



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE  
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y  
ADMINISTRATIVAS  
INSTITUTO DE ECONOMÍA  
MACROECONOMETRÍA APLICADA, EAE3102-1.

## Tarea 5: Efectos de Shocks a la Tasa de Interés de Estados Unidos a 10 años.

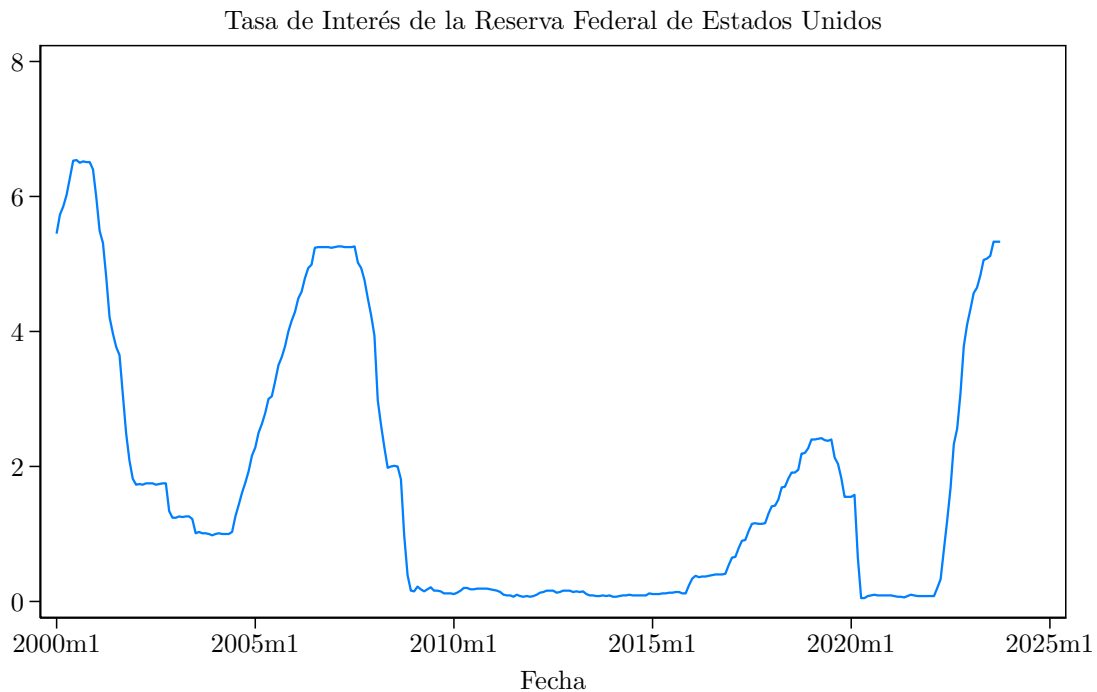
Raúl Haltenhoff

Oscar Herrera

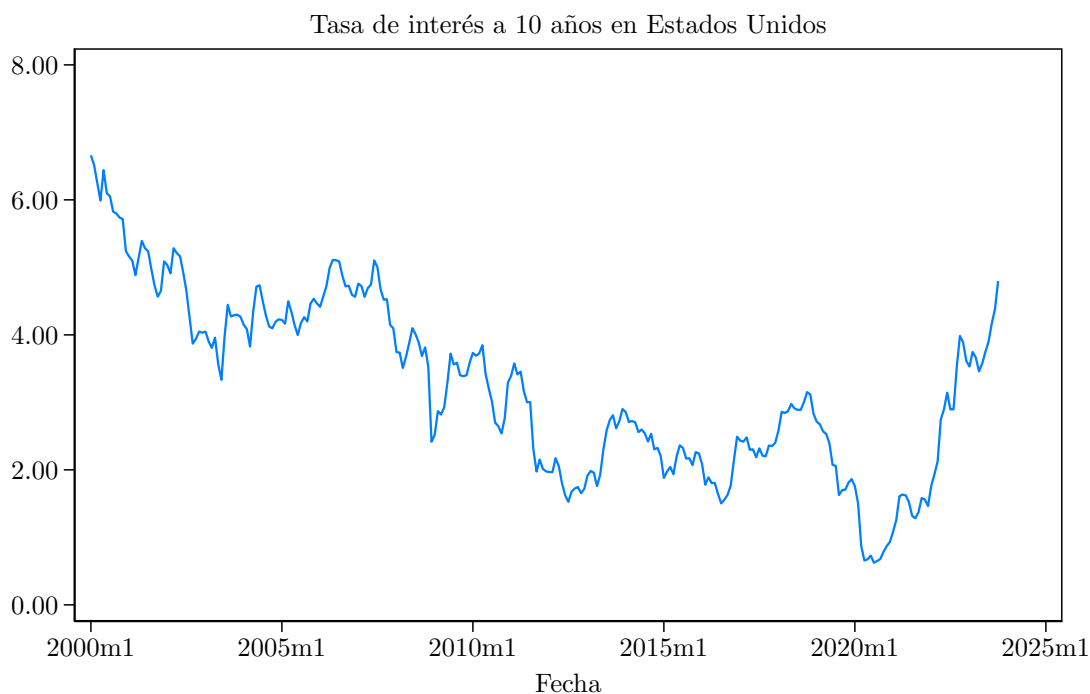
Segundo Semestre de 2023.

### **Pregunta 1: Gráficos de las variables del sistema.**

A continuación se despliega la serie de tiempo para la serie Federal Funds rate.

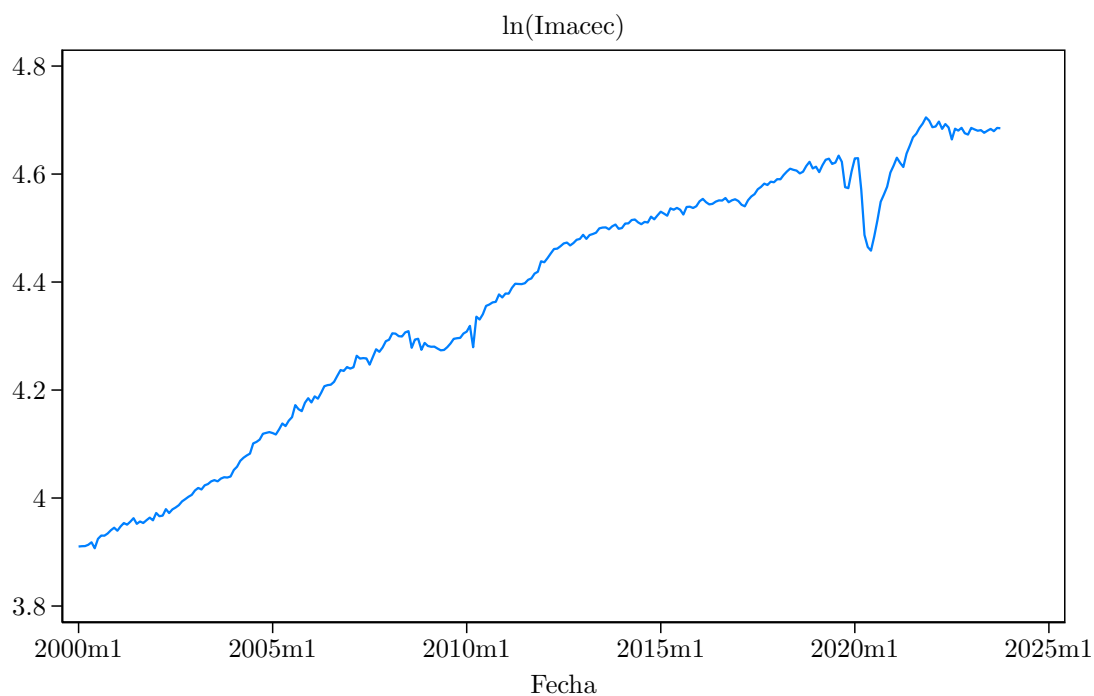


La tasa de la FED es el instrumento de política monetaria que tiene como herramienta el órgano emisor de EE.UU. para cumplir con sus mandatos. Inherentemente, la naturaleza de la serie está asociada a las condiciones económicas vigentes en cada momento del tiempo. Vemos que durante periodos en que la inflación estadounidense ha presentado una tendencia alcista, la FED ha ejecutado un incremento paulatino de la tasa de referencia con el fin de controlar el alza en los precios. En algunos momentos, la autoridad monetaria del país norteamericano ha sido mucho más agresiva que en otros. Esto queda en evidencia al observar la velocidad y la magnitud con la que ejecuta cada una de las alzas de tasa. Por ejemplo, previo a la crisis del COVID-19 el incremento fue bastante paulatino, mientras que durante los últimos dos años la FED ha presentado una actitud mucho más *hawkish*. En contraste, debido al *dual – mandate* del Banco Central estadounidense, en momentos de crisis recesivas el órgano emisor ha tendido a intentar generar impulsos a la economía a través de un recorte en las tasas de interés.

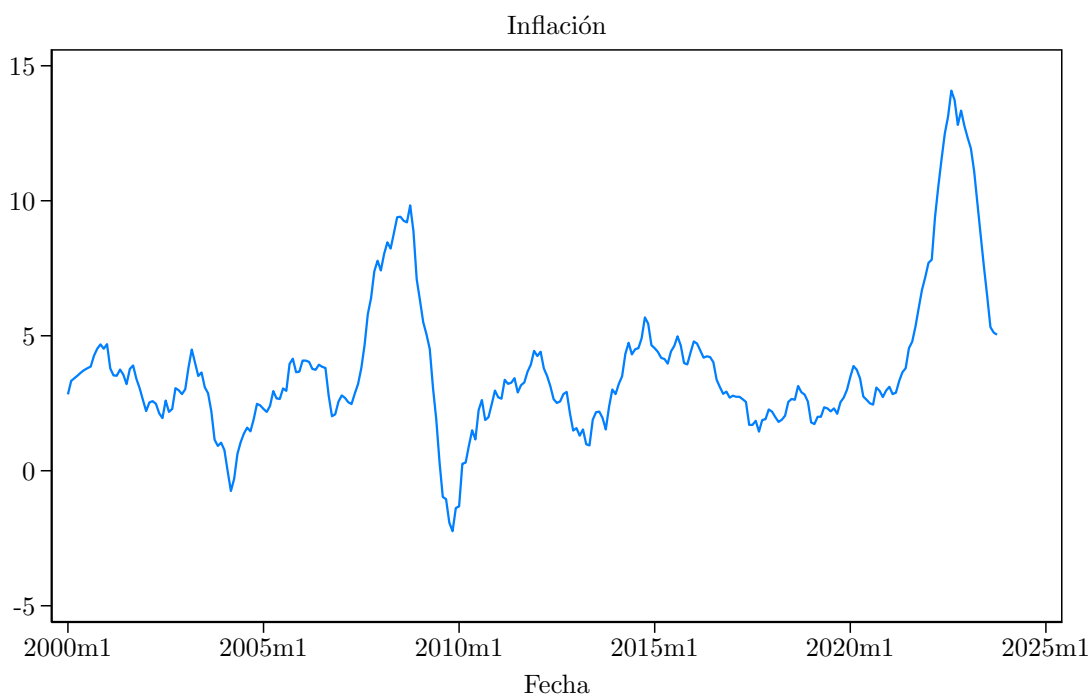


La evolución de la tasa de 10 años está influenciada por diferentes factores: la tasa de *fed funds* (política monetaria), expectativas inflacionarias, crisis económicas/geopolíticas, entre otros. Si hacemos referencia al gráfico de la tasa de la FED, vemos que cuando, el instrumento de política monetario está alto la tasa 10 años también lo está, luego cuando baja la *fed funds* la tasa también cae (subidas y bajadas en promedio). Por tanto, se puede inferir que hay cierta correlación positiva, pero no causalidad, porque lo más probable, es que, sea bidireccional. Esto último se puede ilustrar en lo siguiente:

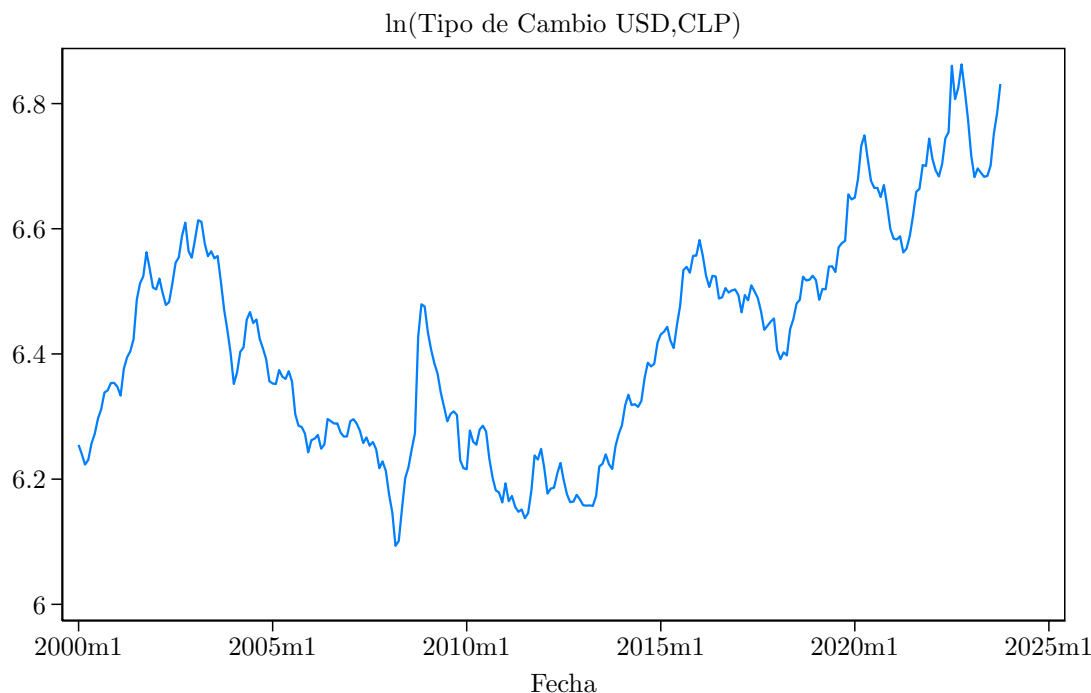
- Tasa Fed Sube → suben tasas cortas → tasas largas, en función de las cortas → Tasa 10 años sube!
- $\Delta^+$ Expectativas Inflacionarias → sube tasa 10 años → Reserva Federal reacciona subiendo la tasa de la FED!



Vemos que el Imacec, tiene a primera vista una tendencia determinística. En esta serie se ve la evolución de la economía chilena a través del tiempo, donde se ve ahora en 2023 el poco crecimiento de la economía local y se traduce en un Imacec plano. También se resalta como con el COVID-19 la actividad se contrajo bastante, sobre todo por las cuarentenas.



Vemos como el IPC tiene dinámica que tiene cierta "estacionaridad", debido a que vemos que la serie tiende a estar centrada y volver a su media, a pesar de tener oscilaciones (altos y bajos) debido a las condiciones económicas del periodo. Esto último, es debido a que está el Banco Central atrás monitoreando la inflación y tener una meta bien definida, hace que la dinámica del IPC tienda a volver a su "media".



Esta variable, tiene muchas más oscilación entre el 2000 y 2013 que la analizada anteriormente, pero entre estos periodos, la serie tenía como cierta inclinación a volver a su valor promedio. Sin embargo, luego de ese año pareciera que el tipo de cambio se descontroló (acentuado por el COVID-19). De hecho, muchos expertos establecen que es posible que el peso chileno no vuelva a ser lo que era en mucho tiempo. La dinámica que tiene el tipo de cambio, el último tiempo, se ve influenciada como se estableció anteriormente por la pandemia, pero también, por la crisis e incertidumbre política que ha tenido Chile los últimos años, que le ha agregado *beta* a nuestro País, reflejándose en el conversión CLP/USD.

## Pregunta 2: Número de Rezagos Óptimos del VAR.

Los rezagos óptimos se calculan mediante el siguiente comando:

```
varsoc DGS102 FEDF Imacec2 IPC2 TC02, maxlag(8)
```

Mediante criterios de información, obtenemos que los rezagos óptimos pueden ser 2 (SBIC y HQIC) y 4 (AIC). Nos decantamos, por el criterio SBIC y HQIC, es decir, **2 rezagos óptimos** debido a que estos criterios por lo

general tienen a penalizar de tal forma que se entreguen modelos **parsimoniosos**, ya que ponderan de forma consistente el ajuste del modelo versus el número de parámetros a estimar.

Adicionalmente, podemos ver que el modelo con un rezago no es estadísticamente distinto al modelo con 2. Sin embargo, el modelo con 2 rezagos posee un mejor balance entre *fit* y cantidad de parámetros. El modelo con 2 rezagos si es estadísticamente distinto al modelo con 3 rezagos.

### Pregunta 3: Estimación del VAR(2).

#### Pregunta 3. a)

El supuesto de no afectación de las variables chilenas a las variables internacionales condiciona a que el VAR a estimar sea un modelo restringido. Imponer restricciones a la matriz que acompaña los rezagos implica que OLS y máxima verosimilitud no sean equivalentes en consistencia. Siempre cuando se imponen restricciones, en este caso que las tasas de Estados Unidos no son afectadas por la economía chilena, entonces estimaremos por **Máxima Verosimilitud** optimizando a través de métodos numéricos.

Cuando lo anterior ocurre, tampoco se cumple que el estimador ecuación por ecuación sea el mismo ya que a la izquierda de nuestro sistema no dependen de las mismas variables. Mucho menos, podremos aplicar OLS a cada ecuación. Dicho esto, a continuación se expone la función relevante en el método de estimación usado.

Dado el siguiente VAR(P):

$$x_t = \Phi_1 x_{t-1} + \Phi_2 x_{t-2} + \dots + \Phi_p x_{t-p} + u_t$$

La función de máxima verosimilitud condicional para un modelo VAR(p) se define como:

$$f(x_t | x_{t-1}, \dots, x_{t-p}; \Theta) = \prod_{t=p+1}^T f(x_t | x_{t-1}, \dots, x_{t-p}; \Theta)$$

#### Pregunta 3. b)

Luego de obtener la estimación del VAR, obtenemos los residuos. Estos fueron posteriormente regresados contra sus autorezagos. La prueba de Breusch-Godfrey testea que todos los parámetros del modelo anteriormente explicado sean cero de forma conjunta. Esto implica no correlación serial.

Las hipótesis son las siguientes:

$H_0$  : Los errores predichos no presentan correlación serial.

$H_1$  : Los errores predichos presentan correlación serial.

Aplicamos el test para cada una de las ecuaciones del sistema, obteniendo los siguientes resultados:

Test de Breusch-Godfrey para los residuos reducidos de la tasa a 10 años de USA

Estadístico rezago 1	2.513
Valor-p ( $Q \sim \chi^2(1)$ )	0.1129
Estadístico rezago 2	2.543
Valor-p ( $Q \sim \chi^2(2)$ )	0.2804

Test de Breusch-Godfrey para la tasa Federal Funds rate

Estadístico rezago 1	1.190
Valor-p ( $Q \sim \chi^2(1)$ )	0.2753
Estadístico rezago 2	1.268
Valor-p ( $Q \sim \chi^2(2)$ )	0.5305

Test de Breusch-Godfrey para el IMACEC

Estadístico rezago 1	0.822
Valor-p ( $Q \sim \chi^2(1)$ )	0.3647
Estadístico rezago 2	5.168
Valor-p ( $Q \sim \chi^2(2)$ )	0.0755

Test de Breusch-Godfrey para la Inflación en Chile

Estadístico rezago 1	1.562
Valor-p ( $Q \sim \chi^2(1)$ )	0.2113
Estadístico rezago 2	13.474
Valor-p ( $Q \sim \chi^2(2)$ )	0.0012

Test de Breusch-Godfrey para el Tipo de Cambio USD,CLP

Estadístico rezago 1	0.360
Valor-p ( $Q \sim \chi^2(1)$ )	0.5483
Estadístico rezago 2	0.361
Valor-p ( $Q \sim \chi^2(2)$ )	0.8347

Debido a que en todas las ecuaciones existe un valor-p que es mayor a la tolerancia estadística de 5 % entonces no rechazamos que la series no siguan un proceso autocorrelacionado, por lo que podemos decir que los residuos no están autocorrelacionados.

Es importante testear los residuos ya que la forma reducida del VAR no permite autocorrelación intertemporal, aunque si contemporáneamente. En contraste, el modelo SVAR no permite correlación entre los shocks estructurales ni intertemporalmente, ni contemporáneamente. Adicionalmente, si existe autocorrelación, el teorema de Wold no es satisfecho. Esto condicionaría la correcta especificación del modelo, el número de lags a incluir en el modelo y la posibilidad o no de realizar el test de estabilidad, por lo que condiciona la posibilidad de validar que el sistema converja luego de un shock.

### Pregunta 3. c)

Para testear la estabilidad del VAR(2), ejecutamos el siguiente comando:

```
var DGS102 FEDF IPC2 TCO2 Imacec2, lags(1 2) constraints(1/12)
varstable
```

Lo que nos da como output este comando es si los valores propios del sistema se encuentran dentro del círculo unitario. En este caso, se cumple con la condición, por tanto, **existe estabilidad en el VAR(2)**

Autovalores en valor absoluto
0.98279
0.98279
0.967871
0.943074
0.941064
0.728742
0.472388
0.272309
0.24296
0.140721

### Pregunta 4: Shock a la tasa de 10 Años.

#### Pregunta 4. a)

Dada la configuración y orden de las variables establecidas por el enunciado, estimamos un VAR(2) cuyo shock a la tasa estadounidense de 10 años está representado por  $e_t^*$  y cuya representación matricial está dada por:

$$\begin{bmatrix} DGS102 \\ FEDF \\ IMACEC2 \\ IPC2 \\ TCO2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \phi_{11} & \phi_{12} & 0 & 0 & 0 \\ \phi_{21} & \phi_{22} & 0 & 0 & 0 \\ \phi_{31} & \phi_{32} & \phi_{33} & \phi_{34} & \phi_{35} \\ \phi_{41} & \phi_{42} & \phi_{43} & \phi_{44} & \phi_{45} \\ \phi_{51} & \phi_{52} & \phi_{53} & \phi_{54} & \phi_{55} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} DGS102_{t-1} \\ FEDF_{t-1} \\ IMACEC2_{t-1} \\ IPC2_{t-1} \\ TCO2_{t-1} \end{bmatrix} + \\
 \begin{bmatrix} \gamma_{11} & \gamma_{12} & 0 & 0 & 0 \\ \gamma_{21} & \gamma_{22} & 0 & 0 & 0 \\ \gamma_{31} & \gamma_{32} & \gamma_{33} & \gamma_{34} & \gamma_{35} \\ \gamma_{41} & \gamma_{42} & \gamma_{43} & \gamma_{44} & \gamma_{45} \\ \gamma_{51} & \gamma_{52} & \gamma_{53} & \gamma_{54} & \gamma_{55} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} DGS102_{t-2} \\ FEDF_{t-2} \\ IMACEC2_{t-2} \\ IPC2_{t-2} \\ TCO2_{t-2} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} b_{11} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ b_{21} & b_{22} & 0 & 0 & 0 \\ b_{31} & b_{32} & b_{33} & 0 & 0 \\ b_{41} & b_{42} & b_{43} & b_{44} & 0 \\ b_{51} & b_{52} & b_{53} & b_{54} & b_{55} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} e_t^* \\ e_t^2 \\ e_t^3 \\ e_t^4 \\ e_t^5 \end{bmatrix}$$

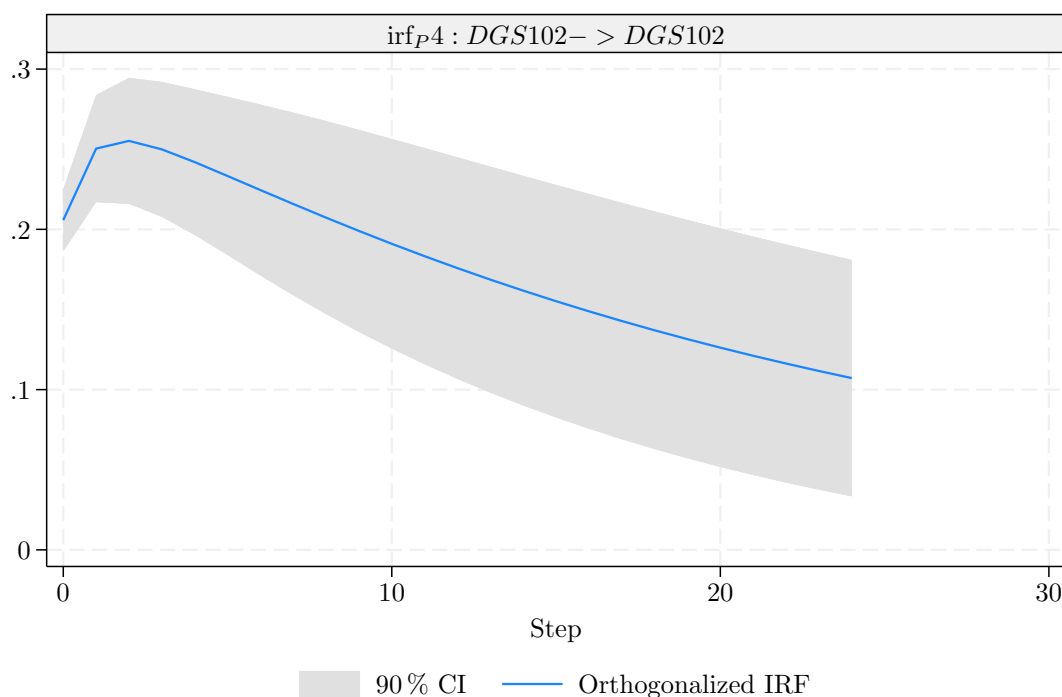
Donde  $DGS102$  es la tasa a 10 años en USA en puntos porcentuales,  $FEDF$  es la TPM de USA,  $IMACEC2$  es el índice de actividad económica chilena en logaritmos,  $IPC2$  es la inflación chilena en puntos porcentuales y  $TCO2$  es el tipo de cambio nominal  $USD,CLP$ .

Con este orden estamos asumiendo implícitamente que la tasa de interés de política monetaria responde contemporáneamente a shocks estructurales en la tasa de largo plazo de la economía, pero que la tasa de interés de largo plazo no responde contemporáneamente a shocks de política monetaria. En definitiva, los modelos VAR en su forma reducida que explotan la descomposición de Cholesky para identificar los shocks de las variables macroeconómicas en toda la economía, permiten que ciertas variables respondan a shocks de más de una variable, sin embargo, existen variables más exógenas que otras que sólo responden a una cantidad reducida de variables.

Por otra parte, el posicionamiento del tipo de cambio en el final del sistema impluca que responde a todos los shocks macroeconómicos. Chile, al ser un país cuyo régimen cambiario es flexible, establece el tipo de cambio como una variable de ajuste a los shocks que permite reestablecer el equilibrio. La compra de activos internacionales, la demanda interna y la inflación mediante las decisiones de política monetaria local pueden afectar al tipo de cambio contemporáneamente.

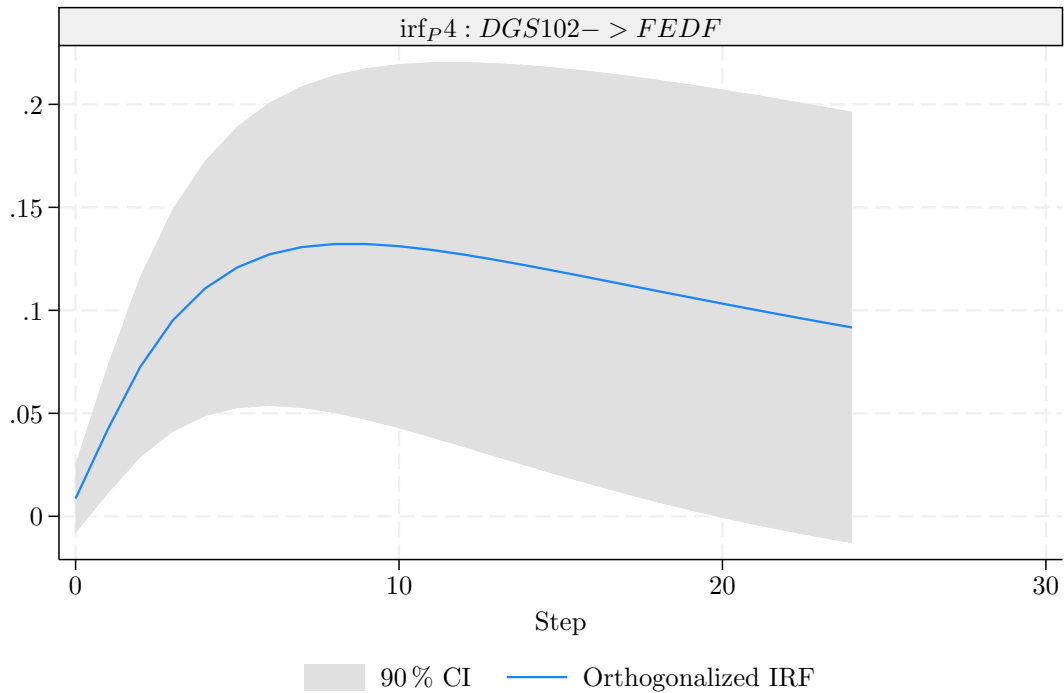
#### Pregunta 4. b)

A continuación, se despliegan los gráficos Impulsos - Respuesta, de un shock a la tasa de 10 años de Estados Unidos.

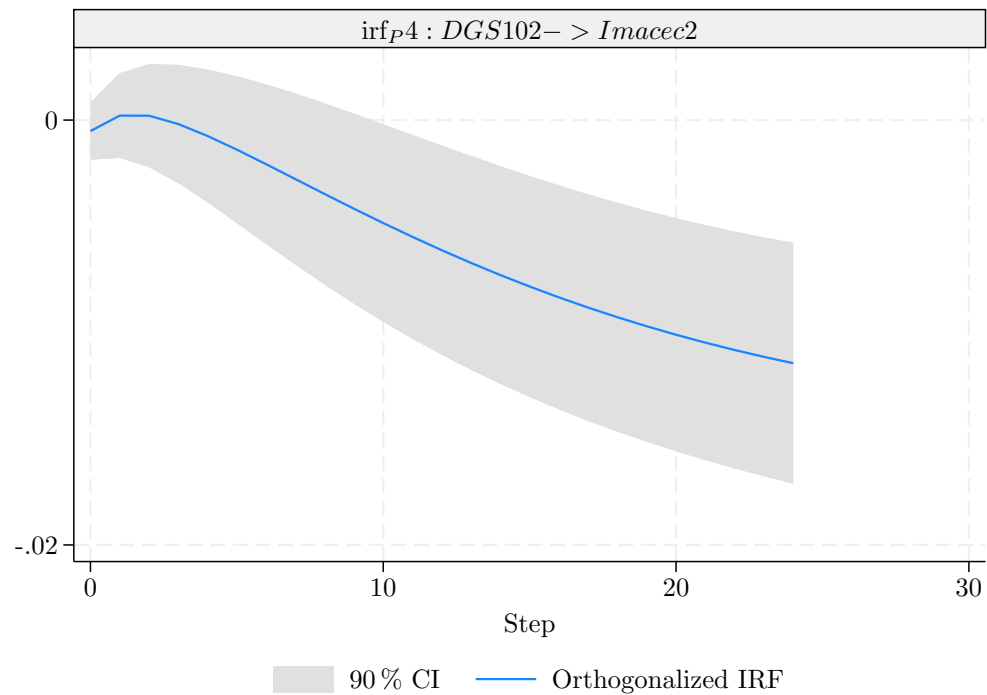


El efecto que tiene un shock de una desviación estándar sobre la misma tasa a 10 años, en su versión contemporánea, de 0.2%. Luego, alcanza un aumento máximo de 0,3% en el periodo 2. Esto puede deberse a cambios en las expecativas de mercado que afecten a la tasa traduciéndose en un aumento paulatino para luego ir cayendo con el tiempo, es decir, el efecto se va diluyendo. Esta dinámica es significativa 10% hasta converger. Aumentos en las tasas podrían hacer sospechar de aumentos futuros.

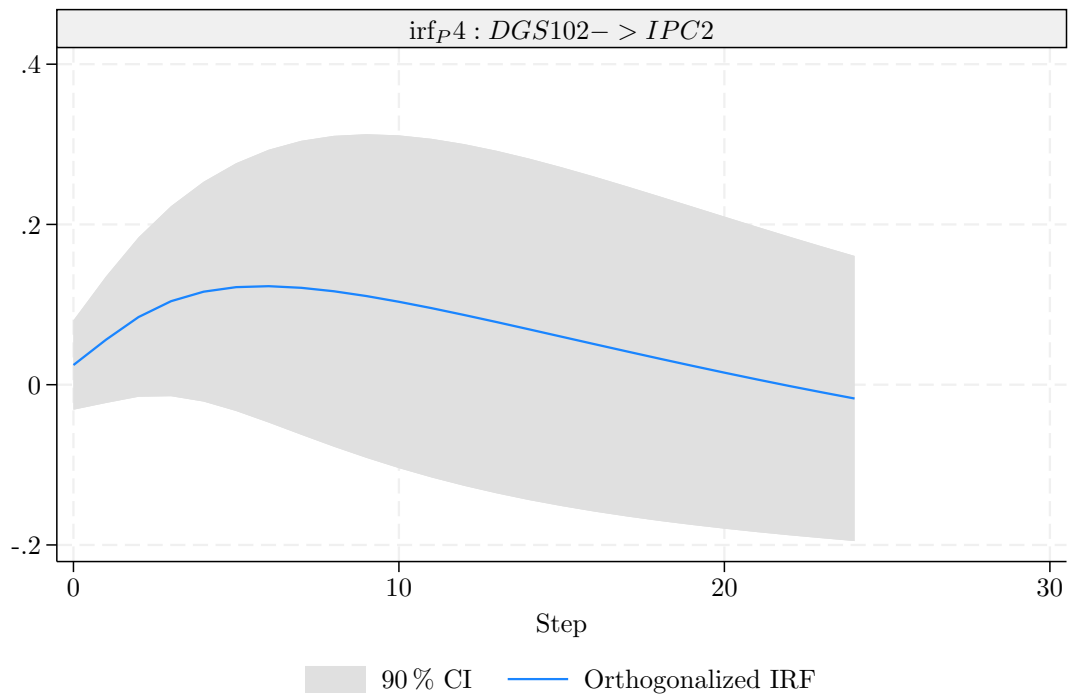




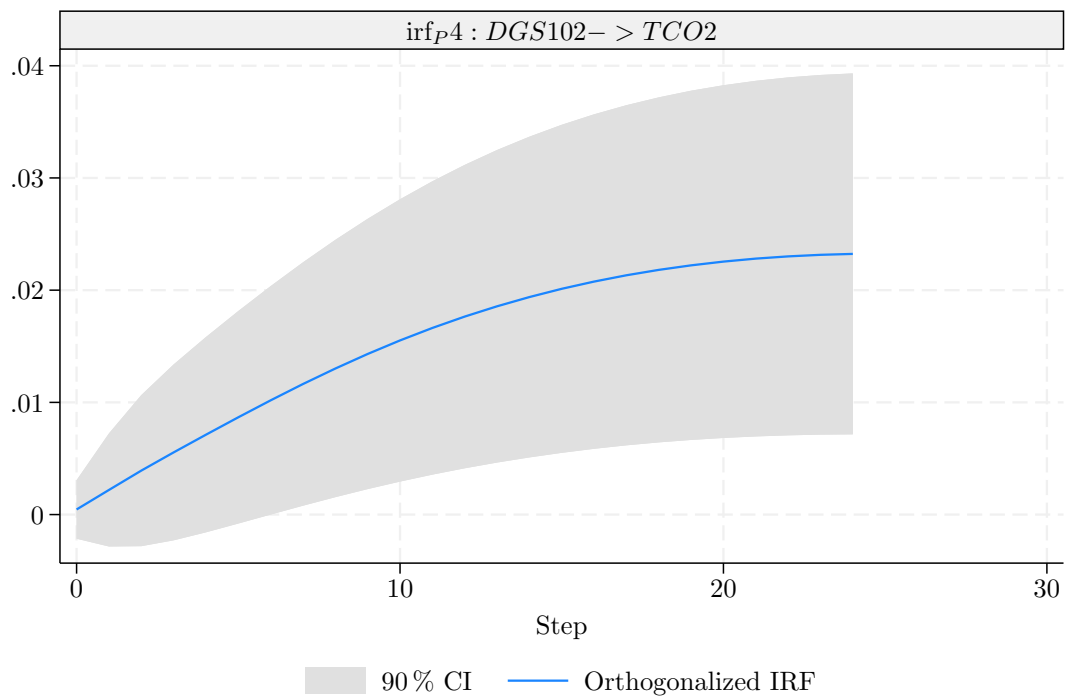
Vemos como el efecto del shock sobre la tasa de la FED, empieza subir paulatinamente hasta llegar a un nivel máximo en el periodo 7 aproximadamente. Vemos en este primer análisis como la respuesta sobre la FED tiende a poseer persistencia, pues el efecto no se disipa con facilidad. Curvas de rendimiento con pendiente positiva podrían impulsar la economía, por lo que la FED podría responder a eso controlando la pendiente de los rendimientos. En primera instancia la FED no responde ya que el efecto no es significativo, Luego la FED aumenta la tasa en 0,125 puntos porcentuales a un semestre, para luego bajar la tasa a su nivel inicial. Es importante mencionar que luego del periodo 10, el efecto ya no es significativo al 10 %.



Por su parte, la actividad económica en Chile no responde a cambios en la tasa ya que la respuesta es no significativa. Luego, comienza a caer por el encarecimiento del financiamiento internacional. La inversión y las exportaciones podrían explicar caídas en la demanda interna y externa, además de posibles efectos mezclados sobre el tipo de cambio. Un aumento en 0.2 puntos porcentuales el tasa estadounidense de largo plazo llevarían a una caída de 2% en la actividad chilena.



Por su parte, la inflación no responde estadísticamente significativa.



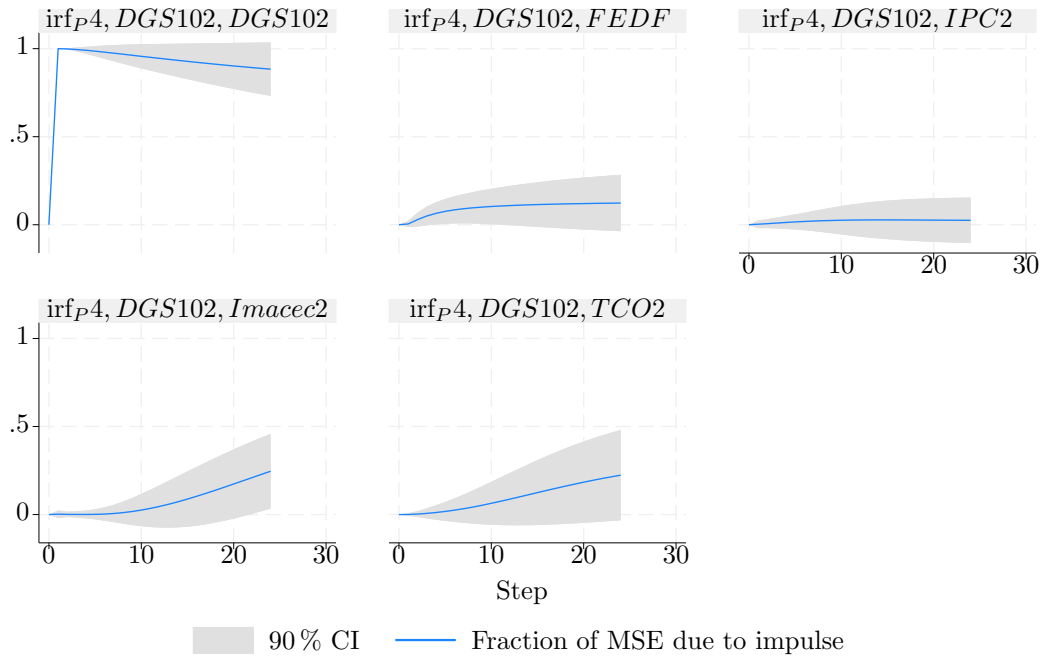
Si el shock a la tasa de 10 años implica un aumento en la tasa, muchos inversores irán a invertir en bonos a

esa madurez para obtener mayores retornos, entrando más dólares a la economía estadounidense y saliendo de la chilena. Esto lleva a una depreciación paulatina persistente de 2 % a 2 años.

## Pregunta 5: Importancia del shock sobre las variables FED Funds Rate, Imacec, IPC y Tipo de Cambio

La tabla desplegada a continuación muestra qué porcentaje de variación explica un shock a la tasa de interés en las distintas variables, a distintos meses de horizonte. Es decir, el porcentaje de la varianza de del Imacec, IPC y Tipo de Cambio (3,4,5 en la tabla) explicadas por un shock a la tasa en el periodo 0.

Horizonte	Tasa 10 años USA	Fed Funds Rate	Imacec	Inflación	Tipo de Cambio
0	0 % 0 % 0 % 0 % 0 %				
1	100 %	0.4485 %	0.2169 %	0.2964 %	0.0316 %
2	99.8512 %	288.69 %	0.1097 %	0.6011 %	0.2811 %
3	99.5308 %	4.9423 %	0.0776 %	0.9514 %	0.6634 %
4	99.0947 %	6.4712 %	0.0611 %	1.2945 %	1.1594 %
5	98.5853 %	7.5997 %	0.1155 %	1.6059 %	1.7696 %
6	98.0316 %	8.4481 %	0.2868 %	1.8761 %	2.4946 %
7	97.4526 %	9.1016 %	0.6038 %	2.1036 %	3.3305 %
8	96.8607 %	9.6168 %	1.0827 %	2.2899 %	4.2683 %
9	96.2639 %	10.0319 %	1.7301 %	2.4383 %	0.052952
10	95.6674 %	10.3729 %	2.5452 %	2.5527 %	6.3964 %
11	95.0751 %	10.658 %	3.522 %	2.6373 %	7.5563 %
12	94.4894 %	1089.98 %	4.6505 %	2.6959 %	8.7591 %
13	93.9122 %	11.1078 %	.059178	2.7323 %	9.9899 %
14	93.3448 %	11.2888 %	7.309 %	2.75 %	11.2346 %
15	92.7883 %	11.448 %	8.8082 %	2.7525 %	12.4806 %
16	92.2435 %	11.5893 %	10.399 %	2.7427 %	13.7169 %
17	91.7112 %	11.7158 %	12.0652 %	2.7234 %	14.9338 %
18	91.1917 %	11.8298 %	13.7909 %	2.6974 %	16.1232 %
19	90.6856 %	11.9333 %	15.5608 %	2.6669 %	17.2784 %
20	90.1931 %	12.0276 %	17.361 %	2.6343 %	18.3939 %
21	89.7146 %	12.114 %	19.1783 %	2.6016 %	19.4655 %
22	89.2501 %	12.1936 %	21.0009 %	2.5705 %	20.4899 %
23	88.7999 %	12.2671 %	22.8183 %	2.5429 %	21.4649 %
24	88.364 %	12.3352 %	24.6209 %	2.52 %	22.3889 %

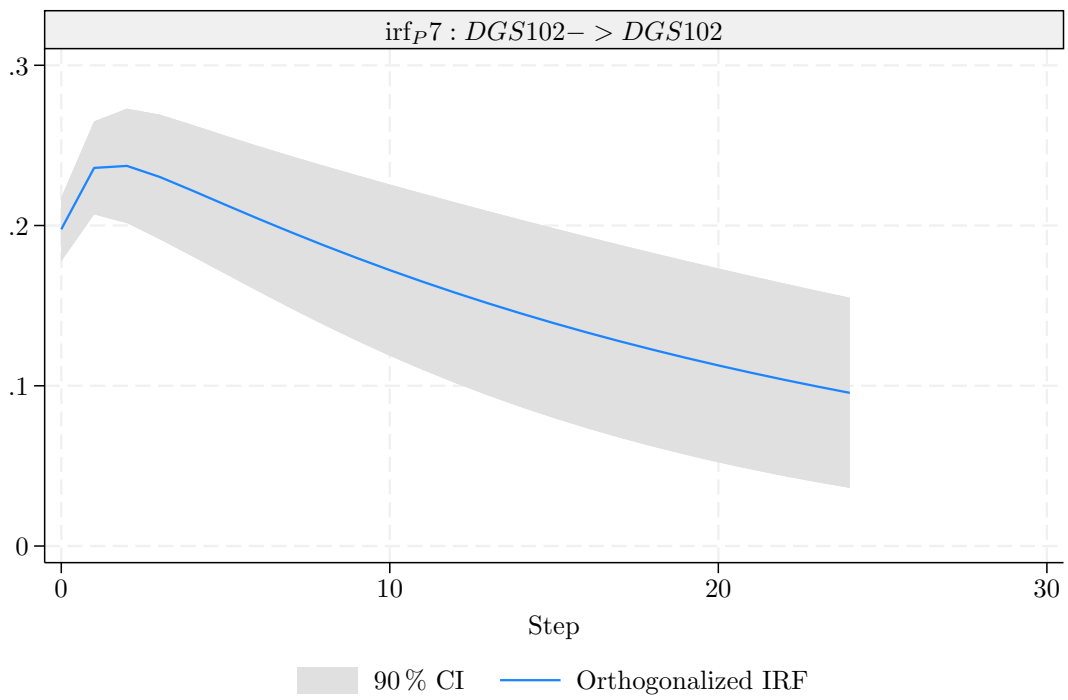
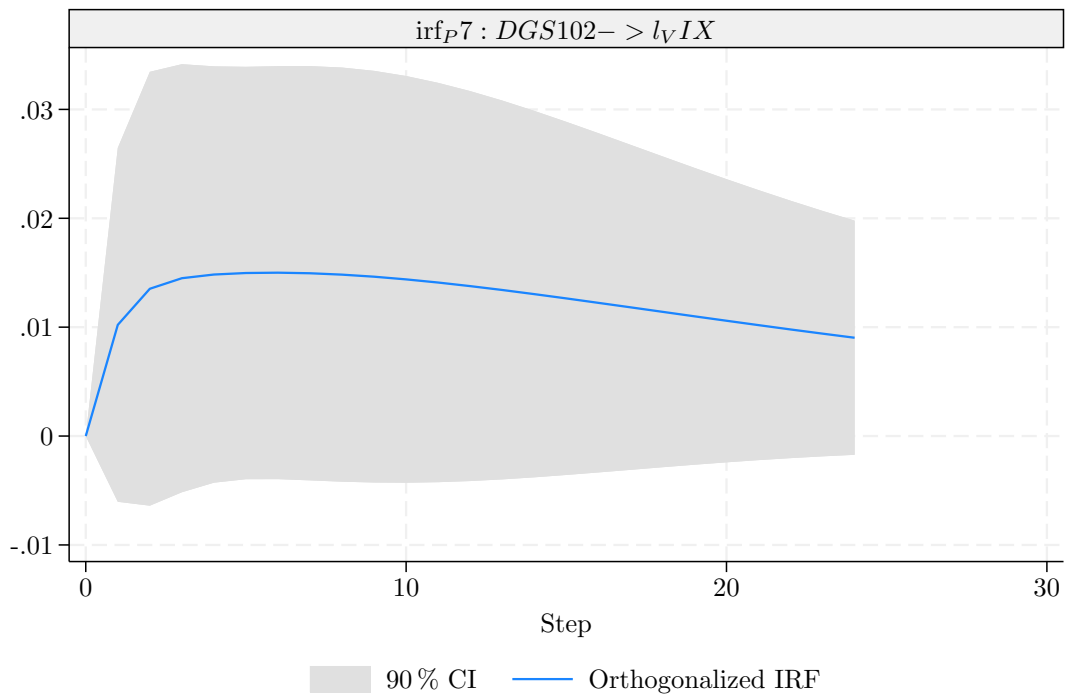


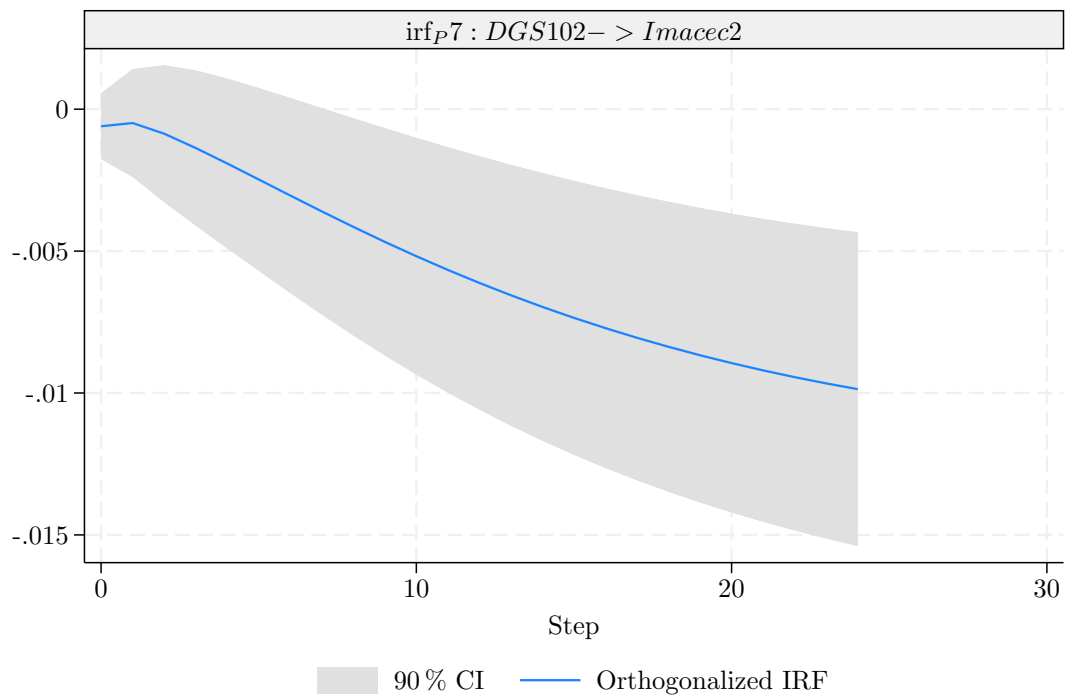
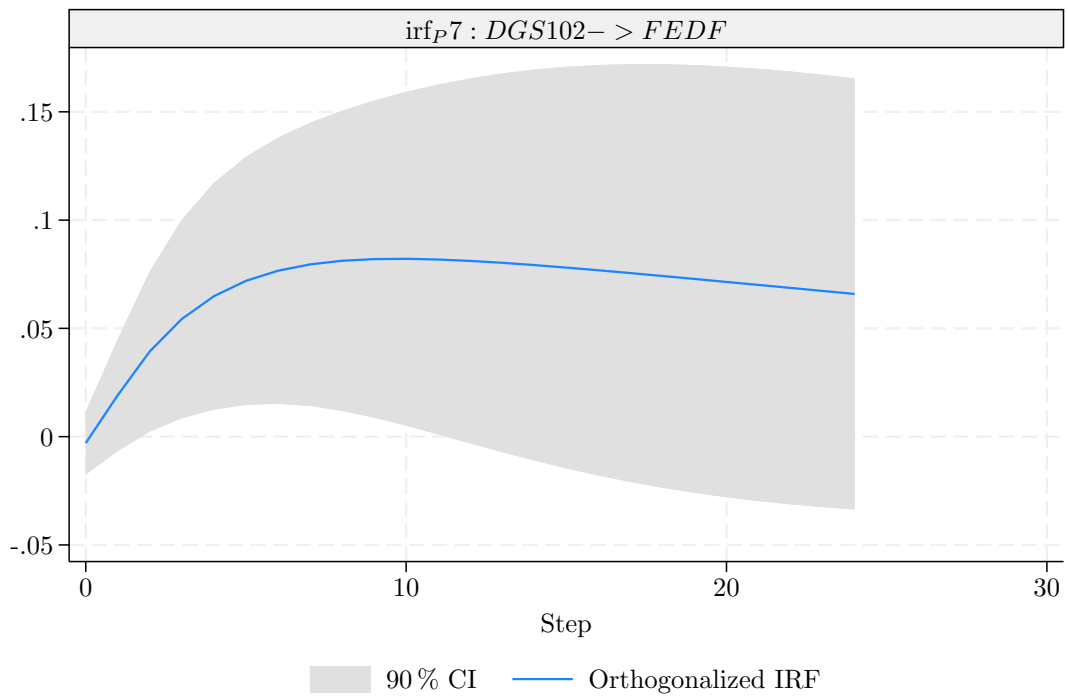
Graphs by irfname, impulse variable, and response variable

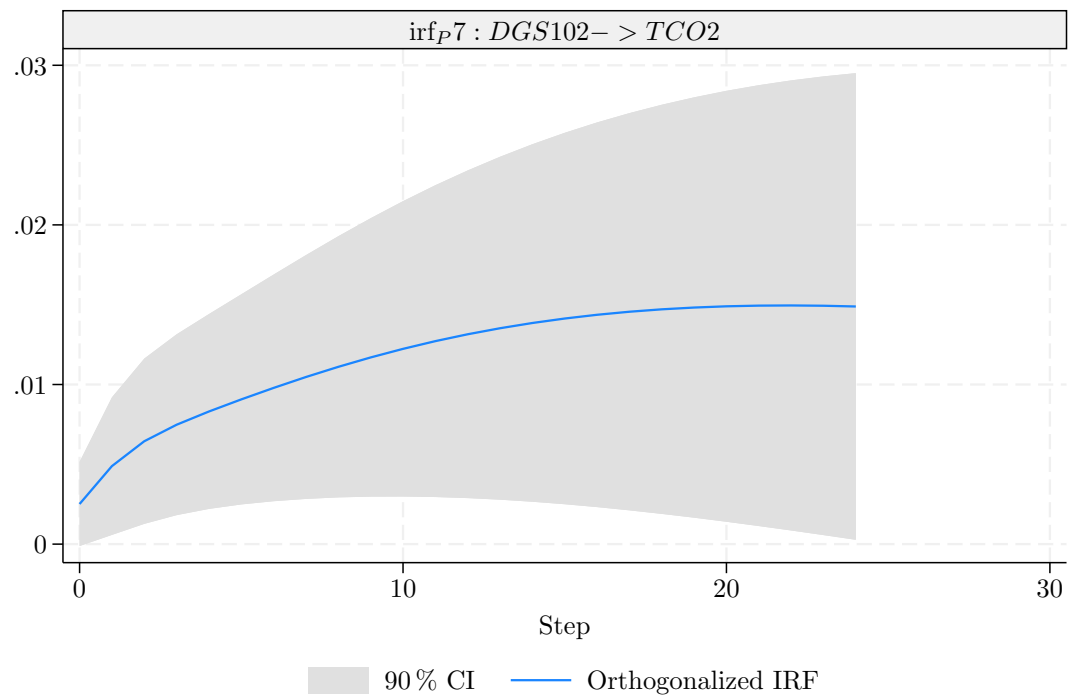
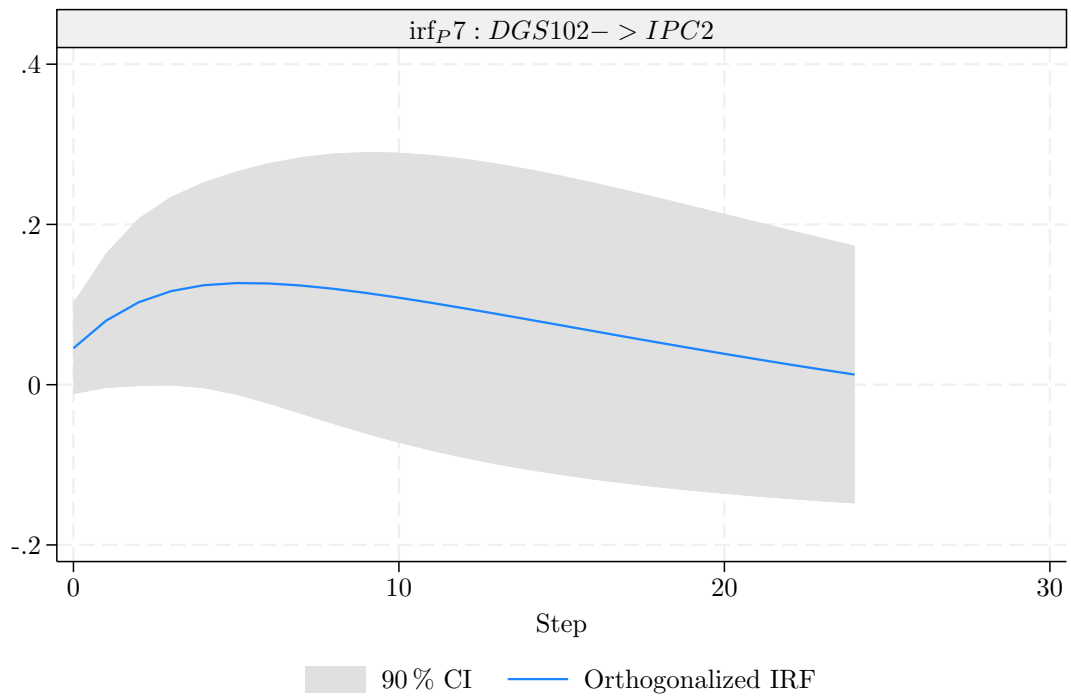
A grosso modo, el shock a la tasa de largo plazo explica variaciones a esta misma en 100 % en todos los periodos ya que asumimos esta variable como la variable más exógena. Sin embargo, estadísticamente no explican variaciones en la TPM de USA, la actividad chilena, pero si la inflación entre 1 a 2 años. Por último, la tasa explica una parte importante del tipo de cambio de forma significativa.

## Pregunta 6: Funciones Impulso Respuesta del VAR aumentado con $\ln(\text{VIX})$ .

La tasa no responde al VIX. Con el VIX en el sistema la tasa responde en 0,2 puntos porcentuales hasta disiparse cerca de los 3 años. La TPM de USA aumenta persistentemente en 0.06 puntos porcentuales, la actividad chilena se reduce en 0,15 % persistentemente a los 2 años, al igual que el tipo de cambio en sentido inverso. La inflación no responde.









## Pregunta 7: Sorpresa de Política Monetaria No convencional.

El paper propone una metodología para separar los sorpresas provenientes de política monetaria convencional, regulación de expectativas de los agentes (anclaje) y compras masivas de activos (política monetaria no convencional) para controlar la curva de rendimientos en todo su dominio y por lo tanto actuar sobre la economía a distintos horizontes de tiempo. Asumiendo que la política monetaria no convencional es una desviación de la regla tradicional, y que por tanto esta proviene de motivos independientes a la inflación y actividad económica vigente sino que se relaciona más con intenciones de evolución en el mediano y largo plazo sobre la economía norteamericana, entonces no correlacionaría con los shocks contemporáneos a otras variables de nuestro sistema. Sin embargo, estas sorpresas si son gran parte de los shocks a la tasa de interés de largo plazo. En otras palabras, la sorpresa por compra de activos de largo plazo para controlar la curva de rendimientos de USA a lo largo del tiempo es **exógena y relevante**. Podemos incluir esta variable como Variable Instrumental (2 etapas) para identificar alguna de las ecuaciones de interés y ver el efecto que tiene un shock de la tasa de largo de plazo sobre la economía chilena. Hay que normalizar el beta asociado a la tasa en esa ecuación para testear el efecto de nuestra magnitud de interés.