

# Ciclo económico y corrección estructural: un enfoque de descomposición ciclo–tendencia

Juan Tenorio    Sandra Jurado    Kevin Común    Arian Segil

MEF

XLIII Encuentro de Economistas del BCRP

\*Las opiniones vertidas en este documento son de entera responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan las opiniones del MEF.

Octubre 2025

# Índice

## 1 Motivación

## 2 Revisión de literatura

## 3 Metodología

- BN: descomposición y matriz condicionada
- Razón señal–ruido y función de pérdida
- Degradación dinámica iterativa
- Bandas de error con varianza cambiante
- Estimación y diagnóstico paramétrico

## 4 Resultados

## 5 Evaluación de robustez

- Validación con el índice de restricción de Oxford
- Sincronía con el filtro Hodrick y Prescott
- Volatilidad según Rudd (2024) y Kuang (2024)

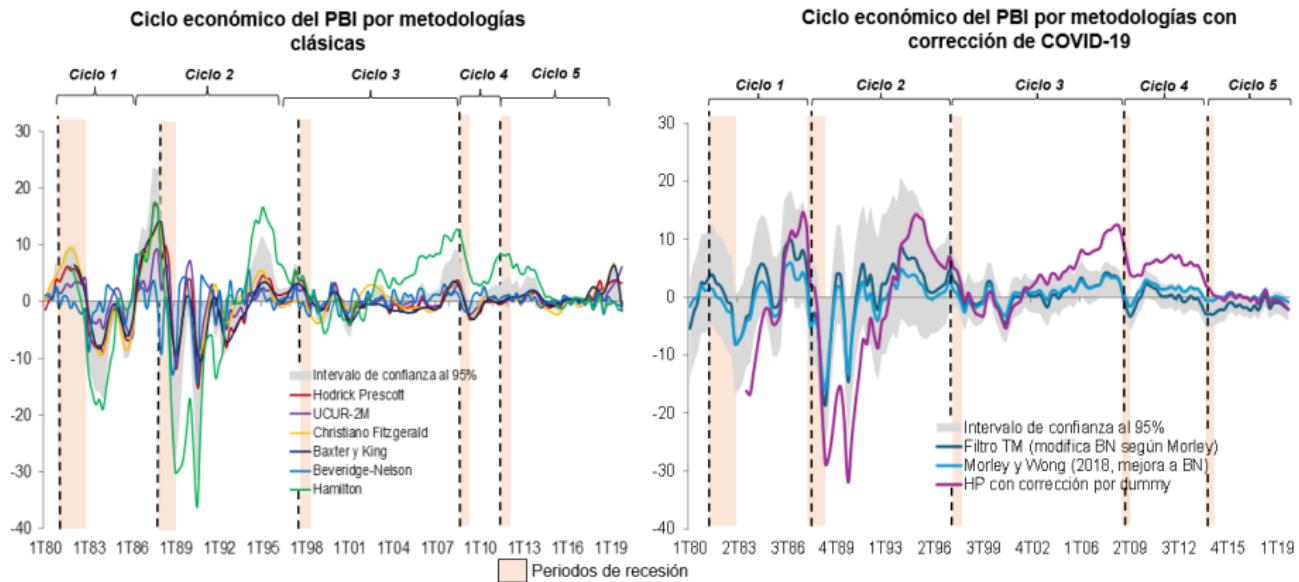
## 6 Conclusiones

# Motivación

- La adecuada identificación de los ciclos económicos permite realizar proyecciones más precisas, fundamental para los *policy-makers*, y decisiones de inversión más acertadas.
- La pandemia del COVID-19 generó una **volatilidad sin precedentes** en las principales variables macroeconómicas, desafiando las metodologías tradicionales de proyección y análisis.
- En este contexto, resulta esencial estimar un ajuste óptimo del ciclo económico peruano que capture el choque de esta magnitud y su posterior recuperación, con una afectación mínima en la tendencia.

# Ciclo económico del Perú prepandemia

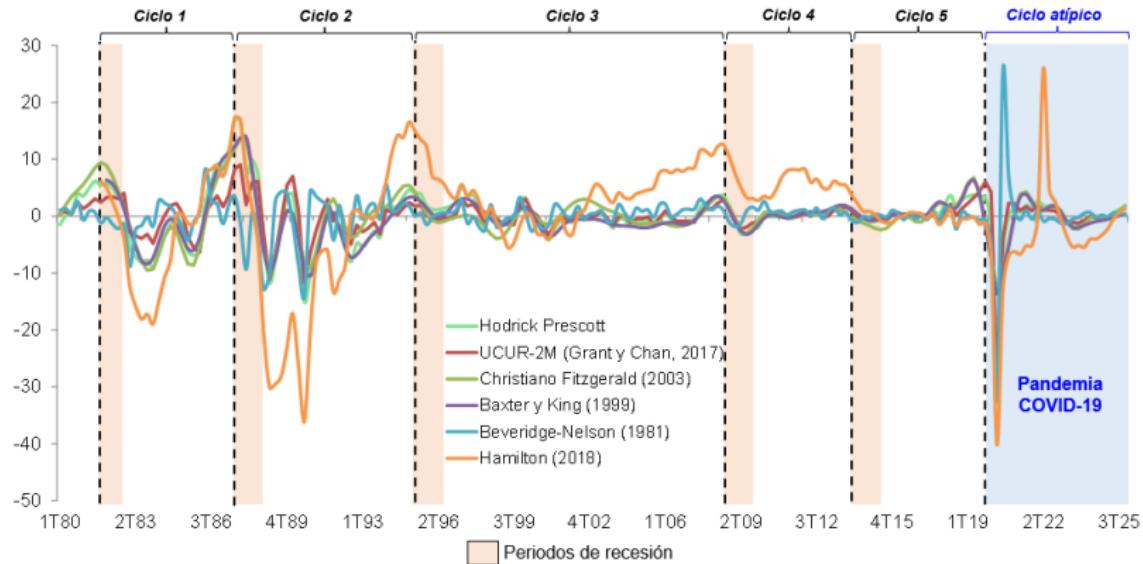
Independientemente del método utilizado, la evidencia confirma que Perú registró 5 ciclos económicos antes de la pandemia.



# Ciclo económico del Perú pospandemia

La pandemia generó un ciclo económico atípico y sin precedentes, rompiendo la dinámica histórica de la actividad y distorsionando las mediciones tradicionales del ciclo.

**Ciclo económico del PBI con metodologías clásicas sin corrección del COVID-19**



# Revisión de literatura

- **Kydland & Prescott (1990)**: son las desviaciones del producto real agregado con respecto a su tendencia de largo plazo.
- **Burns & Mitchell (1946)**: afectan simultáneamente a diversos sectores y reflejan fluctuaciones generalizadas en la actividad económica.
- **NBER**: son determinados por periodos de contracción, que implican una disminución significativa y generalizada de la actividad económica, y posterior expansión.
- **EABCN**: la contracción comienza en el periodo inmediatamente posterior al pico, mientras que la fase de expansión se inicia en el periodo siguiente luego de alcanzar el valle.
- Un ciclo económico está compuesto por dos fases: **expansión** y **contracción**, caracterizado por su **amplitud** (distancia entre pico y valle) y **duración** (tiempo que transcurre entre un pico y el siguiente)

# Revisión de literatura: ciclo originado por el COVID-19

- **NBER**: la recesión originada por la pandemia culminó en abril de 2020, dando paso a una nueva fase de expansión a partir de mayo del mismo año.
- **EABCN**: comenzó en el primer trimestre de 2020 y concluyó en el segundo trimestre de ese mismo año, marcando el inicio de una fase expansiva desde el tercer trimestre de 2020 hasta ahora.
- **CFCEM (2022)**: la última recesión en México comenzó en junio de 2019 y terminó en mayo de 2020, seguida de una fase expansiva desde junio de 2020.
- **CEPAL (2022)**: la fase de desaceleración de la actividad económica producida en 2020 se le atribuye a los efectos adversos del COVID-19.

# Criterios del diseño metodológico

**Objetivo:** Estimar el *ciclo económico* del PBI peruano con un marco **univariado** que preserve:

- **Intuición económica:** separar claramente  $\tau_t$  (tendencia) y  $c_t$  (ciclo).
- **Confiabilidad en tiempo real:** baja sensibilidad a puntos finales y choques grandes.
- **Robustez de revisión:** estabilidad bajo cambios de volatilidad y de régimen.
- **Coherencia macro:** ancla en la duración promedio del ciclo ( $\approx 35$  trimestres).
- **Reproducibilidad:** sea sencillo de implementar y replicar.

**Pilares técnicos a considerar:** BN + espacio de estados; suavidad vía señal–ruido ( $\delta$ ); *degradación dinámica*; bandas con varianza cambiante; *backcasting*.

# Descomposición BN y representación matricial

**Identidad:**  $y_t = \tau_t + c_t$ ,  $c_t := y_t - \tau_t$ .  $\Delta y_t = y_t - y_{t-1}$ .

**Tendencia BN:**

$$\tau_t^{BN} = \lim_{j \rightarrow \infty} E_t[y_{t+j} - j \cdot E(\Delta y_t)], \quad E(\Delta y_t) = \mu.$$

**AR( $\rho$ ) en diferencias y estado:**

$$\Delta y_t = \mu + \sum_{j=1}^p \phi_j (\Delta y_{t-j} - \mu) + \varepsilon_t, \quad \varepsilon_t \sim \mathcal{N}(0, \sigma_\varepsilon^2),$$

$$X_t = (\Delta y_t - \mu, \dots, \Delta y_{t-p+1} - \mu)', \quad X_{t+1} = F X_t + G \varepsilon_t, \quad \Delta y_t - \mu = ' X_t.$$

**Ciclo BN (funcional lineal del estado):**

$$c_t^{BN} = -\epsilon_1' F (I - F)^{-1} X_t, \quad \tau_t^{BN} = y_t - c_t^{BN}.$$

**Intuición:**  $(I - F)^{-1} X_t$  acumula el efecto de innovaciones transitorias en el *nivel*;  $\mu$  capta el crecimiento tendencial.

# Persistencia Dickey–Fuller y selección de $p$

## Forma Dickey–Fuller extendida:

$$\Delta y_t = \mu + \rho(\Delta y_{t-1} - \mu) + \sum_{j=1}^{p-1} \phi_j^* \Delta^2 y_{t-j} + \varepsilon_t, \quad \rho = \sum_{j=1}^p \phi_j, \quad \phi_j^* = -(\phi_{j+1} + \cdots + \phi_p).$$

## Diagnóstico:

- Contraste  $H_0 : \rho = 1$  (*unit root* en diferencias para caracterizar persistencia).
- Selección de orden  $p$  por BIC/AIC (trimestral:  $p \leq 8$ ).
- Evitar *overfitting*:  $p$  alto distorsiona  $\rho$  y  $\delta$ .

Por tanto, en la práctica la estimación de esta parte combina una ecuación de espacio de estados a través de un filtro de Kalman para  $X_t$  y recuperación de  $c_t^{BN}$ .

# Razón señal–ruido y control de suavidad

Se vincula la *suavidad de la tendencia* con un parámetro  $\delta$  que es interpretable y que **no depende de un  $\lambda$  arbitrario** como en HP.

$$\delta := \frac{\sigma_{\Delta\tau}^2}{\sigma_{\varepsilon}^2} \quad \Leftrightarrow \quad \rho = 1 - \delta^{-1/2}$$

- $\sigma_{\Delta\tau}^2$ : “movimiento propio” de la tendencia → cuánto se ajusta el nivel estructural.
- $\sigma_{\varepsilon}^2$ : “ruido transitorio” → choques de alta frecuencia.
- $\delta$  mide cuánta fracción del movimiento proviene de *cambios permanentes vs ruido*.

**Intuición de  $\delta \rightarrow \rho$ :**

- Si  $\delta$  es “pequeño” → tendencia casi inercial ( $\rho \rightarrow 1$ ).
- Si  $\delta$  es “grande” → la tendencia absorbe parte del shock ( $\rho$  se aleja de 1).
- Esto **imita una raíz unitaria ajustable** en lugar de una tendencia fija.

**Crisis externa o pandemia:**  $\sigma_{\varepsilon}^2$  grande, pero si los choques son *transitorios*,  $\delta$  no sube proporcionalmente → la tendencia no incorpora el shock ya que evita desplazar el PBI tendencial prematuramente.

# Función de pérdida: elección de $\delta$ :

Se opta por minimizar la variación de la tendencia a partir de la ecuación:

$$\mathcal{L}(\delta) := \text{Var}(\Delta\tau_t(\delta)) = \delta \sigma_\varepsilon^2(\delta),$$

donde  $\sigma_\varepsilon^2(\delta)$  cambia porque restringir  $\rho$  modifica el ajuste AR( $p$ ).

**FOC y convexidad:**

$$\partial_\delta \mathcal{L} = \delta \sigma_\varepsilon^{2\prime}(\delta) + \sigma_\varepsilon^2(\delta) = 0, \quad \partial_\delta^2 \mathcal{L} > 0.$$

**Implementación (grid):**

$$\widehat{\delta} = \arg \min_{\delta \in \mathcal{G}} \widehat{\text{Var}}(\Delta\tau_t(\delta)), \quad \mathcal{G} = \{\delta_1, \dots, \delta_M\}.$$

**Consideraciones:**

- Malla logarítmica para cubrir  $[\underline{\delta}, \bar{\delta}]$  amplia.
- Re-estimación completa por cada  $\delta$  (no *plug-in* parcial).
- Verificación de estabilidad numérica de  $F$  y  $(I - F)^{-1}$ .

# Proceso iterativo de degradación dinámica

La idea central no es “alisar” mecánicamente la serie, sino *recalibrar endógenamente* la deriva de largo plazo  $\mu_t$  a lo largo del tiempo, imponiendo una restricción de coherencia macro.

$$\frac{1}{35} \sum_{i=0}^{34} \Delta c_{t-i} \approx 0.$$

**Deriva local:**

$$\mu_t = \frac{1}{35} \sum_{i=1}^{35} (\Delta y_{t-i} - \Delta c_{t-i}).$$

**Algoritmo:**

- ① Inicializar  $c_t^{(0)} = 0$ , tolerancia  $\epsilon$ .
- ② Calcular  $\mu_t^{(j)}$  descontando  $\Delta c_{t-i}^{(j-1)}$ .
- ③ Re-estimar AR( $p$ ) con  $\rho(\delta) = 1 - \delta^{-1/2} \Rightarrow F^{(j)}, X_t^{(j)}$ .
- ④ Actualizar el  $c_t^{(j)} = -\epsilon' F^{(j)} (I - F^{(j)})^{-1} X_t^{(j)}$ ,  $\tau_t^{(j)} = y_t - c_t^{(j)}$ .
- ⑤ **Convergencia:**  $\max_t |c_t^{(j)} - c_t^{(j-1)}| < \epsilon$ .

# Bandas cíclicas cambiantes en el tiempo

## Varianza del ciclo:

$$\text{vec}(\Sigma_X) = (I - F \otimes F)^{-1} \text{vec}(Q), \quad \sigma_c^2 = \epsilon' F (I - F)^{-1} \Sigma_X [(I - F)^{-1}]' F' \epsilon.$$

Tradicionalmente al 95%:  $c_t \pm 1.96 \sigma_c$ .

Por tanto, para alterar coherentemente la varianza en el tiempo, se eligen dos formas:

### (i) Volatilidad por ventana móvil

- Estime  $\widehat{\sigma}_{\varepsilon,t}^2$  en ventana (p.ej., 40 trimestres).
- Actualice  $Q_t, \Sigma_{X,t} \Rightarrow \sigma_{c,t}$ .
- Bandas que se adaptan a choques.

### (ii) Cadena de cinco estados

- Régimen  $s_t \in \{1, \dots, 5\}$ ; transición  $\Pi$ .
- Niveles  $\sigma_{\varepsilon,j}^2$  (fases del ciclo económico).
- Mezcla:  $\sigma_{\varepsilon,t}^2 = \sum_j p_{t,j} \sigma_{\varepsilon,j}^2$ .

# Backcasting: estabilización inicial y corrección de sesgo

No obstante, en tratamiento, la descomposición BN hereda *condiciones iniciales arbitrarias* y la tendencia  $\tau_t$  en los primeros trimestres refleja *información incompleta* (endpoints).

Por tanto, se debe reconstruir  $\Delta y_t$  *antes del inicio de la muestra*, usando la misma estructura AR( $p$ ) restringida por  $\rho(\delta)$ , y luego invertir el tiempo:

$$\{\Delta \hat{y}_1, \Delta \hat{y}_0, \dots, \Delta \hat{y}_{-p+1}\} \Rightarrow X_1^* = (\Delta \hat{y}_1 - \mu, \dots, \Delta \hat{y}_{-p+1} - \mu)'$$

## Interpretación:

- $X_1^*$  actúa como *estado inicial consistente* con la dinámica AR( $p$ ).
- Se controla el sesgo de arranque en  $c_t$  y, por transitividad, en  $\tau_t$ .

## Ejemplo conceptual:

- Suponga que la muestra arranca en 2001 (en expansión), tras una fuerte recesión en 2000.
- Sin backcasting  $\Rightarrow$  el filtro *cree* que el ciclo parte en cero.
- Con backcasting  $\Rightarrow$  recrea la fase previa (contracción), preservando coherencia.

# Estimación paramétrica

## Estimación de los parámetros :

- Selección  $p$  por BIC/AIC (trimestral:  $p \leq 8$ ).
- Modelo: OLS/GLS con  $\rho(\delta)$  fijo; Bayesiano: prior Minnesota para  $\{\phi_j\}$ .
- En cada  $\delta \in \mathcal{G}$ : fijar  $\rho$ , estimar  $\{\phi_j^*\}$ , invertir a  $\{\phi_j\}$ , construir  $F$ , recuperar  $X_t$ , calcular  $c_t(\delta)$  y  $\mathcal{L}(\delta)$ .

## Parámetros operativos por ventana móvil: 2

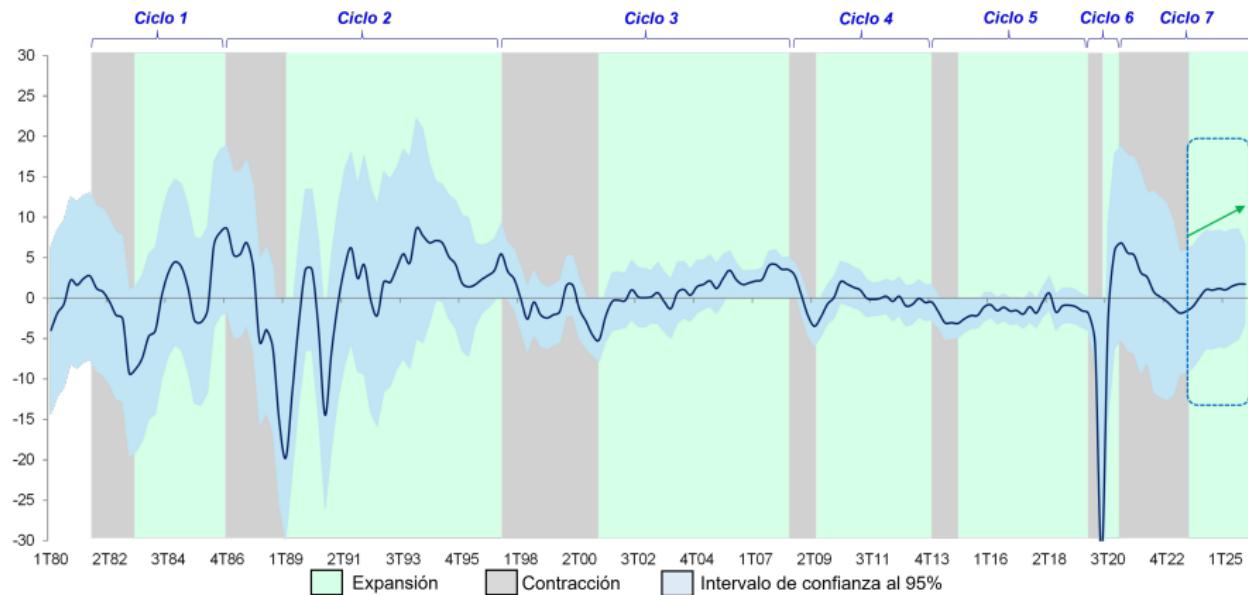
- Ancla de deriva: 35 trimestres.
- Volatilidad: ventana 40 trimestres.
- Tolerancia:  $\epsilon \in [10^{-5}, 10^{-4}]$ .

## Diagnóstico de robustez:

- Comparar con *one-sided* (Hamilton mod.).
- Sensibilidad a 30/40 trimestres.
- Media-cero cíclica:  $\left| \frac{1}{35} \sum_{i=0}^{34} c_{t-i} \right| < \eta$ .

# Ciclo económico de la economía peruana

Figure: Ciclos económicos y periodos de recesión del Perú



# Fechado del ciclo económico I

Tomando como referencia al NBER y EABCN, la fase de contracción comienza en el periodo  $t + 1$  siguiente al pico, mientras que la fase de expansión se inicia en el periodo  $t + 1$  posterior al valle.

Table: Fechado del ciclo económico de la economía peruana I

Ciclo y fase	Periodo	Duración (trimestres)	Amplitud máxima
Ciclo 1	1981T4 - 1986T4	21	11,74
Contracción	1981T4 - 1983T2	7	7,93
Expansión	1983T3 - 1986T4	14	11,74
Ciclo 2	1987T1 - 1997T2	42	18,98
Contracción	1987T1 - 1989T1	9	18,98
Expansión	1989T2 - 1997T2	33	12,46
Ciclo 3	1997T3 - 2008T2	44	6,23
Contracción	1997T3 - 2001T1	15	6,23
Expansión	2001T2 - 2008T2	29	4,53

# Fechado del ciclo económico II

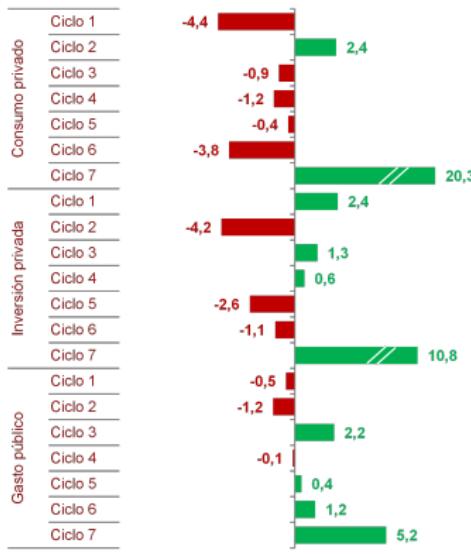
Table: Fechado del ciclo económico de la economía peruana II

Ciclo y fase	Periodo	Duración (trimestres)	Amplitud máxima
Ciclo 4	2008T3 - 2013T4	22	5,73
Contracción	2008T3 - 2009T2	4	5,73
Expansión	2009T3 - 2013T4	18	2,77
Ciclo 5	2014T1 - 2019T4	24	3,38
Contracción	2014T1 - 2014T4	4	1,51
Expansión	2015T1 - 2019T4	20	3,38
Ciclo 6	2020T1 - 2021T1	5	29,84
Contracción	2020T1 - 2020T2	2	29,84
Expansión	2020T3 - 2021T1	3	7,91
Ciclo 7	2021T2 -	16 (en proceso)	4,60
Contracción	2021T2 - 2023T3	10	4,60
Expansión	2023T4 -	6 (en proceso)	2,22

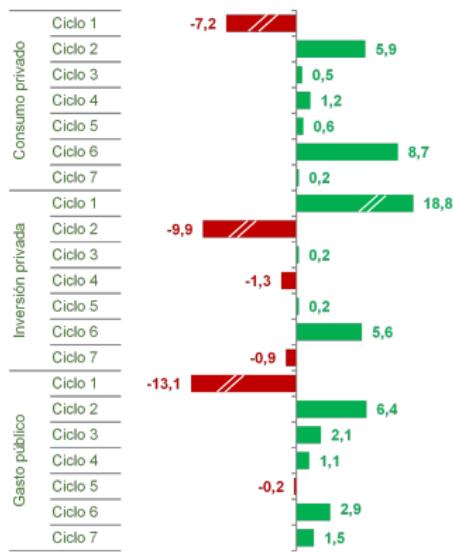
# Análisis en la fase inicial y final del ciclo

Figure: Contribuciones en p.p. por componentes en los puntos de giro del ciclo.

Fase inicial de la contracción: último trimestre de expansión vs. primer trimestre de contracción



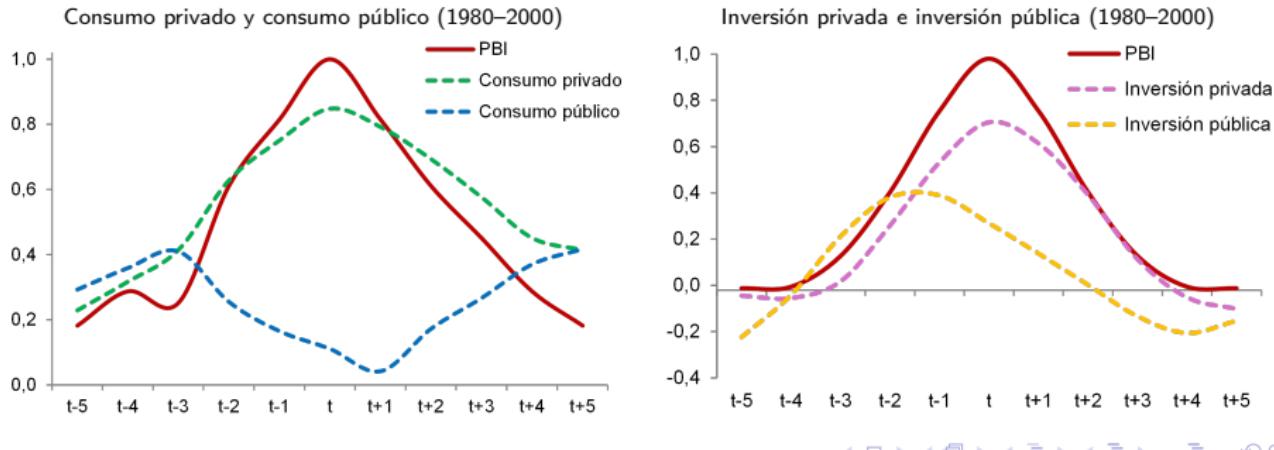
Fase inicial de la expansión: último trimestre de contracción vs. primer trimestre de expansión



# Ciclo por componentes del gasto I

En el ámbito privado, tanto el consumo como la inversión exhiben, desde inicios de los años ochenta, una alta correlación contemporánea con el PBI, un comportamiento procíclico y una volatilidad relativamente menor a la del producto.

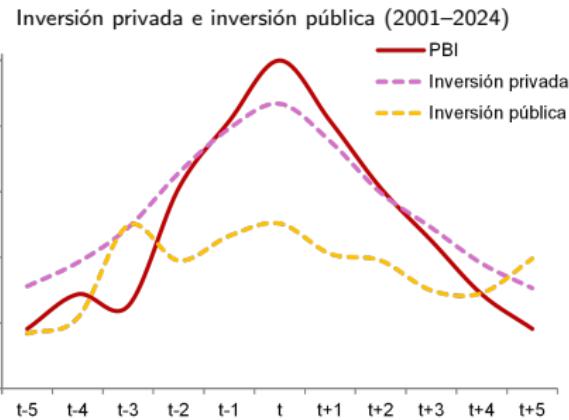
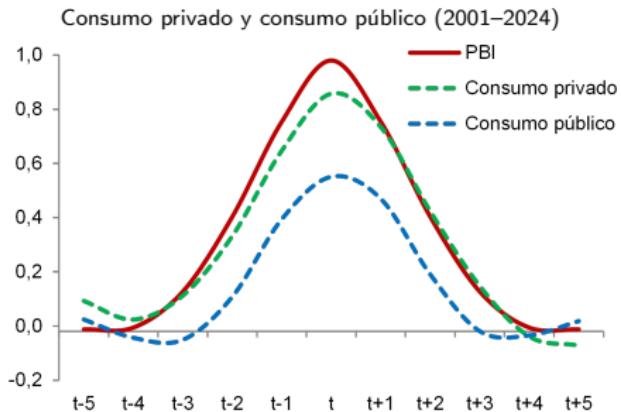
Figure: Correlaciones dinámicas por tipo de gasto I



## Ciclo por componentes del gasto II

La evidencia para el período de estudio confirma que la demanda privada conserva un marcado perfil procíclico. En contraste, la prociclicidad del gasto público se ha atenuado de forma apreciable.

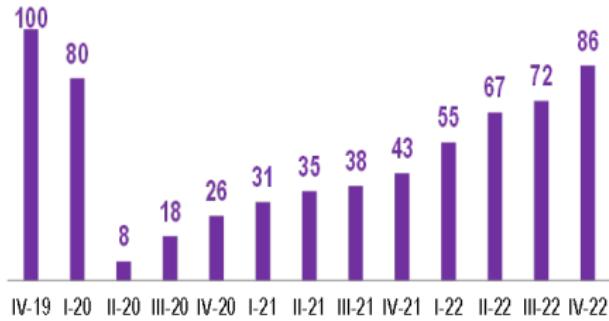
Figure: Correlaciones dinámicas por tipo de gasto II



Nota: el período 2001–2024 excluye 2020 y 2021 por efectos de la pandemia.

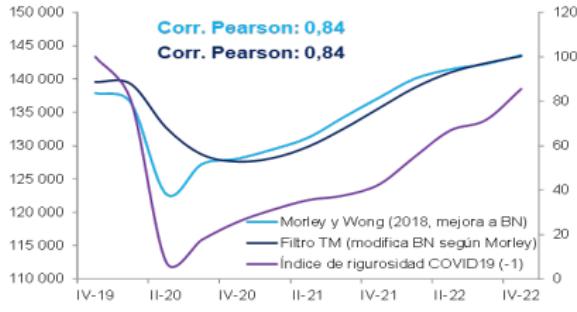
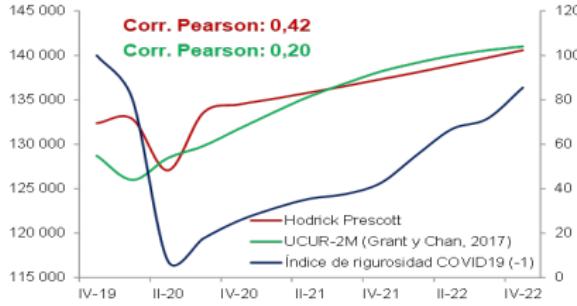
# Validación con el índice de restricción de Oxford

## Evaluación con el índice de rigurosidad de restricción de Oxford



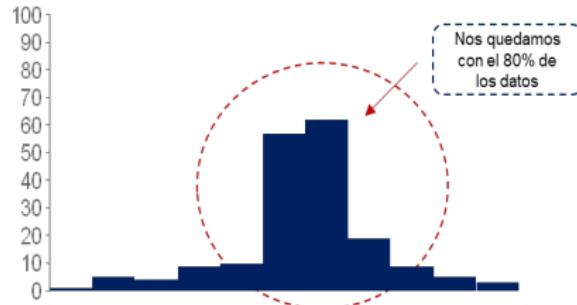
Se realiza un análisis con el índice de Oxford, **evaluando el periodo de mayor restricción económica, duración y apertura gradual de restricciones.**

Metodologías clásicas y con corrección con el índice de rigurosidad de restricción de Oxford



# Sincronía con el filtro Hodrick y Prescott

Se realiza un ordenamiento, se identifican y excluyen los datos del 10% inferior y superior



Se elige un *benchmark*, y se realizan pruebas de dispersión para determinar el mejor modelo

## Mejores modelos según pruebas de dispersión

	Filtros sin corrección pandémica	Filtros con corrección pandémica
Desviación estándar del 80% con respecto al filtro HP	Christiano Fitzgerald (2003)	Morley y Wong (2018, mejora a BN)
Razón con respecto a la desviación estándar del filtro HP	Christiano Fitzgerald (2003)	Morley y Wong (2018, mejora a BN)
Correlación con respecto al filtro HP	Baxter y King (1999)	Filtro TM (modifica BN según Morley)

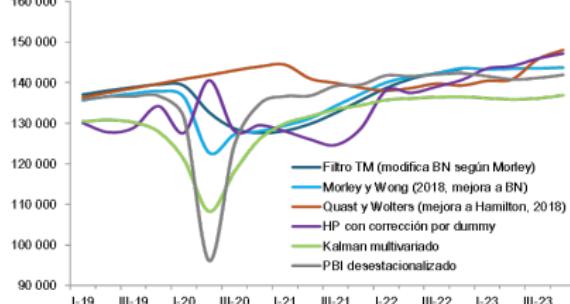
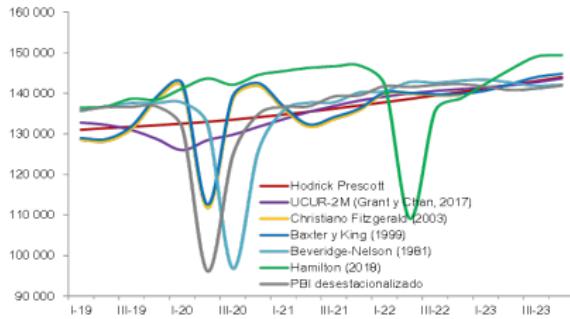
# Volatilidad según Rudd (2024) y Kuang (2024)

## Volatilidad de la tendencia según Rudd (2024) y Kuang (2024)

Periodo/Metodología	Media	Desviación estándar	Estandarización	Var. % del 1T2020 respecto al valor 2T2020
<b>1991-2017</b>				
Hodrick Prescott	75035	28869	0.41	0,34
UCUR-2M (Grant y Chan, 2017)	75048	28952	0.42	1,95
Christiano Fitzgerald (2003)	75114	29124	0.48	-21,10
Baxter y King (1999)	75223	28610	0.59	-20,97
Beveridge-Nelson (1981)	74747	29014	0.12	-3,89
Hamilton (2018)	72552	28411	2,02	1,74
<b>2018-2022</b>				
Filtro TM (modifica BN según Morley)	135606	4703	0.45	-4,72
Morley y Wong (2018, mejora a BN)	134682	5346	0.21	-10,07
Quast y Wolters (mejora a Hamilton, 2020)	138827	3397	1.29	0,71
HP con corrección por dummy	131303	5034	0.68	10,15
Kalman multivariado	129037	6876	1,27	-10,54

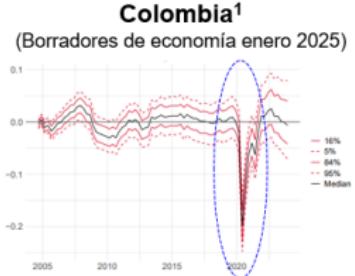
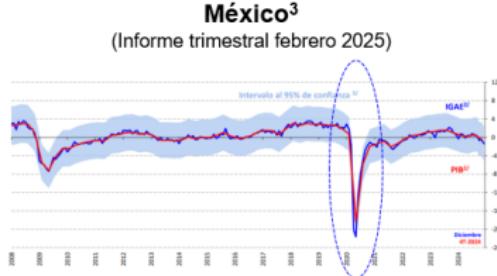
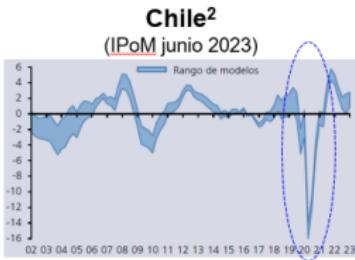
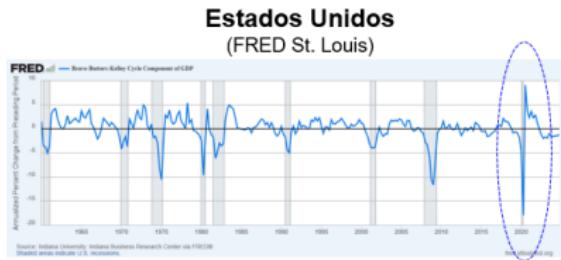
Según Rudd (2024), la **máxima desviación de la tendencia durante una recesión en Estados Unidos no ha superado el 5% en toda su historia (1947-2024)**, considerando que el periodo de recesión esta dentro de la fase de contracción del ciclo económico.

## Tendencia del PBI de Perú con diferentes metodologías (Millones de S/ 2007)



# Estimación de la brecha producto en otros países

Los bancos centrales muestran una desviación pronunciada de la brecha producto respecto a su componente tendencial para el año 2020 y su posterior recuperación.



# Evaluación de métodos para estimar el ciclo económico

Finalmente, la evidencia muestra que el filtro flexible es la metodología más robusta para estimar el ciclo en **contextos de alta volatilidad, ya que corrige los sesgos por choques extraordinarios y evita distorsiones en la tendencia.**



# Conclusiones

- **La pandemia generó un "ciclo atípico"**, distorsionando los filtros tradicionales y sobreestimando la volatilidad económica.
- **El filtro flexible corrige choques extraordinarios**, evitando ciclos espurios y ofreciendo una lectura más realista.
- **Mejora la precisión de la política monetaria**, al evitar errores en la medición de la brecha del producto.
- **Favorece reglas fiscales más oportunas y coherentes**, reduciendo decisiones discretionales.
- **Demuestra mayor robustez empírica**, al corregir sesgos y mantener coherencia histórica con la dinámica real.

# Ciclo económico y corrección estructural: un enfoque de descomposición ciclo–tendencia

Juan Tenorio    Sandra Jurado    Kevin Común    Arian Segil

MEF

XLIII Encuentro de Economistas del BCRP

\*Las opiniones vertidas en este documento son de entera responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan las opiniones del MEF.

Octubre 2025