

# Estimaciones recientes de la Tasa Neutral de Interés en el Perú

Alan Ledesma

Fernando Pérez

Youel Rojas

Encuentro de economistas 2023

Las opiniones expresadas en estas diapositivas y durante la presentación son de exclusiva responsabilidad de los autores y no reflejan necesariamente los puntos de vista del Banco Central de Reserva del Perú.

## Contenido

### 1. Definiciones relevantes

1. Definiciones : Tasa Natural Vs. Tasa Neutral
2. Determinación en economías pequeñas y abiertas
3. Rol de la prima por riesgo: Modelo Vs. Datos
4. Fundamentales Vs. datos de corto plazo: Tasa Natural vs Tasa Neutral

### 2. Estimaciones

1. Pérez (2023a): BVAR con tendencias comunes
2. Pérez (2023b): TVP-VAR-SV
3. Ledesma (2023): UCUR extendido + tasa exógena
4. Ledesma (2023): UCUR extendido + economía cerrada
5. Estimación semi-estructural con el MPT
6. Resumen

### 3. Agenda Futura

## Tasa neutral

Tasa de interés real consistente con una **posición neutra de política monetaria**. Consecuentemente, corresponde a la tasa de interés real que limpia el mercado de fondos prestables

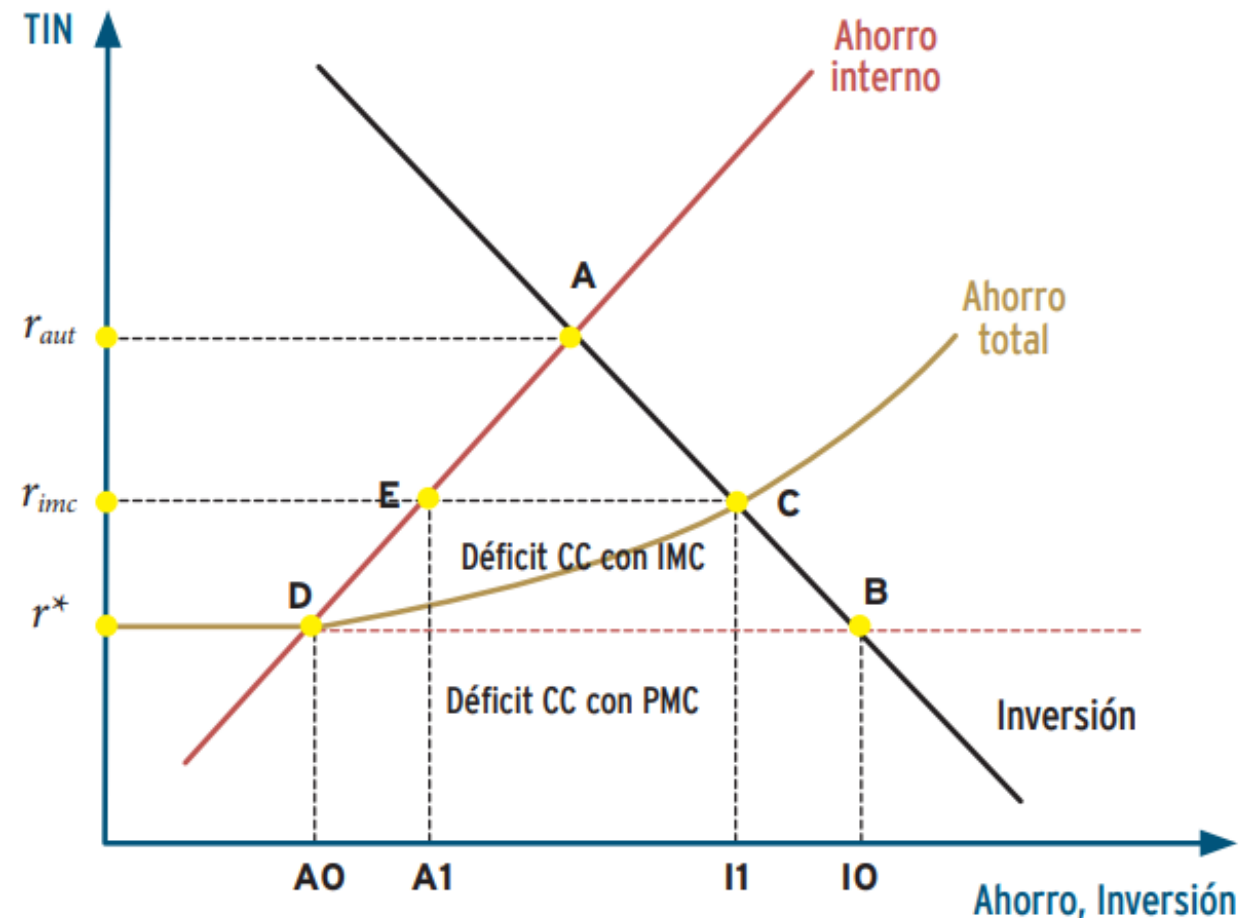
## Tasa natural o tendencial

Tasa de interés tendencial de largo plazo determinado por fuerzas fundamentales del sistema como el crecimiento de la PTF, crecimiento de la población, ratio de dependencia, esperanza de vida u otros

## 1.2 Determinación de la TNI en economías más pequeñas y abiertas

- Distintos eventos impactan a la TNI a través **del mercado de fondos prestables**
- En adición a los determinantes domésticos (equilibrio en autarquía), se considera a la tasa internacional de equilibrio
  - La influencia de esta última dependerá del **grado de movilidad de los mercados de capitales**

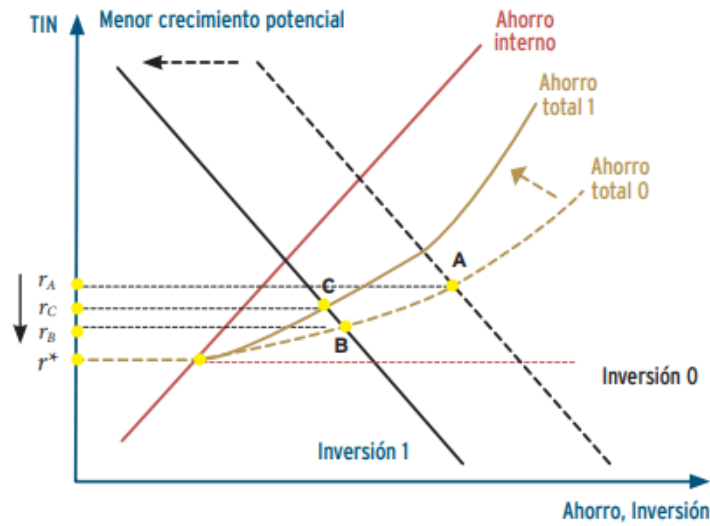
- **Perfecta movilidad de capitales:**  
TNI = TNI internacional
  - La cuenta corriente absorbe otros determinantes domésticos
- **Imperfecta movilidad de capitales:**  
TNI se determina tanto por factores domésticos como por TNI internacional



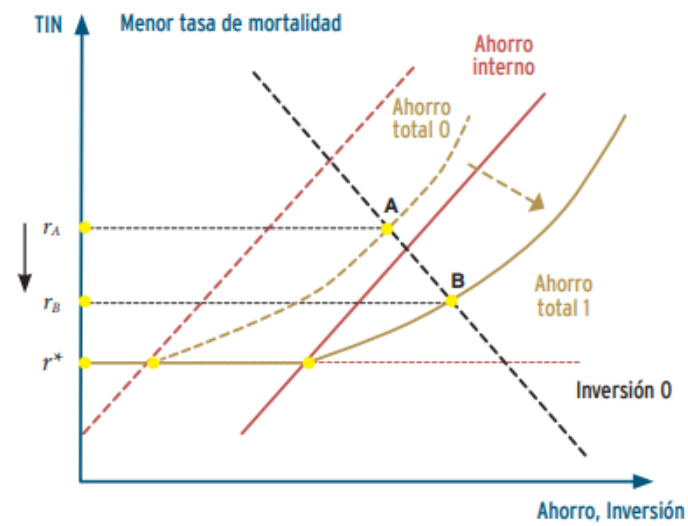
# Determinación de la TNI en economías pequeñas y abiertas

## 1.2. Determinación en economías pequeñas y abiertas

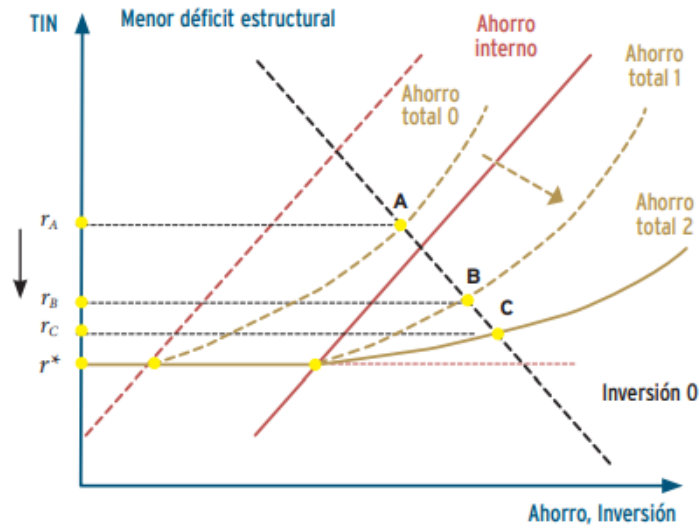
a) CRECIMIENTO POTENCIAL



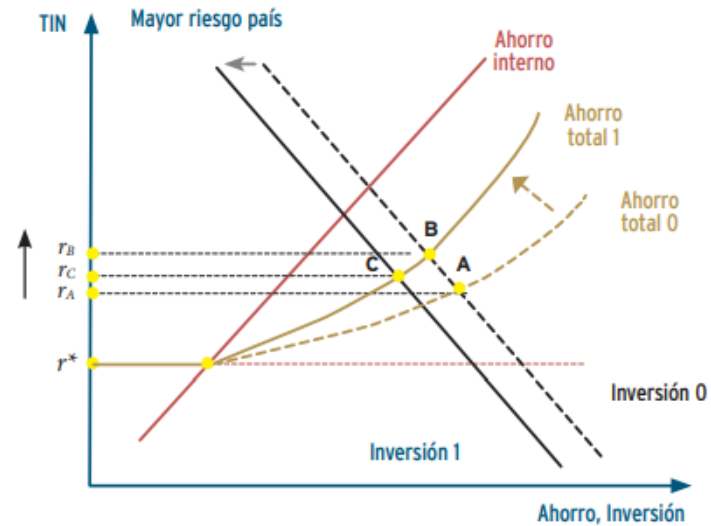
b) FACTORES DEMOGRÁFICOS



c) POSICIÓN FISCAL



d) RIESGO PAÍS



## Riesgo y TNI

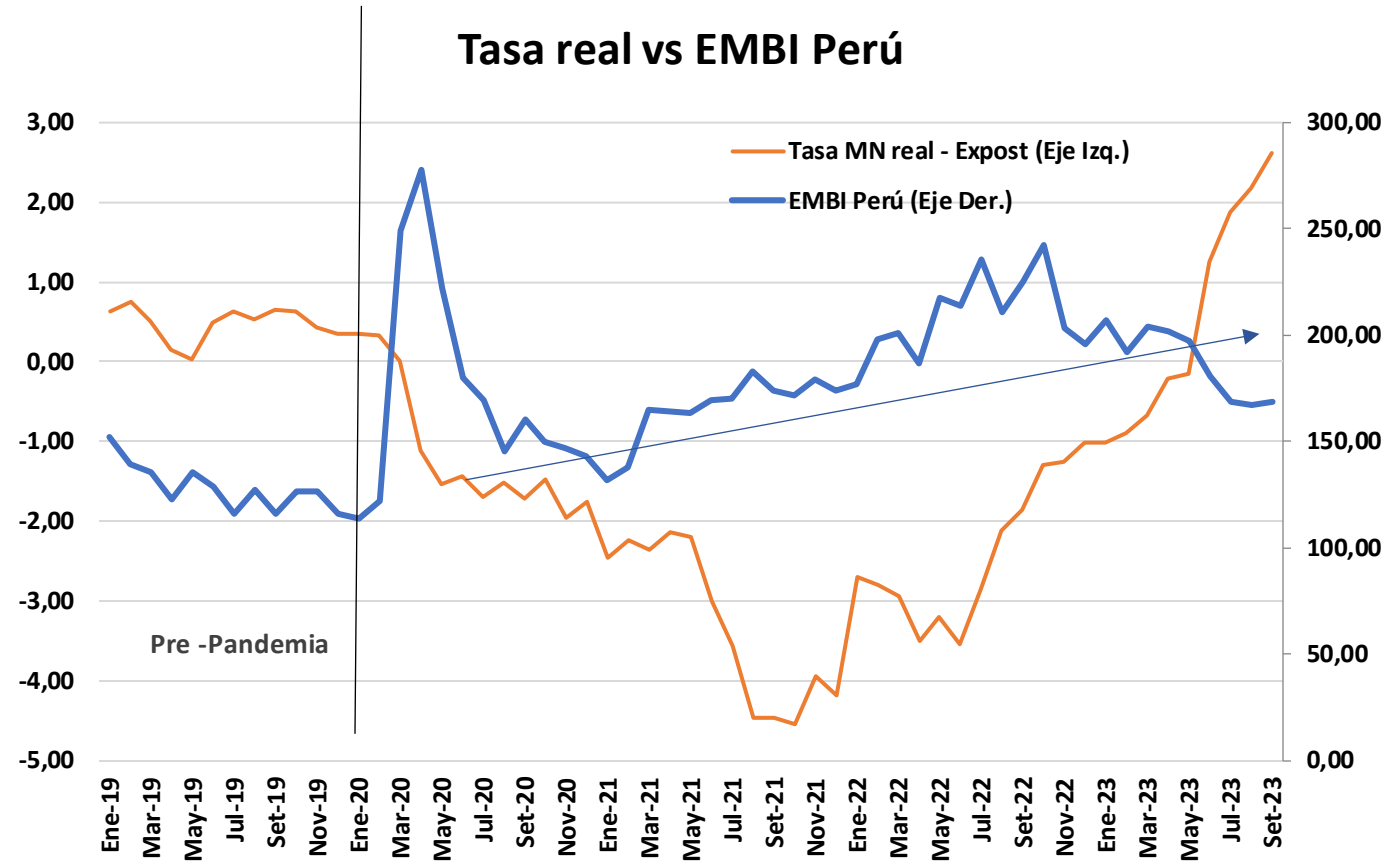
- El **riesgo** es típicamente ignorado por propuestas de estimación de la TNI
  - Mercados monetarios operan con bajo riesgo
- Sin embargo, las tasas de mercado son las relevantes para decisiones de consumo e inversión
  - El rendimiento del K es el apropiado para medir la TNI ([Deutsche Bundesbank \(2017\)](#), [Reis\(2022\)](#), [Caballero et.al 2017](#)) → Primas de riesgo relevantes
  - Primas de riesgo → condiciones financieras → consumo e inversión ⇒ TNI ([Obstfeld, 2023](#), [Del Negro et.al 2017](#), [Neri y Gerali 2019](#)).
  - En EM: flujos de capitales y percepción de riesgos país ⇒ TNI ([Obstfeld, 2023](#); [IMF, 2023](#))

## Riesgo y TNI

- **En economías avanzadas**: Incremento de riesgo se vincula a menor TNI
  - Rendimiento por conveniencia en [Del Negro et.al, 2017](#)
  - Demanda de activo seguro en [Neri & Gerali 2019](#)
- **En economías pequeñas y abiertas**: **Incremento de riesgo se puede vincular a mayor TNI**
  - En una UIP como en [Christiano et.al \(2011\)](#) se tiene que:  $TNI = TNI^* + \Delta TCRE^e + \Phi(\alpha, TNI^* - TNI, \phi)$
  - Demanda por activo seguro

## Rol de la Prima Por Riesgo: Experiencia post-pandemia

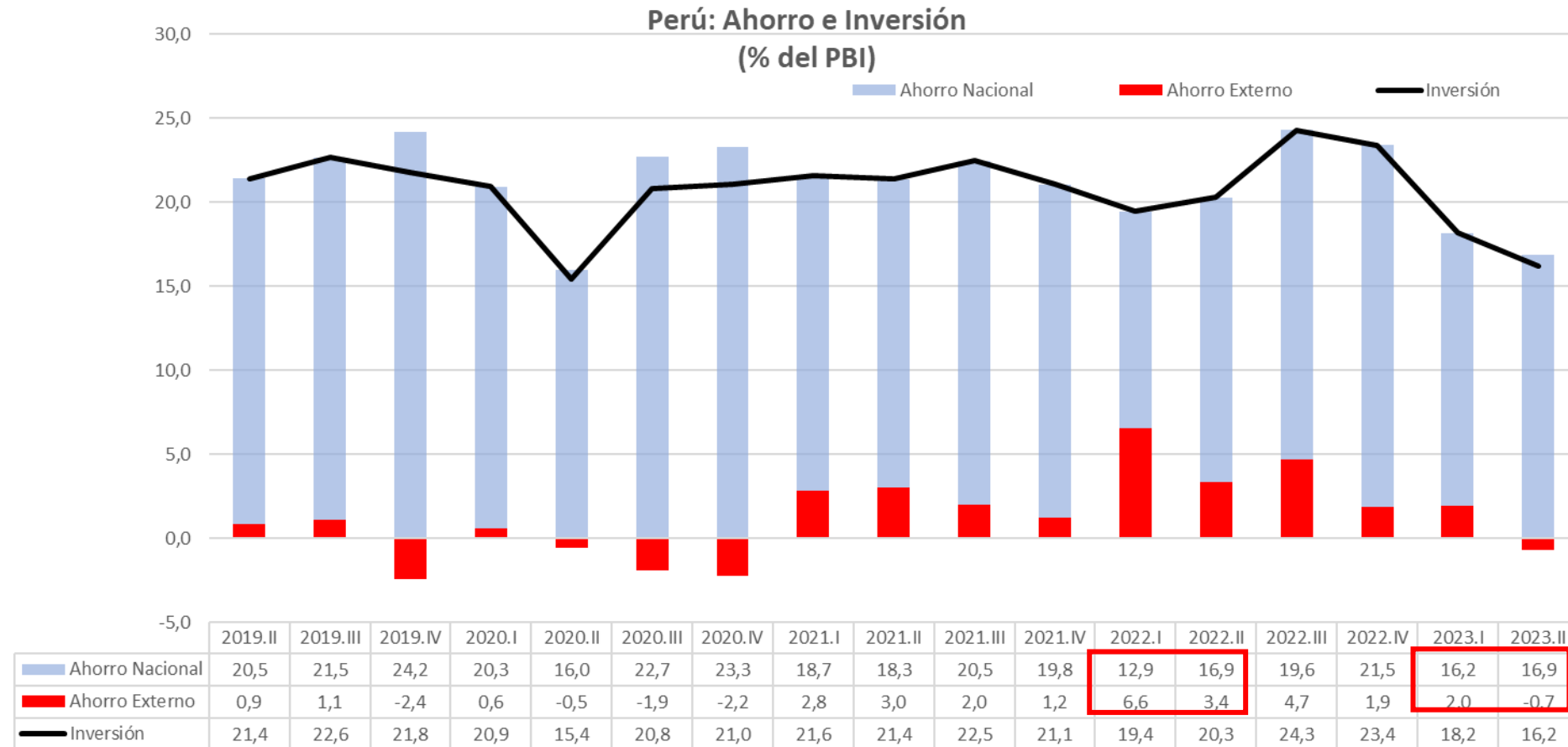
- Variaciones del riesgo país impactan la TNI a través de sus efectos sobre **el mercado de fondos prestables**
- Al inicio de la pandemia, el rol del riesgo país fue atenuado por la caída en el PBI potencial
- Postpandemia, el rol del riesgo país se ha hecho más relevante





## Rol de la Prima Por Riesgo: Experiencia post-pandemia

- Postpandemia, el rol del riesgo país se ha hecho más relevante
- En el primer semestre del 2023, si bien el ahorro doméstico se ha incrementado, los flujos de capitales han sido notablemente menores. En equilibrio, la inversión se ajusta a esta menor cantidad de fondos prestables lo que habría impactado a la TNI.



## Rol del ahorro doméstico: Experiencia postpandemia

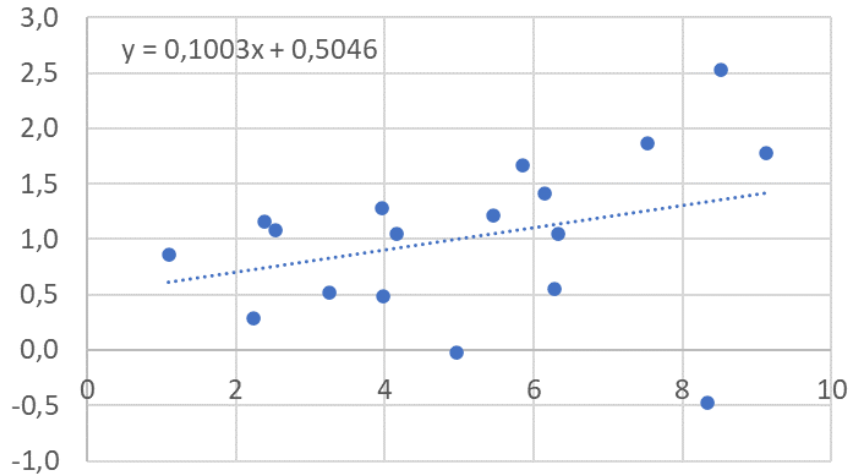
- En la postpandemia todavía se observa una caída en el saldo del ahorro financiero.
  - Se mantiene menor que en la prepandemia.
- Con fricciones financieras, las restricciones de apalancamiento se hacen más vinculantes, y por tanto conllevan a una mayor TNI.

Ahorro del Sistema Financiero Total		
Fecha	Saldo (S/ millones)*	% PBI
Dic-19	515 255	66,4
Dic-20	591 787	82,2
Dic-21	533 209	60,8
Dic-22	511 976	54,6
Jul-23	532 149	54,0

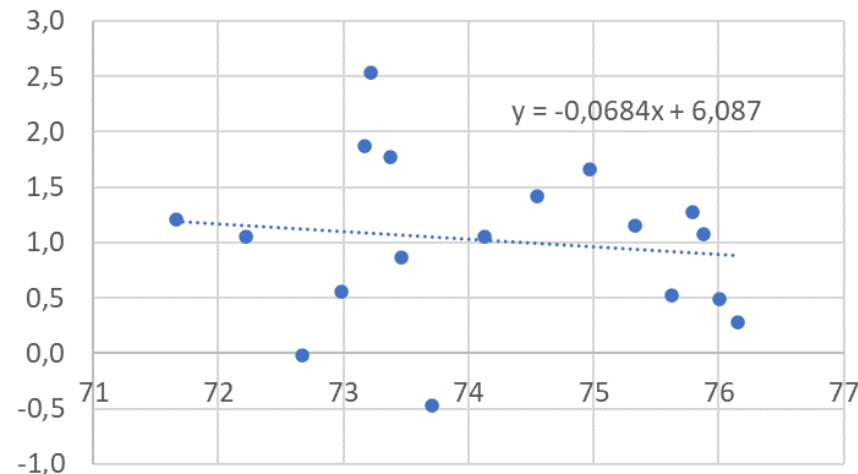
\*Tipo de cambio constante S/ 3,81 de diciembre 2022.

## En el Largo Plazo la TNI depende de factores fundamentales

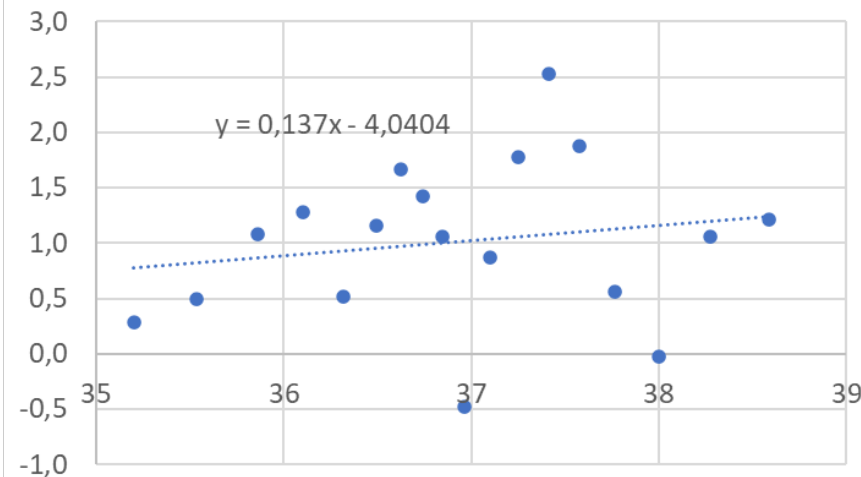
Tasa real contra Crec. PBI



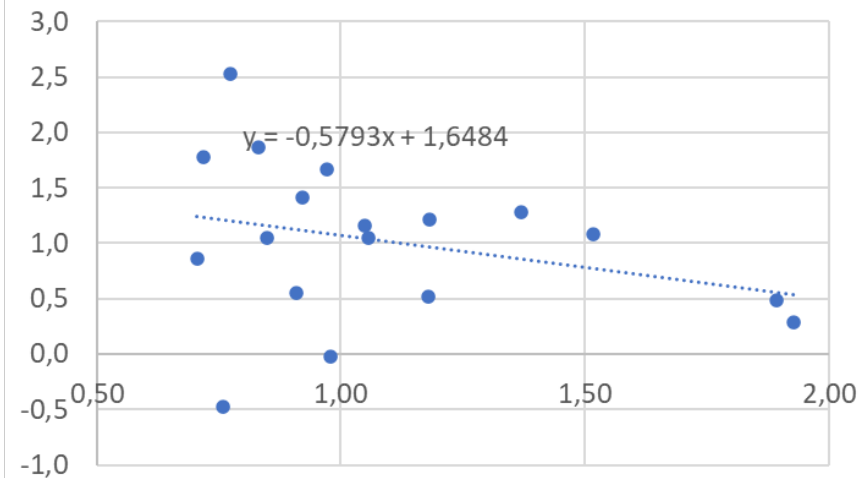
Tasa real contra esperanza de vida



Tasa real contra ratio de dependencia



Tasa real contra Crec. poblacional

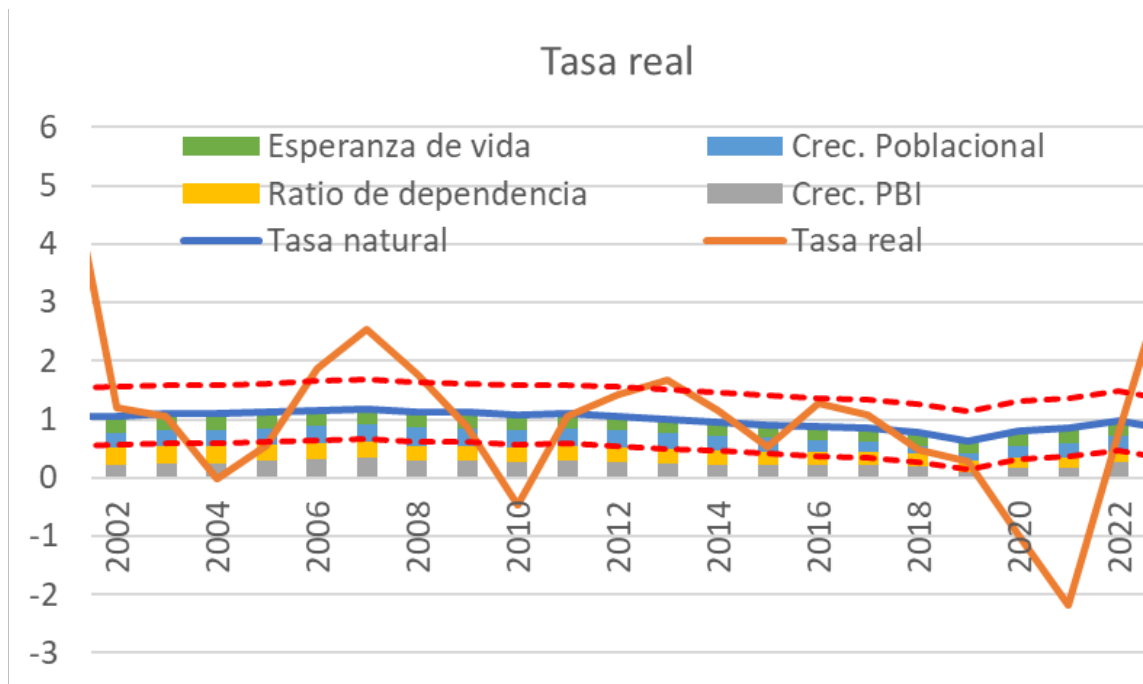


Consistente con **Carvalho, Ferrero y Nechio (2016)**:

- Relación **negativa** entre TNI y esperanza de vida:
  - $\uparrow$  Esp. de vida  $\Rightarrow$   $\uparrow$  ahorro por períodos más largos de jubilación  $\Rightarrow$   $\downarrow$  TNI
- Relación **positiva** entre TNI y ratio de dependencia:
  - $\uparrow$  ratio de dependencia  $\Rightarrow$   $\downarrow$  ahorros  $\Rightarrow$   $\uparrow$  mayor TNI
- Relación **ambigua** entre TNI y crecimiento poblacional:
  - $\uparrow$  Crec. poblacional tiene dos efectos opuestos:
    - (+)**  $\downarrow$  capital por trabajador  $\Rightarrow$   $\uparrow$  productividad marginal del capital  $\Rightarrow$   $\uparrow$  TNI
    - (-)** eventualmente  $\downarrow$  ratio de dependencia  $\Rightarrow$   $\downarrow$  TNI

\* Exploración por Guillermo Ferreyros y Alan Ledesma, datos anuales desde 2001 a 2019

## Exploración preliminar: El rol de variables fundamentales en la tasa natural de interés real



	TNI nominal*	TNI	Int. Conf.	
			5%	95%
2019	3,40	0,63	0,13	1,13
2020	3,58	0,81	0,31	1,31
2021	3,63	0,86	0,36	1,36
2022	3,74	0,98	0,48	1,48

\* TNI + 2,77 (promedio expectativa de inflación)

\*\* Proyección

## Contenido

### 1. Definiciones relevantes

1. Definiciones : Tasa Natural Vs. Tasa Neutral
2. Determinación en economías pequeñas y abiertas
3. Rol de la prima por riesgo: Modelo Vs. Datos
4. Fundamentales Vs. datos de corto plazo: Tasa Natural vs Tasa Neutral

### 2. Estimaciones

1. Pérez (2023a): BVAR con tendencias comunes
2. Pérez (2023b): TVP-VAR-SV
3. Ledesma (2023): UCUR extendido + tasa exógena
4. Ledesma (2023): UCUR extendido + economía cerrada
5. Estimación semi-estructural con el MPT
6. Resumen

### 3. Agenda Futura

# Estimaciones

- Tasa **Neutral** de Interés (**TNI**)
- Tres enfoques de estimación:
  1. Sistema de relaciones estructurales
  2. Propiedades estadísticas
  3. Expectativas de los mercados financieros
- Se utilizará el **primer enfoque** en esta presentación

## Pérez (2023a): BVAR con tendencias comunes

“Estimating the Natural Interest of Rate for Peru: A Common Trends approach”

- Se asume que la TNI, la inflación de largo plazo y la prima de liquidez sistemática siguen un paseo aleatorio común.
- El resto de variables siguen un proceso VAR estacionario.

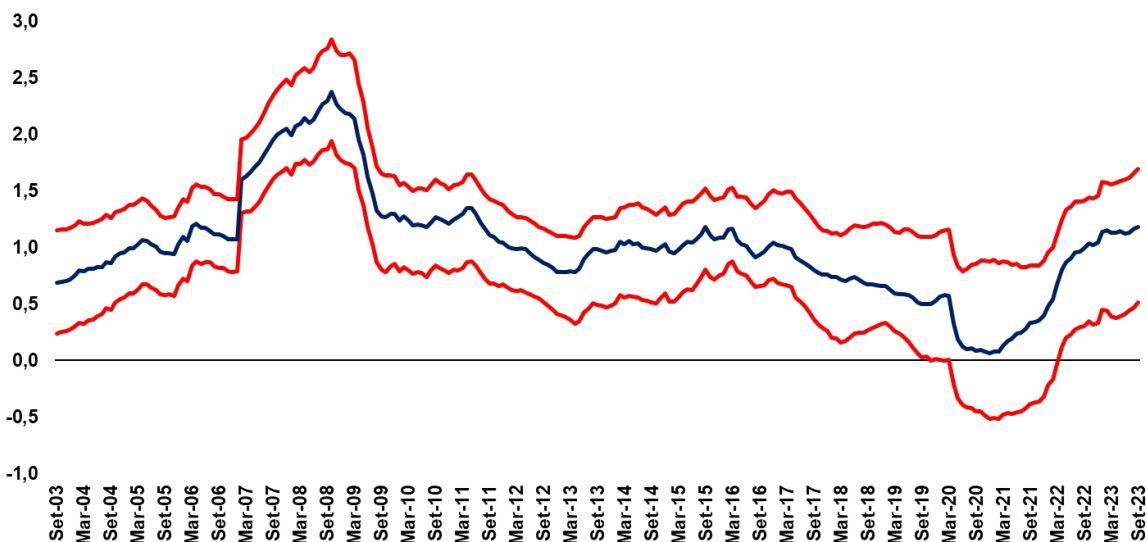
### Modelo:

- Tasa de interés interbancaria en MN:  $R_t = \bar{r}_t + \bar{\pi}_t + \hat{R}_t$ 
  - $\bar{r}_t$ : TNI (tendencia 1)
  - $\bar{\pi}_t$ : Inflación sistemática (tendencia 2)
- Inflación 12 meses:  $\pi_t = \bar{\pi}_t + \hat{\pi}_t$
- Expectativas de inflación:  $\pi_t^e = \bar{\pi}_t + \hat{\pi}_t^e$
- Tasa de interés del bono soberano a 10 años:  $R_{120,t} = \bar{r}_t + \bar{\pi}_t + \bar{tp}_t + \hat{R}_{120,t}$ 
  - $\bar{tp}_t$ : Prima de liquidez sistemática (tendencia 3)
- Tasa de interés preferencial corporativa a 90 días:  $R_t^e = \bar{r}_t + \bar{\pi}_t + \hat{R}_t^e$
- Las tres tendencias ( $\bar{y}_t = [\bar{r}_t \ \bar{\pi}_t \ \bar{tp}_t]'$ ) siguen un paseo aleatorio conjunto
- Las variables cíclicas ( $\hat{y}_t = [\hat{R}_t \ \hat{\pi}_t \ \hat{\pi}_t^e \ \hat{R}_{120,t} \ \hat{R}_t^e]'$ ) siguen un VAR estacionario

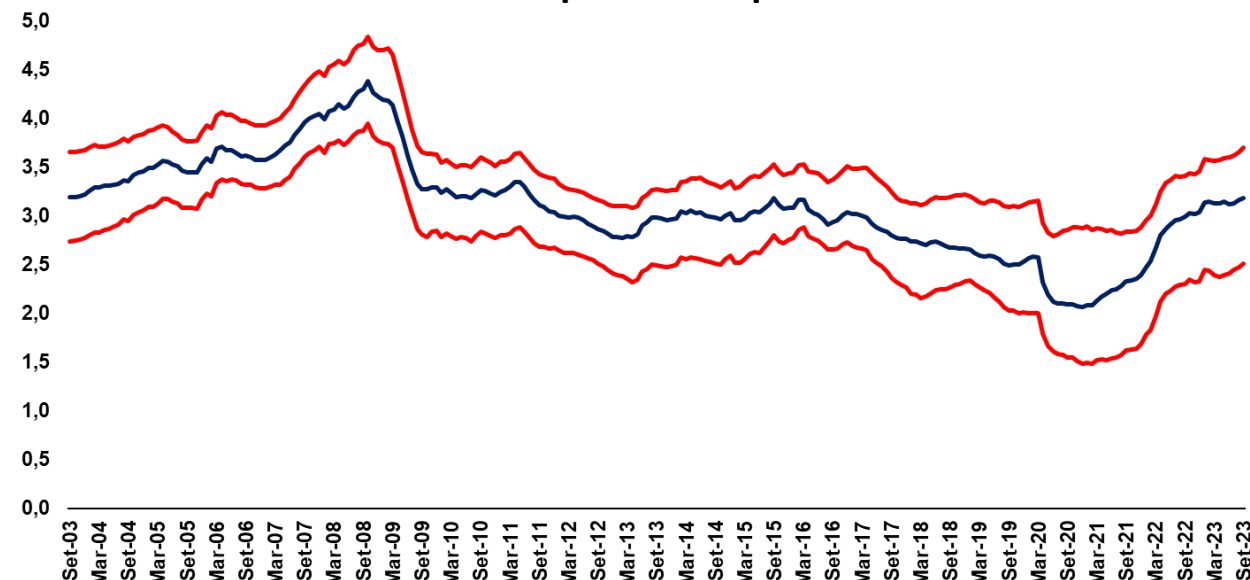
## Pérez (2023a): BVAR con tendencias comunes

### 2.2. Pérez (2023): BVAR con tendencias comunes

#### Tasa real de corto plazo de equilibrio en MN



#### Tasa nominal de corto plazo de equilibrio en MN



Estudio	Año	TNI nominal <sup>1/</sup>	TNI	IC 5%	IC95%
Pérez (2023a)	2019	2,5	0,5	0,0	1,1
	2020	2,1	0,1	-0,5	0,9
	2021	2,4	0,4	-0,4	0,8
	2022	3,0	1,0	0,3	1,4
	2023	3,2	1,2	0,5	1,7

1/ TNI nominal = TNI + inflación 2%.



## Pérez (2023b): TVP-VAR-SV

- Se utiliza un VAR con coeficientes y varianzas cambiantes en el tiempo
- Así, se captura la presencia de no linealidades en las series de tiempo
- Para la estimación se consideran variables macroeconómicas relevantes: Crec. de términos de intercambio – Crec. del PBI – inflación – tasa de interés interbancaria –Crec. de la liquidez en soles – depreciación nominal año a año
- El modelo es:

$$y_t = c_t + B_{1,t}y_{t-1} + \dots + B_{p,t}y_{t-p} + A_t^{-1}\Sigma_t e_t$$

$$e_t \sim N(0, I), \quad \Sigma_t = \text{diag}(\sigma_t^2)$$

- Los coeficientes se coleccionan en un vector  $B_t = [B_{1t} \dots B_{pt} c_t]'$  y los coeficientes libres de  $A_t$  se agrupan en  $\alpha_t$ . Éstos siguen paseos aleatorios:

$$B_t = B_{t-1} + v_t$$

$$\alpha_t = \alpha_{t-1} + \xi_t$$

$$\log \sigma_t = \log \sigma_{t-1} + \eta_t$$

- todos los choques siguen una distribución normal y con varianzas definidas positivas

## Pérez (2023b): TVP-VAR-SV

- El modelo TVP-VAR-SV se puede reescribir en forma más compacta como:

$$\mathbf{Y}_t = \mu_{t|T} + \mathbf{A}_{t|T} \mathbf{Y}_{t-1} + \mathbf{E}_t$$

- Esta representación permite definir un **nivel de tasa de largo plazo** consistente con el modelo como:

$$\bar{i}_t = s_i \left( I - \mathbf{A}_{t|T} \right)^{-1} \mu_{t|T}$$

donde  $s_i$  es un vector que selecciona la tasa de interés del ordenamiento en  $\mathbf{Y}_t$ .

- La incertidumbre de se puede construir a partir de la varianza incondicional

$$Var(i_t) = s_i \Sigma_{\mathbf{Y}_t} s_i'$$

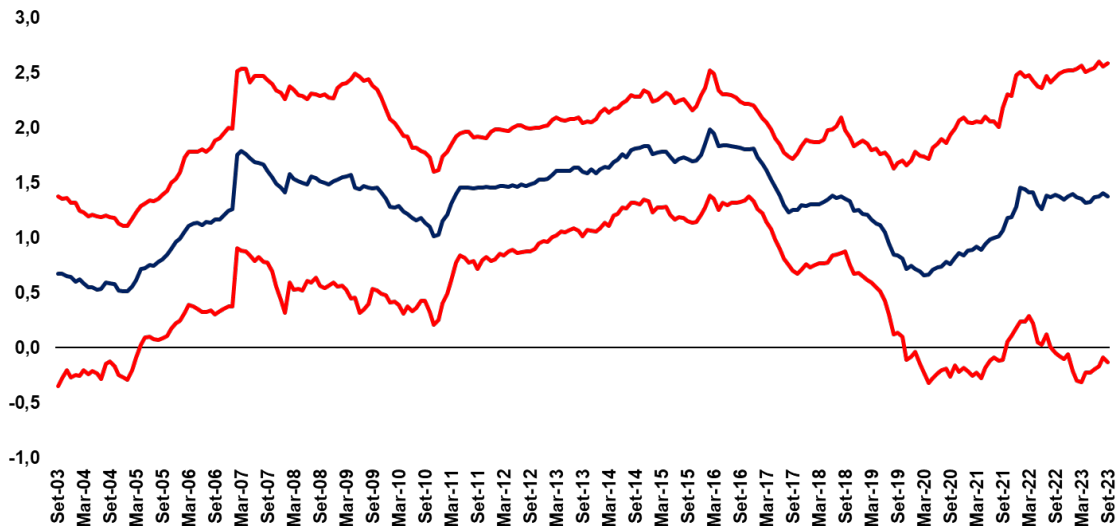
Donde

$$\Sigma_{\mathbf{Y}_t} = \mathbf{A}_{t|T} \Sigma_{\mathbf{Y}_t} \mathbf{A}'_{t|T} + Var(\mathbf{E}_t)$$

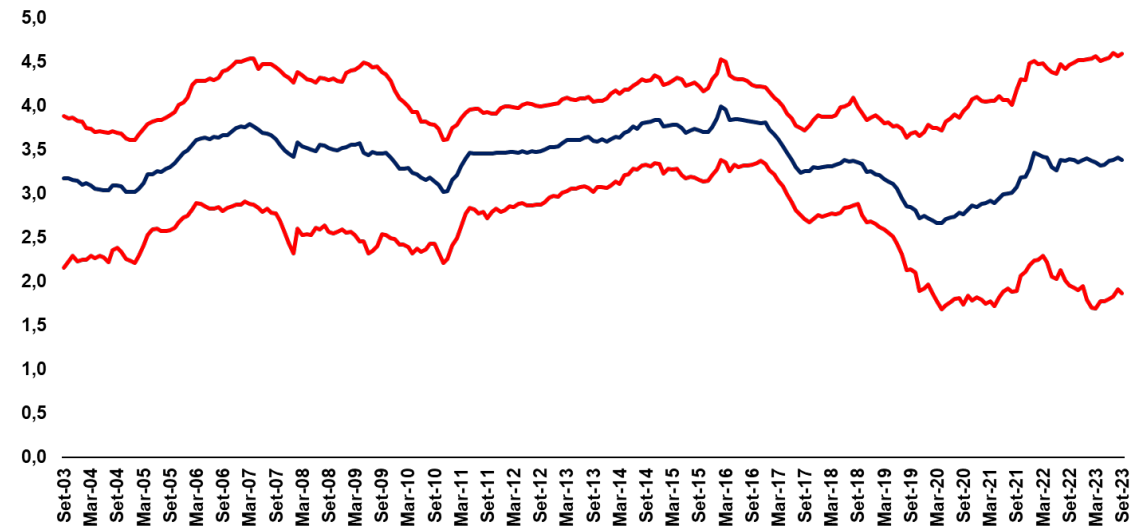
## Pérez (2023b): TVP-VAR-SV

[Lubik y Matthes \(Richmond Fed, 2015\)](#) aplican una metodología similar. Se observa que en los últimos años se ha incrementado la incertidumbre de estimación.

### Tasa real de largo plazo de equilibrio en MN



### Tasa nominal de largo plazo de equilibrio en MN



Estudio	Año	TNI nominal <sup>1/</sup>	TNI	IC 5%	IC95%
Pérez (2023b)	2019	2,7	0,7	-0,1	1,7
	2020	2,9	0,9	-0,2	2,1
	2021	3,2	1,2	0,1	2,3
	2022	3,3	1,3	-0,1	2,5
	2023	3,4	1,4	-0,1	2,6

1/ TNI nominal = TNI + inflación 2%.

## Ledesma (2023): UCUR extendido con ajustes por COVID-19 a lo Holston y otros (2023)

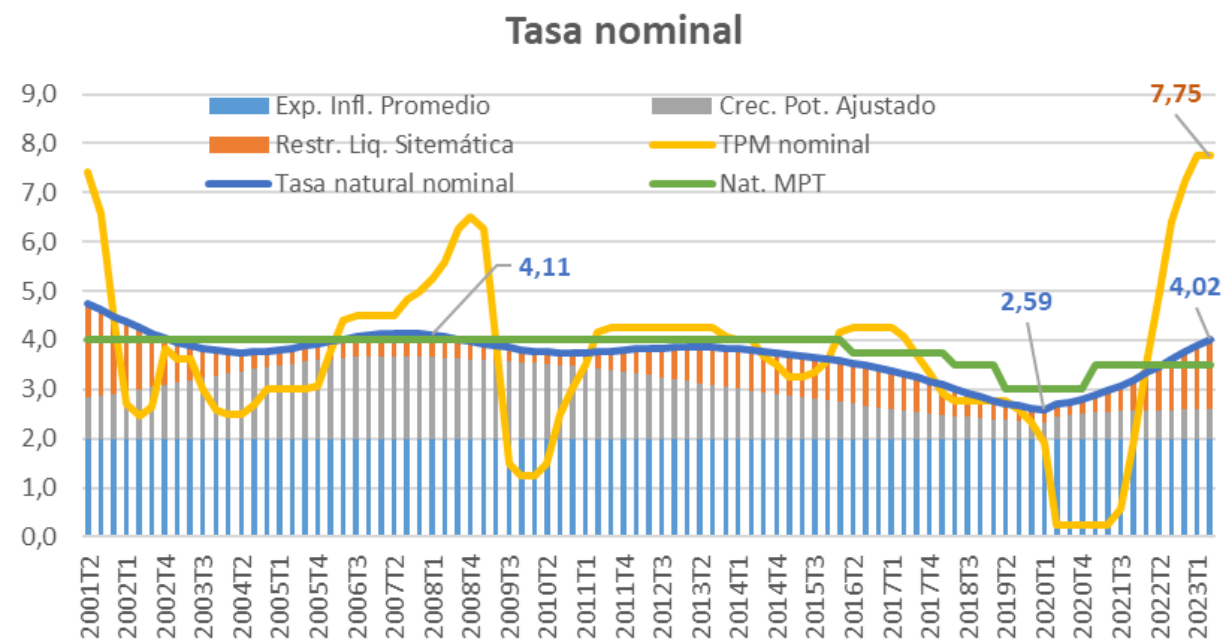
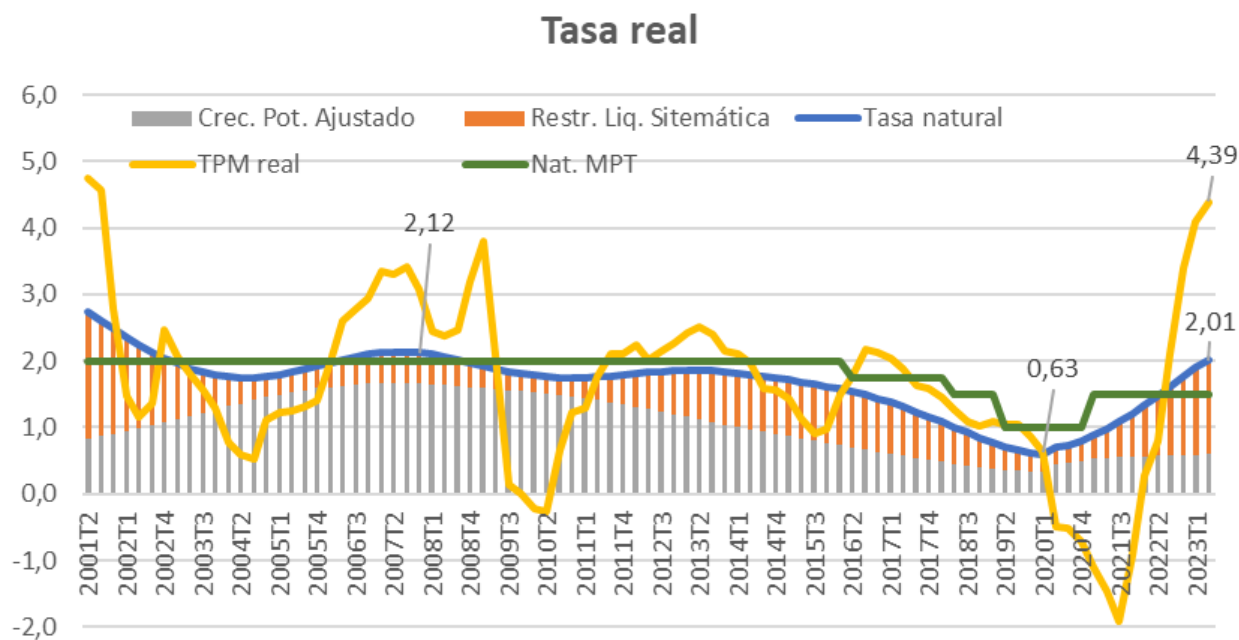
- Se estima conjuntamente la TNI y el producto potencial con un **filtro de Kalman modificado**
- Incorpora un **choque de oferta que captura** los efectos directos de las restricciones de la **pandemia**
- Se asume que la **volatilidad de los choques al producto y la inflación pueden cambiar en el tiempo para capturar la presencia de eventos extremos**
- Se estudian dos especificaciones:
  - Tasa de política monetaria exógena
  - Tasa de política monetaria con regla de Taylor en una economía cerrada

## UCUR extendido + tasa exógena\*

- Estrategia de **Holston, Laubach y Williams, 2023 (HLW2023)**:
  - Ajuste de primer orden: estimado con índice de rigurosidad de Oxford ( $d_t^M$ ) – choque de oferta
  - Ajuste de segundo orden: incrementos de incertidumbre en 2020
- Segmento de actividad: UCUR
  - Medidas:  $y_t = \bar{y}_t^a + \hat{y}_t^a + \gamma_t + \epsilon_t^y$  y  $d_t^M = d_t$
  - Tendencia:  $\bar{y}_t^a = \bar{y}_{t-1}^a + \bar{g}_{t-1} + \psi(d_t - d_{t-1}) + \epsilon_t^{\bar{y}}$
  - Intercepto:  $\bar{g}_t = \bar{g}_{t-1} + \epsilon_t^{\bar{g}}$
  - Ciclo:  $\hat{y}_t^a = \phi_1 \hat{y}_{t-1}^a + \phi_2 \hat{y}_{t-2}^a + \psi(-d_t + \phi_1 d_{t-1} + \phi_2 d_{t-2}) + \epsilon_t^{\hat{y}}$
  - Indicador Covid:  $d_t = \rho_d d_{t-1} + \epsilon_t^d$
  - Estacionalidad:  $\gamma_t + \gamma_{t-1} + \gamma_{t-2} + \gamma_{t-3} = \epsilon_t^{\gamma}$
- Segmento de tasas: exógena
  - Medida (tasa real):  $r_t = \bar{r}_t + \hat{r}_t + \epsilon_t^r$
  - TNI:  $\bar{r}_t = \bar{g}_t + \bar{z}_t$
  - Liquidez y riesgo sistemáticos:  $\bar{z}_t = \bar{z}_{t-1} + \epsilon_t^{\bar{z}}$
  - Tasa cíclica:  $\hat{r}_t = \psi_1 \hat{r}_{t-1} + \psi_2 \hat{r}_{t-2} + \epsilon_t^{\hat{r}}$

## UCUR extendido + tasa exógena\*

2.3. Ledesma 2023. UCUR extendido + tasa exógena



	TNI		Int. Conf	
	nominal*	TNI	5%	95%
2019	2,69	0,69	-0,26	1,64
2020	2,71	0,71	-0,24	1,66
2021	3,04	1,03	0,08	1,98
2022	3,55	1,55	0,60	2,50
2023**	4,05	2,05	1,10	3,00

\* TNI + 2 (meta de inflación)

\*\* Proyección

## UCUR extendido + economía cerrada

- Similar al caso anterior, **sólo cambia la parte cíclica**:

- Brecha: 
$$\hat{y}_t^a = a_{Ey} E_t \hat{y}_{t+1}^a + a_y \hat{y}_{t-1}^a - a_r cmr_{t-1} + \psi [(a_{Ey} \rho_d - 1) d_t + a_y d_{t-1}] + \varepsilon_t^{\hat{y}}$$

- Inflación: 
$$\pi_t = b_\pi \pi_{t-1} + (1 - b_\pi) E_t \Pi_{t+4} + b_y [c_y \hat{y}_t^a + (1 - c_y) \hat{y}_{t-1}^a] + \varepsilon_t^\pi$$

- Inflación anual: 
$$\Pi_t = \frac{\pi_t + \pi_{t-1} + \pi_{t-2} + \pi_{t-3}}{4}$$

- RPM: 
$$\hat{i}_t = \rho_i \hat{i}_{t-1} + (1 - \rho_i) [f_\pi (E_t \Pi_{t+4} - \bar{\pi}) + f_y (f_1 \hat{y}_t^a + (1 - f_1) \hat{y}_{t-1}^a)] - \rho_i \Delta \bar{r}_t + \varepsilon_t^i$$

- Tasa LP cíclica: 
$$\hat{I}_t = \frac{\hat{i}_t + E_t \hat{i}_{t+1} + E_t \hat{i}_{t+2} + E_t \hat{i}_{t+3}}{4} + \hat{\mu}_t$$

- Condiciones monetarias: 
$$cmr_t = \hat{I}_t - (E_t \Pi_{t+4} - \bar{\pi})$$

- Prima de liquidez: 
$$\mu_t = \bar{\mu}_t + \hat{\mu}_t$$

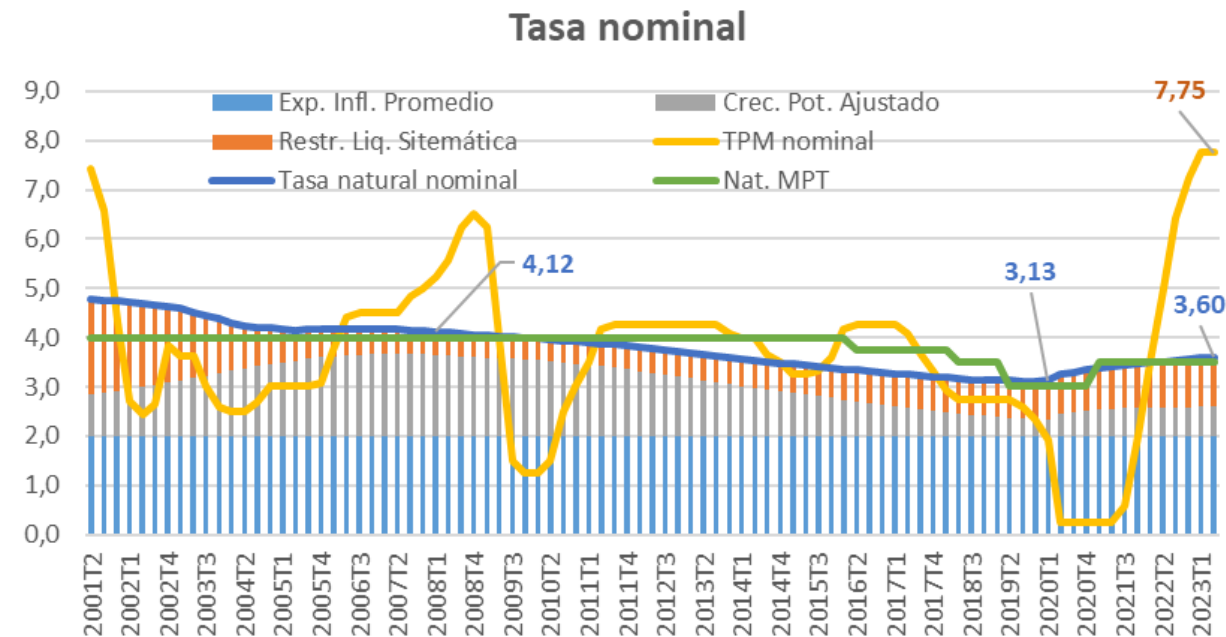
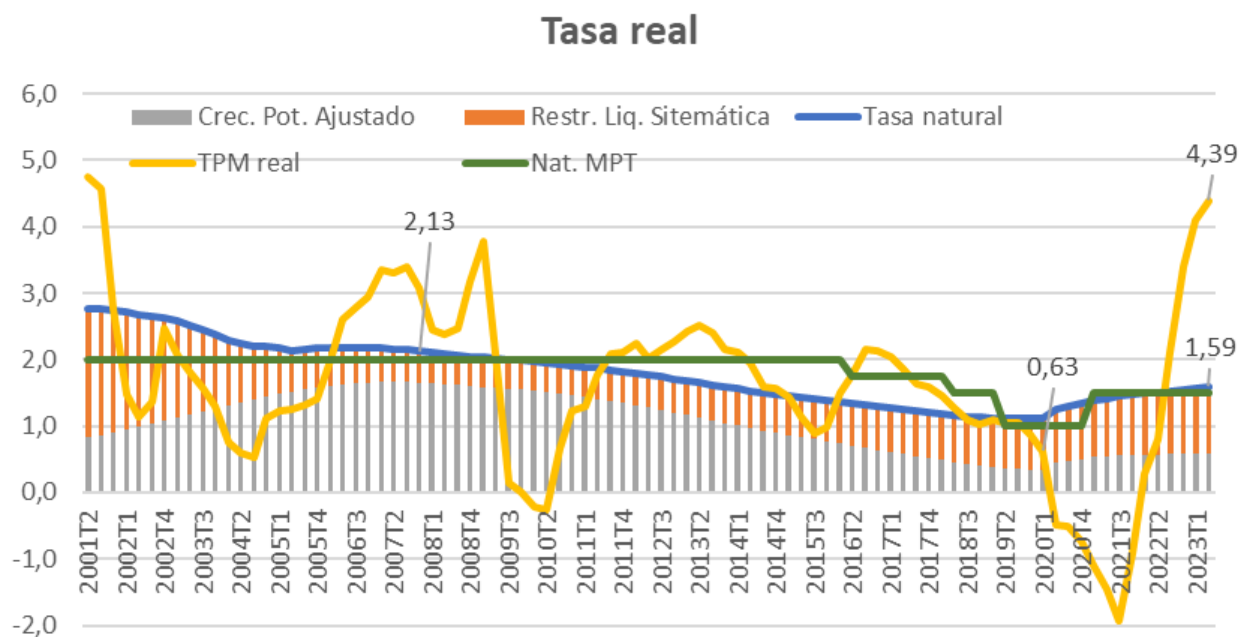
- Corto plazo: 
$$\hat{\mu}_t = \rho_\mu \hat{\mu}_{t-1} + \beta \frac{\hat{y}_t^a + E_t \hat{y}_{t+1}^a + E_t \hat{y}_{t+2}^a + E_t \hat{y}_{t+3}^a}{4} + \varepsilon_t^{\hat{\mu}}$$

- Largo plazo: 
$$\bar{\mu}_t = \bar{\mu}_{t-1} + \varepsilon_t^{\bar{\mu}}$$

- Tasa de CP: 
$$i_t = \bar{r}_t + \bar{\pi} + \hat{i}_t$$

- Tasa de LP: 
$$I_t = \bar{r}_t + \bar{\pi} + \bar{\mu}_t + \hat{I}_t$$

## UCUR extendido + economía cerrada



	TNI		Int. Conf	
	nominal*	TNI	5%	95%
2019	3,12	1,12	0,02	2,22
2020	3,26	1,26	0,16	2,36
2021	3,43	1,43	0,33	2,53
2022	3,53	1,52	0,42	2,62
2023**	3,60	1,60	0,50	2,70

\* TNI + 2 (meta de inflación)

\*\* Proyección



## Filtro de Kalman sobre el MPT

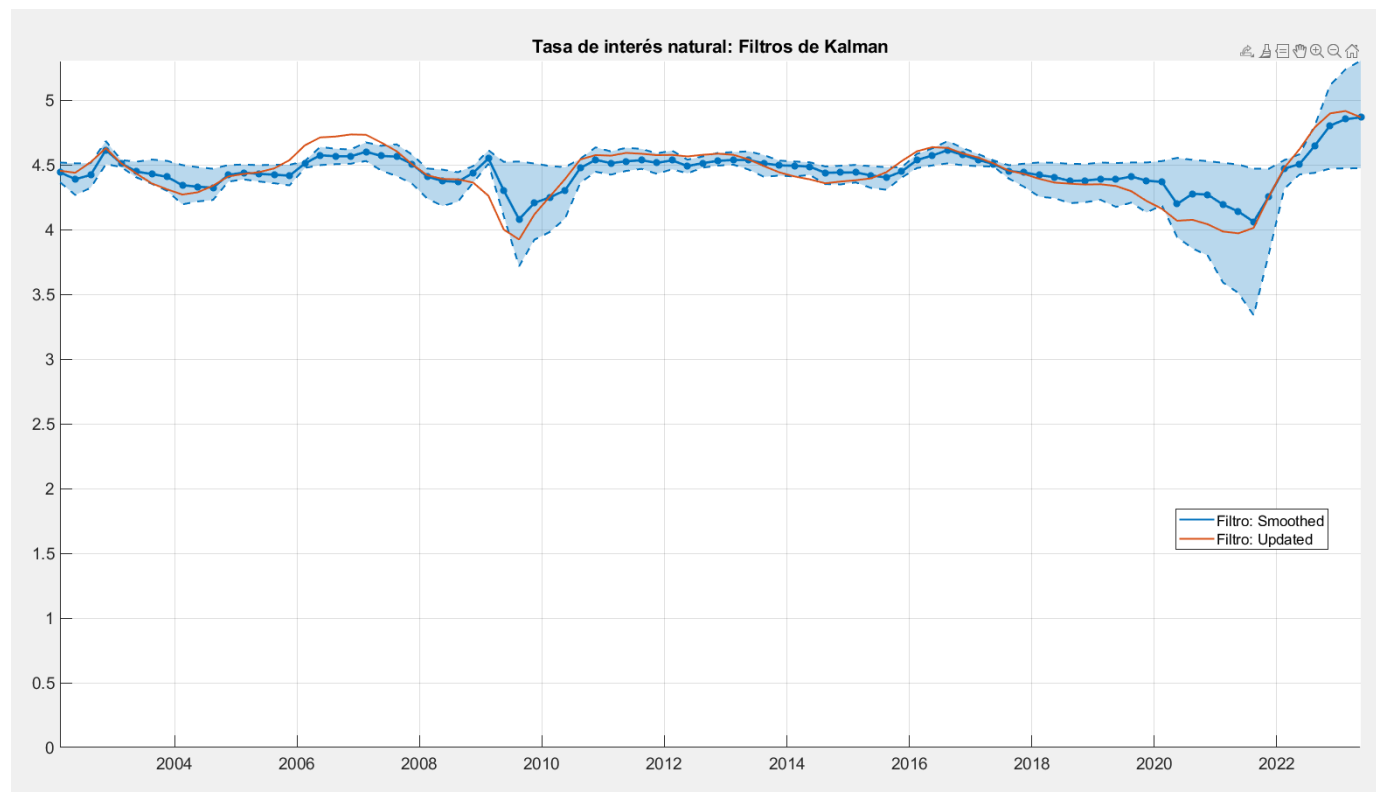
FK sobre el MPT: Estructura de relaciones económicas para estimar la TNI

### MPT con PBI omitido durante la pandemia

- Se tratan a los datos de PBI durante la pandemia de la COVID-19 como *missing values*.
  - La enorme variabilidad muestral registrada durante la pandemia se puede modelar como *outliers*
  - Una solución rápida de la presencia de *outliers* es simplemente omitir los valores extremos
- El filtro de Kalman tiene la capacidad de completar datos de variables observables cuando éstos no están disponibles
- Por lo tanto, omitir los valores realizados de PBI durante la pandemia constituye una solución rápida al problema de gran variabilidad muestral del PBI
- Así, aquí se presenta una actualización de Aguirre y otros (2022) en la que se omiten los datos de PBI desde 2020T1 hasta 2021T3.\*\*

-----  
\*\* Aguirre, J., Vidal, J.A., Castillo, L.E., Hoyle, D.F., Ledesma, A., Martinez, J., Vásquez, V.M. and Vélez, A., 2022. Modelo de proyección trimestral: una actualización hasta 2019 (No. 2022-011). Banco Central de Reserva del Perú.

## Filtro de Kalman sobre el MPT



	Filtro de Kalman de la tasa natural nominal	
	Mínimo	Máximo
2020	3,95	4,54
2021	3,57	4,49
2022	4,45	4,70
2023Q1	4,47	5,24
2023Q2	4,48	5,31
2023	4,47	5,27

- Mediana de estimaciones de la TNI para Perú:

<b>Año</b>	<b>TNI nominal</b>	<b>TNI</b>	<b>IC 5%</b>	<b>IC95%</b>
2019	2,7	0,7	-0,3	2,4
2020	3,0	1,0	-0,5	2,5
2021	3,1	1,1	-0,4	2,5
2022	3,4	1,4	-0,1	2,9
2023	3,5	1,5	-0,1	3,3

Nota: TNI Nominal y TNI muestran la mediana de los valores estimados medios por Lahura y Vega (2023), MPT con filtro de Kalman, Pérez (2023 a,b), UCUR extendido (tasa exógena) y UCUR extendido (economía cerrada). Los IC5% y IC95% son el mínimo y máximo, respectivamente, de los reportados entre las diferentes metodologías.

- Media de estimaciones de la TNI para Perú:

<b>Año</b>	<b>TNI nominal</b>	<b>TNI</b>	<b>IC 5%</b>	<b>IC95%</b>
2019	2,9	0,9	-0,3	2,4
2020	3,0	1,0	-0,5	2,5
2021	3,2	1,2	-0,4	2,5
2022	3,6	1,6	-0,1	2,9
2023	3,7	1,7	-0,1	3,3

Nota: TNI Nominal y TNI muestran el promedio de los valores estimados medios por Lahura y Vega (2023), MPT con filtro de Kalman, Pérez (2023 a,b), UCUR extendido (tasa exógena) y UCUR extendido (economía cerrada). Los IC5% y IC95% son el mínimo y máximo, respectivamente, de los reportados entre las diferentes metodologías.

## Contenido

### 1. Definiciones relevantes

1. Definiciones : Tasa Natural Vs. Tasa Neutral
2. Determinación en economías pequeñas y abiertas
3. Rol de la prima por riesgo: Modelo Vs. Datos
4. Fundamentales Vs. datos de corto plazo: Tasa Natural vs Tasa Neutral

### 2. Estimaciones

1. Pérez (2023a): BVAR con tendencias comunes
2. Pérez (2023b): TVP-VAR-SV
3. Ledesma (2023): UCUR extendido + tasa exógena
4. Ledesma (2023): UCUR extendido + economía cerrada
5. Estimación semi-estructural con el MPT
6. Resumen

### 3. Agenda Futura

## Agenda futura

### 3. Agenda futura

- Establecer un marco de análisis conjunto entre tasa neutral y natural
- Proveer un marco de estudio para el análisis de tasa naturales externas y domésticas
- Estimar el rol de fricciones financieras y las primas por riesgo en la TNI
- Proveer estimados de contribuciones de fundamentales en la tasa natural de interés
- Implementar estimaciones en tiempo real para varios modelos
- Evaluar la frecuencia y magnitud de las revisiones en historia y al final de la muestra
- Idear un mecanismo de penalización de modelos relacionado al punto anterior