

# ¿ESTACIONALIDAD DETERMINÍSTICA O ESTOCÁSTICA EN LOS COMPONENTES DEL PRODUCTO?

Silvia Rodríguez<sup>1</sup>; Fernando Massa<sup>1</sup>

## RESUMEN

Desde hace unos años se ha prestado especial atención a la caracterización de las propiedades estacionales de las series macroeconómicas, se discute si la mejor representación para la estacionalidad es a través de variables indicatrices o considerarla cambiante a través del tiempo, o incluso si la estacionalidad está gobernada por tendencias estocásticas en las frecuencias estacionales, esto es concibiendo que el polinomio autorregresivo estacional contiene alguna raíz unitaria en las frecuencias estacionales.

La forma más simple de filtrar la estacionalidad es mediante la incorporación de variables indicatrices, las que se suman al modelo de modo de aislar el componente estacional. Esta modalidad implica sostener que la estacionalidad de la serie es de carácter determinístico. Otra forma usual de filtrar la estacionalidad es mediante la diferencia estacional. Este filtro supone la presencia de raíces unitarias en las frecuencias estacionales y en la frecuencia cero, se aplica con el objeto de convertir a la serie filtrada en estacionaria.

En este marco, surgen diferentes tests para contrastar la existencia de raíces unitarias en las frecuencias estacionales, entre ellos se encuentran los propuestos por Canova y Hansen (1995) y Hylleberg, Engle, Granger y Yoo, HEGY (1990).

Estos tests se instrumentan a partir de hipótesis nulas completamente diferentes, en el test propuesto por Canova-Hansen, la hipótesis nula es que la estacionalidad del proceso es de tipo determinística, mientras que en el test de Hylleberg, Engle, Granger y Yoo la hipótesis nula es que el proceso contiene raíces unitarias en las frecuencias estacionales.

El objetivo del trabajo es caracterizar la estacionalidad de la serie de índice de volumen físico del producto bruto interno de Uruguay (IVF PBIU) y sus componentes. Se considera la serie desagregada por industrias. Mediante la aplicación de dos tipos de test, HEGY y Canova-Hansen se pretende obtener una primer caracterización de las propiedades estacionales de estas series .

El análisis empírico se realiza sobre la serie armonizada de índice de volumen físico del producto bruto interno (IVF PBI) de Uruguay con base en el año 2005 y el producto desagregado por industrias elaboradas 1997-2011 publicadas por el Banco Central del Uruguay (BCU) todas ellas de frecuencia trimestral.

En términos generales los resultados de los tests muestran diferencias, excepto en la serie de producto industrial, donde ambos test rechazan la existencia de raíces unitarias en las frecuencias estacionales. En el caso del IVF PBIU agregado ambos tests difieren en los resultados para todas las frecuencias. Estos tests son de carácter complementario, si ambos test llegan al mismo resultado, se puede tener mayor confianza en los resultados, si difieren se requiere de un análisis más profundo y considerar más información para definir la caracterización.

**Palabras clave:** *Estacionalidad estocástica, estacionalidad determinística, integración estacional, test HEGY, test Canova-Hansen*

---

<sup>1</sup>INSTITUTO DE ESTADÍSTICA

# 1. Introducción

El análisis de la estacionalidad ha sido uno de los tópicos de investigación a los que se les ha dedicado atención desde hace unos años, dado que para algunas series económicas, las variaciones estacionales dan cuenta de la mayor parte de la variación de esas series.

En este trabajo consideraremos la definición de estacionalidad de Hylleberg (1992): «*La estacionalidad es el movimiento sistemático, aunque no necesariamente regular, producido en las variables económicas durante el curso del año, debido a que los cambios de la meteorología, las características de los distintos períodos del calendario y el momento de la toma de decisiones, afectan directa o indirectamente a las decisiones de consumo y producción tomadas por los agentes de la economía. Estas decisiones están influenciadas por las dotaciones, las expectativas y preferencias de los agentes y las técnicas de producción disponibles en la economía.*».

Los investigadores han verificado que las variaciones estacionales de algunas variables relevantes pueden estar lejos de ser regulares o estables. Se ha discutido si la mejor representación para la estacionalidad es a través de variables indicatrices, o concebirla como cambiante a través del tiempo, o si la estacionalidad está gobernada por tendencias estocásticas en las frecuencias estacionales, esto es considerando que el polinomio autorregresivo estacional pueda contener alguna raíz unitaria en las frecuencias estacionales.

A partir de esto último, una forma de modelizar la estacionalidad es mediante la incorporación de variables indicatrices las que se suman al modelo de modo de recoger la variabilidad en las medias, esta modalidad implica concebir la estacionalidad de la serie de forma puramente determinística. En el otro extremo, se incorpora en el modelo una diferencia estacional extendida desde que Box y Jenkins la aplicaran en su modelización de la serie de aerolíneas. Este filtro supone la presencia de raíces unitarias en las frecuencias estacionales y en la frecuencia cero. Otra estrategia de modelización parte de la idea que el proceso contiene regularidades de tipo estacional, pero de carácter estacionario.

Se hace necesario recurrir a técnicas o procedimientos estadísticos que permitan discriminar entre estas diferentes formas de estacionalidad. En este marco, surgen diferentes tests para contrastar si el proceso se caracteriza de forma adecuada mediante una estacionalidad determinística, si contiene raíces unitarias en las frecuencias estacionales o si la estacionalidad es de tipo estacionario, entre ellos se encuentran los propuestos por Canova & Hansen (1995) (C-H) y Hylleberg, Engle, Granger & Yoo (1990) (HEGY).

El objetivo del trabajo es caracterizar la estacionalidad del producto bruto interno de Uruguay (IVF PBIU) y su desagregación por industrias. Esta caracterización se realiza aplicando dos tipos de test complementarios HEGY y C-H .

El documento y este resumen ejecutivo, se ordena de la siguiente forma: en la sección 2 se incluye una breve revisión de antecedentes, en la sección 3 se explicita la metodología utilizada para el trabajo, la sección 4 está destinada a describir los principales resultados. En la sección 5 se exponen una síntesis de los principales hallazgos del trabajo y finalmente, se presenta un Anexo estadístico.

## 2. Antecedentes

En cierto momento del tiempo los analistas e investigadores en economía aplicada tomaron conciencia que muchas de las series macroeconómicas usualmente consideradas como de interés contenían un componente estacional relevante, lo suficiente como para explicar la mayor parte de la variabilidad de la serie. Desde ese entonces, la preocupación por mejorar la categorización de la estacionalidad cobró mayor interés. Tanto desde el punto de vista estadístico-econométrico como desde el punto de vista exclusivamente aplicado surgieron artículos, libros en los que se discutía esta temática.

En Hylleberg et al. (1990) se presenta un test para series que tienen raíces de módulo uno en las frecuencias estacionales, en él se presentan los valores críticos para datos con frecuencia trimestral. En Beaulieu & Miron (1993) se extiende la metodología propuesta en Hylleberg et al. (1990) pero para datos mensuales. Beaulieu insta a que antes de realizar la transformación diferencia estacional es necesario verificar la existencia de raíces unitarias en todas las frecuencias estacionales.

En desarrollo del tratamiento de la estacionalidad, el uso extendido de procedimientos basados en modelos, el surgimiento de los modelos periódicos y la extensión de los conceptos de integración y cointegración en las frecuencias estacionales, así como el desarrollo de teoría económica para la estacionalidad dio lugar a que en Hylleberg (1992) se discuten las consecuencias para los productores oficiales de datos del desarrollo del tratamiento de la estacionalidad. El artículo presta especial atención al análisis empírico y clasificación de series macroeconómicas.

En Hylleberg, Jorgensen & Sorensen (1993) se analizan series macroeconómicas de un amplio conjunto de países, detallando para qué frecuencias estacionales se puede verificar la existencia de raíces unitarias. Concluyendo que un patrón estacional cambiante es un fenómeno bastante común.

El test HEGY plantea como hipótesis nula la existencia de una raíz unitaria en la frecuencia que se analiza, tanto regular como estacional. En Canova & Hansen (1995) se propone otro tipo de test. En dicho artículo se presentan tanto las distribuciones asintóticas como los valores críticos del estadístico. El mecanismo del test parte de la hipótesis nula de estacionalidad estable y una hipótesis alternativa de existencia de una raíz unitaria en la/s frecuencia/s analizada/s. En él se aplica el contraste para ciertas series macroeconómicas y concluye que en buena parte de las series analizadas muestran un comportamiento estacional muy estable.

En Hylleberg (1995) se comparan y evalúan las propiedades en muestras chicas de los tests HEGY y C-H. Se concluye que ambos tests son complementarios uno del otro.

En Franses & Hobijn (1997) se proporcionan valores críticos para el test HEGY para datos de frecuencia bimensual, semestral, además de los trimestrales y mensuales para muestras chicas. Además los autores extienden la especificación del test incluyendo un quiebre en las medias estacionales.

En Díaz Empananza & López de Lacalle (2004) se realiza un análisis de la estacionalidad de algunas series macroeconómicas españolas apoyado fundamentalmente en los tests HEGY y C-H para clasificar la estacionalidad de las series en determinísticas o estocásticas. Los autores presentan con gran detalle los resultados obtenidos para los casos analizados pero incluyen una discusión importante sobre el vínculo entre estos test y proponen una secuencia para la

aplicación de los mismos.

### 3. Metodología

En esta sección se presenta un breve desarrollo de los contrastes utilizados para caracterizar la estacionalidad de las series.

#### 3.1. Test de Canova-Hansen

Este test puede ser visto tanto como un contraste de raíces unitarias como una forma de contrastar la inestabilidad en el patrón estacional. Esta prueba propone una regresión sobre indicatrices estacionales y otros componentes determinísticos. La hipótesis nula es que la estacionalidad es de carácter determinístico, mientras que la hipótesis alternativa es la no estacionariedad. Este test se puede considerar una generalización para las frecuencias estacionales del test propuesto por Kwiatkowski, Phillips, Schmidt & Shin (1992) para la frecuencia cero. Consideran los residuos de una regresión donde el regresando es la variable en niveles o su primera diferencia si la serie es integrada de orden uno (tiene una raíz unitaria en la frecuencia cero) y los regresores son componentes determinísticos en el modelo que se especifica bajo la hipótesis nula. En este caso los niveles para cada estación representan el componente determinístico de la estacionalidad y se supone permanecen constantes para toda la muestra.

La regresión considerada por Canova y Hansen es la siguiente:

$$y_t = \mu + x_t' \beta + f_t' \gamma + \varepsilon_t$$

Donde  $y_t$  es la serie a la que se le aplica el contraste y  $t=1 \dots T$  es el número de observaciones,  $\mu$  es una constante,  $x_t$  contiene regresores no estocásticos y  $f_t$  es un proceso estacional (determinístico) de media cero.

De acuerdo a C-H una forma razonable de modelizar la estacionalidad evolutiva es considerar que los coeficientes  $\gamma$  varíen a través de tiempo como por ejemplo un camino aleatorio.

$$\gamma_t = \gamma_{t-1} + \mu_t$$

Cuando la matriz de varianzas y covarianzas de  $\mu_t$  sea idéntica a cero, la estacionalidad es de tipo determinística. La hipótesis nula surge a partir de una generalización de las líneas anteriores, por tanto la no significación del parámetro estimado implica que no se rechaza la hipótesis nula y por tanto se clasifica a la estacionalidad como determinística.

Se contrasta la existencia de raíces unitarias en las frecuencias semianuales y anuales.

En su artículo original, los autores ofrecen dos alternativas para el proceso  $f_t$ , indicatrices estacionales y funciones trigonométricas. En esta aplicación se optó por la segunda alternativa debido a que permite poner a prueba cada frecuencia por separado.

Una vez establecido el modelo de partida, el mismo es estimado utilizando mínimos cuadrados ordinarios. A partir de los residuos correspondientes a cada estación (y sus sumas parciales) se construye el siguiente estadístico de prueba:

$$L = \frac{\sum_{t=1}^T \hat{F}_t' A (A' \hat{\Omega} A)^{-1} A' \hat{F}_t}{T^2}$$

Este estadístico es comparado con valores críticos (asintóticos) correspondientes a la distribución de Von Mises.

## 3.2. Test HEGY

En esta prueba se especifica un modelo autorregresivo para la serie  $x_t$ ,

$$\varphi(L)x_t = \varepsilon_t$$

Donde  $\varphi(L)$  es un polinomio en el operador de rezagos “L”, donde cada una de sus raíces corresponde a fluctuaciones en cada una de las frecuencias estacionales y  $\varepsilon_t$  es un proceso incorrelacionado en el tiempo. El objetivo de la prueba es conocer si las raíces del polinomio  $\varphi(L)$  tienen módulo unitario o no. En el caso de series trimestrales, los estadísticos de prueba se construyen a partir de la siguiente regresión auxiliar.

$$\varphi(L)^*y_{4t} = \pi_1y_{1,t-1} + \pi_2y_{2,t-1} + \pi_3y_{3,t-2} + \pi_4y_{3,t-1} + \varepsilon_t$$

Donde cada una de las variables  $y_{k,t}$  solo contiene cada una de las frecuencias estacionales aislada del efecto de las demás. Esta regresión se estima a través de mínimos cuadrados ordinarios posiblemente incluyendo rezagos adicionales de  $y_{4t}$  de modo de blanquear los errores. La prueba se establece a partir de los estadísticos  $t$  y  $F$ , comparándolos con valores críticos aproximados a partir de simulación de Monte Carlo. Para las frecuencias 0 y  $\pi$  se utilizan los estadísticos  $t$ , mientras que la frecuencia  $\frac{\pi}{2}$  se pone a prueba a utilizando un estadístico  $F$ . De esta manera, la hipótesis nula corresponde a la existencia de raíces unitarias en las frecuencias estacionales y en la frecuencia cero, mientras la alternativa implica la existencia de estacionalidad estacionaria.

## 4. Evidencia empírica

### 4.1. Características de las series

El análisis empírico se realiza sobre los componentes del índice de volumen físico del producto bruto interno (IVF PBI) de Uruguay por industrias con base en el año 2005 elaboradas por el Banco Central del Uruguay (BCU) todas ellas de frecuencia trimestral. El BCU en el 2009 publicó la revisión integral del sistema de cuentas nacionales. Dicha revisión comprende la actualización de las estimaciones y se introducen nuevas fuentes de información, se amplía la cobertura y se adopta el Sistema de Cuentas Nacionales 1993.

En esta subsección se representarán las series de forma gráfica como parte del análisis exploratorio.

El gráfico de la serie original no siempre permite obtener con claridad una primer aproximación a la estructura de la serie, por ello, en las figuras 1, 2 y 3, mediante los gráficos de Buys Ballot se representa la evolución de cada trimestre a lo largo de los años de la muestra. Estos gráficos pretenden dar una idea preliminar acerca de la estructura y regularidad del patrón estacional de los sectores analizados. Permite observar el comportamiento de la serie en cada trimestre, en qué trimestres se dan los valores más altos o más bajos y si este comportamiento se mantiene a lo largo de la muestra. Cuando los trimestres evolucionan en forma paralela a través de los años se puede pensar en un patrón estacional determinístico, regular y no cambiante a través del tiempo.

En tres de los cuatro paneles de la figura 1 la evolución por trimestre en general no se cruza, a modo de ejemplo en el sector Agropecuario, el cuarto trimestre está sistemáticamente por encima del resto, nunca se cruzan. Pero en la evolución de Sector de Suministro de energía, gas y agua los trimestres se cruzan en ocasiones.

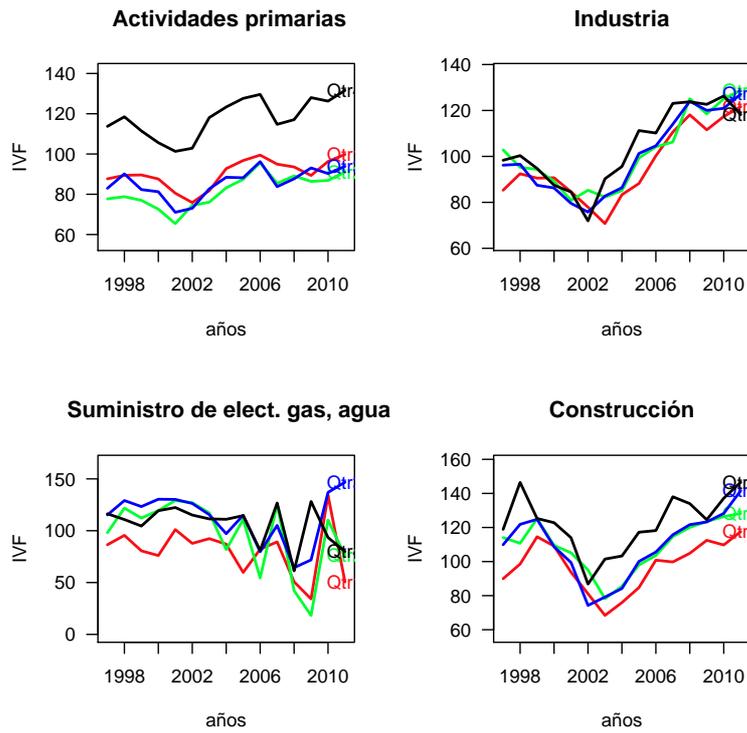


Figura 1: Evolución de cuatro sectores por trimestre

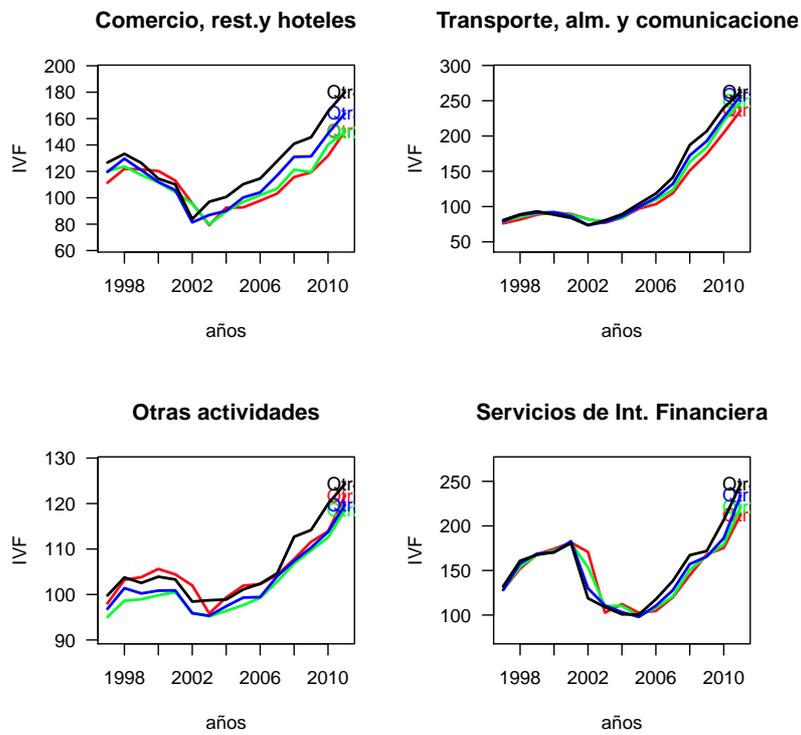


Figura 2: Evolución de cuatro sectores por trimestre

Dado el período en el que los trimestres se cruzan en el gráfico podríamos suponer que existen eventos, como por ejemplo la crisis económica de 2002 que puede llegar a generar estas alteraciones en las regularidades de carácter estacional. En la figura 2 se pueden apreciar estos cambios en el período cercano al año 2002. Estos elementos recogidos en esta etapa del análisis exploratorio se consideran a la hora de realizar los contrastes.

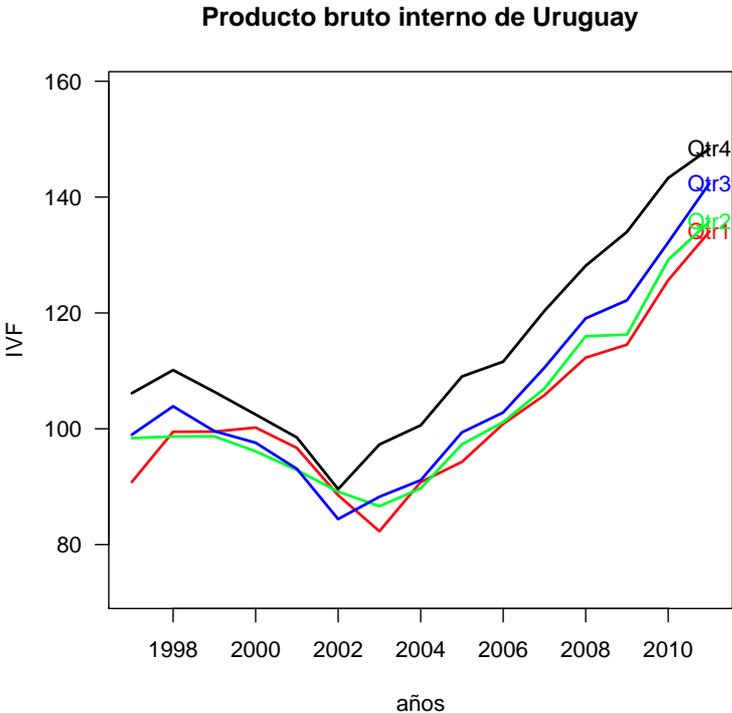


Figura 3: Evolución del IVF del PBI de Uruguay por trimestre

También en el IVF del PBI agregado se puede apreciar cómo entre 2001-2002 el orden de los trimestres en la figura se altera transitoriamente.

## 4.2. Resultados

La aplicación de estos tests permite obtener mayor detalle en cuanto a la estabilidad del componente estacional en cada una de las frecuencias estacionales, esto es, la existencia de raíces de módulo uno, que en este caso con datos trimestrales implica: en la frecuencia  $\pi$ , raíz  $-1$  que equivale a un período de dos trimestres (dos ciclos por año) y en la frecuencia  $\pi/2$ , raíz  $\pm i$  que equivale a un período de cuatro trimestres (un ciclo por año). Además de contrastar la significación conjunta de las raíces.

En cuanto a la especificación de cada prueba, de acuerdo a lo recomendado en Canova & Hansen (1995), no se incluyeron rezagos de la variable dependiente en la regresión del test C-H. Mientras que en los cuadros donde se reportan los resultados del test HEGY, la especificación del test incluye solamente una constante, además de los rezagos necesarios para obtener residuos incorrelacionados. Sin embargo, cabe añadir que el test considerando la especificación sin constante también fué realizado y los resultados no se modifican (ver Anexo estadístico).

En los cuadros 3 y 2 se resumen los hallazgos de ambas pruebas.

| Frecuencia<br>Raíz              | 0<br>1 | $\pi/2$<br>$\pm i$ | $\pi$<br>$-1$ | $\pi \cap \pi/2$<br>$\pm i \cap -1$ | Comentarios                         |
|---------------------------------|--------|--------------------|---------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| <b>Agro</b>                     | -2.12  | 0.24               | -1.90         | 0.17                                | R.U. en todas las frecuencias       |
| <b>Industria</b>                | -0.10  | 20.53*             | -2.40*        | 20.12*                              | Solo R.U. regular                   |
| <b>Electricidad, gas y agua</b> | -2.60  | 2.32               | -2.14*        | 2.99                                | R.U. en las frecuencias 0 y $\pi/2$ |
| <b>Construcción</b>             | -0.82  | 1.21               | -1.05         | 1.18                                | R.U. en todas las frecuencias       |
| <b>Transporte</b>               | -0.32  | 4.57*              | -1.45         | 3.56*                               | R.U. en las frecuencias 0 y $\pi$   |
| <b>Comercio, rest y hoteles</b> | -0.75  | 0.22               | -0.12         | 0.15                                | R.U. en todas las frecuencias       |
| <b>Otras Actividades</b>        | 1.42   | 0.38               | -2.12*        | 1.17                                | R.U. en las frecuencias 0 y $\pi/2$ |
| <b>Serv. financieros</b>        | -0.16  | 7.28*              | -3.19*        | 8.84*                               | R.U. regular                        |
| <b>PBI total</b>                | -0.74  | 0.62               | -0.65         | 0.54                                | R.U. en todas las frecuencias       |

\* Significativo al 5 %

Cuadro 1: Resultados del test de HEGY

Los resultados en los que haremos énfasis refieren a la caracterización como estable o cambiante de la estacionalidad, en todos los casos se encontró una raíz unitaria regular, esto es una

| Frecuencia<br>Raíz              | 0<br>1 | $\pi/2$<br>$\pm i$ | $\pi$<br>$-1$ | $\pi \cap \pi/2$<br>$\pm i \cap -1$ | Comentarios                            |
|---------------------------------|--------|--------------------|---------------|-------------------------------------|--|
| <b>Agro</b>                     | -      | 0.23               | 0.88*         | 1.05*                               | R.U. en la frecuencia $\pi/2$          |
| <b>Industria</b>                | -      | 0.43               | 0.12          | 0.62                                | Estacionalidad determinística          |
| <b>Electricidad, gas y agua</b> | -      | 0.59               | 0.42          | 0.84                                | Estacionalidad determinística          |
| <b>Construcción</b>             | -      | 0.35               | 0.26          | 0.55                                | Estacionalidad determinística          |
| <b>Transporte</b>               | -      | 0.74*              | 0.70*         | 0.97                                | R.U. en ambas frecuencias estacionales |
| <b>Comercio, rest y hoteles</b> | -      | 1.05*              | 0.44          | 1.42*                               | R.U. en la frecuencia $\pi$            |
| <b>Otras Actividades</b>        | -      | 0.26               | 0.48*         | 1.01*                               | R.U. en la frecuencia $\pi$            |
| <b>Serv. financieros</b>        | -      | 0.83*              | 0.48*         | 1.06*                               | R.U. en ambas frecuencias estacionales |
| <b>PBI total</b>                | -      | 0.65               | 0.19          | 0.91                                | Estacionalidad determinística          |

\* Significativo al 5 %

Cuadro 2: Resultados del test de Canova-Hansen

tendencia estocástica en los datos. Esta raíz unitaria en la frecuencia cero se contrasta en el test HEGY, el test C-H se aplica sobre la serie diferenciada.

De acuerdo al test HEGY el IVF del PBI de Uruguay contiene raíces unitarias en todas las frecuencias, en cambio el test C-H encuentra la estacionalidad como muy estable.

De acuerdo al análisis exploratorio previo, se puede considerar como factible que la estacionalidad del PBI muestre cierta estabilidad, pero el comportamiento del primer trimestre cambia para un período de la muestra, a partir del 2004 este primer trimestre se ubica nuevamente como el trimestre de menor producción respecto al resto (ver figura 3). Se consideró como una hipótesis la posibilidad que la crisis económica pudiera generar algún efecto transitorio en la serie y se realizaron los tests incluyendo ese cambio transitorio y los resultados en cuanto a la caracterización de la estacionalidad no se modificó.

En Díaz Empanza & López de Lacalle (2004) se puntualizan algunas observaciones interesantes, por un lado, tanto para el test HEGY como para el C-H no se conocen las distribuciones de los estadísticos de significatividad sobre los componentes determinísticos, a diferencia por ejemplo, del test Dickey-Fuller. Adicionalmente en Hylleberg (1995) se concluye que ambos test son complementarios, entonces podemos preguntarnos ¿cuál es la secuencia idónea para aplicar ambos contrastes? En Díaz Empanza & López de Lacalle (2004) concluyen que no es posible con la información disponible determinar cuál es la secuencia idónea. Si comenzamos con el test C-H y no se rechaza la hipótesis nula y luego se realiza el test HEGY y tampoco se rechaza la hipótesis nula, como en el caso del IVF del PBI de Uruguay y el sector Construcción, se concluye que este procedimiento no permite concluir acerca de las características estacionales de la serie.

Igual situación se da con el IVF de Servicios financieros, el test C-H encuentra que la estacionalidad es cambiante y el HEGY rechaza la hipótesis de raíz unitaria en las frecuencias estacionales, no en la frecuencia cero. En el sector Electricidad, gas y agua, no coinciden los resultados, ni en Otras actividades, ambos test encuentran alguna raíz unitaria pero no coinciden en las frecuencias, por tanto no es posible extraer una conclusión al respecto.

Hay coincidencia en las conclusiones en lo que tiene que ver con la industria, ambos test encuentran una estacionalidad estable. Los resultados para el IVF del sector Agropecuario son coincidentes en lo referente a la frecuencia  $\pi/2$ . También en el caso de los sectores Transporte, Comercio y Restaurantes y hoteles, ambos tests coinciden en clasificar como estacionalidad cambiante las regularidades correspondientes a la frecuencia  $\pi$ .

Por tanto, en base a los resultados obtenidos, en algunos casos no es posible obtener información de la aplicación de los tests para realizar una clasificación, como con el IVF del PBI para todas las frecuencias, el sector Construcción para todas las frecuencias y Otras actividades y Servicios financieros en algunas frecuencias.

Es posible ser concluyente en el caso de la industria, donde la estacionalidad sería de tipo estable. En el sector Electricidad, gas y agua en la frecuencia  $\pi$  la estacionalidad sería estable, no es posible concluir en el caso de la frecuencia  $\pi/2$ .

## 5. Síntesis de los resultados

1. La aplicación de estos dos contrastes, con hipótesis nulas y alternativas complementarias no nos permite siempre concluir si la serie presenta estacionalidad determinística ó con raíces estacionales en algunas (todas) frecuencias ó si es una estacionalidad de tipo estacionaria. En caso en que ambos test arriben a igual resultado, se puede tener mayor certeza a la hora de caracterizar la estabilidad de la estacionalidad, en caso contrario podremos decir que con estas herramientas utilizadas no se obtiene información suficiente para sustentar una caracterización.
2. El procedimiento aplicado no permite concluir acerca de las características estacionales de la serie IVF del PBI de Uruguay y del sector IVF del Sector Construcción.
3. Igual situación se da con el IVF de Servicios financieros donde el test C-H encuentra que la estacionalidad es cambiante mientras que el HEGY rechaza la hipótesis de raíz unitaria en las frecuencias estacionales.
4. En el sector Electricidad, gas y agua, ambos test coinciden en que en la frecuencia  $\pi$  la estacionalidad sería estable pero no es posible concluir en el caso de la frecuencia  $\pi/2$
5. No es posible realizar la clasificación en el caso de Otras actividades pues ambos test encuentran alguna raíz unitaria pero no coinciden en las frecuencias.
6. Hay coincidencia en los resultados para el sector Industria ya qe ambos test encuentran una estacionalidad estable.
7. Los resultados para el IVF del agro son coincidentes en cuanto a la existencia de uan raíz unitari en la frecuencia  $\pi/2$ .
8. En el IVF de los sectores Transporte, Comercio y Restaurantes y hoteles, ambos tests coinciden en clasificar como cambiante a la estacionalidad correspondiente a la frecuencia  $\pi$ .

## 6. Bibliografía

- Beaulieu, J. & Miron, J. A. (1993), 'Seasonal unit roots in aggregate u.s. data', *Journal of Econometrics* **55**, 305–328.
- Canova, F. & Hansen, B. (1995), 'Are seasonal patterns constant over time? a test for seasonal stability', *Journal of business & economic statistics* **13**, 237–252.
- Díaz Empananza, I. & López de Lacalle, J. (2004), Estacionalidad determinística y estocástica en series temporales macroeconómicas, Technical Report Documento de Trabajo BILTO-KI D.T. 2004.02, Universidad del País Vasco. Facultad de Ciencias Económicas, Bilbao.
- Franses, P. & Hobijn, B. (1997), 'Critical values for tests in seasonal time series', *Journal of applied statistics* **24**, 25–47.
- Hylleberg, S. (1992), *Modelling seasonal variation*, Oxford University Press, pp. 153–178.
- Hylleberg, S. (1995), 'Tests for seasonal unit roots. general to specific or specific to general?', *Journal of econometrics* **69**, 5–25.
- Hylleberg, S., Engle, R., Granger, C. & Yoo, B. (1990), 'Seasonal integration and cointegration', *Journal of econometrics* **44**, 215–238.
- Hylleberg, S., Jorgensen, C. & Sorensen, N. (1993), 'Seasonality in macroeconomic time series', *Empirical economics* **18**, 321–335.
- Kwiatkowski, D., Phillips, P., Schmidt, P. & Shin, Y. (1992), 'Testing the null hypothesis of stationarity against the alternative of a unit root. how sure are we that economic time series have a unit root?', *Journal of Econometrics* **44**.

## 7. Anexo estadístico

### 7.1. Resultados del test Hegy

#### 7.1.1. Especificación: con constante

##### AGRO

HEGY test

-----

Null hypothesis: Unit root.

Alternative hypothesis: Stationarity.

|         | Stat.  | p-value |
|---------|--------|---------|
| tpi_1   | -2.127 | 0.1     |
| tpi_2   | 0.193  | 0.1     |
| Fpi_3:4 | 0.237  | 0.1     |
| Fpi_2:4 | 0.172  | NA      |

Lag orders: 1 5 - Number of available observations: 51

##### INDUSTRIA

HEGY test

-----

Null hypothesis: Unit root.

Alternative hypothesis: Stationarity.

|         | Stat.  | p-value |
|---------|--------|---------|
| tpi_1   | -0.102 | 0.10    |
| tpi_2   | -2.398 | 0.02    |
| Fpi_3:4 | 20.531 | 0.01    |
| Fpi_2:4 | 20.120 | NA      |

Lag orders: - Number of available observations: 56

##### ELECTRICIDAD, GAS Y AGUA

HEGY test

-----

Null hypothesis: Unit root.

Alternative hypothesis: Stationarity.

|         | Stat.  | p-value |
|---------|--------|---------|
| tpi_1   | -2.607 | 0.100   |
| tpi_2   | -2.140 | 0.035   |
| Fpi_3:4 | 2.372  | 0.097   |
| Fpi_2:4 | 2.999  | NA      |

Lag orders: 1 5 - Number of available observations: 51

## CONSTRUCCIÓN

HEGY test

-----

Null hypothesis: Unit root.

Alternative hypothesis: Stationarity.

|         | Stat.  | p-value |
|---------|--------|---------|
| tpi_1   | -0.819 | 0.1     |
| tpi_2   | -1.047 | 0.1     |
| Fpi_3:4 | 1.213  | 0.1     |
| Fpi_2:4 | 1.189  | NA      |

Lag orders: 1 2 4 - Number of available observations: 52

## TRANSPORTE

HEGY test

-----

Null hypothesis: Unit root.

Alternative hypothesis: Stationarity.

|         | Stat.  | p-value |
|---------|--------|---------|
| tpi_1   | -0.318 | 0.100   |
| tpi_2   | -1.453 | 0.100   |
| Fpi_3:4 | 4.573  | 0.013   |
| Fpi_2:4 | 3.560  | NA      |

Lag orders: 1 5 - Number of available observations: 51

## COMERCIO

HEGY test

-----

Null hypothesis: Unit root.

Alternative hypothesis: Stationarity.

|         | Stat.  | p-value |
|---------|--------|---------|
| tpi_1   | -0.754 | 0.1     |
| tpi_2   | -0.122 | 0.1     |
| Fpi_3:4 | 0.218  | 0.1     |
| Fpi_2:4 | 0.151  | NA      |

Lag orders: 1 4 5 - Number of available observations: 51

## OTRAS ACTIVIDADES

HEGY test

-----

Null hypothesis: Unit root.

Alternative hypothesis: Stationarity.

|         | Stat.  | p-value |
|---------|--------|---------|
| tpi_1   | 1.424  | 0.100   |
| tpi_2   | -2.120 | 0.036   |
| Fpi_3:4 | 0.387  | 0.100   |

Fpi\_2:4 1.758 NA  
 Lag orders: 1 2 4 - Number of available observations: 52

### SERVICIOS FINANCIEROS

HEGY test

-----

Null hypothesis: Unit root.

Alternative hypothesis: Stationarity.

|         | Stat.  | p-value |
|---------|--------|---------|
| tpi_1   | -0.157 | 0.10    |
| tpi_2   | -3.193 | 0.01    |
| Fpi_3:4 | 7.282  | 0.01    |
| Fpi_2:4 | 8.843  | NA      |

Lag orders: 1 3 - Number of available observations: 53

### PBI TOTAL URUGUAY

HEGY test

-----

Null hypothesis: Unit root.

Alternative hypothesis: Stationarity.

|         | Stat.  | p-value |
|---------|--------|---------|
| tpi_1   | -0.745 | 0.1     |
| tpi_2   | -0.650 | 0.1     |
| Fpi_3:4 | 0.617  | 0.1     |
| Fpi_2:4 | 0.539  | NA      |

Lag orders: 1 5 - Number of available observations: 51

#### 7.1.2. Especificación: sin constante

| Frecuencia<br>Raíz              | 0<br>1 | $\pi/2$<br>$\pm i$ | $\pi$<br>-1 | $\pi \cap \pi/2$<br>$\pm i \cap -1$ | Comentarios                         |
|---------------------------------|--------|--------------------|-------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| <b>Agro</b>                     | 0.18   | 0.35               | 0.08        | 0.23                                | R.U. en todas las frecuencias       |
| <b>Industria</b>                | 1.06   | 21.06*             | -2.42*      | 20.63*                              | Solo R.U. regular                   |
| <b>Electricidad, gas y agua</b> | -0.61  | 3.20               | -2.65*      | 4.54                                | R.U. en las frecuencias 0 y $\pi/2$ |
| <b>Construcción</b>             | 0.06   | 1.22               | -1.05       | 1.19                                | R.U. en todas las frecuencias       |
| <b>Transporte</b>               | 0.79   | 4.80*              | -1.54       | 3.83*                               | R.U. en las frecuencias 0 y $\pi$   |
| <b>Comercio, rest y hoteles</b> | 0.58   | 0.24               | -0.16       | 0.17                                | R.U. en todas las frecuencias       |
| <b>Otras Actividades</b>        | 1.33   | 0.33               | -2.29*      | 1.99                                | R.U. en las frecuencias 0 y $\pi/2$ |
| <b>Serv. financieros</b>        | 0.77   | 7.39*              | 3.24*       | 9.02*                               | R.U. regular                        |
| <b>PBI total</b>                | 0.71   | 0.73               | -0.69       | 0.63                                | R.U. en todas las frecuencias       |

\* Significativo al 5%

Cuadro 3: Resultados del test de HEGY

## 7.2. Resultados del test Canova-Hansen

### 7.2.1. Especificación: sin rezago de la variable dependiente

#### AGRO

---

Contraste Canova Hansen

---

| frec    | L    | 10%  | 5%   | 2.5% | 1%   |
|---------|------|------|------|------|------|
| pi/2    | 0.24 | 0.61 | 0.75 | 0.89 | 1.07 |
| pi      | 0.88 | 0.35 | 0.47 | 0.59 | 0.75 |
| pi/2 pi | 1.05 | 0.85 | 1.01 | 1.16 | 1.35 |

#### INDUSTRIA

---

Contraste Canova Hansen

---

| frec    | L    | 10%  | 5%   | 2.5% | 1%   |
|---------|------|------|------|------|------|
| pi/2    | 0.43 | 0.61 | 0.75 | 0.89 | 1.07 |
| pi      | 0.12 | 0.35 | 0.47 | 0.59 | 0.75 |
| pi/2 pi | 0.62 | 0.85 | 1.01 | 1.16 | 1.35 |

#### ELECTRICIDAD, GAS Y AGUA

---

Contraste Canova Hansen

---

| frec    | L    | 10%  | 5%   | 2.5% | 1%   |
|---------|------|------|------|------|------|
| pi/2    | 0.59 | 0.61 | 0.75 | 0.89 | 1.07 |
| pi      | 0.42 | 0.35 | 0.47 | 0.59 | 0.75 |
| pi/2 pi | 0.84 | 0.85 | 1.01 | 1.16 | 1.35 |

#### CONSTRUCCIÓN

---

Contraste Canova Hansen

---

| frec    | L    | 10%  | 5%   | 2.5% | 1%   |
|---------|------|------|------|------|------|
| pi/2    | 0.35 | 0.61 | 0.75 | 0.89 | 1.07 |
| pi      | 0.26 | 0.35 | 0.47 | 0.59 | 0.75 |
| pi/2 pi | 0.55 | 0.85 | 1.01 | 1.16 | 1.35 |

#### TRANSPORTE

---

Contraste Canova Hansen

---

| frec    | L    | 10%  | 5%   | 2.5% | 1%   |
|---------|------|------|------|------|------|
| pi/2    | 0.74 | 0.61 | 0.75 | 0.89 | 1.07 |
| pi      | 0.70 | 0.35 | 0.47 | 0.59 | 0.75 |
| pi/2 pi | 0.97 | 0.85 | 1.01 | 1.16 | 1.35 |

## COMERCIO, RESTAURANTES Y HOTELES

---

### Contraste Canova Hansen

---

| frec    | L    | 10%  | 5%   | 2.5% | 1%   |
|---------|------|------|------|------|------|
| pi/2    | 1.05 | 0.61 | 0.75 | 0.89 | 1.07 |
| pi      | 0.44 | 0.35 | 0.47 | 0.59 | 0.75 |
| pi/2 pi | 1.42 | 0.85 | 1.01 | 1.16 | 1.35 |

## OTRAS ACTIVIDADES

---

### Contraste Canova Hansen

---

| frec    | L    | 10%  | 5%   | 2.5% | 1%   |
|---------|------|------|------|------|------|
| pi/2    | 0.26 | 0.61 | 0.75 | 0.89 | 1.07 |
| pi      | 0.48 | 0.35 | 0.47 | 0.59 | 0.75 |
| pi/2 pi | 1.01 | 0.85 | 1.01 | 1.16 | 1.35 |

## SERVICIOS FINANCIEROS

---

### Contraste Canova Hansen

---

| frec    | L    | 10%  | 5%   | 2.5% | 1%   |
|---------|------|------|------|------|------|
| pi/2    | 0.83 | 0.61 | 0.75 | 0.89 | 1.07 |
| pi      | 0.48 | 0.35 | 0.47 | 0.59 | 0.75 |
| pi/2 pi | 1.06 | 0.85 | 1.01 | 1.16 | 1.35 |

## PBI TOTAL

---

### Contraste Canova Hansen

---

| frec    | L    | 10%  | 5%   | 2.5% | 1%   |
|---------|------|------|------|------|------|
| pi/2    | 0.65 | 0.61 | 0.75 | 0.89 | 1.07 |
| pi      | 0.19 | 0.35 | 0.47 | 0.59 | 0.75 |
| pi/2 pi | 0.92 | 0.85 | 1.01 | 1.16 | 1.35 |