

APLICACIÓN DE BVAR

PROYECTO DE PRÁCTICA

Joaquín Martínez¹

Enero 2026

¹joamartine@fen.uchile.cl

CONTENIDOS

Preliminar

Figuras

Conclusión

Anexo

CONTEXTO Y MOTIVACIÓN

- ▶ **Pregunta:** Qué shocks estructurales están explicando los movimientos de la curva de rendimiento en los últimos años.
- ▶ **Literatura:** La literatura sobre identificación de shocks de alta frecuencia se centra en mercados desarrollados. Chile es una economía pequeña y abierta sensible a shocks globales, se requieren adaptar los modelos a esta realidad.

Esta metodología considera restricciones estructurales de signo y períodos además de un bloque exógeno aplicado con estimaciones bayesianas.

ESTIMACIONES BAYESIANAS EN SERIES DE TIEMPO

Incluir priors es útil en series con pocas observaciones y muchos parámetros a estimar. La estructura generada por las priors reduce el overfitting y mejora los forecasts al reducir la varianza de las estimaciones.

En este modelo en específico:

- ▶ Se utilizan para imponer que Chile no afecta a EE.UU., asignando una prior de media cero y varianza casi nula a coeficientes específicos.
- ▶ Se utiliza la *Independent Normal Inverse Wishart* como prior. Esta prior en específico permite aplicar una restricción asimétrica. No es una prior conjugada por lo que se aplicará muestreador de Gibbs.

BASE DE DATOS

La base incluye 7 variables financieras de frecuencia:

Bloque Endógeno (Chile)

- ▶ Δr_{2y}^{cl} : Cambio tasa Swap 2 años.
- ▶ Δr_{10y}^{cl} : Cambio tasa Swap 10 años.
- ▶ Δs_{ipsa}^{cl} : Retornos log IPSA.

Bloque Exógeno (EE.UU.)

- ▶ Δr_{2y}^{us} : Cambio tasa Swap 2 años.
- ▶ Δr_{10y}^{us} : Cambio tasa Swap 10 años.
- ▶ Δs_{sp500}^{us} : Retornos log S&P 500.
- ▶ $\Delta f x_{neer}^{us}$: Tipo de cambio efectivo dólar.

IDENTIFICACIÓN DE SHOCKS

La identificación del tipo de shock es mediante restricciones de signo basadas en teoría económica.

Shock	r_{2y}^{cl}	r_{10y}^{cl}	s_{ipsa}^{cl}	r_{2y}^{us}	r_{10y}^{us}	s_{spx}^{us}	e_{dxy}^{us}
Crecimiento CL	+	+	+	0	0	0	0
Pol. Mon. CL	+	+	-	0	0	0	0
Premio por riesgo CL	+	+	-	0	0	0	0
Aversión al riesgo	?	?	?	-	-	-	+
Crecimiento EEUU	?	?	?	+	+	+	-
Pol. Mon. EEUU	?	?	?	+	+	-	+

POLÍTICA MONETARIA Y PREMIO POR RIESGO

Estos shocks distinguen mediante restricciones de magnitud en distintos tramos de la curva de rendimiento.

Política monetaria

- ▶ Bear Flattening.

$$|\Delta r_{2y}| > |\Delta r_{10y}|$$

Premio por Riesgo

- ▶ Bear Steepening.

$$|\Delta r_{10y}| > |\Delta r_{2y}|$$

CONTENIDOS

Preliminar

Figuras

Conclusión

Anexo

DESCOMPOSICIÓN HISTÓRICA

Siguiendo Eterovic y Eterovic (2022), la descomposición histórica reescribe la trayectoria observada de una variable (y_t) como la suma acumulada de todos los shocks estructurales pasados.

Cada variable y_t es explicada por donde empezó y una serie de shocks pasados.

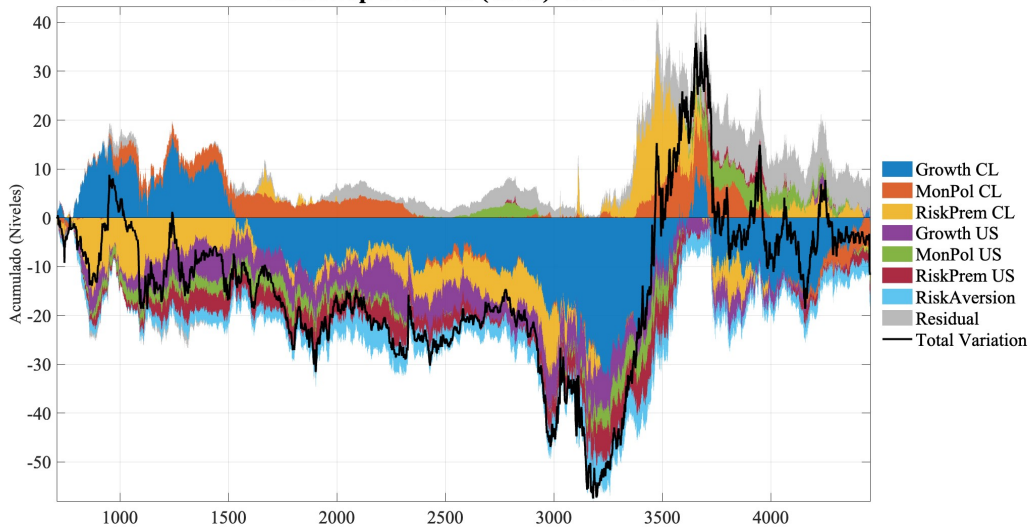
$$y_t = \phi_y^{t-1} y_0 + \sum_{k=0}^{t-2} \phi_z^k \tilde{A}_0 \epsilon_{t-k}$$

Donde $y_t^j(\epsilon^i)$ es la contribución de la i -ésimo shock a j -ésimo elemento de y_t :

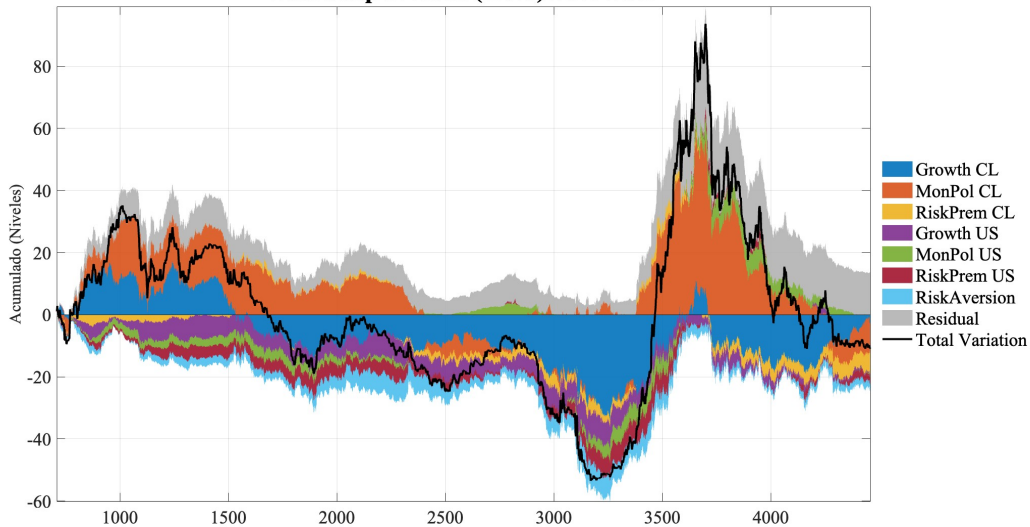
$$y_t(\epsilon^i) = \sum_{k=0}^{t-2} \phi_z^k \tilde{A}_0 J_{ii} \epsilon_{t-k}$$

Por lo que sumando los shocks $\sum_i y_t^j(\epsilon^i)$ se debería recuperar todo el retorno o cambio de la variable al día t .

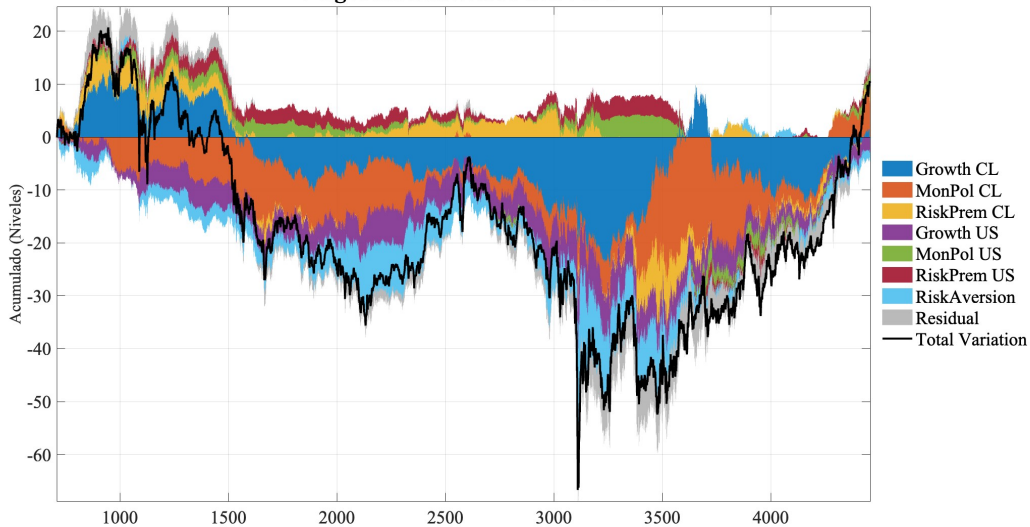
Tasa swap a 10 años (Chile) 2010-2025

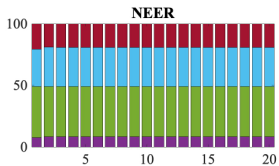
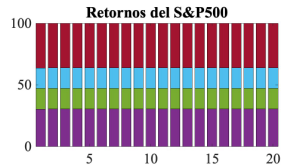
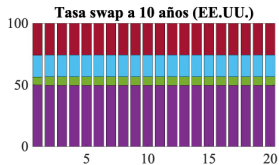
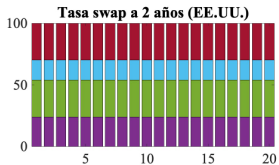
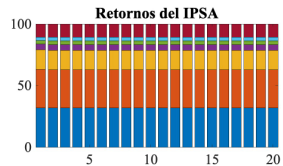
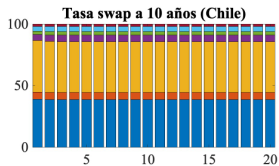
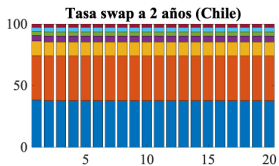


Tasa swap a 2 años (Chile) 2010-2025



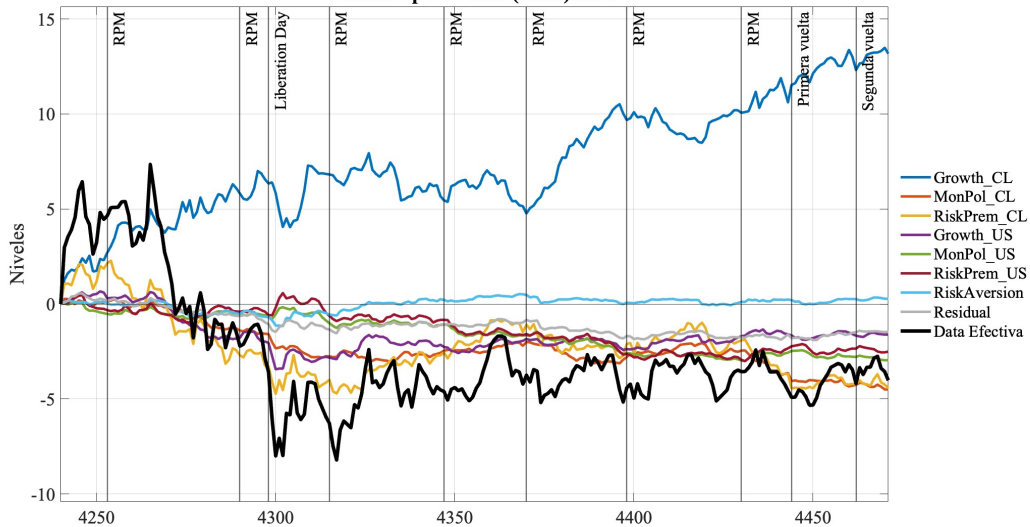
Log-Retornos IPSA 2010-2025



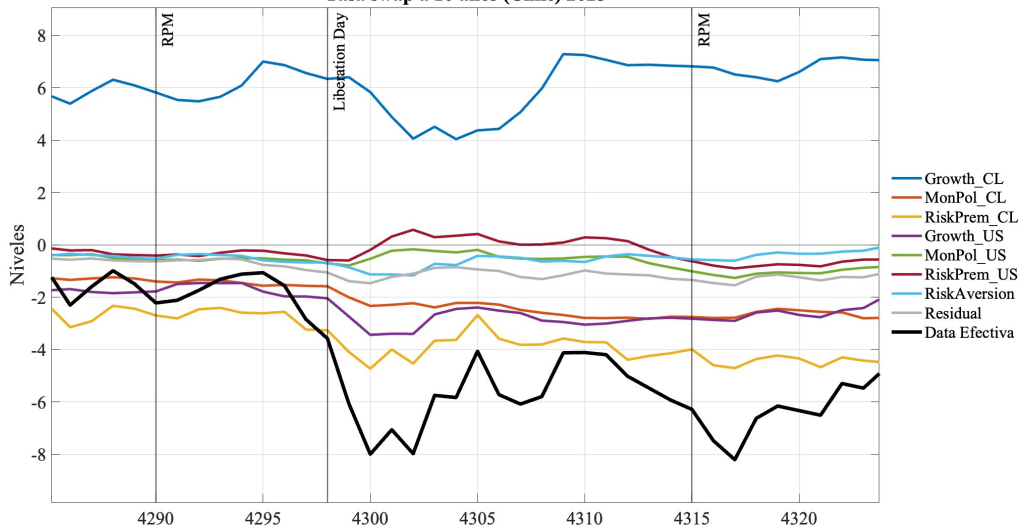


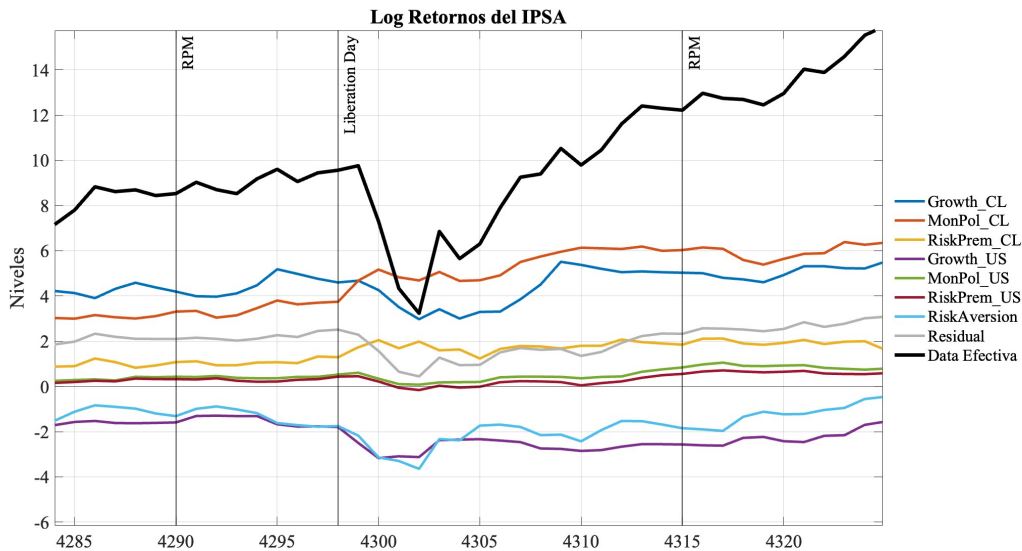
■ Growth_CL
 ■ MonPol_CL
 ■ RiskPrem_CL
 ■ Growth_US
 ■ MonPol_US
 ■ RiskPrem_US
 ■ RiskAversion

Tasa swap a 10 años (Chile) 2025

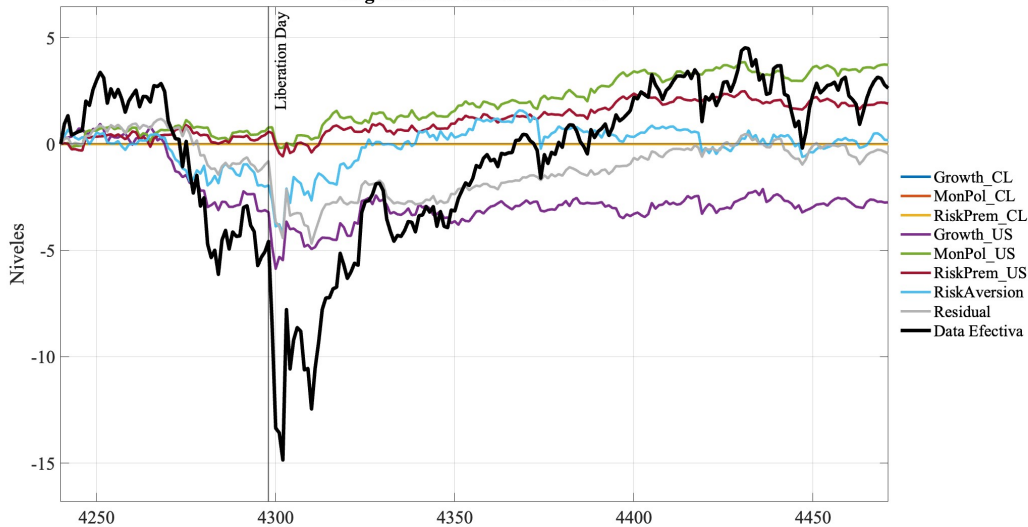


Tasa swap a 10 años (Chile) 2025

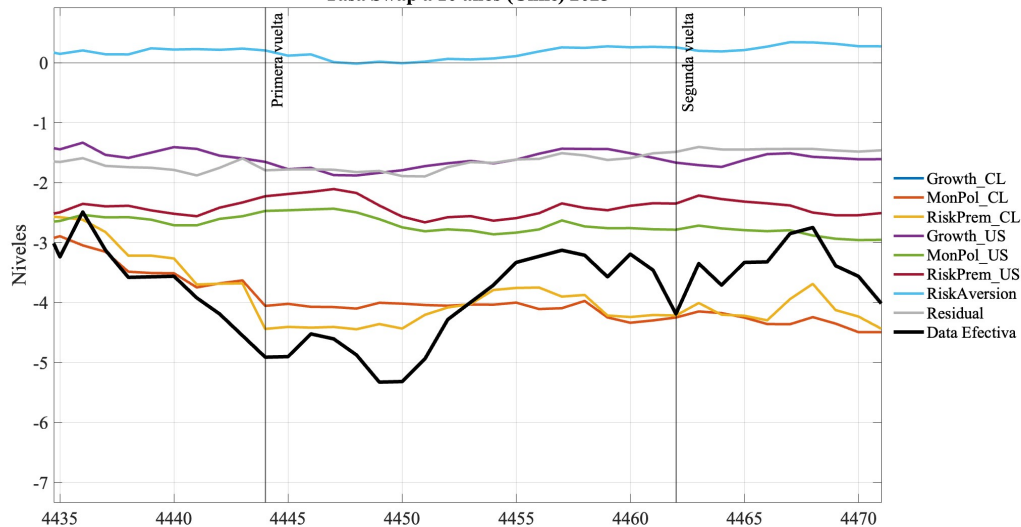




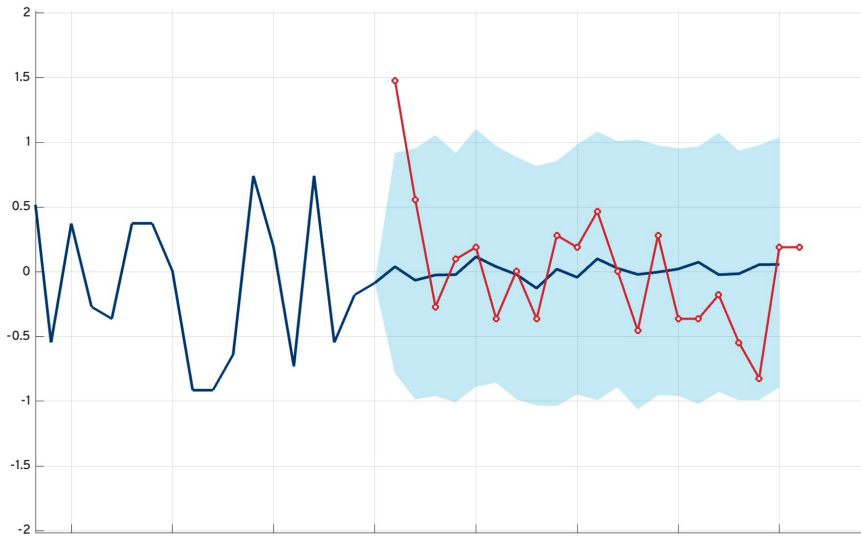
Log Retornos del S&P500 2025



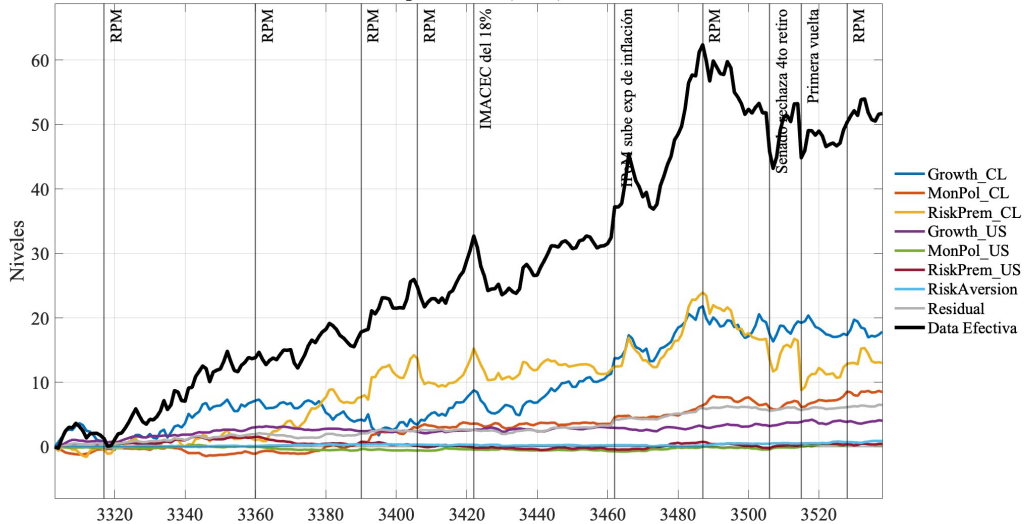
Tasa Swap a 10 años (Chile) 2025



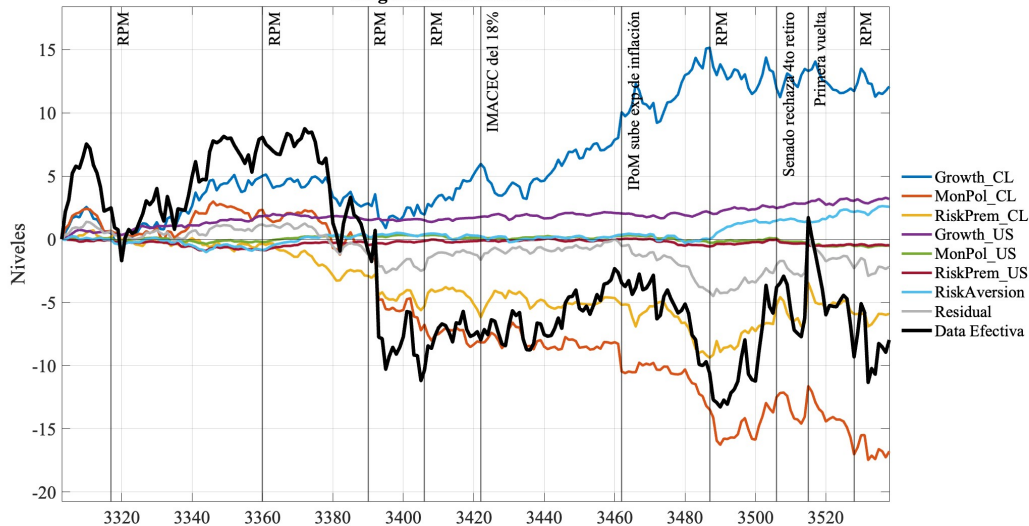
BACKTESTING



Tasa swap a 10 años (Chile) 2021



Log Retornos del IPSA 2021



CONTENIDOS

Preliminar

Figuras

Conclusión

Anexo

CONCLUSIONES

Los modelos BVAR resuelven parcialmente los desafíos de series de tiempo cortas y permiten identificar shocks estructurales.

- ▶ Al empujar ciertos parámetros a valores específicos se reduce la varianza de los estimadores, mejorando las predicciones fuera de muestra especialmente en series cortas.
- ▶ La Descomposición Histórica y la FEVD permiten cuantificar la importancia relativa de shocks externos y domésticos (y eventos particulares), basándose en la distribución posterior de los parámetros. Los shocks de EE.UU. explican un 12% de la volatilidad en las tasas de interés y un 25% en del IPSA (Eterovic & Eterovic, 2022).

REFERENCIAS I

-  Cieslak, A., & Pang, H. (2021). Common shocks in stocks and bonds. *Journal of Financial Economics*, 142(2), 880-904.
-  Eterovic, N., & Eterovic, D. (2022). Stocks, Bonds and the US Dollar - Measuring Domestic and International Market Developments in an Emerging Market. (964).
-  Fry & Pagan. (2005). Some Issues In Using Vars For Macroeconometric Research. *CAMA Working Papers*.
-  Fry & Pagan. (2011). Sign restrictions in structural vector autoregressions: A critical review. *Journal of Economic Literature*. <https://ideas.repec.org/p/een/camaaa/2005-19.html>
-  Kilian, L., & Lütkepohl, H. (2016). *Structural Vector Autoregressive Analysis*. Cambridge University Press.
-  Kotzé, K. (2025). Bayesian vector autoregressive models. *Time Series Analysis Course Slides*.

CONTENIDOS

Preliminar

Figuras

Conclusión

Anexo

INFERENCIA BAYESIANA EN VAR

A diferencia del enfoque frecuentista, el análisis bayesiano trata al vector de parámetros θ como una variable estocástica.

- ▶ Se combina la información de los datos (Likelihood) con las creencias previas (Prior).
- ▶ La base para la inferencia es la distribución posterior $g(\theta|y)$, la cual es proporcional al producto de la verosimilitud y la densidad prior:

$$g(\theta|y) \propto l(\theta|y)g(\theta)$$

APLICACIÓN BAYESIANA AL VAR

El modelo se basa en un proceso $VAR(p)$ con K variables y T observaciones:

$$y_t = v + A_1 y_{t-1} + \cdots + A_p y_{t-p} + u_t, \quad u_t \sim \mathcal{N}(0, \Sigma_u) \quad (1)$$

En notación compacta para la estimación bayesiana (Kilian & Lütkepohl, 2016):

$$y = (Z' \otimes I_K) \alpha + u \quad (2)$$

- ▶ $\alpha \equiv \text{vec}(A)$ representa el vector de coeficientes de los rezagos.
- ▶ El enfoque bayesiano estima la distribución probabilística de la posterior $g(\alpha, \Sigma_u | y)$, en lugar de un valor fijo.

EL MUESTREADOR DE GIBBS (KILIAN & LÜTKEPOHL, 2016)

Dado que la distribución posterior no tiene una forma cerrada usamos el Muestreador de Gibbs converger a ella.

Proceso Iterativo

Parámetros en coeficientes ($\theta_{(1)}$) y matriz de covarianza ($\theta_{(2)}$):

1. Sorteamos $\theta_{(1)}^{(i)}$ desde la distribución condicional $g(\theta_{(1)}|\theta_{(2)}^{(i-1)}, y)$.
2. Sorteamos $\theta_{(2)}^{(i)}$ desde la distribución condicional $g(\theta_{(2)}|\theta_{(1)}^{(i)}, y)$.

Este ciclo se repite, cada iteración aprovecha la información de la anterior para llegar a valores más cercanos.

DIAGNÓSTICO DE LA CONVERGENCIA

Para garantizar la validez de la inferencia, se aplican criterios de convergencia en las cadenas de MCMC (Kilian & Lütkepohl, 2016). Por ejemplo, se descartan las primeras extracciones para eliminar la influencia de los valores iniciales.

MCMC methods use a Markov chain algorithm to generate one long sample of the parameter vector, the distribution of which converges to the posterior distribution of the parameters, if the chain runs long enough. The draws of the parameter vector are not independent, however, but serially dependent. Laws of large numbers and central limit theorems for dependent samples can be invoked to justify the use of such samples for posterior inference. (Kilian & Lütkepohl, 2016)

BLOQUE EXÓGENO

Para modelar a Chile como una economía pequeña y abierta, se requiere una Prior Independent Normal-Inverse Wishart (Eterovic & Eterovic, 2022).

- ▶ A diferencia de la prior *Normal-Inverse Wishart*, permite que cada ecuación del modelo tenga su propia estructura de varianza. Las conjugadas tradicionales asumen una relación proporcional de la covarianza entre los coeficientes.
- ▶ El bloque exógeno se implementa imponiendo una distribución de probabilidad con media y varianzas previamente determinadas:

$$\alpha_{CL \rightarrow US} \sim \mathcal{N}(0, \epsilon) \quad \text{donde } \epsilon \rightarrow 0 \quad (3)$$

HIPERPARÁMETROS

Los hiperparámetros determinan qué tanto la prior empuja la estimación a cierto valor (conocido como *shrinkage*). (Kilian & Lütkepohl, 2016):

- ▶ *Overall tightness*: Controla la varianza de todos los coeficientes. Un valor bajo impone un *shrinkage* fuerte, reduciendo la varianza.
- ▶ *Lag Decay*: Determina la velocidad con la que la varianza de los coeficientes disminuye al aumentar el número de rezagos.
- ▶ *Block Exogeneity*: Representa la varianza casi nula necesaria para que la prior bloquee efectos de Chile sobre EE.UU..

HIPERPARÁMETROS

Estos son los hiperparámetros utilizados:

Hyperparameters		
Autoregressive coefficient	☐ Excel	0.8 (ar)
Overall tightness		0.1 (λ_1)
Cross-variable weighting		0.5 (λ_2)
Lag decay		1 (λ_3)
Exogenous variable tightness		100 (λ_4)
Exogenous variables tightness	Excel ☒ Default	
Block exogeneity shrinkage		0.001 (λ_5)

NORMALIZACIÓN DE VARIABLES

En el modelo de Eterovic y Eterovic (2022), todos los retornos se normalizan para tener media cero.

- ▶ Al tener media cero, la descomposición describe cuánto empuja cada shock a la variable y_t fuera de su media incondicional.
- ▶ Al identificar por medio de restricciones tendremos múltiples soluciones que dan IRF válidas. No sirve promediar las soluciones ya que llegaría a mezclar distintas soluciones estructurales (que en un inicio eran ortogonales y ahora están mezcladas). Por lo tanto se sigue el criterio propuesto por Fry y Pagan (2005, 2011) y se elige la solución con menor distancia a la mediana.

$$\theta^{MT} = \min_i \left[\frac{\theta_i - \text{median}(\theta_i)}{\text{std}(\theta_i)} \right]' \left[\frac{\theta_i - \text{median}(\theta_i)}{\text{std}(\theta_i)} \right]$$

IDENTIFICACIÓN DE SHOCKS

Las restricciones de signo y magnitud son:

Shock	r_{2y}^{cl}	r_{10y}^{cl}	s_{ipsa}^{cl}	r_{2y}^{us}	r_{10y}^{us}	$s_{sp\alpha}^{us}$	e_{dxy}^{us}
Crecimiento CL	+	+	+	0	0	0	0
Pol. Mon. CL	+	+	-	0	0	0	0
Premio por riesgo CL	+	+	-	0	0	0	0
Aversión al riesgo	?	?	?	-	-	-	+
Crecimiento EEUU	?	?	?	+	+	+	-
Pol. Mon. EEUU	?	?	?	+	+	-	+

Política monetaria: $|\Delta r_{2y}| > |\Delta r_{10y}|$

Premio por Riesgo: $|\Delta r_{10y}| > |\Delta r_{2y}|$

DESCOMPOSICIÓN HISTÓRICA

Siguiendo Eterovic y Eterovic (2022), la descomposición histórica reescribe la trayectoria observada de una variable (y_t) como la suma acumulada de todos los shocks estructurales pasados.

Cada variable y_t es explicada por donde empezó y una serie de shocks pasados.

$$y_t = \phi_y^{t-1} y_0 + \sum_{k=0}^{t-2} \phi_z^k \tilde{A}_0 \epsilon_{t-k}$$

Donde $y_t^j(\epsilon^i)$ es la contribución de la i -ésimo shock a j -ésimo elemento de y_t :

$$y_t(\epsilon^i) = \sum_{k=0}^{t-2} \phi_z^k \tilde{A}_0 J_{ii} \epsilon_{t-k}$$

Por lo que sumando los shocks $\sum_i y_t^j(\epsilon^i)$ se debería recuperar todo el retorno o cambio de la variable al día t . Más detalles en Eterovic y Eterovic (2022).

BEAR interface

Import

Export

Settings

About

SPECIFICATION

APPLICATIONS

SELECT VAR TYPE

Bayesian

OLS

Panel

Stochastic Volatility

Time Varying

Mixed Frequency

Bayesian VARs Priors

☐

Minnesota

☐

Normal Wishart

☐

Normal Diffuse

☒

Independent Normal Wishart

☐

Dummy Observations

☐

Deterministic

Hyperparameters

Autoregressive coefficient

☐ Excel

0.8

(α_r)

Overall tightness

0.1

(λ_1)

Cross-variable weighting

0.5

(λ_2)

Lag decay

1

(λ_3)

Exogenous variable tightness

100

(λ_4)

Exogenous variables tightness

Excel

☐

Default

Block exogeneity shrinkage

0.001

(λ_5)

Sum of coefficient tightness

0.1

(λ_6)

Dummy initial observation tightness

0.001

(λ_7)

Long-run prior tightness

1

(λ_8)

FAVAR Options

☐ FAVAR

FAVAR Options

Iterations

Total number of iterations:

1000

Number of burn-in iterations

500

Options

Block exogeneity (on excel)

No

☐

Yes

Dummy observation extensions

☐ Sum of coefficients

☐ Dummy initial observations

☐ Long-run priors

Data Frequency

undated

Estimation Start Date

708u

Estimation End Date

4471u

Enter the list of endogenous variables

ch2 ch10 lpsa us2 us10 snp neer

Enter the list of exogenous variables

Lags

1

Include constant

Off

☐

On

☒ Output in Excel

☒ Produce Figures

☒ Save Workspace

Select Excel file with inputs

/Users/joaquin/Desktop/modelo_tasa/tbx/replications/data.xlsx

Results file name:

results

Change results folder

/Users/joaquin/Desktop/modelo_tasa/resultados/results.xlsx

Quick Export to Workspace

RUN

BEAR interface

Import

Export

Settings

About

SPECIFICATION

APPLICATIONS

Application options

Impulse response functio...

No

Yes

Unconditional forecasts:

No

Yes

Forecast error variance:

No

Yes

Historical decompositions:

No

Yes

Conditional forecasts:

No

Yes

Period options

IRF periods:

20

Forecasts: Start date:

Forecasts: End date:

Forecasts after last sample period:

No

Yes

Credibility Intervals:

0.68

Types of conditional forecasts

Standard (all shocks)

Titling (median)

Standard (shock specific)

Titling (interval)

Structural identifications

None

Cholesky

Proxy SVAR

Triangular

Sign restrictions

Sign and proxy

Estimation options:

Forecast evaluations:

No

Yes

Forecast step ahead evaluations:

1

Rolling Window (0 for full sample):

0

Evaluation Size:

0.5

Proxy SVAR options

Instrument:

Instrument: Start date:

Instrument: End date:

Fiat reduced form prior:

No

Yes

High relevance prior

No

Yes

Correl Shock

Correl Instrument

Data Frequency

undated

Estimation Start Date

708u

Estimation End Date

4471u

Enter the list of endogenous variables

ch2 ch10 ipsa us2 us10 snp neer

Enter the list of exogenous variables

Lags

1

Include constant

Off

On

Output in Excel

Produce Figures

Save Workspace

Select Excel file with inputs

/Users/joaquin/Desktop/modelo_tasa/tbx/replications/data.xlsx

Results file name:

results

Change results folder

/Users/joaquin/Desktop/modelo_tasa/resultados/results.xlsx

Quick Export to Workspace

RUN