

V REUNIÓN DE ECONOMÍA MUNDIAL. SEVILLA 2003

Predicciones de las tasas de crecimiento relativas de los productos interiores brutos reales de un conjunto de países de la Comunidad Europea. Aplicación de los modelos lineales bayesianos.

Jesús Basulto Santos 954557539 basulto@us.es
Fco. Javier Ortega Irizo 954556970 fjortega@us.es
Departamento de Economía Aplicada I. Universidad de Sevilla.
Avda. Ramón y Cajal, 1
41018 - Sevilla

Resumen:

Los datos, tomados de la “University of Groningen and the conference Board, GGDC Total Economy Database, 2000, <http://www.eco.rug.nl/ggdc>”, comprenden 13 países de la Comunidad Europea y el período de 1950 a 2002. Los datos son los productos interiores brutos en volumen, tanto espacial como temporal, con 1999 como el año base, y per-cápita; estos datos provienen del trabajo de la OCDE sobre “Purchasing Power Parities and Real Expenditures 1999 Benchmark year”. Hemos incluido también el PIB real y per-cápita conjunto para los 13 países estudiados, que hemos podido calcular a partir de agregar todos los PIBs y dividir por la población total, siempre para cada año.

A partir de los datos de PIB, en volumen y per-cápita, hemos calculado las tasas de variación interanuales para el período 1951 a 2002. Estas tasa de crecimiento relativas las hemos expresado en porcentajes. Para los PIB per-cápita del conjunto de países considerados, también hemos calculado sus tasas de crecimiento relativas.

Con las tasas de crecimiento hemos ensayado varios modelos que van desde el más simple a otros más complicados. La evaluación de cada uno de los modelos considerados ha consistido en dividir el intervalo de los años en dos partes, una se ha utilizado para ajustar el modelo y la otra para comprobar la bondad de las predicciones. Tales predicciones son de un “salto”, es decir, con un horizonte de un año. Los modelos simples se han tomado como origen para comparar las bondades de los modelos más complicados.

En la construcción de los modelos hemos ensayado la idea de que, por ejemplo, si queremos hacer predicciones sobre las tasas de crecimiento de Austria, es útil, además de usar las predicciones calculadas de las tasas de crecimiento de Austria, también usar la media de las predicciones del conjunto de países considerados. La justificación de combinar la predicción de un país con la media de las predicciones de todos los países se ha sustentado en la estimación bayesiana usando una función de pérdida específica.

1. Introducción.

Es conocido que las economías nacionales, en sus grandes agregados de estadísticas económicas, presentan estructuras muy parecidas. Esto último es más fuerte en conjuntos de países con economías interdependientes. Investigar el comportamiento común, por ejemplo, de las tasas de crecimiento de sus producciones finales, puede ser utilizado para mejorar las predicciones de cada uno de los países del conjunto estudiado.

Trabajos que han estudiado este tipo de mejoras en las predicciones son los de García-Ferrer, Highfield, Palm y Zellner (1987) y de Zellner y Hong (1989) entre otros. En este trabajo, estudiamos estas mejoras de la predicción en los crecimientos reales de una muestra de países europeos en el período de 1951 a 2002.

Nuestra aproximación al problema de mejorar las predicciones de agregados estadísticos, a nivel internacional, comienza por examinar las propiedades de estos agregados estadísticos para cada país y a lo largo del tiempo, para llegar a elaborar sencillos modelos de predicciones y, finalmente, evaluar la calidad de las predicciones que generan. Estos simples modelos sirven como origen de comparación para evaluar otros modelos más elaborados.

A partir de aquí, nuestro trabajo lo hemos estructurado en las siguientes secciones. En la sección 2, presentamos los datos de las tasas de crecimiento reales del PIB para cada uno de los 13 países europeos considerados; en la sección 3, se describen los modelos y procesos de predicción que utilizamos; en la 4ª, presentamos y analizamos los resultados obtenidos con cada uno de los modelos, para finalizar con un apartado de conclusiones y cuestiones abiertas.

2. Datos utilizados.

La base de datos que utilizamos en nuestro trabajo contiene los productos interiores brutos (PIB) en volumen y por habitante para el período de 1950-2002 y 13 países Europeos, que son Austria, Bélgica, Dinamarca, Finlandia, Francia, Grecia, Irlanda, Italia, Holanda, Portugal, España, Suecia y Reino Unido. El año base es 1999 y las paridades han sido estimadas a partir del trabajo “Purchasing Power Parities and Real Expenditures 1999 Benchmark year, 2002” de la OCDE. Los trece países y sus paridades de 1999 se recogen en el apéndice 2 de nuestro trabajo. Los datos de producción están medidos en miles de dólares americanos del año 1999, al haber tomado a Estados Unidos como el país origen de comparación.

Hemos de destacar la importancia de la ausencia de datos de Alemania, motor de la economía europea, debido a que en el período que hemos considerado tuvo lugar la unificación de las antiguas Alemania Oriental y Occidental, lo que conllevaría el problema de cómo agregar y hacer comparables las tasas anteriores y posteriores a la unificación.

Los datos son comparables en el tiempo y en el espacio, lo que permite agregar los productos interiores brutos de los 13 países y así construir un producto total para cada período. Estos productos totales los hemos expresado en productos por habitante a partir de los totales de habitantes de los 13 países.

La base de datos ha sido tomada de la University of Groningen and the Conference Board, GGDC Total Economy Database, 2003, <http://www.eco.rug.nl/ggdc>.

Las paridades estimadas por la OCDE, 1999, han sido elaboradas por el método EKS (Eltető and Köves (1964), Szulc (1964)) aplicado en las sucesivas agregaciones.

A partir de los productos interiores brutos, en volumen y per-cápita, hemos calculado para cada país las tasas de variación interanual, en porcentaje, para el período 1951 a 2002. Estas tasas de variación relativas reales deben, aproximadamente, coincidir con las correspondientes tasas de variación relativas reales que estiman los países por medio de sus contabilidades nacionales. Para los productos interiores brutos reales del agregado formado por los 13 países hemos también calculado sus tasas de variación interanuales en porcentajes. Veremos que estas tasas de crecimiento relativo del agregado de 13 países serán de gran utilidad para mejorar las predicciones de las tasas de crecimiento relativo de cada uno de los países que estudiamos. En el apéndice 1 ofrecemos las gráficas de las tasas de variación obtenidas para cada uno de los 13 países. Por su parte, las tasas de variación conjuntas se han representado en la figura 1.

Por último, señalar que los datos de los 13 países del año 2002 son predicciones a partir del 2001 (OCDE, Economic Outlook 72, november 2002).

3. Descripción de los modelos y del proceso de predicción.

En esta sección, describiremos los modelos de series temporales utilizados para describir el comportamiento pasado de las tasas de crecimiento de los países, así como los procesos de predicción y valoración de tales predicciones.

3.1 Modelos ingenuos

En primer lugar es conveniente utilizar los llamados “modelos ingenuos”, que nos servirán como punto de referencia para valorar el grado de ajuste de las predicciones efectuadas con modelos más complicados. Vamos a plantear los dos modelos ingenuos (MI) siguientes:

$$\text{Modelo ingenuo 1: } \hat{TV}_{it} = 0$$

$$\text{Modelo ingenuo 2: } \hat{TV}_{it} = TV_{it-1}$$

donde TV_{it} representa la tasa de crecimiento del país i -ésimo en el período o año t .

Es interesante señalar que las predicciones obtenidas con el MI1 son óptimas en el sentido mínimo cuadrático bajo la hipótesis de que las tasas de crecimiento sigan un proceso de ruido blanco de media nula; por su parte, las predicciones obtenidas con el MI2 son óptimas si suponemos que las tasas de crecimiento siguen un camino aleatorio, es decir, si $TV_{it} = TV_{it-1} + \varepsilon_{it}$ donde ε_{it} siguen un proceso de ruido blanco con media nula.

3.2 Modelo AR(3)

Como primer paso para mejorar el comportamiento de las predicciones, vamos a ajustar un modelo autorregresivo de orden 3, AR(3), sobre las tasas de crecimiento de cada país. Es decir,

$$TV_{it} = \beta_{0i} + \beta_{1i} TV_{it-1} + \beta_{2i} TV_{it-2} + \beta_{3i} TV_{it-3} + \varepsilon_{it}, \quad i = 1, \dots, N, \quad t = 1, \dots, T$$

La elección de un modelo AR(3) permite la posibilidad de obtener dos raíces complejas, asociadas con una componente cíclica y una raíz real asociada a una componente de tendencia (Zellner y Hong (1989)).

La estimación de los parámetros para cada país por separado, nos permitirá hacer las predicciones a un año por delante para el período elegido de predicción, donde los modelos son reestimados año a año. Por ejemplo, para las predicciones del año 1994, utilizaremos los datos desde 1953 hasta 1993 (el período 1950-1952 no se tiene en cuenta puesto que necesitamos efectuar retardos de orden tres en los datos), mientras que para las predicciones de 1995 necesitamos reestimar el modelo con los datos desde 1953 hasta 1994, etc. Los parámetros se estiman por el método de mínimos cuadrados, lo que resulta equivalente a

obtener la estimación bayesiana usando una distribución a priori no informativa para los parámetros del modelo (Zellner, 1971).

3.3 Modelo AR(3)-Ampliado

En Zellner y Hong (1989), donde se lleva a cabo un estudio de predicción de las tasas de crecimiento para 8 países europeos junto con Estados Unidos, se propone incluir variables explicativas adicionales al modelo AR(3), ya que éste por sí solo no resulta suficiente para conseguir un grado de ajuste de las predicciones satisfactorio. No obstante, en este trabajo pretendemos ofrecer una primera aproximación con modelos simples, basados exclusivamente en el comportamiento pasado de la propia variable que pretendemos predecir. Para completar el modelo AR(3), usaremos la idea de que el comportamiento global del conjunto de países es también un factor importante para explicar la evolución de cada país por separado, máxime si tenemos en cuenta que estamos trabajando con países “relativamente homogéneos” en cuanto a su evolución económica, puesto que todos ellos pertenecen a la Unión Europea.

El modelo AR(3) será completado introduciendo como variable explicativa w_t , que representa la tasa de crecimiento del conjunto de los trece países para cada año t , que hemos calculado como se describe en el epígrafe 2. Por tanto, el modelo completado sería:

$$TV_{it} = \beta_{0i} + \beta_{1i}TV_{it-1} + \beta_{2i}TV_{it-2} + \beta_{3i}TV_{it-3} + \alpha_i w_t + \varepsilon_{it}, \quad i = 1, \dots, N, \quad t = 1, \dots, T$$

donde la estimación de los parámetros se llevará a cabo a través del método de mínimos cuadrados, lo que resulta equivalente a obtener la estimación bayesiana utilizando distribuciones a priori no informativas.

Evidentemente, a la hora de predecir TV_{it+1} para cada país, no debemos utilizar el valor w_{t+1} . No obstante, hemos llevado a cabo el procedimiento descrito para tomarlo como punto de referencia, destacando que la inclusión de esta variable mejora significativamente el modelo. Ahora, el problema consiste en buscar una buena predicción \hat{w}_{t+1} del valor w_{t+1} , que sería utilizada para obtener $T\hat{V}_{it+1}$, siempre desde la perspectiva de buscar modelos simples en los que sólo intervenga el propio pasado de la variable. Inicialmente, para obtener la predicción \hat{w}_t , parecería natural volver a plantear un modelo AR(3), si bien hemos comprobado que en este caso dicho modelo no funciona correctamente. Observando la gráfica de la variable w en el período analizado (ver figura 1), puede apreciarse que a partir de 1975

aparece un comportamiento cíclico con un período de alrededor de 10 a 12 años, por lo que una predicción razonable de w_{t+1} es tomar $\hat{w}_{t+1} = w_{t-10}$, o lo que es lo mismo, considerar un comportamiento cíclico de 11 años sobre la variable w .

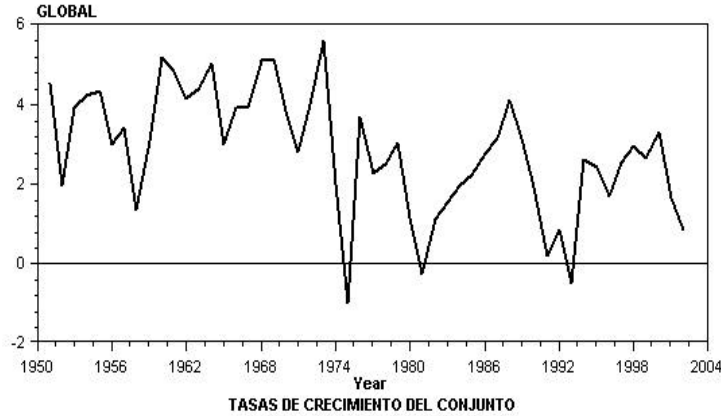


Figura 1: Tasas de crecimiento conjuntas de los 13 países (variable W)

3.4 Descripción de las h-predicciones.

Las predicciones $T\hat{V}_{it}$ obtenidas para cada país y período usando cualquiera de los modelos planteados, pueden mejorarse aplicando sobre ellas procedimientos de “reducción” o “encogimiento” hacia la media (“shrinkage forecasts”). Vamos a explicar y a utilizar las denominadas “ η -predicciones”, cuya definición viene dada por:

$$T\hat{V}_{it}^{0\%} = \eta T\bar{V}_t + (1 - \eta)T\hat{V}_{it} = T\bar{V}_t + (1 - \eta)(T\hat{V}_{it} - T\bar{V}_t)$$

donde $0 < \eta < 1$ y $T\bar{V}_t = (\sum_{i=1}^N T\hat{V}_{it})/N$, es decir, la media de todas las predicciones del período t . Como puede apreciarse a partir de la definición, la filosofía de este procedimiento es “acercar” las predicciones $T\hat{V}_{it}$ de cada país a la predicción media $T\bar{V}_t$.

En los modelos de regresión que hemos planteado anteriormente, estas predicciones resultan óptimas desde el punto de vista bayesiano para una elección adecuada de la distribución a priori y de la función de pérdida. Concretamente, si escribimos los modelos de regresión en la forma genérica $TV_{it} = x_{it}'\beta_i + u_{it}$, donde x_{it} es el vector de variables explicativas correspondientes al país i -ésimo en el instante t (incluido el valor 1 de la ordenada en el origen) y β_i es el vector de parámetros de la regresión, si empleamos una distribución a priori no informativa para β_i y una función de pérdida de la forma:

$$L = (TV_{it} - \hat{TV}_{it})^2 + c \left(\sum_{i=1}^N \frac{TV_{it}}{N} - \hat{TV}_{it} \right)^2$$

(donde TV_{it} son las tasas de variación reales desconocidas y \hat{TV}_{it} son alguna predicción de las mismas) entonces las η -predicciones derivadas de las predicciones mínimo-cuadráticas de los modelos de regresión son óptimas para el valor $\eta = c/(1+c)$ (Zellner y Hong, 1989). Observemos que esta función de pérdida tiene un primer término que es el usual pero incorpora un segundo término que penaliza la desviación de las predicciones individuales con respecto a la tasa media.

Haciendo variar η entre 0 y 1 con precisión de 1 décima, podemos observar cuál es el valor más adecuado de η para hacer las predicciones con cada uno de los modelos de regresión planteados.

4. Resultados.

En esta sección presentamos los resultados obtenidos con los distintos modelos, donde los mismos son valorados en función de su capacidad de predicción, utilizando como coeficiente de bondad de las predicciones la raíz cuadrada del error cuadrático medio (RECM). Concretamente, si el período de predicción es de J años, la raíz del error cuadrático

medio correspondiente al país i -ésimo sería $RECM_i = \sqrt{(1/J) \sum_{t=2002-J+1}^{2002} (TV_{it} - \hat{TV}_{it})^2}$.

Asimismo, resulta interesante obtener alguna medida representativa del conjunto de errores cuadráticos medios de los distintos países, tal como su promedio o su mediana, pues también resultarán útiles para valorar la capacidad predictiva de los modelos.

En la tabla I aparecen los RECM por países y el promedio de los mismos para los distintos modelos, cuando el período de predicción es de 9 años, es decir, desde 1994 a 2002. En las filas 1 y 2 están los RECM obtenidos para los modelos ingenuos 1 y 2 respectivamente; en la fila 3 los correspondientes al modelo AR(3); en la fila 5 aparecen los RECM del modelo AR(3) ampliado, en el que utilizamos $\hat{w}_{t+1} = w_{t-10}$ para obtener las predicciones de TV_{it+1} , mientras que en la fila 7 están los errores correspondientes al modelo AR(3) ampliado cuando utilizamos el valor verdadero w_{t+1} para predecir TV_{it+1} . Por su parte, en las filas 4, 6 y 8 se presentan los RECM correspondientes a las η -predicciones asociadas a

cada uno de los tres modelos anteriormente reseñados, todas ellas calculadas para el valor $\eta=0.3$, pues es en este punto donde se alcanza el menor promedio de RECM para el conjunto de países en los tres casos considerados.

En cuanto a los valores correspondientes a los métodos ingenuos, que son los que tomaremos como referencia de partida, es importante destacar que en nuestros datos el comportamiento del método ingenuo 2 es sorprendentemente bueno, consiguiendo una notable reducción en los RECM respecto del método ingenuo 1, situación que no suele resultar habitual. Por ejemplo, en Zellner y Hong (1989) y en García-Ferrer y otros (1987) se analizan las tasas de crecimiento de 8 países de Europa junto con las de Estados Unidos, siendo el período de predicción 1974-1981, obteniéndose un promedio de RECM de 3.2655 para el MI1 y de 3.5733 para el MI2; además los valores de RECM de los dos métodos ingenuos son similares para todos los países. En nuestros datos, el promedio para el MI1 es 2.9043 (algo inferior al de los datos de Zellner y Hong y de García-Ferrer y otros) y sin embargo el del MI2 desciende hasta 1.7952, dándose además la circunstancia de que en todos los países los RECM son notablemente inferiores cuando se aplica el MI2.

El modelo AR(3) representa una mejora significativa con respecto a los métodos ingenuos para nuestros datos y período de predicción, pues se consigue una reducción de RECM en 11 de los 13 países (las únicas excepciones son Irlanda y Holanda), y un promedio de 1.4564. La utilización en este caso de las η -predicciones, como puede observarse, prácticamente no mejora el promedio de RECM. En cuanto a los países, se consigue una reducción en 7 de los 13, si bien los valores son muy similares siempre en ambos casos.

La introducción de la variable w (tasa de crecimiento media contemporánea) en el modelo AR(3) sí que resulta significativa, pues se consigue una mejora en 10 de los 13 países, siendo en la mayoría de los casos las diferencias importantes. Sólo en el caso de Grecia resulta que este último modelo consigue un grado de ajuste sensiblemente peor que el AR(3), lo que hace aumentar bastante el promedio de RECM. La utilización de las η -predicciones consigue disminuir ligeramente el promedio y una reducción en 9 de los 13 países. No obstante, no debemos olvidar que este último modelo sólo ha sido incluido como referencia, ya que en él para hacer la predicción de TV_{it+1} hemos utilizado el valor contemporáneo w_{t+1} .

El buen comportamiento de este último modelo nos lleva a pensar que sería interesante centrar esfuerzos en conseguir una buena predicción de w_{t+1} que sería posteriormente utilizada para estimar TV_{it+1} . Tal vez para ello resulte necesario introducir variables

explicativas adicionales, si bien como ya hemos comentado, nuestro objetivo es valorar la capacidad predictiva de modelos simples en los que sólo intervenga el propio pasado de la variable a predecir. Puesto que el modelo AR(3) parece no funcionar bien para este propósito, como ya señalamos en el epígrafe 3.3, optamos por predecir w_{t+1} a través de w_{t-10} . Para nuestros datos, las η -predicciones asociadas a este procedimiento consigue mejorar ligeramente los resultados del modelo AR(3) en promedio, además de reducir el RECM en 9 de los 13 países.

Incluimos también en el apéndice 3 las gráficas de las tasas de variación de cada uno de los países a partir del año 1980 así como las predicciones en el período 1994-2002 obtenidas con el método AR(3) ampliado, en las cuales puede apreciarse en qué países se consigue un mejor ajuste.

Es bien conocido que los años de más difícil predicción son aquellos en los que se producen caídas en las tasas de crecimiento. Si observamos las gráficas de las tasas de variación de los países del apéndice 2, vemos que el año 1993 es de caída generalizada, lo cual se traduce también, obviamente, en una caída de la tasa conjunta como puede apreciarse en la figura 1. Por ello, pensamos que resulta interesante también ofrecer los resultados que se obtienen con los distintos modelos cuando el período de predicción es 1993-2002, y compararlos con los ya comentados cuando el período es 1994-2002 (en el que no se produce ninguna caída). Los resultados para este nuevo período de predicción de 10 años y que incluye un año de caída se ofrecen en la tabla II, en la que se mantiene la misma estructura que en la tabla I, con la diferencia de que ahora las η -predicciones no se hacen siempre para el valor $\eta=0.3$, puesto que ahora el promedio de RECM no se minimiza siempre para dicho valor, sino que depende del modelo considerado.

Hemos incluido en el apéndice 4 las gráficas de las tasas de variación de Francia y Finlandia junto con sus predicciones para el período 1993-2002. El caso de Francia es representativo del comportamiento de la mayoría de países, en donde puede apreciarse como la predicción del año 1993 es muy superior al valor observado; la única excepción es Finlandia, donde la predicción del año 1993 es más acertada, debido a que en este país la gran caída se produce antes (en el año 1991).

A grandes rasgos, podemos observar como los valores de RECM aumentan en general cuando incluimos el año 1993 en el período de predicción, debido a que en ese año los modelos no predicen correctamente. Podemos destacar que este hecho no se manifiesta en el

modelo de comparación AR(3) ampliado cuando utilizamos w_{t+1} para predecir TV_{it+1} (debido a que el valor w_{t+1} recoge el efecto de la caída). Cabe destacar asimismo que la mayor diferencia se observa en el caso del modelo AR(3), que pasa de tener un promedio de RECM de 1.4564 a 1.7885 cuando se incluye 1993 en el período de predicción, dándose además la circunstancia de que la RECM aumenta en 11 de los 13 países. Esto a su vez conlleva a que en este caso, la inclusión de la variable w en el modelo AR(3), utilizando $\hat{w}_{t+1} = w_{t-10}$ para predecir TV_{it+1} consiga una reducción más significativa con respecto al modelo AR(3) que cuando el período de predicción comienza en 1994.

	Austria	Bélgica	Dinam.	Finlandia	Francia	Grecia	Irlanda	Italia	Holanda	Portugal	España	Suecia	R.U.	Media
Ing. I	1.9319	2.3105	2.4251	3.8255	1.9129	2.8765	7.3033	1.7390	2.4429	2.8837	2.8574	2.7411	2.5072	2.9043
Ing. II	1.3175	2.0542	2.2950	2.6139	1.3784	1.3192	3.0480	1.4685	1.1295	1.7647	1.4098	2.3602	1.1792	1.7952
AR(3)	1.2146	1.4016	1.3563	2.0838	1.0866	0.8520	3.6681	1.1489	1.1559	1.3025	1.0675	1.7310	0.8644	1.4564
AR(3) $\eta=0.3$	1.2170	1.3804	1.4640	2.0297	1.0561	0.6305	4.0192	1.1830	1.2293	1.2717	0.9440	1.5246	0.9028	1.4502
AR(3) – \hat{w}	1.0804	1.1636	1.3597	1.8276	0.6888	1.8835	3.6711	1.4858	0.6985	1.2664	0.9604	1.5107	1.1789	1.4443
AR(3) – \hat{w} $\eta=0.3$	1.0496	1.1256	1.4692	1.8133	0.7491	1.6596	3.9468	1.4263	0.7325	1.1552	0.8352	1.3388	1.1541	1.4196
AR(3)-w	0.8607	0.6961	0.9104	1.7094	0.4599	1.9017	3.6822	1.1009	0.7689	1.1071	0.5163	1.3449	1.0572	1.2397
AR(3)-w $\eta=0.3$	0.8244	0.6676	0.9869	1.7078	0.5222	1.6309	3.9883	1.0329	0.7795	1.0907	0.4809	1.1351	0.8999	1.2113

Tabla I: RECM para los distintos países y modelos. Período de predicción 1994-2002.

	Austria	Bélgica	Dinam.	Finlandia	Francia	Grecia	Irlanda	Italia	Holanda	Portugal	España	Suecia	R.U.	Media
Ing. I	1.9397	2.3491	2.4279	3.8595	1.9613	2.9551	7.3301	1.7808	2.4430	2.9644	2.8835	2.8453	2.5991	2.9498
Ing. II	1.3424	2.0944	2.1874	2.5791	1.4965	1.4183	2.8942	1.5026	1.1375	1.9730	1.9576	2.2392	1.3308	1.8579
AR(3)	1.5385	1.7672	1.5210	2.4091	1.4693	1.5611	3.4951	1.5716	1.2799	2.0083	1.9610	1.8092	0.8587	1.7885
AR(3) $\eta=0.1$	1.5326	1.7633	1.5525	2.3856	1.4687	1.5329	3.5899	1.5793	1.3037	1.9907	1.8955	1.7811	0.8542	1.7869
AR(3) – \hat{w}	1.1877	1.2759	1.4217	1.9356	0.9825	1.9747	3.4910	1.6458	0.6962	1.5572	1.3889	1.6152	1.1212	1.5610
AR(3) – \hat{w} $\eta=0.2$	1.1665	1.2719	1.4767	1.9293	1.0198	1.8672	3.6420	1.6056	0.7247	1.5138	1.2962	1.5590	1.0988	1.5516
AR(3)-w	0.8340	0.6699	0.8778	1.6519	0.5173	1.8051	3.4938	1.0887	0.7782	1.0817	0.7235	1.3325	1.1289	1.2295
AR(3)-w $\eta=0.3$	0.7943	0.6568	0.9430	1.6556	0.5752	1.5527	3.7892	1.0242	0.7736	1.0939	0.6460	1.1732	1.0438	1.2093

Tabla II: RECM para los distintos países y modelos. Período de predicción 1993-2002.

5. Discusión y cuestiones abiertas.

La tarea de hacer predicciones de variables tales como las tasas de crecimiento de los países es bastante complicada, ya que como puede apreciarse en las gráficas del apéndice 2 el comportamiento de las mismas es bastante errático. La OCDE, lleva a cabo estas predicciones a través de modelos complejos junto con ajustes subjetivos y personales llevado a cabo por expertos (Smyth, 1983). En este trabajo, con modelos muy simples, conseguimos unos grados de ajustes medidos en términos de la RECM bastante aceptables, sobre todo teniendo en cuenta que no hemos utilizado ninguna variable explicativa ajena a la propia serie. En Smyth (1983) podemos encontrar los resultados obtenidos por la OCDE para el período de predicción 1968-1979 y 7 países, que aquí mostramos en la tabla III. Aunque los períodos y países considerados son distintos y por tanto los resultados no pueden compararse, sí que puede resultar indicativo observar el nivel medio en que se mueven las RECM de estas predicciones, que como vemos son superiores a las de nuestros datos.

	E.E.U.U	Japón	Alemania	Francia	Reino U.	Italia	Canadá	Media
RECM	1.38	4.40	2.12	1.45	2.26	2.86	1.71	2.31

Tabla III: RECM de las predicciones de la OCDE. Período 1968-1979

El uso de la tasa de crecimiento conjunta contemporánea del grupo de países analizados parece ser útil, aunque conlleva el problema de la necesidad de hacer una predicción previa de la misma para luego poder hacer las predicciones de cada país. Aunque inicialmente pueda parecer que estamos duplicando el problema, hemos de tener en cuenta que la tasa conjunta será una única serie, con lo que la búsqueda de modelos adecuados de predicción de la misma puede resultar algo más fácil. Una posible ampliación de este trabajo, intermedia entre el uso de modelos con y sin variables explicativas adicionales a los propios datos que queremos predecir, podría ser utilizar el modelo AR(3) ampliado que hemos propuesto y posteriormente buscar una predicción \hat{w}_{t+1} de w_{t+1} basada en modelos de series temporales que contengan también variables explicativas adicionales.

En el modelo que hemos utilizado, el uso de las η -predicciones, aunque mejora los resultados, no consigue reducciones importantes de las RECM. Este hecho puede deberse a que el efecto conjunto ya ha sido previamente introducido en los modelos de regresión a través de la variable w . No obstante, el análisis de la mejora provocada por el uso de las η -predicciones habría de ser llevado a cabo en otros conjuntos de datos y períodos de predicción para poder obtener conclusiones más precisas.

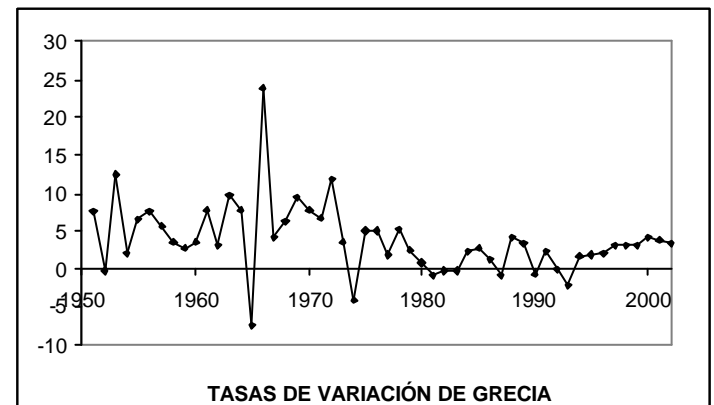
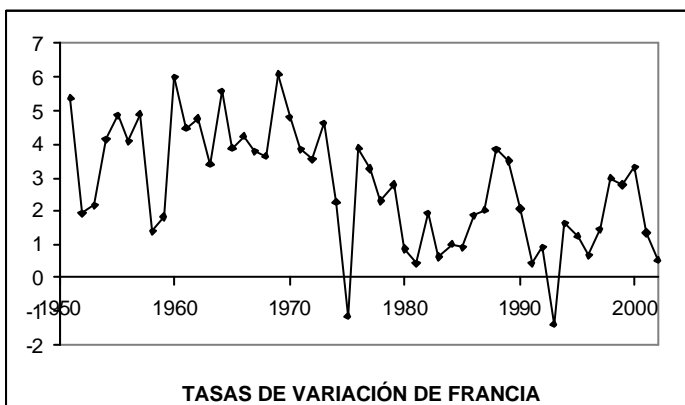
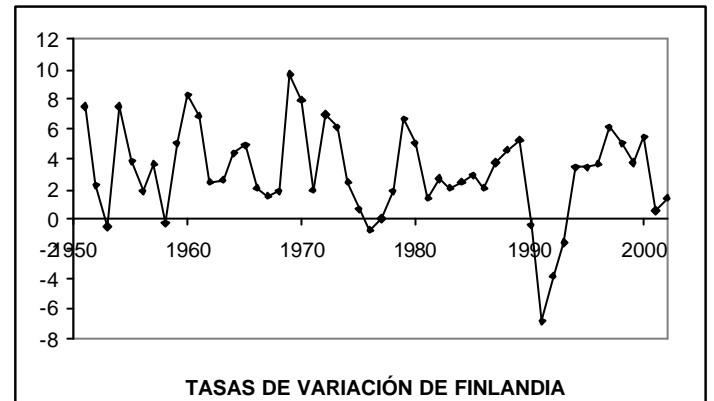
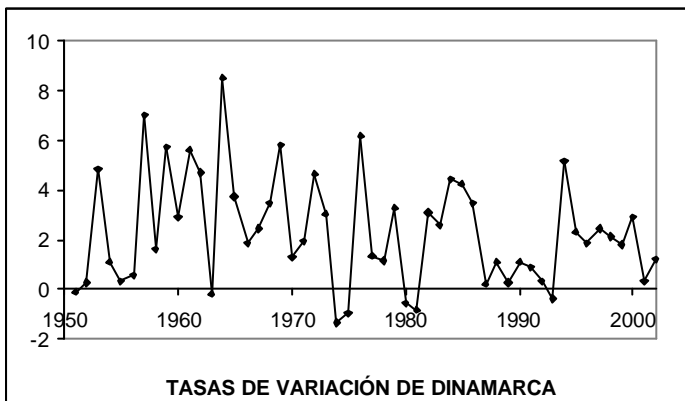
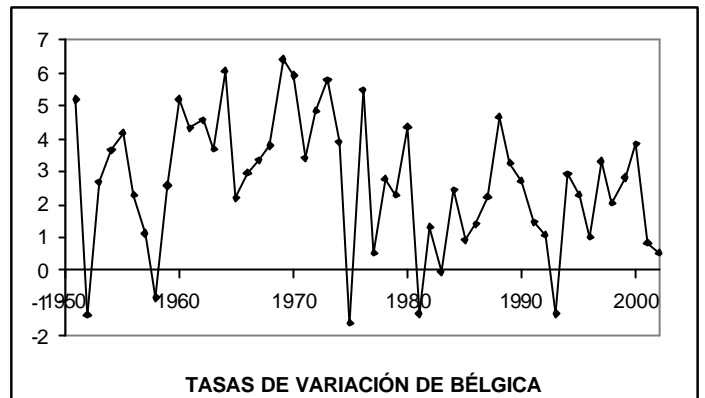
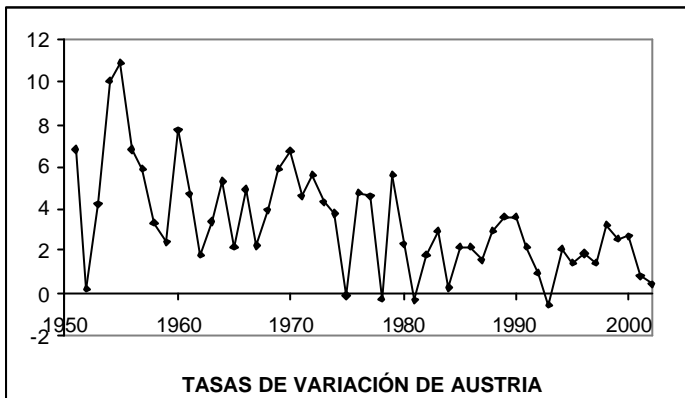
Otro aspecto interesante a analizar en este tipo de procedimientos y que no hemos llevado a cabo en el trabajo es estudiar cómo varía el grado de ajuste de las predicciones a lo largo del tiempo (Smyth, 1983). Para cada año t , obtendríamos la raíz del error cuadrático medio para el conjunto de países, es decir, $RECM_t = \sqrt{(1/N) \sum_{i=1}^N (TV_{it} - T\hat{V}_{it})^2}$, y estos valores nos permiten analizar si las predicciones se van deteriorando, mejoran o se mantienen estables a medida que pasan los años.

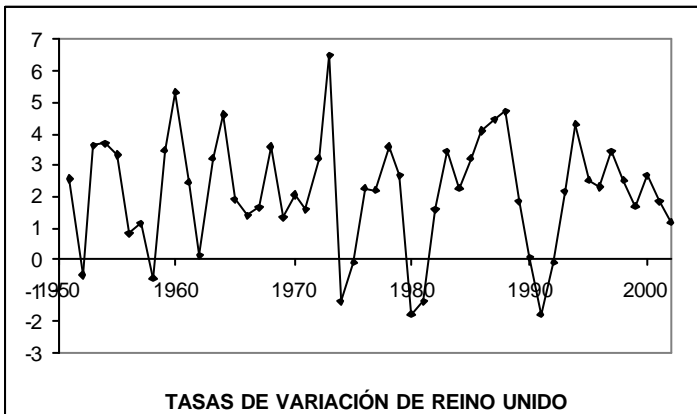
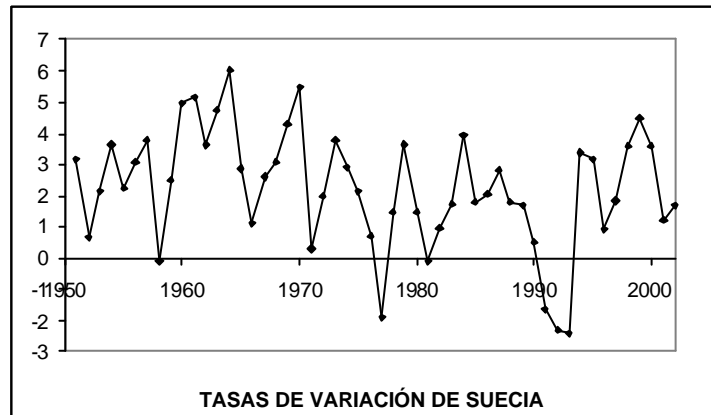
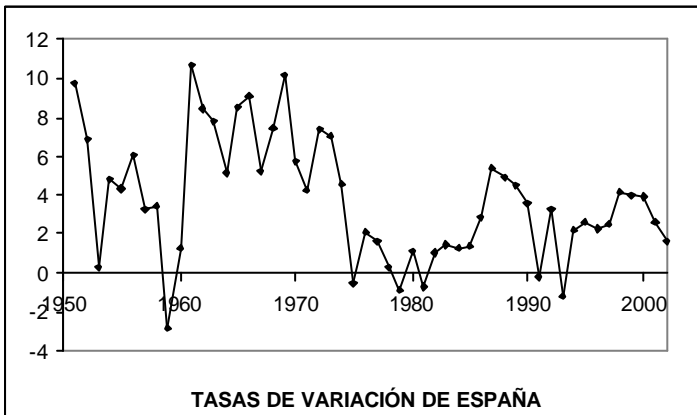
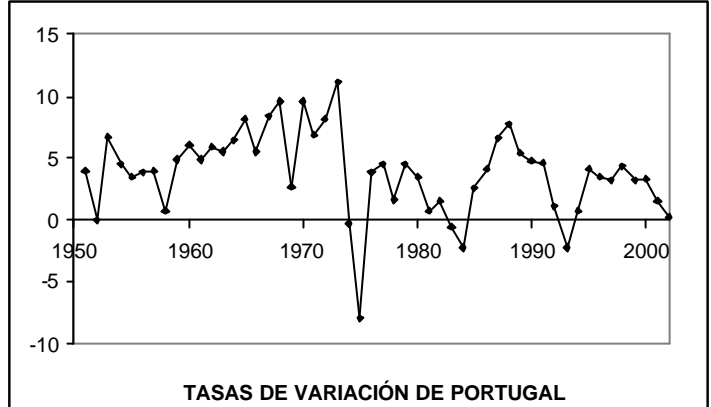
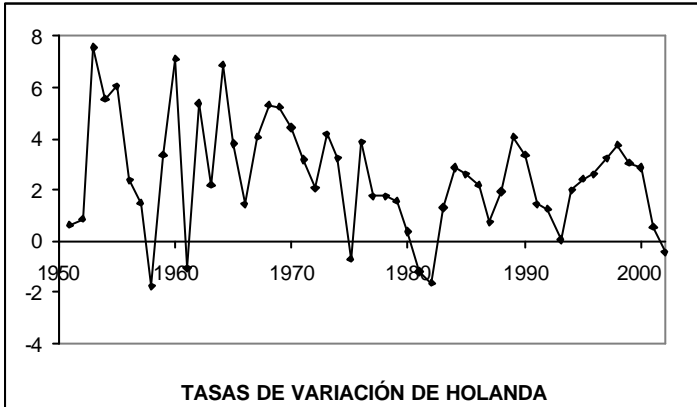
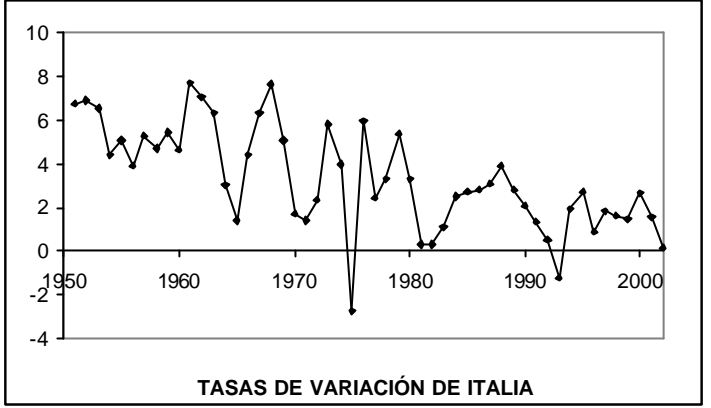
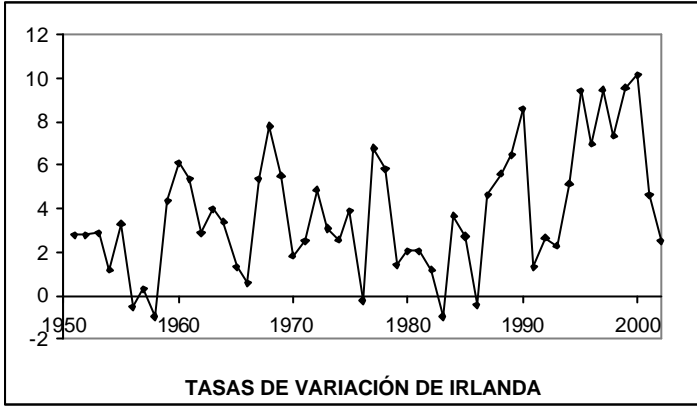
Queremos indicar también que, por motivos de síntesis, sólo nos hemos ocupado de utilizar RECM como medida de bondad de las predicciones. Como es conocido, existen otras muchas medidas, cada una de ellas con ventajas e inconvenientes (Smyth, 1983). La RECM es quizás la medida más utilizada, por tener la propiedad de penalizar más los errores más grandes, lo que conlleva también a que su principal inconveniente sea que es extremadamente sensible a los valores anómalos. Por el mismo motivo, hemos considerado sólo el promedio de RECM para el conjunto de países; hemos de señalar que otra medida bastante utilizada para este propósito es la mediana.

Por último, como ya hemos indicado anteriormente, no hemos pretendido elaborar modelos basados en teorías que buscan explicar las tasas de crecimiento de las producciones finales de los países o que elaboran modelos con una mayor base de datos de los países. Referencias sobre estos aspectos pueden verse en Hendrik Von Den Berg (2001), Pulido San Román (2000) y Rojo de la Viesca (2001).

Apéndice 1:

En este apéndice ofrecemos las gráficas de las tasas de crecimiento de los países.





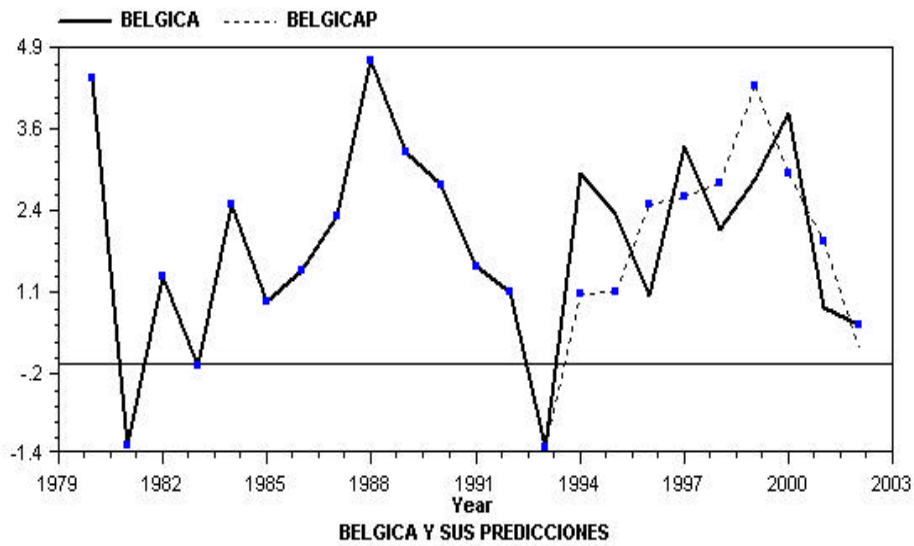
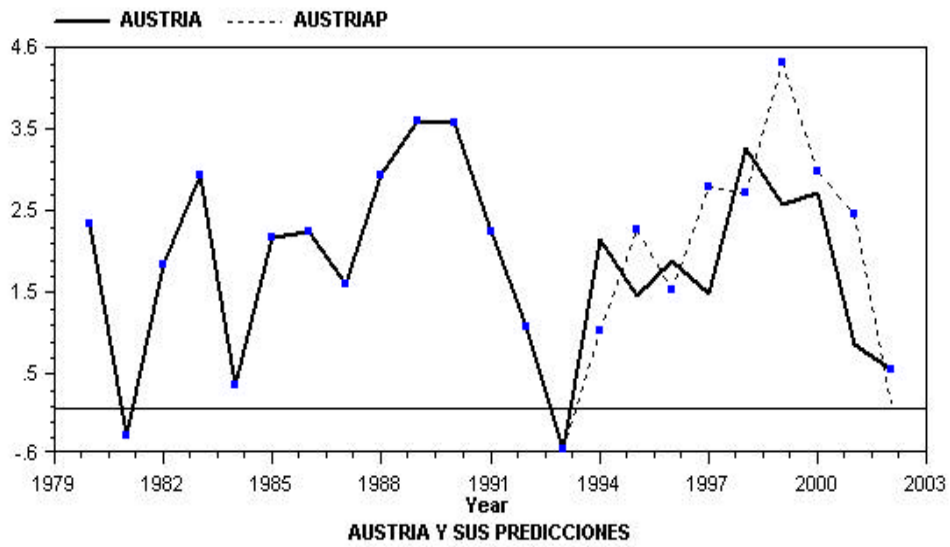
Apéndice 2:

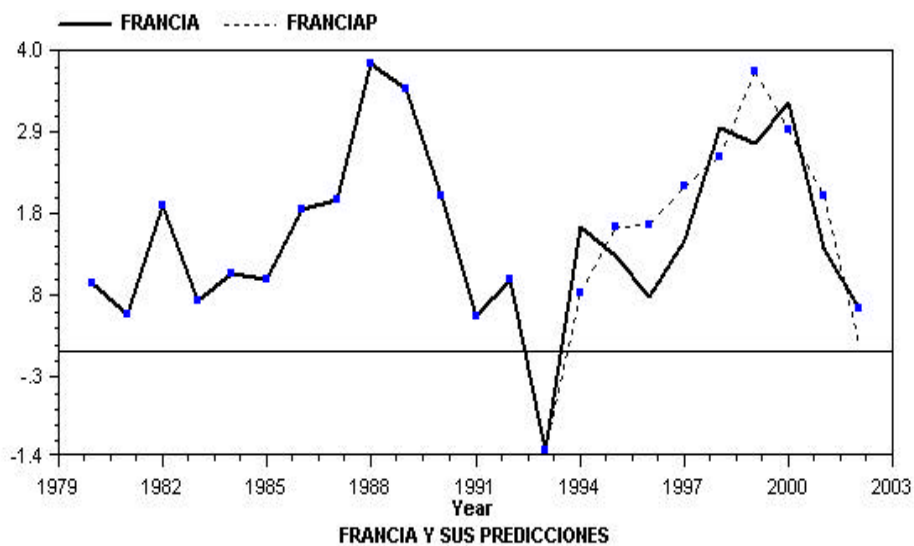
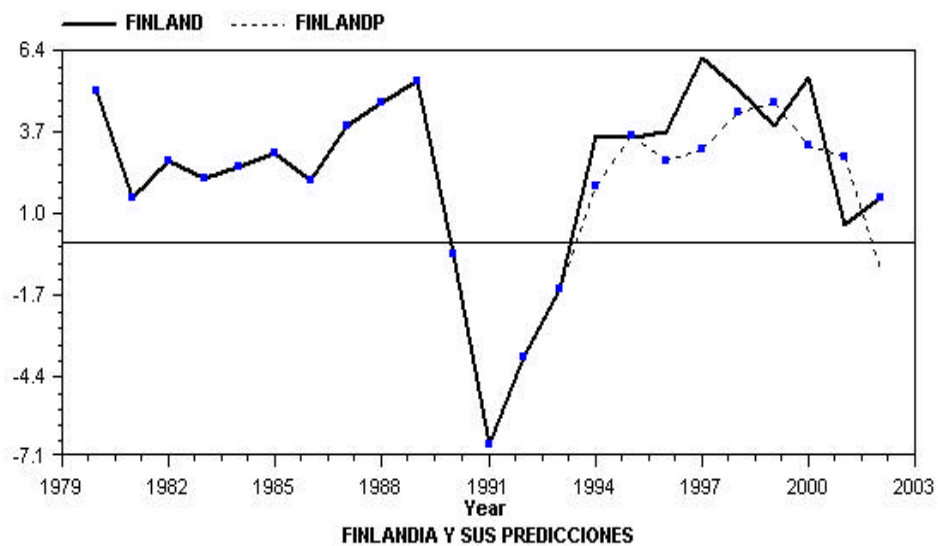
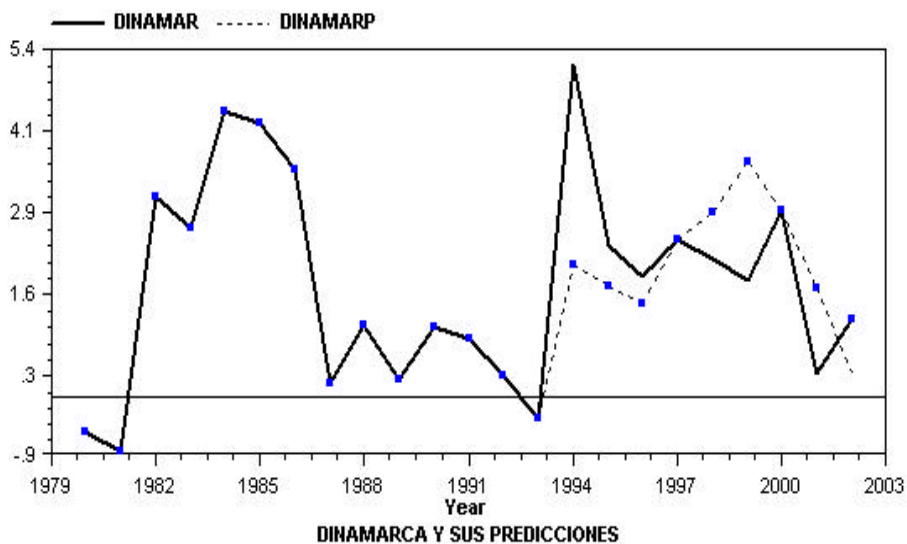
En este apéndice ofrecemos las paridades de los 13 países considerados, donde el año base es 1999 y el país de referencia es EEUU.

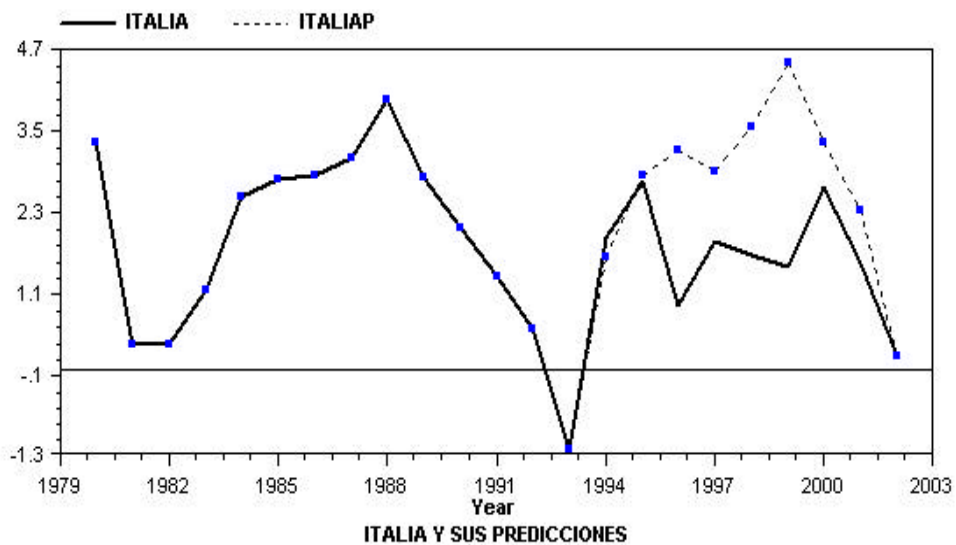
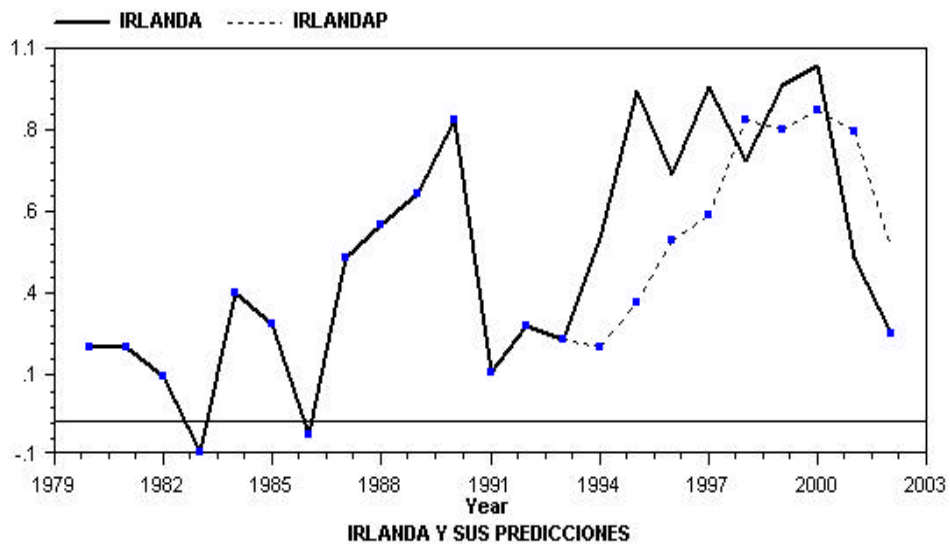
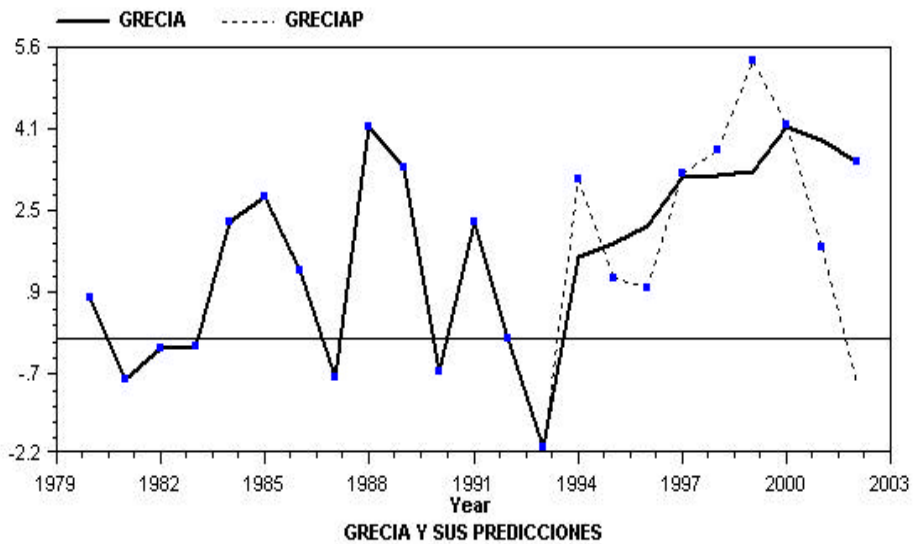
País	Paridad
Austria	13.02
Bélgica	37.68
Dinamarca	8.24
Finlandia	5.92
Francia	6.38
Grecia	241.25
Irlanda	0.72
Italia	1554.82
Holanda	1.97
Portugal	127.31
España	124.62
Suecia	9.68
Reino Unido	0.65
Estados Unidos	1.00

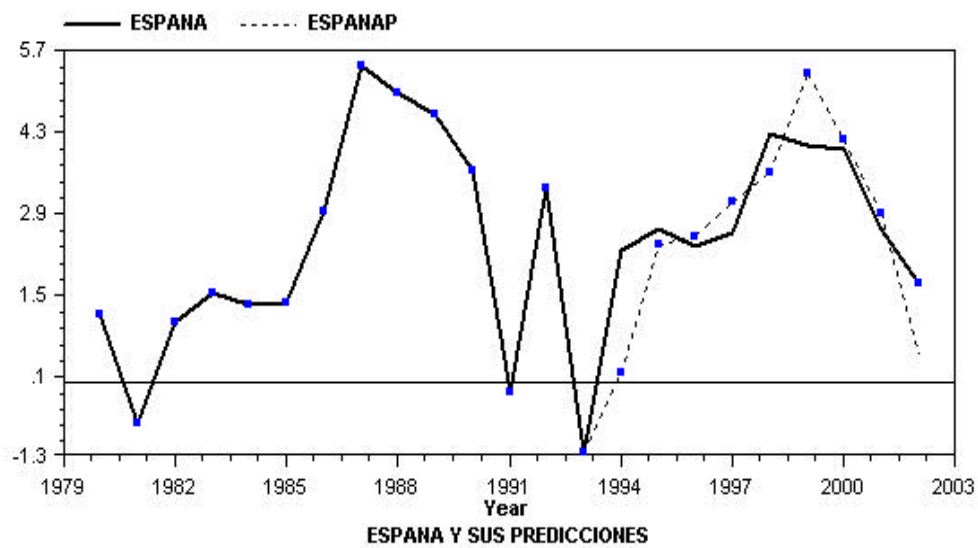
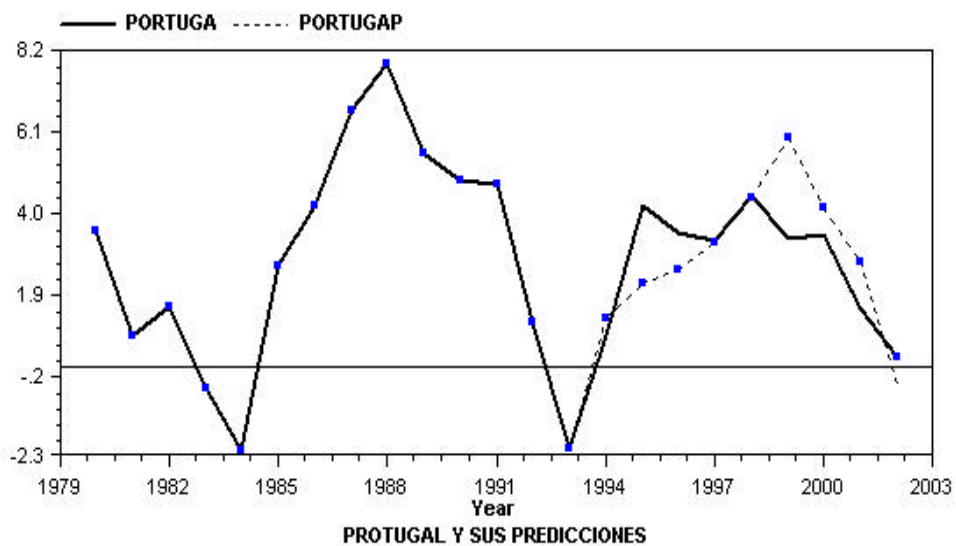
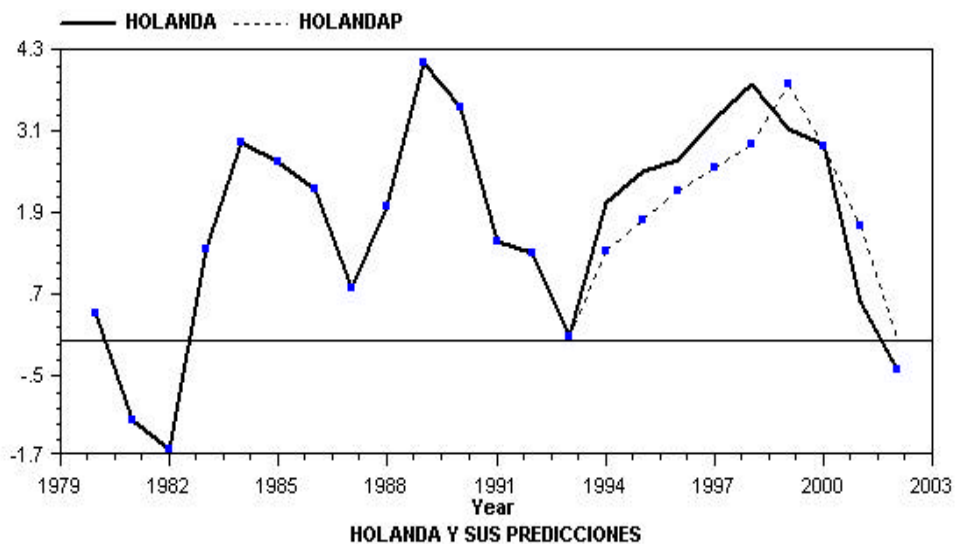
Apéndice 3:

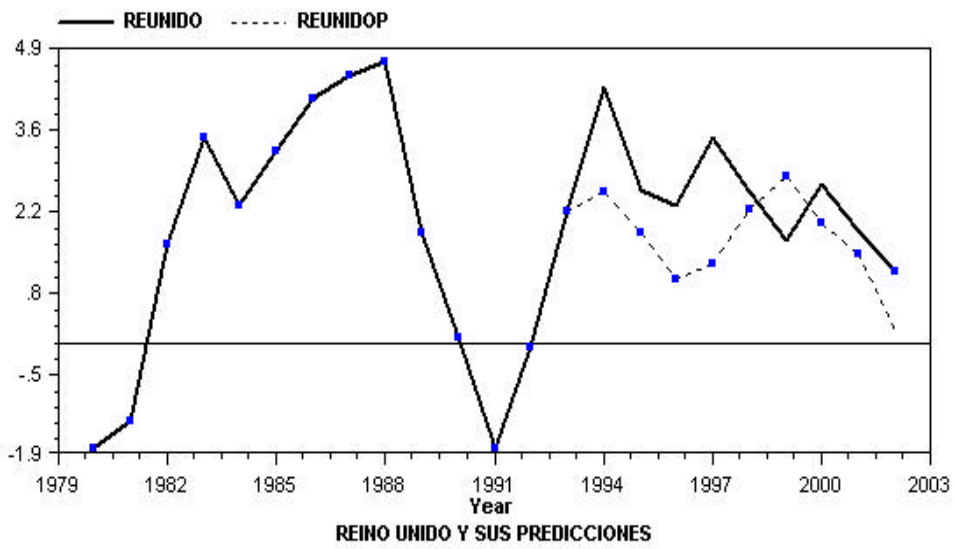
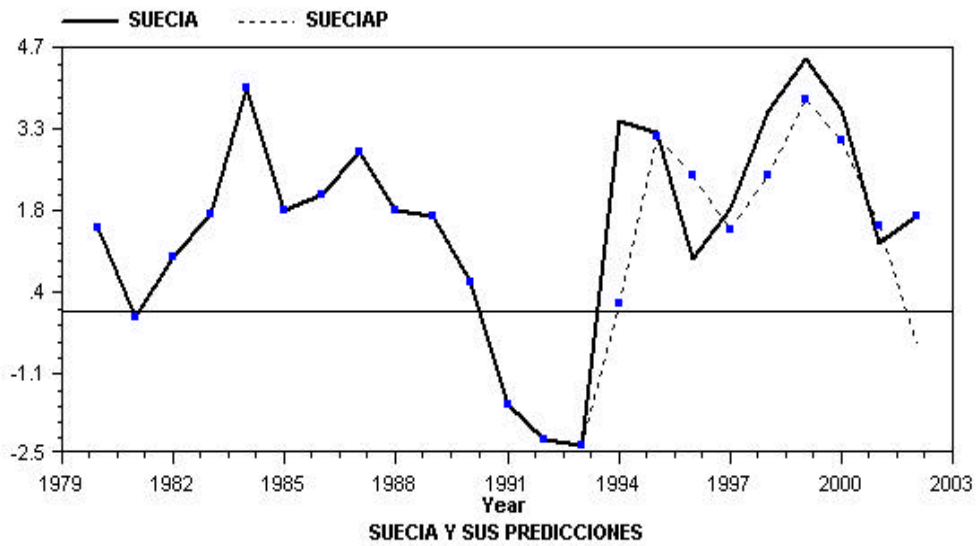
En este apéndice ofrecemos las gráficas de las tasas de variación de los países a partir de 1980 y las predicciones del período 1994-2002 obtenidas con el modelo AR(3) ampliado.





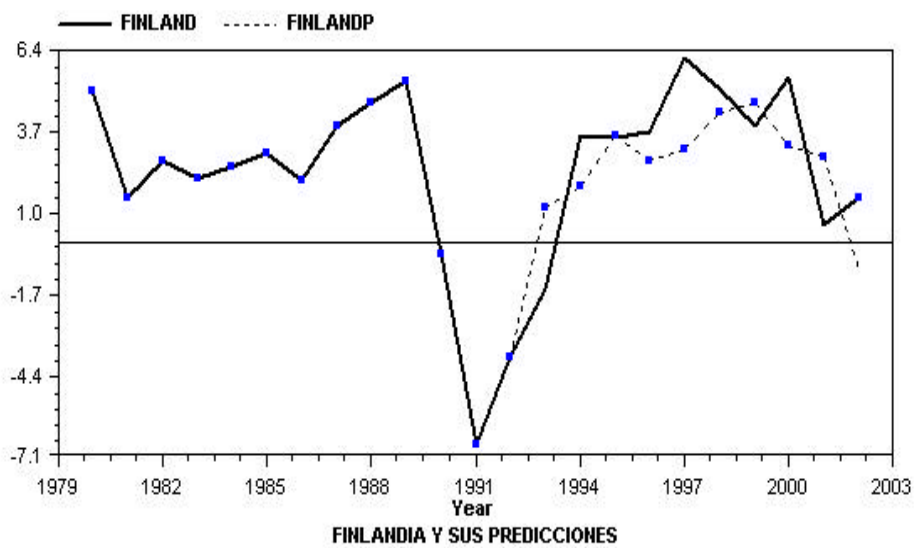
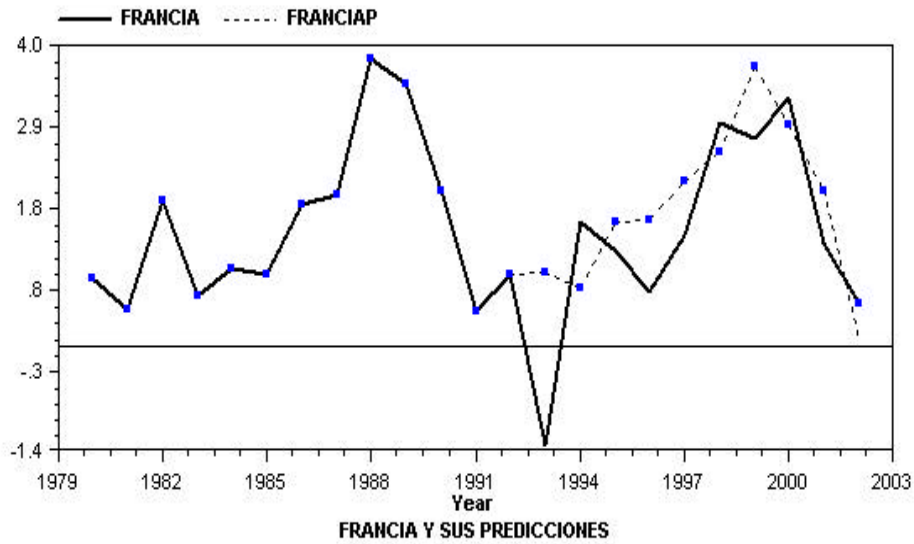






Apéndice 4:

En este apéndice ofrecemos las gráficas de las tasas de variación a partir de 1980 de Francia y Finlandia y las predicciones del período 1993-2002 obtenidas con el modelo AR(3) ampliado.



Bibliografía:

- ◆ Eltető, O and P. Köves.(1964), "On a Problem of Index Number Computation Relating to International Comparisons." *Szatistikai Szemle*, **42**, p. 507-518.
- ◆ García-Ferrer, A., Highfield, R.A., Palm, F. y Zellner, A: (1987), "Macroeconomic Forecasting Using Pooled International Data", *Journal of Business & Economic Statistics*, **5**, nº 1, p.53-67.
- ◆ Hendrik Van Den Berg (2001), *Economic Growth and Development*, McGraw-Hill,
- ◆ OCDE (2002), "Purchasing Power Parities and Real Expenditures 1999 Berchmark year"
- ◆ OCDE (2002), "Economic Outlook 72" (November 2002).
- ◆ Pulido San Román, A. (2000), *Economía en Acción*, Pirámide, Barcelona.
- ◆ Rojo de la Viesca, J. (2001), *Crecimiento Económico y Cambio Tecnológico: Análisis de Modelos Aplicados a las Regiones Europeas*, Tesis Doctoral, Dpto. de Economía Aplicada I, Universidad de Sevilla (ejemplar no publicado).
- ◆ Smyth, D.J. (1983), "Short-run macroeconomic forecasting: The OCDE performance", *Journal of Forecasting*, **2**, p. 37-49.
- ◆ Szulc B.(1964), "Indices for Multiregional Comparisons.", *Przegląd Statystyczny*, **3**, p.239-254.
- ◆ University of Groningen (2003), "Conference Board, GGDC Total Economy Database", <http://www.eco.rug.nl/ggdc>.
- ◆ Zellner, A. (1971), *An Introduction to Bayesian inference in econometrics*, Wiley, New York.
- ◆ Zellner, A. y Hong, C. (1989), "Forecasting International Growth Rates Using Bayesian Shrinkage and other Procedures", *Journal of Econometrics*, **40**, p. 183-202.