

Análisis macroeconómico

¿Qué se gana emparejando las respuestas de un modelo DSGE con las de un VAR estructural?

Arnulfo Rodríguez

16 agosto 2022

- Si bien la intuición económica ayuda a comprender las funciones impulso respuesta a un determinado choque macroeconómico, considero que no resulta suficiente para seleccionar alguna de las distintas opciones de impulso respuesta procedentes de diferentes especificaciones de modelos de forma reducida y/o métodos de identificación de choques estructurales.
- Los parámetros estimados del modelo DSGE con funciones impulso respuesta a un choque monetario son más similares a los parámetros estimados de manera tradicional para las identificaciones de Cholesky y restricciones de signo con dos rezagos en el modelo BVAR.
- Esto es relevante ya que los criterios estadísticos de BIC y AIC seleccionaron un rezago como el número óptimo para el modelo BVAR.
- La respuesta de la inflación del modelo DSGE a un choque monetario se mantiene alejada de la significativa y pronta caída observada en la respuesta obtenida con la mediana de los modelos estructurales bajo restricciones de signo con un rezago en el modelo BVAR.

Los modelos de equilibrio general dinámicos estocásticos (DSGE, por sus siglas en inglés) y la identificación empírica de choques macroeconómicos se han convertido en las dos principales herramientas del análisis macroeconómico moderno. La estimación tradicional o con información completa de los modelos DSGE se basa en series históricas (después de su debida transformación) de algunas de las variables presentes en estos modelos y en la especificación de choques estructurales que en número debe de coincidir con la cantidad de variables usadas para la estimación. Consecuentemente, se asume que el modelo DSGE es el proceso generador de datos. Por su parte, la identificación empírica de choques macroeconómicos consiste en la estimación de los parámetros estructurales de un modelo a través de un conjunto de restricciones que reducen el número de parámetros libres al número que puede ser recuperado de la información contenida en las ecuaciones de forma reducida. Esto permite la obtención de un VAR estructural y choques que son ortogonales o independientes entre sí. La reacción de cada de una de las variables del modelo VAR estructural a cualquiera de esos choques se conoce como la función impulso respuesta.

Fry y Pagan (2011) señalan que existen cinco métodos principales para la identificación empírica de choques macroeconómicos. De acuerdo con estos autores, cuatro de los métodos explícitamente utilizan restricciones paramétricas y el quinto de ellos emplea restricciones de signo para dicha identificación. Debido a lo anterior, la identificación empírica de choques macroeconómicos no solamente depende de las ecuaciones de forma reducida, sino también del método usado para la identificación. En este documento se plantea la posibilidad de comparar funciones impulso respuesta derivadas de dos métodos de identificación mediante la estimación de un modelo DSGE con base en estas funciones. Esta estrategia de estimación con información limitada fue propuesta por Christiano *et. al.* (2010) con la finalidad de contar con una estimación complementaria a la estimación bayesiana tradicional de un modelo DSGE. Ellos también mencionan que esta estrategia es transparente y focalizada por la representación gráfica dada por las funciones impulso respuesta (acerca de las cuales los economistas tienen una buena intuición) y la posibilidad de analizar las propiedades empíricas de un modelo DSGE sin tener que especificar el conjunto completo de choques estructurales, respectivamente.

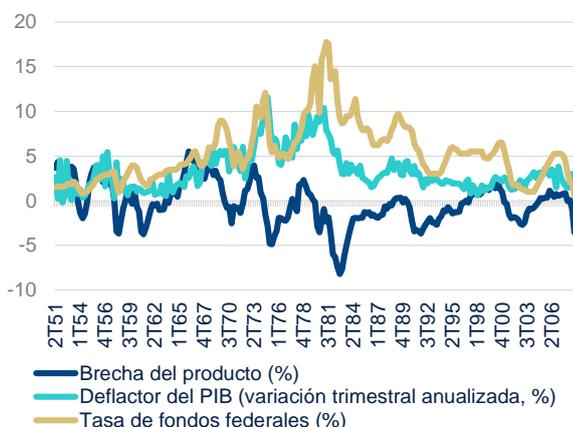
Las funciones impulso respuesta usadas en este documento para la estimación del modelo DSGE provienen de dos métodos de identificación: la estructura recursiva de Cholesky y las restricciones de signo para la identificación de un choque monetario. Asimismo, se aprovechan las restricciones de signo para identificar un choque de demanda y estimar el modelo DSGE con base en las respuestas a este tipo de choque. Las funciones impulso respuesta de la estructura recursiva de Cholesky fueron obtenidas de la modificación al código del VAR en Christiano *et. al.* (2018) para generar un choque monetario contractivo de 50 puntos base como impacto inicial sobre la tasa de fondos federales. Por su parte, las funciones impulso respuesta de las restricciones de signo son similares a las contenidas en Rodríguez (2022) pero difieren por datos utilizados, muestra y la imposición de la restricción de impacto inicial nulo del choque monetario sobre la brecha del producto y la inflación.

Es importante mencionar que las funciones impulso respuesta (provenientes de las restricciones de signo) representan la mediana de la respuesta de todos los modelos admisibles por estas restricciones. En otras palabras, estas respuestas muy probablemente provengan de distintos modelos estructurales. Por tanto, la mediana de la respuesta carece de una interpretación económica estructural. Inclusive, Kilian y Murphy (2012) e Inoue y Kilian (2013) demuestran que la mediana de las respuestas podría ser muy engañosa acerca de la dinámica de respuesta más probable bajo la identificación de restricciones de signo.

En las gráficas 2 a 4 se muestran los resultados de las estimaciones del modelo DSGE con información limitada y usando la identificación de Cholesky ante un choque monetario de 50 puntos base.

La muestra de estimación para generar las funciones impulso respuesta bajo restricciones de signo fue 1T1951-4T2008. Se usó esta muestra para que coincidiera con la del modelo VAR en Christiano *et. al.* (2018), evitando así diferencias ocasionadas por muestras.

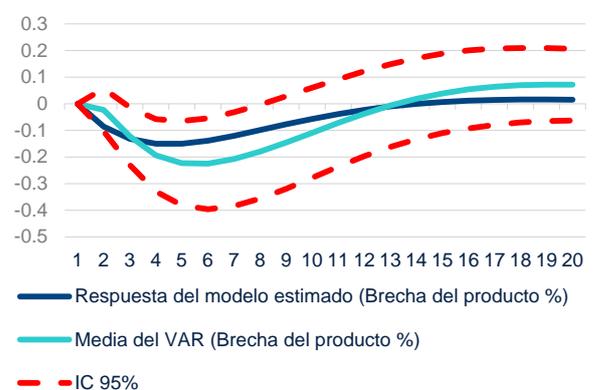
Gráfica 1. BRECHA DEL PRODUCTO, INFLACIÓN Y TASA DE FONDOS FEDERALES (%)



Fuente: BBVA Research / FRED

Christiano *et. al.* (2018) aplican la identificación de Cholesky para identificar un choque monetario sin impacto inicial sobre el PIB y la inflación. La respuesta de la brecha del producto del modelo DSGE es similar a la derivada del VAR estructural.

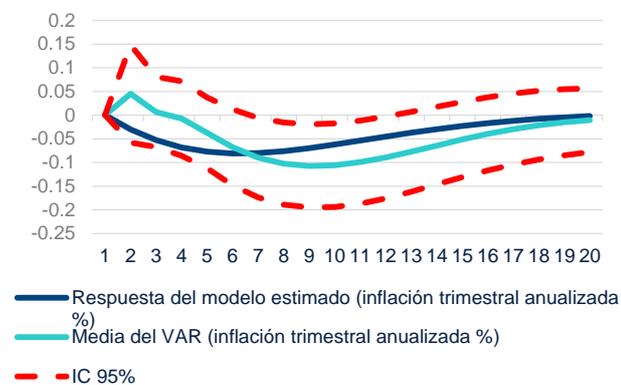
Gráfica 2. RESPUESTAS DEL PIB* A UN CHOQUE MONETARIO EN CHRISTIANO ET. AL. (2018) Y DEL MODELO DSGE ESTIMADO CON INFORMACIÓN LIMITADA (%)



*/ Dado que un choque monetario no afecta el producto potencial, el efecto sobre el PIB se refleja totalmente sobre la brecha del producto.
Fuente: BBVA Research / FRED

La respuesta de la inflación en Christiano *et. al.* (2018) muestra el enigma de precios justo después del impacto inicial, lo cual no puede ser replicado por el modelo DSGE.

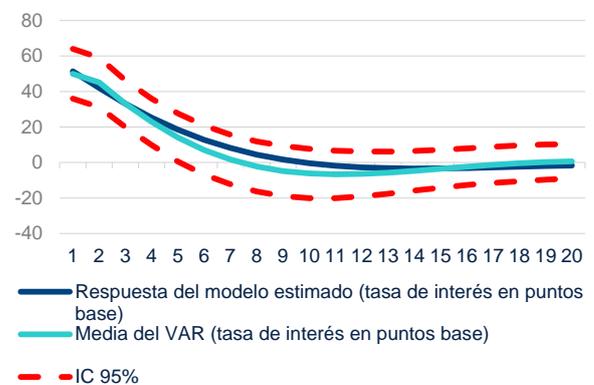
Gráfica 3. RESPUESTAS DE LA INFLACIÓN A UN CHOQUE MONETARIO EN CHRISTIANO *ET. AL.* (2018) Y DEL MODELO DSGE ESTIMADO CON INFORMACIÓN LIMITADA (VARIACIÓN TRIMESTRAL ANUALIZADA, %)



Fuente: BBVA Research / FRED

La respuesta de la tasa de fondos federales del modelo DSGE es muy similar a la derivada del VAR estructural en Christiano *et. al.* (2018) ante un choque monetario.

Gráfica 4. RESPUESTAS DE LA TASA DE FONDOS FEDERALES A UN CHOQUE MONETARIO EN CHRISTIANO *ET. AL.* (2018) Y DEL MODELO DSGE ESTIMADO CON INFORMACIÓN LIMITADA (PUNTOS BASE)

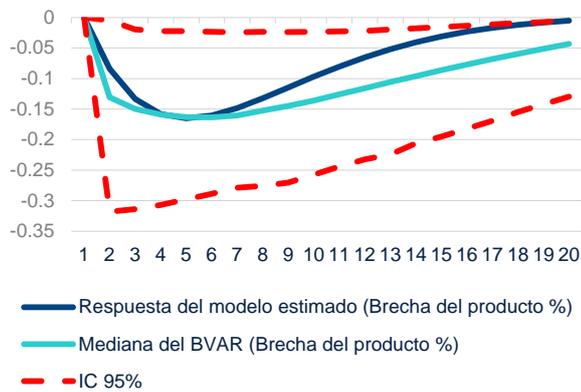


Fuente: BBVA Research / FRED

En las gráficas 5 a 7 se presentan los resultados correspondientes a la identificación con restricciones de signo y VAR con un rezago ante un choque monetario de 50 puntos base.

La respuesta de la brecha del producto del modelo DSGE es muy similar a la derivada del BVAR estructural para los primeros seis trimestres ante un choque monetario.

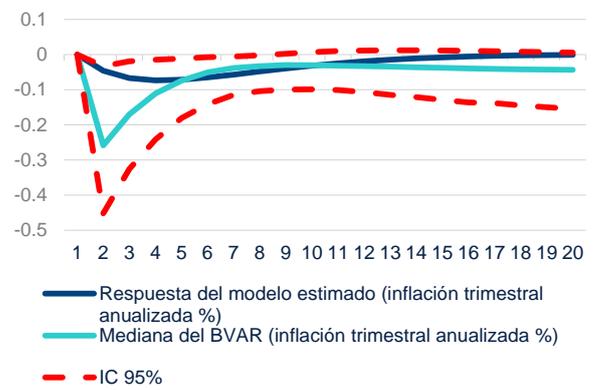
Gráfica 5. RESPUESTAS DE LA BRECHA DEL PRODUCTO A UN CHOQUE MONETARIO IDENTIFICADO CON RESTRICCIONES DE SIGNO (VAR CON UN REZAGO) Y DEL MODELO DSGE ESTIMADO CON INFORMACIÓN LIMITADA (%)



Fuente: BBVA Research / FRED

La respuesta de la inflación del modelo DSGE se mantiene alejada de la significativa y pronta caída observada en la respuesta obtenida con el BVAR estructural ante un choque monetario.

Gráfica 6. RESPUESTAS DE LA INFLACIÓN A UN CHOQUE MONETARIO IDENTIFICADO CON RESTRICCIONES DE SIGNO (VAR CON UN REZAGO) Y DEL MODELO DSGE ESTIMADO CON INFORMACIÓN LIMITADA (VARIACIÓN TRIMESTRAL ANUALIZADA, %)

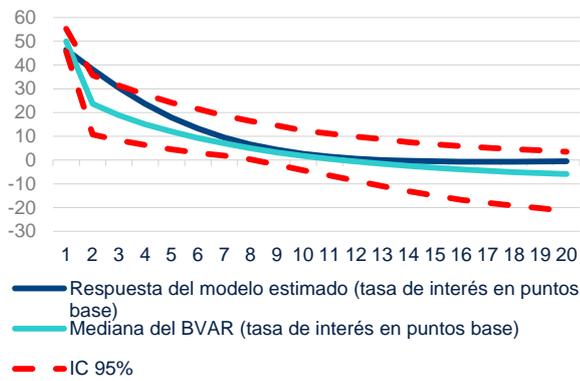


Fuente: BBVA Research / FRED

En las gráficas 8 a 10 se presentan los resultados correspondientes a la identificación con restricciones de signo y VAR con dos rezagos ante un choque monetario de 50 puntos base.

La respuesta de la tasa de fondos federales del modelo DSGE sobreestima la reacción identificada por el BVAR estructural ante un choque monetario.

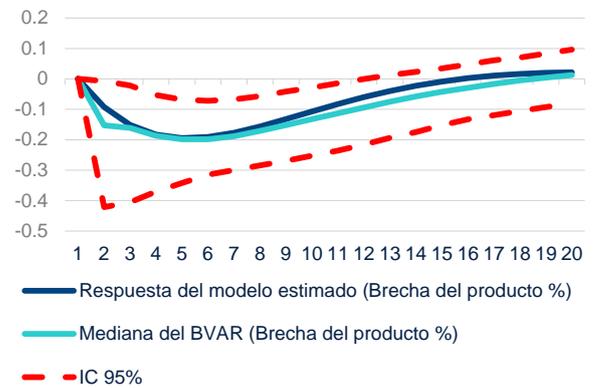
Gráfica 7. RESPUESTAS DE LA TASA DE FONDOS FEDERALES A UN CHOQUE MONETARIO IDENTIFICADO CON RESTRICCIONES DE SIGNO (VAR CON UN REZAGO) Y DEL MODELO DSGE ESTIMADO CON INFORMACIÓN LIMITADA (PUNTOS BASE)



Fuente: BBVA Research / FRED

La respuesta de la brecha del producto del modelo DSGE es más similar a la derivada del BVAR estructural ante un choque monetario que en el caso del BVAR con un rezago.

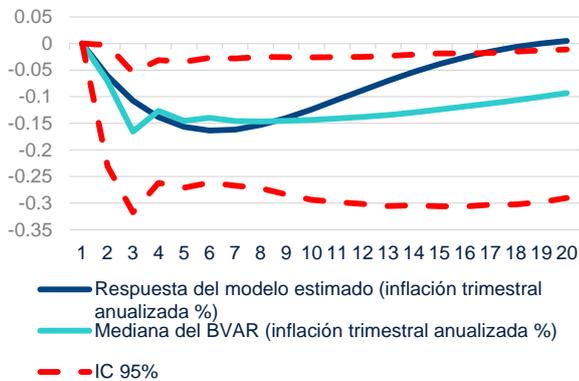
Gráfica 8. RESPUESTAS DE LA BRECHA DEL PRODUCTO A UN CHOQUE MONETARIO IDENTIFICADO CON RESTRICCIONES DE SIGNO (VAR CON DOS REZAGOS) Y DEL MODELO DSGE ESTIMADO CON INFORMACIÓN LIMITADA (%)



Fuente: BBVA Research / FRED

La respuesta de la inflación del modelo DSGE es muy similar a la derivada del BVAR estructural para los primeros nueve trimestres ante un choque monetario.

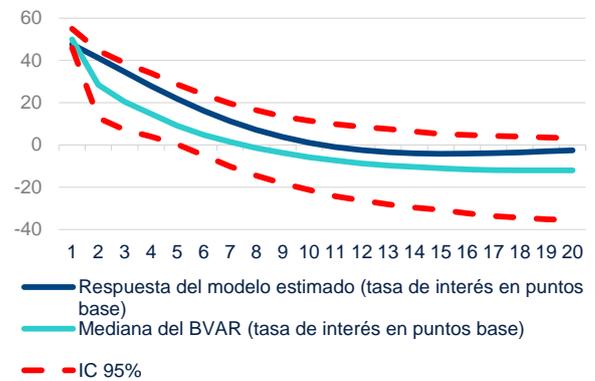
Gráfica 9. RESPUESTAS DE LA INFLACIÓN A UN CHOQUE MONETARIO IDENTIFICADO CON RESTRICCIONES DE SIGNO (VAR CON DOS REZAGOS) Y DEL MODELO DSGE ESTIMADO CON INFORMACIÓN LIMITADA (VARIACIÓN TRIMESTRAL ANUALIZADA, %)



Fuente: BBVA Research / FRED

La respuesta de la tasa de fondos federales del modelo DSGE sobreestima aún más la reacción identificada por el BVAR estructural ante un choque monetario que el caso de un rezago.

Gráfica 10. RESPUESTAS DE LA TASA DE FONDOS FEDERALES A UN CHOQUE MONETARIO IDENTIFICADO CON RESTRICCIONES DE SIGNO (VAR CON DOS REZAGOS) Y DEL MODELO DSGE ESTIMADO CON INFORMACIÓN LIMITADA (PUNTOS BASE)

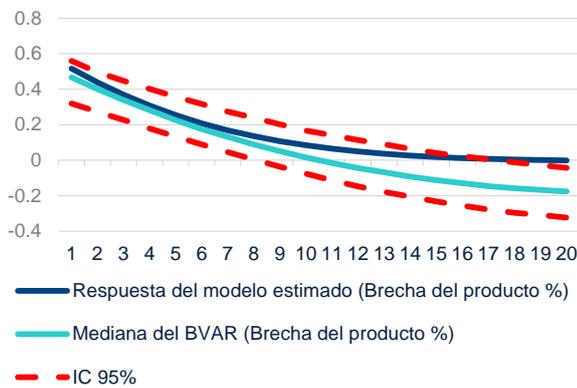


Fuente: BBVA Research / FRED

En las gráficas 11 a 13 se presentan los resultados correspondientes a la identificación con restricciones de signo y VAR con un rezago ante un choque de demanda.

La respuesta de la brecha del producto del modelo DSGE es muy similar a la derivada del BVAR estructural para los primeros ocho trimestres ante un choque de demanda.

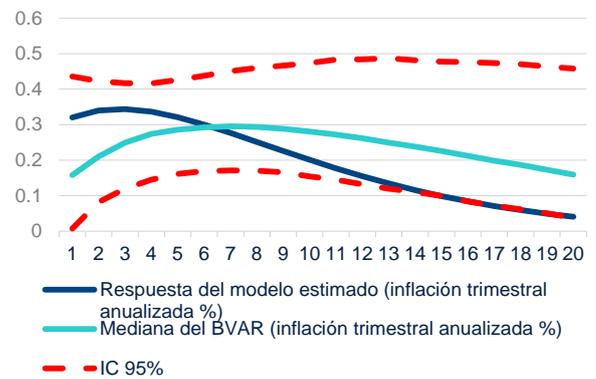
Gráfica 11. RESPUESTAS DE LA BRECHA DEL PRODUCTO A UN CHOQUE DE DEMANDA IDENTIFICADO CON RESTRICCIONES DE SIGNO (VAR CON UN REZAGO) Y DEL MODELO DSGE ESTIMADO CON INFORMACIÓN LIMITADA (%)



Fuente: BBVA Research / FRED

La respuesta de la inflación del modelo DSGE no es capaz de rastrear con precisión la respuesta derivada del BVAR estructural ante un choque de demanda.

Gráfica 12. RESPUESTAS DE LA INFLACIÓN A UN CHOQUE DE DEMANDA IDENTIFICADO CON RESTRICCIONES DE SIGNO (VAR CON UN REZAGO) Y DEL MODELO DSGE ESTIMADO CON INFORMACIÓN LIMITADA (VARIACIÓN TRIMESTRAL ANUALIZADA, %)

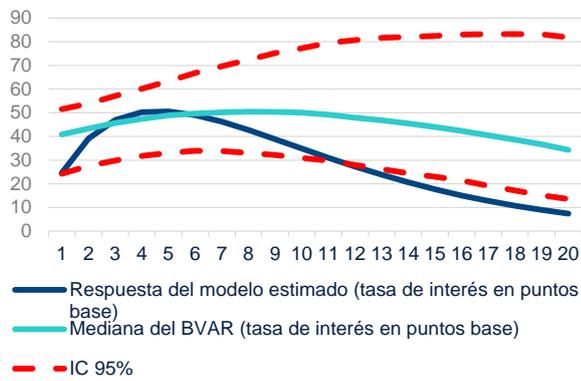


Fuente: BBVA Research / FRED

En las gráficas 14 a 16 se presentan los resultados correspondientes a la identificación con restricciones de signo y VAR con dos rezagos ante un choque de demanda.

La respuesta de la tasa de fondos federales del modelo DSGE es similar a la respuesta del BVAR estructural entre dos y cinco trimestres posteriores al impacto inicial.

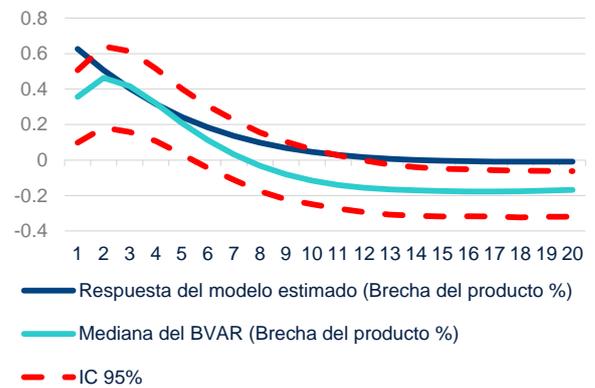
Gráfica 13. RESPUESTAS DE LA TASA DE FONDOS FEDERALES A UN CHOQUE DE DEMANDA IDENTIFICADO CON RESTRICCIONES DE SIGNO (VAR CON UN REZAGO) Y DEL MODELO DSGE ESTIMADO CON INFORMACIÓN LIMITADA (PUNTOS BASE)



Fuente: BBVA Research / FRED

La respuesta de la brecha del producto del modelo DSGE es menos parecida a la respuesta derivada del BVAR estructural que en el caso de un rezago.

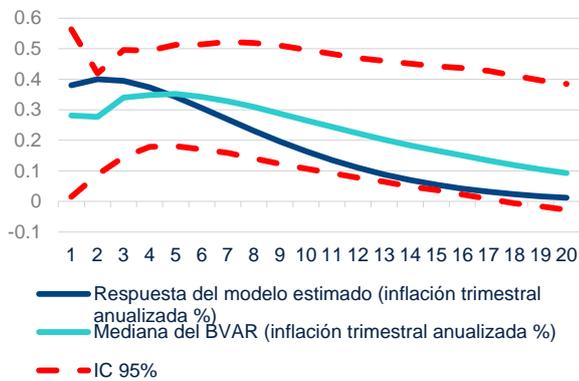
Gráfica 14. RESPUESTAS DE LA BRECHA DEL PRODUCTO A UN CHOQUE DE DEMANDA IDENTIFICADO CON RESTRICCIONES DE SIGNO (VAR CON DOS REZAGOS) Y DEL MODELO DSGE ESTIMADO CON INFORMACIÓN LIMITADA (%)



Fuente: BBVA Research / FRED

La respuesta de la inflación del modelo DSGE no es capaz de rastrear con precisión la respuesta derivada del BVAR estructural ante un choque de demanda.

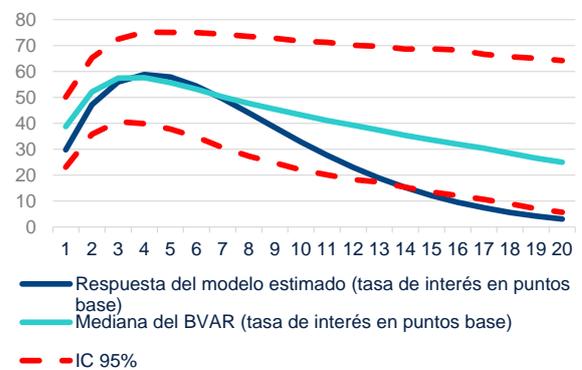
Gráfica 15. RESPUESTAS DE LA INFLACIÓN A UN CHOQUE DE DEMANDA IDENTIFICADO CON RESTRICCIONES DE SIGNO (VAR CON DOS REZAGOS) Y DEL MODELO DSGE ESTIMADO CON INFORMACIÓN LIMITADA (VARIACIÓN TRIMESTRAL ANUALIZADA, %)



Fuente: BBVA Research / FRED

La respuesta de la tasa de fondos federales del modelo DSGE rastrea con más precisión la respuesta del BVAR estructural que en el caso de un rezago.

Gráfica 16. RESPUESTAS DE LA TASA DE FONDOS FEDERALES A UN CHOQUE DE DEMANDA IDENTIFICADO CON RESTRICCIONES DE SIGNO (VAR CON DOS REZAGOS) Y DEL MODELO DSGE ESTIMADO CON INFORMACIÓN LIMITADA (PUNTOS BASE)



Fuente: BBVA Research / FRED

Con la excepción del parámetro inverso de elasticidad intertemporal de sustitución, la moda de la mayoría de los parámetros estimados con información limitada es similar a la moda estimada bajo el método bayesiano tradicional.

Cuadro 1. PARÁMETROS ESTIMADOS DEL MODELO DSGE NEOKEYNESIANO BÁSICO USANDO LAS FUNCIONES IMPULSO RESPUESTA EN CHRISTIANO ET. AL. (2018) ANTE UN CHOQUE MONETARIO Y CON INFERENCIA BAYESIANA TRADICIONAL

Parámetro	Prior	Posterior		
		Información limitada		Información completa
		Distribución [límites]	Media, des. est. [2.5% y 97.5%]	Moda, des. est. [2.5% y 97.5%]
Rigidez de precios (Calvo)	ξ Beta	0.75, 0.1 [0, 1]	0.96, 0.01 [0.95, 0.97]	0.95, 0.01 [0.94, 0.96]
Indexación de precios	ι Beta	0.75, 0.1 [0, 1]	0.93, 0.03 [0.85, 0.98]	0.88, 0.04 [0.79, 0.94]
Persistencia de hábitos	h Beta	0.75, 0.05 [0, 1]	0.78, 0.04 [0.71, 0.85]	0.89, 0.02 [0.86, 0.92]
Inverso de elasticidad intertemporal	σ Gamma	2.0, 0.5 [0, inf]	1.23, 0.28 [0.75, 1.83]	2.32, 0.45 [1.52, 3.29]
Suavizamiento de tasa de interés	ρ Gamma	0.75, 0.05 [0, inf]	0.84, 0.02 [0.80, 0.88]	0.87, 0.02 [0.84, 0.90]
Coefficiente de inflación	i_{π} Gamma	1.5, 0.1 [1.01, inf]	1.45, 0.10 [1.26, 1.65]	1.47, 0.09 [1.30, 1.65]
Coefficiente de brecha de producto	i_x Gamma	0.125, 0.05 [0, inf]	0.10, 0.04 [0.03, 0.19]	0.15, 0.04 [0.08, 0.24]
Desviación estándar de choque de sobreprecio	σ_s Gamma inversa	0.25, inf [0, inf]	NA	0.17, 0.01 [0.15, 0.19]
Desviación estándar de choque de demanda	σ_d Gamma inversa	0.25, inf. [0, inf]	NA	0.48, 0.02 [0.44, 0.53]
Desviación estándar de choque monetario	σ_m Gamma inversa	0.25, inf. [0, inf]	0.13, 0.01 [0.11, 0.16]	0.21, 0.01 [0.19, 0.23]

Fuente: BBVA Research / FRED

Con la excepción de los parámetros de indexación de precios y el inverso de elasticidad intertemporal de sustitución, la moda de la mayoría de los parámetros estimados con información limitada es similar a la moda estimada bajo el método bayesiano tradicional.

Cuadro 2. PARÁMETROS ESTIMADOS DEL MODELO DSGE NEOKEYNESIANO BÁSICO USANDO LAS FUNCIONES IMPULSO RESPUESTA IDENTIFICADAS CON RESTRICCIONES DE SIGNO (VAR CON UN REZAGO) ANTE UN CHOQUE MONETARIO Y CON INFERENCIA BAYESIANA TRADICIONAL

Parámetro	Prior	Posterior		
		Información limitada	Información completa	
		Distribución [límites]	Media, des. est. [2.5% y 97.5%]	Moda, des. est. [2.5% y 97.5%]
Rigidez de precios (Calvo)	ξ Beta	0.75, 0.1 [0, 1]	0.96, 0.01 [0.94, 0.98]	0.95, 0.01 [0.94, 0.96]
Indexación de precios	ι Beta	0.75, 0.1 [0, 1]	0.57, 0.12 [0.33, 0.79]	0.88, 0.04 [0.79, 0.94]
Persistencia de hábitos	h Beta	0.75, 0.05 [0, 1]	0.82, 0.04 [0.74, 0.89]	0.89, 0.02 [0.86, 0.92]
Inverso de elasticidad intertemporal	σ Gamma	2.0, 0.5 [0, inf]	1.05, 0.22 [0.66, 1.53]	2.32, 0.45 [1.52, 3.29]
Suavizamiento de tasa de interés	ρ Gamma	0.75, 0.05 [0, inf]	0.85, 0.02 [0.81, 0.88]	0.87, 0.02 [0.84, 0.90]
Coefficiente de inflación	i_π Gamma	1.5, 0.1 [1.01, inf]	1.46, 0.10 [1.27, 1.66]	1.47, 0.09 [1.30, 1.65]
Coefficiente de brecha de producto	i_x Gamma	0.125, 0.05 [0, inf]	0.05, 0.02 [0.01, 0.11]	0.15, 0.04 [0.08, 0.24]
Desviación estándar de choque de sobreprecio	σ_s Gamma inversa	0.25, inf [0, inf]	NA	0.17, 0.01 [0.15, 0.19]
Desviación estándar de choque de demanda	σ_d Gamma inversa	0.25, inf. [0, inf]	NA	0.48, 0.02 [0.44, 0.53]
Desviación estándar de choque monetario	σ_m Gamma inversa	0.25, inf. [0, inf]	0.12, 0.01 [0.11, 0.13]	0.21, 0.01 [0.19, 0.23]

Fuente: BBVA Research / FRED

A pesar de no cumplir con alguno de los criterios estadísticos para la selección de dos rezagos en el BVAR utilizado para la estimación de los parámetros estructurales identificados con restricciones de signo, la moda de un mayor número de parámetros estimados es similar a la moda estimada bajo el método bayesiano tradicional.

Cuadro 3. PARÁMETROS ESTIMADOS DEL MODELO DSGE NEOKEYNESIANO BÁSICO USANDO LAS FUNCIONES IMPULSO RESPUESTA IDENTIFICADAS CON RESTRICCIONES DE SIGNO (VAR CON DOS REZAGOS) ANTE UN CHOQUE MONETARIO Y CON INFERENCIA BAYESIANA TRADICIONAL

Parámetro	Prior	Prior		Posterior	
		Distribución	Media, des. est.	Información limitada	Información completa
		[límites]	[2.5% y 97.5%]	Moda, des. est. [2.5% y 97.5%]	Moda, des. est. [2.5% y 97.5%]
Rigidez de precios (Calvo)	ξ	Beta [0, 1]	0.75, 0.1 [0.53, 0.92]	0.95, 0.01 [0.94, 0.96]	0.95, 0.01 [0.94, 0.96]
Indexación de precios	ι	Beta [0, 1]	0.75, 0.1 [0.53, 0.92]	0.89, 0.06 [0.76, 0.98]	0.88, 0.04 [0.79, 0.94]
Persistencia de hábitos	h	Beta [0, 1]	0.75, 0.05 [0.65, 0.84]	0.82, 0.04 [0.74, 0.89]	0.89, 0.02 [0.86, 0.92]
Inverso de elasticidad intertemporal	σ	Gamma [0, inf]	2.0, 0.5 [1.14, 3.09]	1.33, 0.27 [0.85, 1.90]	2.32, 0.45 [1.52, 3.29]
Suavizamiento de tasa de interés	ρ	Gamma [0, inf]	0.75, 0.05 [0.66, 0.85]	0.89, 0.01 [0.87, 0.92]	0.87, 0.02 [0.84, 0.90]
Coefficiente de inflación	i_π	Gamma [1.01, inf]	1.5, 0.1 [1.31, 1.70]	1.41, 0.10 [1.23, 1.61]	1.47, 0.09 [1.30, 1.65]
Coefficiente de brecha de producto	i_x	Gamma [0, inf]	0.125, 0.05 [0.05, 0.24]	0.08, 0.04 [0.03, 0.18]	0.15, 0.04 [0.08, 0.24]
Desviación estándar de choque de sobreprecio	σ_s	Gamma inversa [0, inf]	0.25, inf [0.04, 1.03]	NA	0.17, 0.01 [0.15, 0.19]
Desviación estándar de choque de demanda	σ_d	Gamma inversa [0, inf]	0.25, inf. [0.04, 1.03]	NA	0.48, 0.02 [0.44, 0.53]
Desviación estándar de choque monetario	σ_m	Gamma inversa [0, inf]	0.25, inf. [0.04, 1.03]	0.12, 0.01 [0.11, 0.13]	0.21, 0.01 [0.19, 0.23]

Fuente: BBVA Research / FRED

La estimación del modelo DSGE con información limitada basada en las respuestas a un choque de demanda acerca la moda del parámetro inverso de elasticidad intertemporal a la moda estimada bajo el método bayesiano tradicional pero aleja la correspondiente al parámetro de suavizamiento de la tasa de interés.

Cuadro 4. PARÁMETROS ESTIMADOS DEL MODELO DSGE NEOKEYNESIANO BÁSICO USANDO LAS FUNCIONES IMPULSO RESPUESTA IDENTIFICADAS CON RESTRICCIONES DE SIGNO (VAR CON UN REZAGO) ANTE UN CHOQUE DE DEMANDA Y CON INFERENCIA BAYESIANA TRADICIONAL

Parámetro	Prior	Posterior		
		Información limitada	Información completa	
		Distribución	Media, des. est.	Moda, des. est.
	[límites]	[2.5% y 97.5%]	[2.5% y 97.5%]	[2.5% y 97.5%]
Rigidez de precios (Calvo)	ξ Beta	0.75, 0.1 [0, 1]	0.93, 0.00 [0.93, 0.94]	0.95, 0.01 [0.94, 0.96]
Indexación de precios	ι Beta	0.75, 0.1 [0, 1]	0.98, 0.01 [0.95, 0.99]	0.88, 0.04 [0.79, 0.94]
Persistencia de hábitos	h Beta	0.75, 0.05 [0, 1]	0.90, 0.01 [0.87, 0.92]	0.89, 0.02 [0.86, 0.92]
Inverso de elasticidad intertemporal	σ Gamma	2.0, 0.5 [0, inf]	2.51, 0.53 [1.59, 3.64]	2.32, 0.45 [1.52, 3.29]
Suavizamiento de tasa de interés	ρ Gamma	0.75, 0.05 [0, inf]	0.60, 0.03 [0.54, 0.66]	0.87, 0.02 [0.84, 0.90]
Coefficiente de inflación	i_π Gamma	1.5, 0.1 [1.01, inf]	1.27, 0.10 [1.09, 1.46]	1.47, 0.09 [1.30, 1.65]
Coefficiente de brecha de producto	i_x Gamma	0.125, 0.05 [0, inf]	0.10, 0.03 [0.05, 0.17]	0.15, 0.04 [0.08, 0.24]
Desviación estándar de choque de sobreprecio	σ_s Gamma inversa	0.25, inf [0, inf]	NA	0.17, 0.01 [0.15, 0.19]
Desviación estándar de choque de demanda	σ_d Gamma inversa	0.25, inf. [0, inf]	0.29, 0.02 [0.25, 0.33]	0.48, 0.02 [0.44, 0.53]
Desviación estándar de choque monetario	σ_m Gamma inversa	0.25, inf. [0, inf]	NA	0.21, 0.01 [0.19, 0.23]

Fuente: BBVA Research / FRED

La estimación del modelo DSGE con información limitada basada en las respuestas a un choque de demanda acerca la moda del parámetro inverso de elasticidad intertemporal a la moda estimada bajo el método bayesiano tradicional pero aleja la correspondiente al parámetro de suavizamiento de la tasa de interés.

Cuadro 5. **PARÁMETROS ESTIMADOS DEL MODELO DSGE NEOKEYNESIANO BÁSICO USANDO LAS FUNCIONES IMPULSO RESPUESTA IDENTIFICADAS CON RESTRICCIONES DE SIGNO (VAR CON DOS REZAGOS) ANTE UN CHOQUE DE DEMANDA Y CON INFERENCIA BAYESIANA TRADICIONAL**

Parámetro	Prior	Prior		Posterior	
		Distribución	Media, des. est.	Información limitada	Información completa
		[límites]	[2.5% y 97.5%]	Moda, des. est. [2.5% y 97.5%]	Moda, des. est. [2.5% y 97.5%]
Rigidez de precios (Calvo)	ξ	Beta	0.75, 0.1 [0, 1]	0.93, 0.01 [0.93, 0.94]	0.95, 0.01 [0.94, 0.96]
Indexación de precios	ι	Beta	0.75, 0.1 [0, 1]	0.98, 0.01 [0.95, 0.99]	0.88, 0.04 [0.79, 0.94]
Persistencia de hábitos	h	Beta	0.75, 0.05 [0, 1]	0.87, 0.02 [0.87, 0.92]	0.89, 0.02 [0.86, 0.92]
Inverso de elasticidad intertemporal	σ	Gamma	2.0, 0.5 [0, inf]	2.49, 0.53 [1.59, 3.64]	2.32, 0.45 [1.52, 3.29]
Suavizamiento de tasa de interés	ρ	Gamma	0.75, 0.05 [0, inf]	0.62, 0.03 [0.54, 0.66]	0.87, 0.02 [0.84, 0.90]
Coefficiente de inflación	i_π	Gamma	1.5, 0.1 [1.01, inf]	1.34, 0.09 [1.09, 1.46]	1.47, 0.09 [1.30, 1.65]
Coefficiente de brecha de producto	i_x	Gamma	0.125, 0.05 [0, inf]	0.11, 0.03 [0.05, 0.17]	0.15, 0.04 [0.08, 0.24]
Desviación estándar de choque de sobreprecio	σ_s	Gamma inversa	0.25, inf [0, inf]	NA	0.17, 0.01 [0.15, 0.19]
Desviación estándar de choque de demanda	σ_d	Gamma inversa	0.25, inf. [0, inf]	0.35, 0.04 [0.25, 0.33]	0.48, 0.02 [0.44, 0.53]
Desviación estándar de choque monetario	σ_m	Gamma inversa	0.25, inf. [0, inf]	NA	0.21, 0.01 [0.19, 0.23]

Fuente: BBVA Research / FRED

El modelo DSGE nekeynesiano básico produce momentos estadísticos similares a los que tienen los datos en la muestra comprendida entre 2T1951 y 4T2008

Cuadro 6. VALIDACIÓN DEL MODELO DSGE CON MOMENTOS ESTADÍSTICOS

	Brecha del producto (%)	Inflación (variación trimestral anualizada, %)	Tasa de fondos federales (puntos base)
Desviación estándar			
Datos	2.425	2.341	336.730
Modelo (estimado con información completa)	1.939	2.418	271.515
Correlación con brecha del producto			
Datos	1.000	-0.070	-0.183
Modelo (estimado con información completa)	1.000	-0.216	-0.305
Autocorrelación (Orden = 1)			
Datos	0.913	0.857	0.955
Modelo (estimado con información completa)	0.884	0.857	0.936

Fuente: BBVA Research / FRED

Valoración

Si bien la intuición económica ayuda a comprender las funciones impulso respuesta a un determinado choque macroeconómico, considero que no resulta suficiente para seleccionar alguna de las distintas opciones de impulso respuesta procedentes de diferentes especificaciones de modelos de forma reducida y/o métodos de identificación de choques estructurales. La estimación de un modelo DSGE con información limitada o basada en funciones impulso respuesta podría ser una alternativa de comparación que pudiera contribuir a esta selección. Ello debido a que los parámetros estimados podrían “validarse” con los parámetros estimados del modelo DSGE con información completa.

Es importante mencionar que alguno o varios de los parámetros estimados del modelo DSGE nekeynesiano básico usado en este documento podrían no estar muy apegados a la realidad. Tal es el caso del parámetro de rigidez de precios de Calvo, cuyo valor estimado de 0.95 con información completa implicaría una revisión óptima de precios cada 20 trimestres. Ello, a su vez, induciría una curva de Phillips muy plana. Si bien se han propuesto distintas alternativas de modelación para reducir el valor estimado de ese parámetro sin cambiar la pendiente de dicha curva, la discusión de las características que habría que agregar al modelo está fuera del alcance y propósito de este documento.

Referencias

- Christiano, L., Eichenbaum, M. y Trabandt, M. (2018). On DSGE Models. *Journal of Economic Perspectives*, Vol. 32, No. 3, Summer 2018, pp. 113-140.
- Christiano, L., Trabandt, M. y Walentin, K. (2010). DSGE Models for Monetary Policy Analysis. *Handbook of Monetary Economics* (2010) editores B. M. Friedman y M. Woodford, Volumen 3a, Capítulo 7, pp. 285-367.
- Fry, R. y Pagan, A. (2011). Sign restrictions in structural vector autoregressions: a critical review. *Journal of Economic Literature*, Vol. 49, pp. 938-960.
- Inoue, A. y Kilian, L. (2013). Inference on impulse response functions in structural VAR models. *Journal of Econometrics*, Vol. 177, pp. 1-13.
- Kilian, L. y Murphy, D.P. (2012). Why agnostic sign restrictions are not enough: understanding the dynamics of oil market VAR models. *Journal of the European Economic Association*, Vol. 10, pp. 1166-1188.
- Rodríguez, A. (2022). Considerations on the transmission lag of monetary policy and other macro shocks. *Economic Watch*, BBVA Research.

Apéndice

El modelo DSGE nekeynesiano utilizado fue el siguiente:

$$\pi_t = \frac{\beta}{1 + \iota\beta} E_t \pi_{t+1} + \frac{\iota}{1 + \iota\beta} \pi_{t-1} + \frac{(1 - \xi\beta)(1 - \xi)}{(1 + \iota\beta)\xi} \left(\frac{\alpha + \varphi}{1 - \alpha} + \frac{\sigma}{1 - h} \right) x_t - \frac{(1 - \xi\beta)(1 - \xi)}{(1 + \iota\beta)\xi} \frac{\sigma h}{1 - h} x_{t-1} + \sigma_s \varepsilon_{s,t}$$

$$x_t = \frac{1}{1+h} E_t x_{t+1} + \frac{h}{1+h} x_{t-1} - \frac{1-h}{\sigma(1+h)} (\dot{i}_t - E_t \pi_{t+1}) + \sigma_d \varepsilon_{d,t}$$

$$\dot{i}_t = \rho \dot{i}_{t-1} + (1 - \rho)(\dot{i}_\pi \pi_t + \dot{i}_x x_t) + \sigma_m \varepsilon_{m,t}$$

Para lograr que el choque monetario no tuviera impacto inicial sobre la inflación y la brecha del producto, las expectativas fueron rezagadas un periodo y la nueva especificación del modelo se muestra a continuación:

$$\pi_t = \frac{\beta}{1 + \iota\beta} E_{t-1} \pi_{t+1} + \frac{\iota}{1 + \iota\beta} \pi_{t-1} + \frac{(1 - \xi\beta)(1 - \xi)}{(1 + \iota\beta)\xi} \left(\frac{\alpha + \varphi}{1 - \alpha} + \frac{\sigma}{1 - h} \right) x_t - \frac{(1 - \xi\beta)(1 - \xi)}{(1 + \iota\beta)\xi} \frac{\sigma h}{1 - h} x_{t-1} + \sigma_s \varepsilon_{s,t}$$

$$x_t = \frac{1}{1+h} E_{t-1} x_{t+1} + \frac{h}{1+h} x_{t-1} - \frac{1-h}{\sigma(1+h)} (E_{t-1} \dot{i}_t - E_{t-1} \pi_{t+1}) + \sigma_d \varepsilon_{d,t}$$

$$\dot{i}_t = \rho \dot{i}_{t-1} + (1 - \rho)(\dot{i}_\pi \pi_t + \dot{i}_x x_t) + \sigma_m \varepsilon_{m,t}$$

Para los parámetros no estimados del modelo DSGE se asumieron los siguientes valores:

Factor de descuento de los hogares $\beta = 0.995$

Participación del capital en el ingreso $\alpha = 0.3$

Inverso de la elasticidad de Frisch del trabajo $\varphi = 2.0$

AVISO LEGAL

Este documento, así como los datos, opiniones, estimaciones, previsiones y recomendaciones contenidas en el mismo, han sido elaborados por Banco Bilbao Vizcaya Argentaria, S.A. (en adelante "BBVA"), con la finalidad de proporcionar a sus clientes información general a la fecha de emisión del informe y están sujetas a cambio sin previo aviso. BBVA no asume compromiso alguno de comunicar dichos cambios ni de actualizar el contenido del presente documento.

Ni el presente documento, ni su contenido, constituyen una oferta, invitación o solicitud de compra o suscripción de valores o de otros instrumentos o de realización o cancelación de inversiones, ni pueden servir de base para ningún contrato, compromiso o decisión de ningún tipo.

El inversor que tenga acceso al presente documento debe ser consciente de que los valores, instrumentos o inversiones a que el mismo se refiere pueden no ser adecuados para sus objetivos específicos de inversión, su posición financiera o su perfil de riesgo ya que no han sido tomadas en consideración para la elaboración del presente informe, por lo que debe adoptar sus propias decisiones de inversión teniendo en cuenta dichas circunstancias y procurándose el asesoramiento específico y especializado que pueda ser necesario. El contenido del presente documento se basa en informaciones que se estiman disponibles para el público, obtenidas de fuentes que se consideran fiables, pero dichas informaciones no han sido objeto de verificación independiente por BBVA por lo que no se ofrece ninguna garantía, expresa o implícita, en cuanto a su precisión, integridad o corrección. BBVA no asume responsabilidad alguna por cualquier pérdida, directa o indirecta, que pudiera resultar del uso de este documento o de su contenido. El inversor debe tener en cuenta que la evolución pasada de los valores o instrumentos o los resultados históricos de las inversiones, no garantizan la evolución o resultados futuros.

El precio de los valores o instrumentos o los resultados de las inversiones pueden fluctuar en contra del interés del inversor e incluso suponerle la pérdida de la inversión inicial. Las transacciones en futuros, opciones y valores o instrumentos de alta rentabilidad (high yield securities) pueden implicar grandes riesgos y no son adecuados para todos los inversores. De hecho, en ciertas inversiones, las pérdidas pueden ser superiores a la inversión inicial, siendo necesario en estos casos hacer aportaciones adicionales para cubrir la totalidad de dichas pérdidas. Por ello, con carácter previo a realizar transacciones en estos instrumentos, los inversores deben ser conscientes de su funcionamiento, de los derechos, obligaciones y riesgos que incorporan, así como los propios de los valores subyacentes a los mismos. Podría no existir mercado secundario para dichos instrumentos.

BBVA o cualquier otra entidad del Grupo BBVA, así como sus respectivos directores o empleados, pueden tener una posición en cualquiera de los valores o instrumentos a los que se refiere el presente documento, directa o indirectamente, o en cualesquiera otros relacionados con los mismos; pueden negociar con dichos valores o instrumentos, por cuenta propia o ajena, proporcionar servicios de asesoramiento u otros servicios al emisor de dichos valores o instrumentos, a empresas relacionadas con los mismos o a sus accionistas, directivos o empleados y pueden tener intereses o llevar a cabo cualesquiera transacciones en dichos valores o instrumentos o inversiones relacionadas con los mismos, con carácter previo o posterior a la publicación del presente informe, en la medida permitida por la ley aplicable.

Los empleados de los departamentos de ventas u otros departamentos de BBVA u otra entidad del Grupo BBVA pueden proporcionar comentarios de mercado, verbalmente o por escrito, o estrategias de inversión a los clientes que reflejen opiniones contrarias a las expresadas en el presente documento; asimismo BBVA o cualquier otra entidad del Grupo BBVA puede adoptar decisiones de inversión por cuenta propia que sean inconsistentes con las recomendaciones contenidas en el presente documento. Ninguna parte de este documento puede ser (i) copiada, fotocopiada o duplicada en ningún modo, forma o medio (ii) redistribuida o (iii) citada, sin el permiso previo por escrito de BBVA. Ninguna parte de este informe podrá reproducirse, llevarse o transmitirse a aquellos Países (o personas o entidades de los mismos) en los que su distribución pudiera estar prohibida por la normativa aplicable. El incumplimiento de estas restricciones podrá constituir infracción de la legislación de la jurisdicción relevante.

Este documento se proporciona en el Reino Unido únicamente a aquellas personas a quienes puede dirigirse de acuerdo con la Financial Services and Markets Act 2000 (Financial Promotion) Order 2001 y no es para su entrega o distribución, directa o indirecta, a ninguna otra clase de personas o entidades. En particular el presente documento únicamente se dirige y puede ser entregado a las siguientes personas o entidades (i) aquellas que están fuera del Reino Unido (ii) aquellas que tienen una experiencia profesional en materia de inversiones citadas en el artículo 19(5) de la Order 2001, (iii) a aquellas con alto patrimonio neto (High net worth entities) y a aquellas otras a quienes su contenido puede ser legalmente comunicado, incluidas en el artículo 49(1) de la Order 2001.

Ninguna parte de este informe podrá reproducirse, llevarse o transmitirse a los Estados Unidos de América ni a personas o entidades americanas. El incumplimiento de estas restricciones podrá constituir infracción de la legislación de los Estados Unidos de América.

El sistema retributivo del/los analista/s autor/es del presente informe se basa en una multiplicidad de criterios entre los cuales figuran los ingresos obtenidos en el ejercicio económico por BBVA e, indirectamente, los resultados del Grupo BBVA, incluyendo los generados por la actividad de banca de inversiones, aunque éstos no reciben compensación basada en los ingresos de ninguna transacción específica de banca de inversiones.

BBVA Bancomer y el resto de entidades del Grupo BBVA que no son miembros de FINRA (Financial Industry Regulatory Authority), no están sujetas a las normas de revelación previstas para dichos miembros.

"BBVA Bancomer, BBVA, y sus sociedades afiliadas, entre las que se encuentra BBVA Global Markets Research están sujetas a la Política Corporativa del Grupo BBVA en el ámbito de los Mercados de Valores. En cada Jurisdicción en la que BBVA desarrolla actividades en los mercados de valores, la Política se complementa con un Reglamento Interno de Conducta el cual complementa a la Política y en conjunto con otros lineamientos se establecen medidas para prevenir y evitar conflictos de intereses con respecto a las recomendaciones emitidas por los analistas entre las que se encuentran la separación de áreas. La Política Corporativa se puede consultar en el sitio: www.bbva.com / Gobierno Corporativo / Conducta en los Mercados de Valores"