

Uso de Análisis Factorial Dinámico para Proyecciones Macroeconómicas

Alvaro Aguirre y Luis Felipe Céspedes*

Resumen

En este trabajo implementamos el método desarrollado por Stock y Watson (1998) de análisis factorial dinámico en el proceso de proyección de la inflación (IPC) y de actividad económica (IMACEC). Nuestros resultados indican que el uso de factores, los cuales se interpretan como las variables subyacentes del ciclo económico, mejora de manera significativa las proyecciones fuera de muestra. Nuestros resultados también indican que el uso de estos factores en modelos estructurales de inflación, tal como la curva de Phillips, genera importantes mejoras en el ajuste de la proyección.

* División de Estudios, Banco Central de Chile. Agradecemos los valiosos comentarios de Klaus Schmidt-Hebbel y a Mark Watson por proveernos gentilmente de los códigos computacionales.

I. Introducción

La adopción de esquemas de metas de inflación como eje de la política monetaria por parte de un número creciente de bancos centrales en el mundo, ha acrecentado la necesidad de contar con proyecciones precisas de las principales variables macroeconómicas, en especial de la inflación. El importante aumento de variables disponibles para realizar el proceso de proyección ha facilitado esta tarea.¹ Sin embargo, las principales metodologías de proyección de series macroeconómicas relevantes involucran en la mayoría de los casos sólo un subconjunto del total de variables disponibles. Un ejemplo de lo anterior es el caso de la metodología generalmente utilizada en el proceso de proyección macroeconómica, la del vector autoregresivo (VAR), la cual en general utiliza un número limitado de variables. Aun cuando la elección de estas variables pueda ser realizada sobre la base de algún proceso de selección estadística, las proyecciones que se obtienen dependen exclusivamente del número reducido de las variables seleccionadas, perdiéndose información potencialmente útil en el proceso.

Una alternativa a estos modelos de proyección, que involucra el uso de un número elevado de series económicas, es la de modelos derivados a partir de la técnica desarrollada por Stock y Watson (1998). Esta metodología propuesta se enmarca dentro del análisis factorial dinámico desarrollado anteriormente por Sargent y Sims (1977) y consiste en la reducción de la dimensionalidad de las series a ser utilizadas como variables explicativas en la proyección de una serie macroeconómica desde un número grande a un número más pequeño de indicadores o factores. Estos factores son construidos como combinaciones lineales de las variables originales. Las ponderaciones utilizadas en este proceso son obtenidas de forma tal de maximizar la proporción de la varianza total existente en el conjunto amplio de series utilizadas contenida en el nuevo set de variables (factores). De esta forma se busca que los

factores capturen el componente de las variables observadas que se relacione con un componente no observable que contenga mayor información sobre el ciclo global de la economía. En este sentido se pueden hacer interpretaciones casuales relacionando ciertos factores con *shocks* de demanda o de oferta que enfrenta la economía. Teniendo en cuenta la interpretación anterior dichos factores deberían colaborar con el ejercicio de predicción de variables macroeconómicas relevantes, aunque desde un punto de vista formal esto puede comprobarse sólo en función de los resultados estadísticos de las proyecciones.

En cuanto al método estadístico utilizado en este trabajo Stock y Watson (1998) asumen una estructura finita de rezagos en las representaciones de las variables bajo análisis en función de los factores no observables, lo que permite utilizar un análisis de componentes principales en el cálculo de los factores. El uso de componentes principales facilita el cálculo de los factores cuando el número de variables explicativas es grande y permite lidiar con irregularidades en los datos, siendo posible utilizar información proveniente de series para las cuales no existen valores en ciertos períodos de tiempo al interior de la muestra. Los factores estimados son posteriormente utilizados para realizar proyecciones de distintas variables macroeconómicas a distintos horizontes.

En este trabajo aplicamos esta técnica al caso de proyecciones de series macroeconómicas para la economía chilena con especial énfasis en proyecciones de inflación. Utilizando una base de datos de 306 series económicas con frecuencia mensual disponible para la economía Chilena desde 1986, calculamos un grupo reducido de factores para ser utilizados en proyecciones de inflación y crecimiento. Estas proyecciones se comparan con las obtenidas a partir de modelos auto-regresivos no restringidos para las series a proyectar con el objetivo de identificar su calidad predictiva, utilizando como criterio el error cuadrático

¹ En el caso de una economía abierta, como es el caso de la economía chilena, factores externos juegan un papel principal en el ciclo económico. Hoy es posible contar con indicadores sobre la evolución de un grupo elevado de economías en el mundo con rezagos significativamente menores con relación a una década atrás.

medio. Nuestros resultados indican que el uso de factores mejora de manera significativa las proyecciones con relación a dichos modelos tanto en inflación como en crecimiento.

Un número importante de trabajos han aplicado esta metodología para proyectar inflación. Lo han aplicado entre otros, Camacho et al. (2002) para España, Artis et al. (2001) para el Reino Unido, Gosselin et al. (2001) para Canadá y Marcellino et al. (2003) y Angelini et al. (2001) para la Zona Euro, además de Stock y Watson (2002) para Estados Unidos. Sin embargo, hasta donde sabemos este es el primer trabajo que aplica esta metodología para un país en desarrollo donde la tasa de inflación muestra un patrón menos estable en el tiempo, un problema que es solucionado en este trabajo por medio de la utilización de la meta de inflación utilizada por el Banco Central de Chile para llevar a cabo su política monetaria. Además, típicamente la disponibilidad de datos en este tipo de economías es más acotada. El análisis factorial aplicado en este trabajo no está restringido solamente a su uso en modelos de proyección que no presentan una representación estructural de la economía. Adicionalmente en este trabajo se analizan los efectos de introducir factores en la especificación de una curva de Phillips tradicional bajo la hipótesis de que dichas variables no observadas de la economía contendría información adicional al *gap* de producto relevante para la proyección de inflación. Siguiendo un proceso similar al indicado anteriormente nuestros resultados indican que la introducción de factores en esta representación estructural del proceso inflacionario mejora la capacidad predictiva de las proyecciones, colaborando positivamente con la proyección basada en una curva de Phillips tradicional para un horizonte de 12 meses.

El documento comienza presentando con mayor detalle la metodología utilizada en el cálculo de los factores y en las proyecciones. En la sección 3 se lleva a cabo un análisis de los factores. En esta sección se hace una interpretación casual de la información contenida en los factores, analizando específicamente la correlación entre éstos y las series económicas utilizadas de forma tal de determinar si se puede inferir alguna hipótesis acerca de su comportamiento. Posteriormente, en la sección 4, realizamos ejercicios de proyección para la

inflación y para crecimiento (sobre la base del IMACEC) comparando éstos con modelos auto-regresivos no restringidos y explicando la manera con que se trata de solucionar el problema con el comportamiento de la inflación en Chile durante la última década. Por último, en la sección 5, se muestran los resultados de incorporar factores a una curva de Phillips tradicional. La sección 6 concluye y lista los pasos a seguir luego de esta primera etapa de proyecciones.

II. Metodología

Considere la siguiente variable macroeconómica de interés, Y_t , a ser proyectada utilizando X_t , un grupo amplio de variables explicativas de dimensión N , disponibles en el período t . Generalmente los métodos de proyección utilizan sólo un sub-conjunto del grupo amplio de variables X_t , potencialmente útiles para la proyección debido a los problemas estadísticos que implica un alto número de variables explicativas. En consecuencia, el desempeño de estos métodos tradicionales de proyección está determinado por el restringido grupo de variables que son elegidas. Una alternativa a esta metodología de proyección consiste en agrupar la información contenida en el conjunto completo de variables (X_t) eliminando el contenido idiosincrático de cada serie. La idea detrás de esta estrategia es que la información relevante y por lo tanto el poder predictivo de un número grande de variables macroeconómicas puede ser resumido en un número menor de factores no observables. Estos factores representan las variables subyacentes que explicarían la variación conjunta en el tiempo de las variables macroeconómicas observables (ver Sargent y Sims, 1977). Asumiendo que (X_t, Y_{t+1}) puede ser representado por una estructura factorial dinámica con \bar{r} factores dinámicos comunes (f_t) se obtiene que:

$$(1) \quad X_{it} = \lambda_i(L)f_t + e_{it} \quad \text{con } i = 1, \dots, N$$

$$(2) \quad Y_{t+h} = \beta_h(L)f_t + \gamma_h(L)Y_t + \zeta_{t+h}$$

Donde h es el horizonte de proyección para la variable Y_t , e_{it} y ζ_{t+h} son *shocks* idiosincráticos y $\lambda_i(L)$, $\beta_h(L)$, and $\gamma_h(L)$ son operadores de rezagos, los últimos dos dependientes del horizonte de proyección elegido. La ecuación (1) indica que el comportamiento de las variables contenidas en el vector X_t puede ser explicado por un grupo común de factores, f_t , sus rezagos, y un componente idiosincrático. La segunda ecuación indica que estos factores junto con rezagos de la variable a ser proyectada son utilizados en la estimación.

Si se asume adicionalmente que el número de rezagos es menor a q , un número finito, es posible expresar el sistema anterior a través de la siguiente representación estática:

$$(3) \quad X_t = \theta F_t + e_t$$

$$(4) \quad Y_{t+h} = \beta_h' F_t + \gamma_h(L)Y_t + \varepsilon_{t+h}$$

Donde $F_t = (f_t', \dots, f_{t-q}')$ es una matriz de factores de orden $(r \times 1)$, con $r \leq (q+1)\bar{r}$. Stock y Watson (1998) muestran que asumiendo ciertas restricciones sobre ciertos momentos y condiciones de estacionaridad en las variables utilizadas, el espacio comprendido por los factores dinámicos, f_t , puede ser estimado consistentemente utilizando análisis de componentes principales sobre la matriz de covarianza de X_t . Adicionalmente, el uso de componentes principales permite que estos estimadores puedan ser calculados fácilmente, incluso cuando N , el número de variables explicativas, es grande, y permite ser generalizado para lidiar con irregularidades en los datos. Adicionalmente, Stock y Watson (1998) muestran que las proyecciones de Y_t obtenidas a partir del uso de los factores son asintóticamente eficientes si el número de factores incluidos en el modelo a estimar es igual o mayor al

número de factores dinámicos comunes \bar{r} , y si la dimensión transversal de X_t es mucho mayor a la dimensión temporal.

III. Cálculo de factores para la economía chilena

Los factores son calculados a partir de 306 series económicas disponibles en frecuencia mensual para el período Marzo del 1986 a Marzo del 2004. La selección de estas variables esta basada únicamente en un criterio de disponibilidad al no existir un método estadístico claro en la literatura. Sin embargo, la inclusión de variables adicionales en principio no debieran afectar los resultados por cuanto su aporte marginal a la varianza del conjunto amplio de datos debiera ser reducido². Para llevar a cabo el cálculo de los factores es necesario que todas las variables utilizadas en el análisis sean estacionarias por lo que, cuando fue necesario, las variables se diferenciaron lo necesario para eliminar su raíz unitaria. La diferenciación de las variables se llevó a cabo tanto de forma mensual como anual por lo que se calculan dos tipos de factores, unos que explican la varianza de las diferencias en un mes de este tipo de variables y otros que la explican en doce meses, utilizando ambos para las proyecciones³. Adicionalmente, tal como el método lo requiere, las variables son estandarizadas con respecto a su media y varianza, lo que permite utilizar de la misma manera las distintas series. Además, cuando es necesario, las series son desestacionalizadas en base al método X-12 ARIMA.

Como ya se dijo en el caso de un país en desarrollo como el chileno la tasa de inflación ha sido bastante fluctuante en el tiempo. Además, luego de un largo proceso, las tasas de inflación fueron reducidas desde valores superiores al 20% en la década del 80 a

² No obstante, tal como se discutirá más adelante, nuestros resultados muestran difieren dependiendo de los datos utilizados en la matriz de variables observables. Creemos que este problema se origina por un hecho particular ocurrido en la economía chilena. De todas formas esto estaría mostrando que la estimación de los factores podría ser sensible a la representación que tiene cada sector económico en la base de datos.

³ Cuando las variables utilizadas son variaciones en doce meses (mensuales) los rezagos de inflación corresponden la tasa de variación anual (mensual).

niveles propios de países industriales, utilizándose actualmente para llevar a cabo política monetaria una banda para la inflación centrada en el 3% (Gráfico 1). Claramente en la muestra elegida los test estadísticos indican que la inflación tiene raíz unitaria, sin embargo, desde un punto de vista teórico esto no debería ocurrir. Creemos además que en adelante la tasa de inflación debería continuar con su oscilación con respecto al rango meta. Más aun, si se restringe la muestra, los tests estadísticos arrojan resultados contradictorios. En base a todo esto decidimos no diferenciar las tasas de inflación, tanto para el cálculo de los factores como para las proyecciones. Sin embargo en este último caso se lleva a cabo un procedimiento que permite proyectar de mejor forma sin diferenciar la serie, lo que será explicado más adelante.

Gráfico 1

De manera tal de representar de la forma más adecuada posible la economía Chilena, consideramos distintos tipos de variables económicas. En particular, en nuestro análisis incluimos variables que representan producción (tales como producción industrial y ventas industriales), el sector externo (importaciones, exportaciones y precios de *commodities* entre otras), precios (desagregaciones de los índices de precios al consumidor y al por mayor), el mercado laboral (los que incluyen costos laborales, empleo, desempleo y salarios), agregados monetarios, el sector fiscal y el mercado financiero (colocaciones, captaciones, tipos de cambio y tasas de interés entre otros). Una lista completa de las variables se presenta en el apéndice A.

Dado que no todas las series están disponibles para el período completo y que la metodología de componentes principales utilizada para el cálculo de los factores requiere que las bases de datos estén completas, tres tipos de estimaciones son efectuadas: balanceadas, no balanceadas y *stacked*. En el primer caso sólo variables que estén disponibles para el período completo de estimación son utilizadas. En el segundo, las variables con observaciones no disponibles, son completadas (el grupo de observaciones es balanceado) utilizando el valor

proyectado para esa observación a partir de los factores obtenidos en la estimación balanceada. Una vez que las variables han sido completadas se proceden a re-estimar los factores en un proceso que luego de varias iteraciones finalmente estima factores con toda la información disponible. Finalmente, en el caso de las estimaciones *stacked*, se duplica el tamaño de los datos balanceados utilizando un rezago de cada una de estas variables.

En cuanto al número de factores es posible calcular un número arbitrario de ellos por lo que sólo determinamos el número apropiado a utilizar en el ejercicio de proyecciones.⁴ En particular, se puede ver que un número acotado de factores explica una proporción importante de la varianza de las series utilizadas. Algunos autores han señalado que aquel o aquellos factores relacionados principalmente con variables de actividad podrían ser interpretados como factores reales mientras que aquel o aquellos relacionados con precios, tasas de interés, tipos de cambio o salarios podrían ser interpretados como factores nominales. Esta interpretación sin embargo adolece el problema de identificación dado que el estimador es consistente para el espacio cubierto por los factores, no para los factores mismos. En consecuencia, es difícil proveer una interpretación estructural a partir de los factores calculados al no coincidir necesariamente éstos con las fuerzas detrás del ciclo económico. Sin embargo, una combinación de ellos si lo estará y por lo tanto puede ser útil analizar como se correlacionan estos con el grupo completo de variables utilizadas.

En el gráfico 2 presentamos los R^2 de los 3 primeros factores y las distintas variables que componen nuestra muestra agrupadas de acuerdo la clasificación señalada con anterioridad. Un R^2 alto indicaría que la variable bajo análisis es un importante componente del factor bajo análisis. En primer lugar es posible señalar que la correlación del primer factor con variables de actividad es baja mientras que es alta en relación con variables de precio, del mercado laboral (en particular con relación a las variables de salario), tasas de interés y

⁴ Aun cuando se han propuesto recientemente algunos tests para determinar el número de factores, no existe un tratamiento claro a este respecto lo que no ha llevado en primera instancia a seguir un enfoque simple.

algunas variables del sector externo. Siguiendo previos estudios, este factor podría interpretarse como un factor nominal. El segundo factor está correlacionado principalmente con variables de actividad y con medidas de empleo. Al estar relacionado principalmente con variables de este tipo, podría ser definido como un factor real. El factor tres, cuatro y cinco parecen estar correlacionados en mayor medida con variables de actividad, precios y externo (*commodities*) respectivamente. Sin embargo, los R^2 en estos casos son significativamente menores a los de los dos primeros factores.

Gráfico 2

Adicionalmente es resulta útil examinar la evolución dinámica de los tres primeros factores y la de la inflación y del crecimiento en el Indicador Mensual de Actividad Económica (IMACEC). El primer factor presenta un patrón cíclico muy similar al de la inflación mientras que el tercer factor parece tener una evolución cíclica muy similar a la del IMACEC. El segundo factor presenta un fuerte ajuste entre 1998 y 1999 lo que corrobora la fuerte correlación entre este factor y las series de actividad, las cuales sufrieron un fuerte ajuste en ese período. Se presentan también las correlaciones entre los factores y la inflación y el crecimiento futuro a 3, 6, 9 y 12 meses (Tabla 1). Los resultados muestran que el primer factor se correlaciona en una magnitud importante y positivamente tanto con la inflación como con el crecimiento, lo que podría dar una señal de que se trata de un factor relacionado con *shocks* de demanda. El segundo factor muestra correlaciones bajas con crecimiento y positivas con inflación, mientras que el tercero muestra correlaciones con respecto a las dos variables con distinto signo, lo que podría ser una señal de que se trata de un *shock* de oferta. Así, en base a este tipo de análisis podríamos llegar a concluir que la mayor parte de las perturbaciones que ha sufrido la economía chilena serían por el lado de la demanda ya que los dos primeros factores, que explican la mayor proporción de la varianza de las variables observadas generan efectos positivos en inflación y crecimiento.

Gráfico 3

Tabla 1

IV. Proyecciones de inflación

En esta sección analizamos en primer lugar los resultados del proceso de proyección para el Índice de Precios al Consumidor (IPC) y luego los del crecimiento en el IMACEC utilizando los factores analizados en la sección anterior. En particular, procedemos a realizar proyecciones de inflación (π) para distintos horizontes de tiempo. Estas proyecciones se obtienen a partir de la estimación de la siguiente función de proyección para distintos horizontes de tiempo:

$$(5) \quad \hat{\pi}_{t+h/T} = \hat{\alpha}_h + \sum_{j=1}^m \hat{\beta}'_{hj} \hat{F}_{T-j+1} + \sum_{j=1}^p \hat{\gamma}'_{hj} \pi_{T-j+1} + \varepsilon_{t+h},$$

donde \hat{F}_t corresponde al vector de k factores estimados y h es el horizonte de proyección. Como ya se mencionó, se supone que la inflación es un proceso integrado de orden cero lo que es consistente con nuestra apreciación teórica y con los resultados obtenidos de los tests de raíces unitarias para sub-períodos de la muestra.⁵ Cuatro variantes de esta ecuación son estimadas en orden a evaluar la robustez de los resultados obtenidos. Un primer grupo de proyecciones es obtenido de la estimación de un modelo en el que sólo se consideran factores contemporáneos. Un segundo grupo incluye sólo factores contemporáneos y sus rezagos. Un tercer grupo de estimaciones incluye sólo factores contemporáneos y rezagos de la inflación. Finalmente, se obtienen proyecciones en las que se consideran tanto rezagos de factores como rezagos de inflación. La selección del número óptimo de rezagos para cada modelo es

⁵ Estimaciones alternativas en que se supuso un orden de integración mayor para la inflación no arrojaron mejores resultados.

determinada a través del criterio de información bayesiana. El modelo de proyección se estima para horizontes de 3, 6, 9 y 12 meses con los tres tipos grupos de información disponibles: balanceados, no balanceados y *stacked*.

En orden a evaluar el desempeño predictivo de estas estimaciones se procede a obtener proyecciones fuera de muestra para distintos horizontes de inflación a partir de enero de 1996. Posteriormente se comparan los errores cuadráticos medios de estas proyecciones con los que se obtienen a partir de un modelo autorregresivo para la inflación. Los resultados son presentados en la tabla 2 e indican que el uso de factores reduce de manera significativa los errores cuadráticos medios con respecto al modelo autorregresivo en el caso del IPC. En la tabla se presenta la razón entre el ECM de la mejor especificación y el de un modelo autoregresivo no restringido. Además se presentan los errores estándar de dicha razón y la especificación. Los resultados muestran que las proyecciones sobre la base de factores tienen una mayor calidad predictiva que el método autorregresivo para todos los horizontes considerados. Por otra parte, consistente con estudios previos, sólo se utiliza un factor en las proyecciones para todos los horizontes, correspondiendo al primer factor estimado, el que explica la mayor cantidad de varianza posible y que fue analizado anteriormente como un factor que podría capturar *shocks* nominales o de demanda. En relación con el número de rezagos, las proyecciones al menos 1 rezago de inflación, mientras que no utilizan rezagos de factores.

Tabla 2

Como ya se dijo, durante la década de los noventa la tasa de inflación experimentó una importante caída. La existencia de metas de inflación anuales durante todo este período ha sido sindicada como un importante elemento modelador de la dinámica inflacionaria. Es así como, entre otros, Valdés (1997) argumenta fuertemente a favor de modelar la evolución de la inflación en relación con la meta de inflación. Adicionalmente esta estrategia permite lidiar

con potenciales problemas de asumir erróneamente que el proceso de inflación es I(0). Esto además se podría reflejar en altos errores cuadráticos medios, lo que no permitiría estimar bien la calidad de las estimaciones. De forma tal de poner a prueba la robustez de nuestros resultados previos, procedemos a estimar el siguiente modelo de proyección:

$$(6) \quad (\hat{\pi}_{t+h/T} - \pi_{t+h}) = \hat{\alpha}_h + \sum_{j=1}^m \hat{\beta}'_{hj} \hat{F}_{T-j+1} + \sum_{j=1}^p \hat{\gamma}'_{hj} (\pi_{T-j+1} - \bar{\pi}_{T-j+1}) + \varepsilon_{t+h},$$

Un resultado inmediato de esta estrategia es que el proceso autorregresivo mejora significativamente en relación con nuestros modelos con factores, lo que se traduce en una disminución en las razones entre los errores cuadrático medio para los distintos horizontes de proyección (Tabla 3). De todas formas estas razones continúan siendo menores a uno para algunos plazos. Tal como se mencionó con anterioridad es posible que el cálculo de los factores pueda estar influenciado por el hecho de que las tasas de interés presentaron importantes movimientos en el año 1998. Dicho de otra forma, parte importante de la varianza conjunta de las series utilizadas para el cálculo de los factores se puede deber a la varianza experimentada por las distintas tasas de interés que se utilizan, o variaciones dentro del bloque de tasas de interés, sin estar necesariamente estas relacionadas con las restantes series. En orden a corregir por este hecho, obtuvimos un nuevo grupo de factores eliminando las tasas de interés del cálculo de éstos. Los resultados indican que la capacidad predictiva aumenta para cada uno de los horizontes considerados (Tabla 4).

Tabla 3

Tabla 4

Es importante notar que el número de factores utilizados en la proyección a 12 meses, tanto en las estimaciones de factores con una muestra restringida como en la muestra

completa, es menor al de las estimaciones presentadas en la primera parte de esta sección. En este caso, conforme el horizonte de proyección aumenta, las proyecciones de los modelos con factores mejoran en relación con las de los modelos autorregresivos. Además, y al igual que en trabajos anteriores, el método no balanceado es el que en general mejores resultados arroja lo que permite confirmar que el método es bueno para lidiar con problemas de irregularidades en los datos.

Por último, terminamos esta sección analizando los efectos sobre la capacidad predictiva del uso de factores en proyecciones de actividad. Como medida de actividad utilizamos el Indicador Mensual de Actividad Económica (IMACEC) elaborado por el Banco Central de Chile y que sigue de cerca la evolución del PIB. Las proyecciones se realizan para horizontes de 3, 6, 9 y 12 meses con los factores estimados sin incluir tasas de interés⁶. Nuestros resultados indican que las proyecciones de actividad presentan un poder predictivo más alto que aquellas que emergen de modelos autorregresivos para el IMACEC (Tabla 5). Nuevamente, a mayores horizontes, el poder predictivo de nuestros modelos factoriales aumenta significativamente con relación al modelo AR. En este caso para algunos horizontes las mejores proyecciones utilizan una mayor cantidad de factores que en el caso de la inflación.

Tabla 5

V. Curva de Phillips y Factores

Una forma alternativa de uso de los factores consiste en introducirlos en algún tipo de estimación estructural de la variable a proyectar y analizar como los resultados de proyección se ven afectados. En el caso de las proyecciones de inflación resulta lógico pensar en la curva

⁶ Se hicieron proyecciones con los factores sin ajustar pero los resultados fueron inferiores.

de Phillips. En consecuencia, procedemos en primer lugar a especificar una curva de Phillips tradicional. En particular, estimamos la siguiente relación:

$$(7) \quad (\hat{\pi}_{t+h|T} - \bar{\pi}_{t+h}) = \hat{\alpha}_h + \sum_{j=1}^p \hat{\theta}'_{hj} \hat{U}_{T-j+1} + \sum_{j=1}^p \hat{\gamma}'_{hj} (\pi_{T-j+1} - \bar{\pi}_{T-j+1}) + \varepsilon_{t+h},$$

donde \hat{U} corresponde a la brecha producto calculada a partir de la aplicación de filtro de Hodrick-Prescott. Posteriormente procedemos a estimar una versión aumentada de esta curva de Phillips utilizando factores. En concreto, estimamos la siguiente relación:

$$(8) \quad (\hat{\pi}_{t+h|T} - \bar{\pi}_{t+h}) = \hat{\alpha}_h + \sum_{j=1}^m \hat{\beta}'_{hj} \hat{F}_{T-j+1} + \sum_{j=1}^p \hat{\theta}'_{hj} \hat{U}_{T-j+1} + \sum_{j=1}^p \hat{\gamma}'_{hj} (\pi_{T-j+1} - \bar{\pi}_{T-j+1}) + \varepsilon_{t+h},$$

Nuestros resultados indican en primer lugar que una curva de Phillips mejora los resultados del ejercicio de proyección en relación con los modelos autorregresivos sólo para los horizontes de 9 y 12 meses. Por su parte, una curva de Phillips aumentada con factores exhibe mejor poder predictivo, sobre la base de nuestro criterio del error cuadrático medio (ECM), tanto en comparación con los modelos autorregresivos como con el modelo de curva de Phillips tradicional para dichos horizontes (Tabla 6). Es posible apreciar que en estos dos casos sólo un factor reemplaza al rezago en la inflación para lograr resultados superiores a los de una curva de Phillips tradicional.

Tabla 6

VI. Conclusiones

En este documento implementamos el método desarrollado por Stock y Watson (1998) de análisis factorial en el proceso de proyección de la inflación (IPC) y de actividad

(IMACEC). Nuestros resultados indican que el uso de factores, los cuales representan las variables subyacentes que explican la variación en el tiempo del ciclo económico, mejora de manera significativa la capacidad predictiva. Nuestros resultados también indican que el uso de estos factores en modelos estructurales de inflación, tal como la curva de Phillips, puede generar importantes mejorías en el ajuste de la proyección.

En las próximas versiones de este trabajo agregaremos modelos utilizados comúnmente para realizar proyecciones tales como vectores autorregresivos y una curva IS tradicional de forma tal de corroborar la robustez de nuestros resultados. Adicionalmente, se estimará utilizando los factores estimados una función de reacción de la tasa de interés de política monetaria.

Referencias

Angelini, E., J. Henry y R. Mestre (2001), "Diffusion Index-based Inflation Forecasts for the Euro Area," WP No 61, European Central Bank.

Artis M., A. Banerjee y M. Marcellino (2001) "Factor Forecasts for the UK," mimeo, European University Institute.

Bernanke, B. y J. Boivin (2003) "Monetary Policy in a Data-rich Environment," *Journal of Monetary Economics* 50, pp. 525-546.

Camacho, M. y E I. Sancho (2003) "Spanish Diffusion Indexes," *Spanish Economic Review* 5(3), pp. 173-203.

Grosselin, M. y G. Tkacz (2001) "Evaluating Factor Models: An Application to Canadian Inflation," Working Paper No 18, Bank of Canada.

Stock J. y M. Watson (1998) "Diffusion Indexes," Working Paper No 6702, NBER.

Stock J. y M. Watson (1999) "Forecasting Inflation," *Journal of Monetary Economics* 44, pp. 293-335.

Stock J. y M. Watson (2002) "Macroeconomic Forecasting Using Diffusion Indexes," *Journal of Business & Economic Statistics* 20(2), pp. 147-162.

Tabla 1: Correlaciones entre factores e inflación y crecimiento a distintos horizontes

	Horiz.	F1	F2	F3
Inflación	6	-0.82	0.17	0.05
	9	-0.86	0.21	0.03
	12	-0.88	0.24	0.01
Crecimiento	6	-0.33	0.03	-0.15
	9	-0.39	0.06	-0.17
	12	-0.45	0.08	-0.13

Tabla 2: Resultados proyecciones de inflación sin ajustar

Horizonte	ECM en Relación al Modelo AR	Error Estándar	Factores	Rezagos de Factores	Rezagos de Inflación	ECM AR
3	0.60	0.14	1	0	>=1	0.012
6	0.64	0.23	1	0	>=1	0.033
9	0.60	0.17	1	0	>=1	0.046
12	0.76	0.28	1	0	0	0.090

Tabla 3: Resultados proyecciones de inflación con respecto a la meta

Horizonte	ECM en Relación al Modelo AR	Error Estándar	Factores	Rezagos de Factores	Rezagos de Inflación	ECM AR
3	0.97	0.06	1	0	>=1	0.003
6	0.97	0.07	1	0	0	0.005
9	0.93	0.23	1	0	>=1	0.009
12	0.68	0.32	1	0	0	0.015

Tabla 4: Resultados proyecciones de inflación con respecto a la meta
Muestra Ajustada

Horizonte	ECM en Relación al Modelo AR	Error Estándar	Factores	Rezagos de Factores	Rezagos de Inflación	ECM AR
3	0.95	0.07	1	0	>=1	0.003
6	0.93	0.08	1	0	0	0.005
9	0.87	0.11	1	1	6	0.009
12	0.61	0.23	2	0	0	0.015

Tabla 5: Resultados proyecciones de crecimiento sobre la base de IMACEC
Muestra Ajustada

Horizonte	ECM en Relación al Modelo AR	Error Estándar	Factores	Rezagos de Factores	Rezagos de Inflación	ECM AR
3	0.79	0.17	4	≥ 1	≥ 1	0.025
6	0.84	0.11	1	0	0	0.068
9	0.68	0.22	4	0	0	0.119
12	0.43	0.26	1	0	0	0.293

Tabla 6: Resultados proyecciones de inflación incluyendo *Gap* de producto
Muestra Ajustada

Horizonte	ECM en Relación al Modelo AR	ECM en Relación a Curva Phillips	Error Estándar	Factores	Rezagos de Factores	Rezagos de Inflación
3	1.79	1.14	0.15	1	0	≥ 1
6	1.25	0.85	0.12	1	0	0
9	0.61	0.89	0.14	1	0	0
12	0.56	0.80	0.28	1	0	0

Gráfico 1: Tasa de Inflación Anual en Chile (1987-2004)

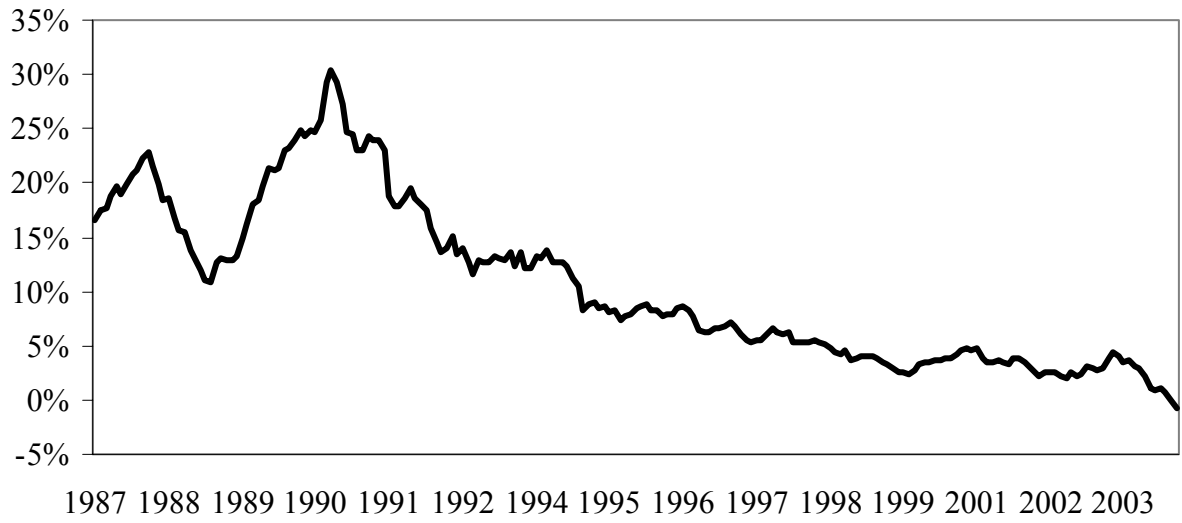


Gráfico 2: R² calculados en regresiones entre factores y variables utilizadas para su estimación

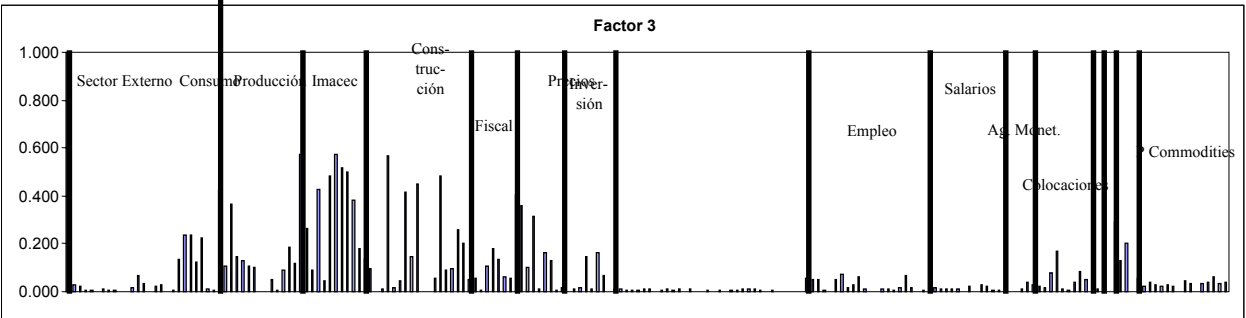
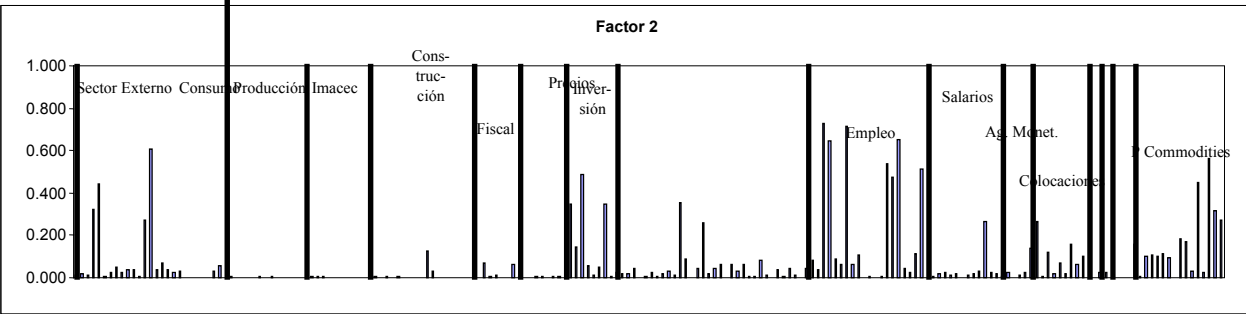
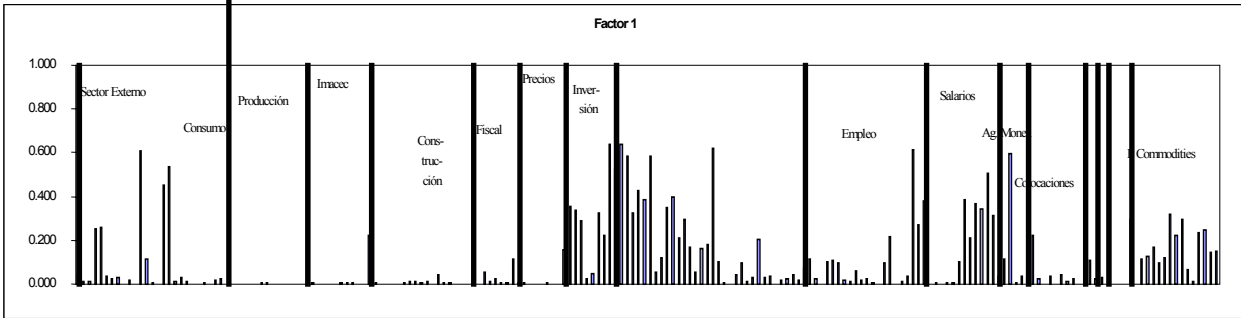


Gráfico 3: Factores e Inflación y Crecimiento (IMACEC)

