazo.
  - Se usa la tasa de prestamo corporativo preferencial de corto plazo como un proxy de los retornos de bonos AAA.

Evolución de Series de Tiempo

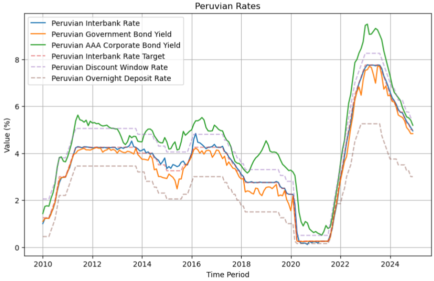

*Figura 1: Tasas del mercado peruano

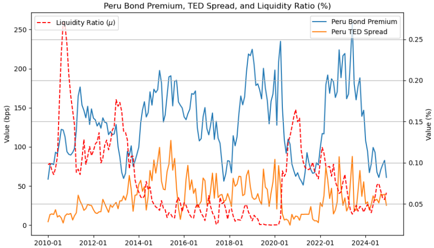

*Figura 2: Spreads y ratio de liquidez

Modelado de los spreads

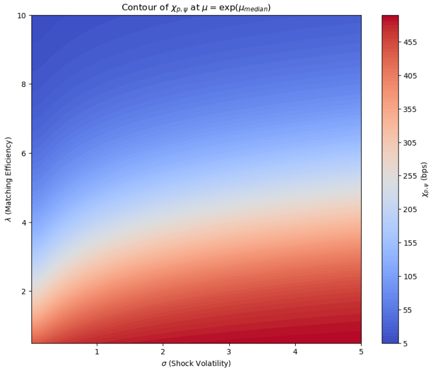

*Figura 3: Ted Spread Modelado Peru

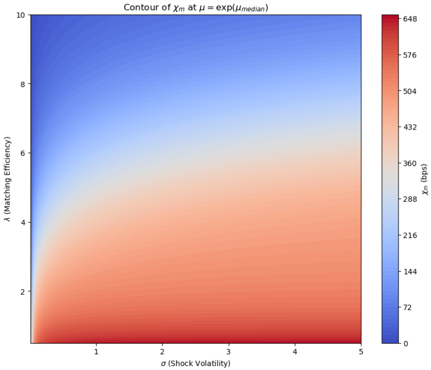

*Figura 4: Convenience Yield Modelado Peru

Calibración

Ecuaciones de Residuos:

- *Bond Premium:* $\text{Residual}_{BP}(\sigma) = \mathbb{E}[\chi_m] - \text{Bond Premium} = 0$
- *TED Spread:* $\text{Residual}_{TED}(\sigma) = \chi_\psi^+ - \text{TED} = 0$

Técnicas de Calibración:

$$\sigma_t(\lambda) = \arg\min_\sigma \left(\text{Model\_Value}_t(\sigma, \lambda) - \text{Target}_t\right)^2$$

$$\min_\lambda \sum_{t=1}^{T} \left[\left(\text{Optimized\_Model}_t(\sigma_t(\lambda), \lambda) - \text{Target}_t\right)^2 + \text{Penalty}_t\right]$$

- Se usa `fsolve` para encontrar σ_t dado un λ fijo, penalizando la no-convergencia.
- Se optimiza un λ constante para cada mercado mediante minimización global.
- Finalmente, se permite un λ_t^* variante en el tiempo en un rango estrecho.

Resultados del Modelo

- Valores optimos constantes de λ:
  - $\lambda_{\text{TED}} \approx 8.88$
  - $\lambda_{\text{BP}} \approx 5.92$
- Incremento en σ y reducción en λ (mas eficiente) $\rightarrow$ mayores spreads.
- Mercado Interbancario mas eficiente que el de bonos en Perú. $(\lambda_{\text{TED}} > \lambda_{\text{BP}})$

λ - Eficiencia del Mercado

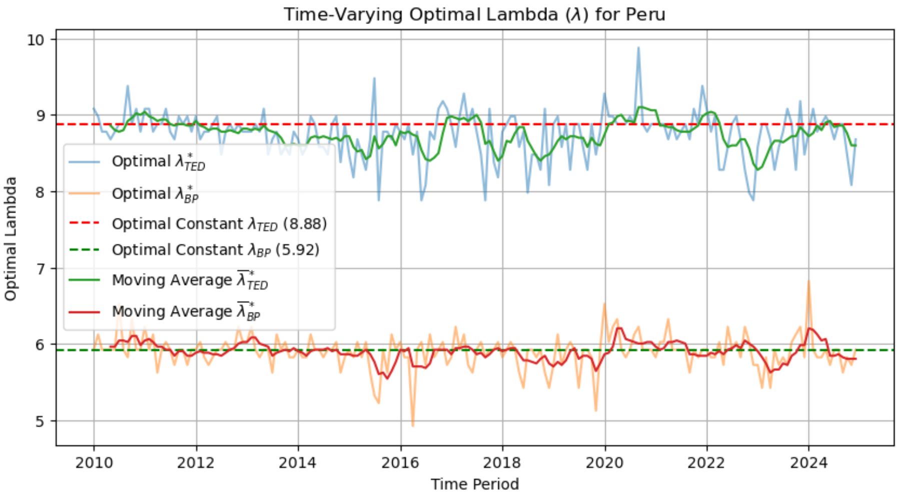

*Figura 5: Convenience Yield Modelado Peru

σ - Volatilidad de Shocks de Liquidez

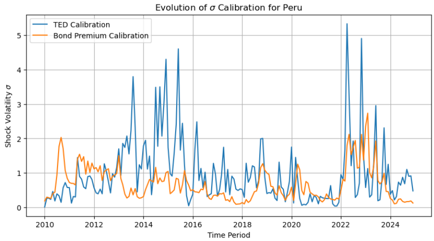

*Figura 6: Ted Spread Modelado Peru

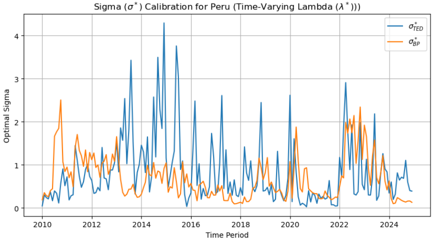

*Figura 7: Convenience Yield Modelado Peru

La serie calibrada de σ muestra que el mercado interbancario (σ_{TED}) enfrenta shocks de liquidez más frecuentes y abruptos, mientras que el mercado de bonos (σ_{BP}) es más estable; permitir λ variable mejora el ajuste.

θ - Liquidez y Series

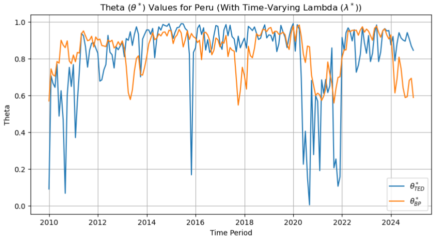

*Figura 8: Estrechez de Liquidez en Peru

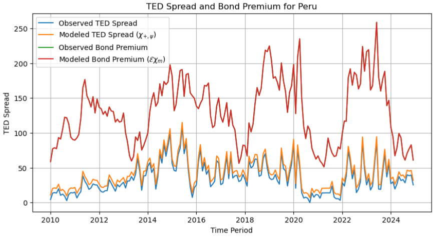

*Figura 9: Spreads en Peru (Observado y Modelado)

θ mide la estrechez de liquidez: θ_{TED} cae en 2020 por la inyección de liquidez del BCRP, mientras que θ_{BP} cae menos, mostrando menor relajamiento en el mercado de bonos; ambos spreads modelados siguen de cerca los datos observados.

Observaciones

- **Sensibilidad mercado interbancario:** Alta volatilidad de liquidez (σ_{TED}), indicando sensibilidad a shocks inmediatos y ajustes rápidos de política monetaria. La eficiencia (λ_{TED}) es alta, aunque presenta caídas puntuales ante fricciones o cambios de riesgo percibido.
- **Estabilidad mercado de bonos:** Parámetros σ_{BP} y λ_{BP} más estables; reflejan condiciones estructurales de liquidez y riesgos de crédito a mediano plazo, menor eficiencia sin fuertes reacciones a shocks cortos.
- **Política monetaria:** El sistema de corredor del BCRP estabiliza los spreads a largo plazo, pero los cambios rápidos pueden aumentar temporalmente fricciones del mercado interbancario, sugiriendo la importancia de intervenciones claras y oportunas.
- Aplicación del modelo a Perú puede ser transferible a otros mercados emergentes, y aportar al entendimiento de la relación entre los spreads, la estabilidad financiera y la política monetaria.

Conclusiones e Implicancias

Conclusiones

- La selección de proxies (CD BCRP, bonos AAA y ratio de liquidez) parece simular las condiciones de liquidez del mercado peruano.
- El modelo calibrado refleja la dinámica del mercado interbancario, especialmente en periodos de estrés como la pandemia COVID-19, sugiriendo el rol de la volatilidad de liquidez (σ) y eficiencia de mercado (λ).

Posibles Implicancias de Política

- Importancia de mantener buffers robustos de liquidez (reservas obligatorias, indicadores LCR), para mitigar shocks externos y reducir riesgos sistémicos.
- El BCRP utiliza exitosamente el corredor de tasas, repos y facilidades de depósitos, estabilizando la liquidez y reduciendo fricciones. (Shocks de liquidez $+$ fricciones $\rightarrow$ spreads más persistentes)
- Indicadores como el TED spread y la prima de liquidez son útiles como alertas tempranas para intervenciones oportunas del banco central.

Limitaciones y Futuro Trabajo

Limitaciones

- Uso de proxies puede generar errores por posibles desalineamientos con conceptos teóricos.
- Modelo con supuestos simplificados: parámetros constantes y sin dolarización (aun), lo que puede no capturar completamente dinámicas complejas del mercado peruano.

Futuro Trabajo

- Explorar el modelo completo adaptado a Perú, así como técnicas alternativas de estimación.
- Incorporar datos de mayor frecuencia y permitir parámetros que varíen en el tiempo para obtener una visión más precisa del riesgo de liquidez en mercados emergentes.

Preguntas y comentarios son bienvenidos.

Luis José Zapata Bobadilla

Anexo: Fórmulas del Modelo I

1. **CDF para shocks de liquidez:**

$$F(\omega, p, \sigma) = \begin{cases} p \exp\left(\frac{p\omega}{\sigma}\right), & \omega \leq 0 \\ 1 - (1-p)\exp\left(-\frac{(1-p)\omega}{\sigma}\right), & \omega > 0 \end{cases}$$

2. **Requerimiento mínimo de liquidez:**

$$S_{\min}(\mu, p, \sigma) = \sigma \exp(-p\mu)$$

3. **Oferta total de liquidez:**

$$S_{pl}(\mu, p, \sigma) = \mu + \sigma \exp(-p\mu)$$

4. **Estrechez del mercado:**

$$\theta(\mu, p, \sigma) = \frac{S_{\min}(\mu, p, \sigma)}{S_{pl}(\mu, p, \sigma)}$$

5. Liquidity yield en déficit:

$$\chi^{-}(\theta, \iota, \lambda) = \iota \frac{\sqrt{\theta + (1-\theta)e^{\lambda-\theta}}}{(1-\theta)e^{\lambda}}$$

6. Liquidity yield en superávit:

$$\chi^{+}(\theta, \iota, \lambda) = \iota \cdot \theta \frac{\sqrt{\theta + (1-\theta)e^{\lambda-\theta}}}{(1-\theta)e^{\lambda}}$$

7. Servicio de liquidez agregado (Convenience Yield):

$$\mathbb{E}[\chi_m] = [1 - F(-\mu, p, \sigma)] \cdot \chi^{+} + F(-\mu, p, \sigma) \cdot \chi^{-}$$

8. Probabilidad de emparejamiento:

$$\psi(\theta, \lambda) = \theta(1 - e^{-\lambda})$$

Anexo: Fórmulas del Modelo III

9. Yield neto en mercado interbancario (TED Spread):

$$\chi_{+,\psi}(\mu, p, \sigma, \iota, \lambda) = \frac{\chi^{+}(\theta(\mu, p, \sigma), \iota, \lambda)}{\psi(\theta(\mu, p, \sigma), \lambda)}$$