

Reportando la Distribución de la Proyección de Inflación

Marco Vega*
mvegad@bcrp.gob.pe

1. Introducción

Las funciones de densidad de las proyecciones de inflación pueden reportarse mediante construcciones gráficas conocidas como *fan charts*. Esta metodología se implementó por primera vez en el Banco de Inglaterra (1996) y el Banco Central de Suecia (1997) con el propósito de mostrar explícitamente que las proyecciones se enmarcan inevitablemente en una situación de incertidumbre y riesgos diversos, no necesariamente simétricos.

Existen diferencias sutiles y similitudes en la metodología usada por estos dos bancos centrales para construir sus *fan charts*. Las diferencias son específicas al arreglo institucional de sus procesos de proyección, las similitudes radican en que ambas utilizan el mismo supuesto para la forma de sus distribuciones de probabilidad y ambas permiten mecanismos de ajuste sistemático de dichas distribuciones por medio de la intervención ya sea de los técnicos encargados de la proyección o de los hacedores de política monetaria.

En el caso del Perú, desde el Reporte de Inflación de mayo de 2002 hasta la fecha se han publicado cinco *fan charts* de la proyección de inflación. La elaboración de estos gráficos ha tomado en cuenta las experiencias de Inglaterra y Suecia. Sin embargo, la experiencia del Banco Central de Reserva del Perú (BCR) dentro del esquema de Meta Explícita de Inflación (*Inflation Targeting*) es reciente, lo que conlleva la necesidad de trabajar con una metodología lo suficientemente inclusiva para poder abordar el problema de tener modelos de proyección en constante progreso.

El objetivo del presente documento es presentar, en forma esquemática, los elementos involucrados en la metodología de elaboración adoptada. Además, se precisan conceptos claves que, se espera, ayuden a un mejor entendimiento de la densidad de la proyección de inflación.

La exposición del trabajo se divide de la siguiente manera; en la sección dos se esgrime las razones de proyectar la densidad de inflación y no valores puntuales, en la sección tres se describen las formas en las que se puede extraer información relevante para la construcción de la densidad, en la sección cuatro se explica las dos formas alternativas de reportar un *fan chart*, en la sección cinco se desarrolla un ejemplo y en la sección seis se realizan algunos comentarios finales.

2. ¿Por qué proyectar una distribución y no un valor puntual?

Según la teoría estadística, la predicción puntual se justifica solamente en una situación de “equivalencia cierta”¹. Este principio se basa en el hecho de que los agentes económicos sólo necesitan saber el valor esperado

* El autor labora en la Gerencia de Estudios Económicos del BCR. Deseo agradecer a Javier Luque, Carlos Montoro y Hugo Perea por las discusiones iniciales acerca de un borrador inicial circulado bajo el nombre “Incertidumbre y Riesgo en las Proyecciones Macroeconómicas”. Asimismo, agradezco a Diego Winkelried y Gonzalo Llosa por los comentarios realizados a esta versión. Las opiniones vertidas en este documento son responsabilidad exclusiva del autor y no reflejan necesariamente la visión del BCR.

¹ Del término inglés “*Certainty Equivalence*”. Ver Wallis (2003b) para una explicación un poco más detallada y ver Svensson (1997) y Svensson (1999) para una aplicación simple del principio de equivalencia cierta.



de las variables de estado a fin de optimizar funciones de pérdida cuadrática bajo restricciones lineales y choques aleatorios simétricos. Sin embargo, los agentes pueden poseer cualquier tipo de función de pérdida mientras que los choques y riesgos en un mundo de alta incertidumbre no son simétricos.

La existencia de choques asimétricos conlleva a que los bancos centrales que publican proyecciones de inflación² tengan la necesidad de hacer balances de riesgos y evaluar la incertidumbre asociada a dichas proyecciones. Este análisis de incertidumbre y riesgo puede y es formalizado matemáticamente a través de funciones de densidad de las proyecciones.

Una función de densidad de la proyección de inflación resulta importante desde dos puntos de vista: la implementación de la política monetaria y la comunicación de las proyecciones.

Desde la perspectiva de la implementación de la política monetaria, la distribución de las proyecciones de inflación permite a la autoridad monetaria tener una medida de la probabilidad de que la proyección de inflación estará en el rango³ de tolerancia de inflación para una determinada posición de política monetaria. Bajo el esquema de Metas Explícitas de Inflación, este ejercicio resulta gravitante ya que sirve de patrón para que la autoridad monetaria tome decisiones correctas a fin de alcanzar su objetivo en un futuro determinado. El ejercicio en cuestión, toma en cuenta todos los ingredientes inherentes al quehacer de la política monetaria: los rezagos de la política monetaria, el espectro de riesgos y el grado de incertidumbre agregada⁴. Esta forma de proceder se racionaliza en el contexto del *Inflation Forecast Targeting* propuesto por Svensson (1999).

Por su parte, desde el punto de vista comunicacional, se quiere transmitir al público que el accionar de la autoridad monetaria se realiza en un mundo plagado de incertidumbre y dada la información existente al momento de realizar una proyección, la decisión de política de la autoridad monetaria, en un sentido probabilístico, es consistente con la meta inflacionaria en el horizonte de proyección relevante.

Las proyecciones de densidad tienen además la característica de poder ser sometidas a evaluaciones ex - post⁵. En este sentido, Diebold, Hahn y Tay (1998) y Wallis (2003a) muestran la posibilidad de evaluar proyecciones de densidad mediante pruebas estadísticas específicas. Por ejemplo, Wallis (2003a) muestra que las proyecciones del Banco de Inglaterra han sobre-estimado sistemáticamente el grado de incertidumbre asociada a dichas proyecciones. Cabe remarcar que la posibilidad de poder someterse a evaluación⁶, ayuda en el esquema general de transparencia y rendición de cuentas del banco central.

Es conveniente precisar los dos conceptos claves que hay que adicionar a la proyección central de inflación: incertidumbre y riesgo.

Incetidumbre

Es la ausencia de certeza respecto a una proyección puntual. Generalmente, la incertidumbre sobre una variable aleatoria se aproxima por medio de la desviación estándar de dicha variable calculada sobre una muestra histórica. Sin embargo, **los bancos centrales hacen proyecciones de inflación condicionales** tanto a la evolución futura de los distintos factores exógenos como de su posición de política monetaria. Por ello, la desviación estándar histórica (incondicional) de la inflación sólo sirve como una referencia, ya que la evaluación

² Básicamente los Reportes de Inflación.

³ En el Perú, este rango de tolerancia de inflación se ubica entre 1,5 y 3,5 por ciento.

⁴ La incertidumbre agregada considera todas las posibles fuentes de incertidumbre: las derivadas del desconocimiento del modelo de la economía, los factores exógenos que afectarán la inflación, los errores de medición, etc.

⁵ Esto se diferencia del enfoque que consiste en mostrar los riesgos e incertidumbres presentes en la proyección por medio de escenarios o variantes al escenario central. La característica cualitativa de este enfoque hace que las proyecciones no puedan ser sometidas a dicha evaluación. Ver Don (2000) para una defensa de este enfoque y Wallis (2003) para una crítica al mismo.

⁶ Por definición una proyección central tiene cero probabilidad de ser igual a la realización. La diferencia entre la realización y la proyección central sirve de insumo en la evaluación pero considerando el grado de incertidumbre asociado al periodo de proyección. Resulta por tanto fútil medir la discrepancia sin referencia alguna a la incertidumbre proyectada en relación a alguna medida de incertidumbre verdadera inherente durante el periodo.



de la incertidumbre asociada a los factores exógenos dentro del horizonte de proyección tiene un papel fundamental, el mismo que es reconocido explícitamente en los reportes de inflación.

Riesgo

En el contexto del esquema de Meta Explícita de Inflación, el riesgo es la probabilidad de que la proyección de inflación se encuentre por arriba o por debajo de tres posibles valores referenciales; la proyección central de inflación, la meta de inflación o, en caso exista, del rango de inflación meta.

En el siguiente documento se considera el primer caso. Así, se definirá el riesgo al alza (*upside risk*) como la probabilidad de que la proyección de inflación se ubique por arriba de la proyección central, mientras que el riesgo a la baja (*downside risk*) se definirá como la probabilidad de que aquella se ubique por debajo. Cuando ambos riesgos son iguales se tiene el caso de una distribución simétrica de las proyecciones, de lo contrario, se tiene un balance de riesgos asimétrico (a la baja o al alza).

Cuando el balance de riesgo es asimétrico, las tres medidas de tendencia central conocidas dejan de ser iguales. Estas medidas son: la **moda** (punto alrededor del cual se concentran los eventos más probables); la **mediana** (medida de tendencia central que hace que los errores hacia abajo o hacia arriba tengan igual probabilidad) y la **media** (refleja el valor esperado de la inflación en el horizonte de proyección).

3. La proyección de la función de densidad de la inflación

La proyección de la función de densidad es un ejercicio primordialmente heurístico dado que la econometría tradicional es insuficiente para enfrentar el problema de proyecciones condicionales realizadas por la autoridad monetaria con incorporación de juicios subjetivos al momento de evaluar los riesgos e incertidumbre sobre el futuro⁷.

En principio, la función de densidad de la inflación puede ser aproximada a través de un modelo central de proyección. De esta manera, se aborda el problema de cómo la incertidumbre tanto de las variables exógenas como de los parámetros del modelo se trasladan a la incertidumbre de la inflación. Sin embargo, existen fuentes de incertidumbre latentes que no pueden cuantificarse usando sólo una determinada clase de modelo⁸.

Los hacedores de política en la práctica tienen en cuenta todas las posibles fuentes de incertidumbre; por su naturaleza, un modelo estilizado y compacto no puede incluir todo el espectro de riesgos e incertidumbres.

En el presente documento se considera tres pasos para determinar la proyección de la densidad de inflación, definida esta como la inflación observada en los últimos cuatro trimestres. Los pasos se describen en relación explícita al caso peruano:

Paso 1: Evaluación del error de predicción histórica del BCR y variabilidad de la inflación: Una medida imperfecta de predicciones del banco central hechas en la historia reciente la constituyen los anuncios⁹ de metas de inflación hechas por el BCR desde 1994. En el Gráfico 1 se muestra la inflación del trimestre respecto al mismo trimestre del año anterior, junto con los anuncios hechos al inicio de cada año sobre la inflación del cuarto trimestre de cada año. La comparación relevante es en los últimos trimestres de cada año, donde se puede ver cuán lejos estaba el anuncio respecto a la inflación realizada. Se puede calcular que el valor absoluto del error medio de “predicción a un año” se ubica en alrededor de 0,9 puntos.

⁷ Con la información disponible, un economista puede realizar una proyección incondicional de la inflación porque sabe que las acciones que tome éste no afectan la proyección que hace. La autoridad monetaria por el contrario tiene que tomar en cuenta, además de la información disponible, la acción que ésta tome para afectar aquello que quiere proyectar.

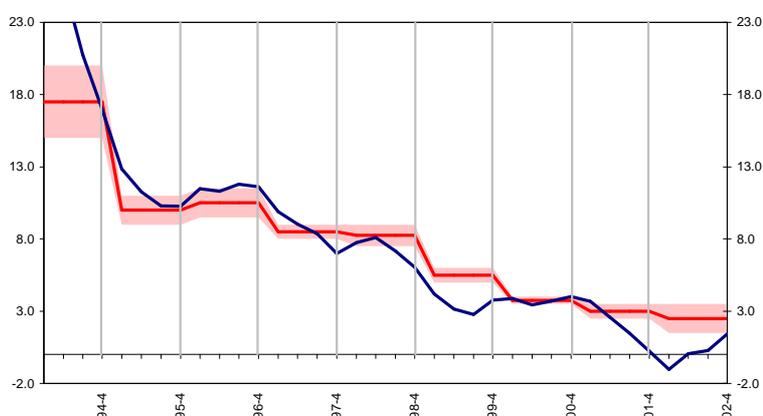
⁸ Por ejemplo, los ciclos políticos traen como consecuencia un aumento de la incertidumbre, los mismos que deben ser considerados por la autoridad monetaria.

⁹ Sin embargo, estos anuncios no son proyecciones propiamente dichas.



Gráfico 1

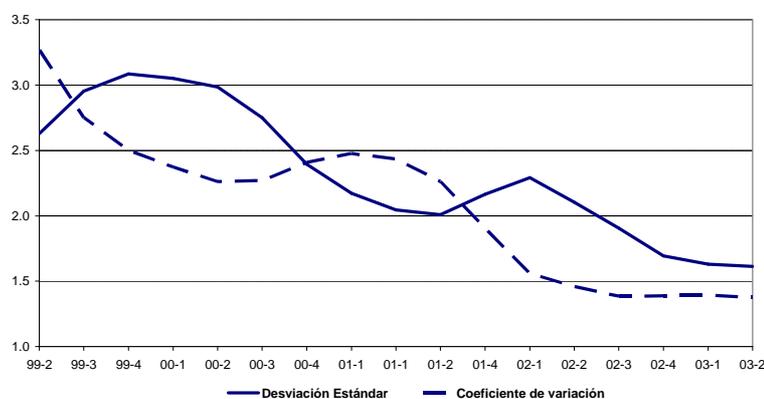
Anuncios de inflación y rangos de inflación versus inflación observada



De otro lado, el cómputo de la desviación estándar histórica de la inflación es un indicador incondicional del tamaño de incertidumbre ligada a esta variable. En el Gráfico 2 se dibuja la desviación estándar de la inflación junto con el coeficiente de variación de la inflación. Estas son calculadas sobre la base de muestras móviles que abarcan 16 trimestres hacia atrás. El hecho saltante es que tanto la desviación estándar como el coeficiente de variación han tenido una tendencia decreciente. Se puede notar que la desviación estándar calculada al final de la muestra histórica alcanza un valor cercano a 1,6. Esta medida usualmente sirve de referencia para tener una idea aproximada del grado de incertidumbre incondicional de la inflación hacia el futuro.

Gráfico 2

Desviación estándar y coeficiente de variación de la inflación observada en los últimos 4 años (16 trimestres)



Paso 2: Realización de simulaciones Monte-Carlo usando un modelo central: Permiten vincular la incertidumbre en las variables exógenas durante el horizonte de proyección con posibles realizaciones de variables endógenas para dicho horizonte. En las proyecciones, las variables exógenas además de tener un escenario central, tienen una medida de incertidumbre asociada. El personal técnico del BCR elabora medidas de incertidumbre asociada al escenario central de las exógenas utilizando modelos estadísticos univariados, multivariados o información del mercado¹⁰.

Dada la información sobre la incertidumbre y el valor central de las exógenas; se parametrizan las funciones de distribución a partir de las cuales se puedan generar datos aleatorios. Para situaciones de simetría, se usa la distribución Normal; para situaciones asimétricas se puede usar la distribución Beta,

¹⁰ Por ejemplo, para la inflación externa se toma la dispersión del *Consensus Forecast* como una medida de incertidumbre.

o la Normal en Dos Partes¹¹. Esta última es la que se ha utilizado desde su introducción a la proyección de densidad de inflación tanto en el Banco de Inglaterra – ver Britton, Fisher y Whitley (1998) – como en el Banco Central de Suecia – ver Blix y Sellin (1998).

Cabe notar que las proyecciones se realizan tomando en cuenta que el instrumento de política se mantiene inalterable durante el horizonte de proyección. Esto hace que la posibilidad de una desviación fuerte de alguna variable que afecte la proyección de inflación en el futuro no produzca una respuesta de la autoridad monetaria, haciendo que la proyección de inflación sea más susceptible a desvíos y por tanto aumente la incertidumbre asociada.

Paso 3: Inclusión del punto de vista de los decisores de política: Dado que el modelo que se utiliza en el paso 2 inevitablemente es parcial y agregado, la inclusión de factores de incertidumbre no directamente ligados al modelo es necesaria. Para ello, la visión de los decisores de política es insumo fundamental. Los factores que se pueden tomar en cuenta son por ejemplo; los cambios en la estructura económica, las variaciones de la instrumentación del esquema de Metas Explícitas de Inflación, la mejora en los procesos internos de proyección, etc¹². Muchos de estos factores son subjetivos por naturaleza. Por ello, los bancos centrales en general combinan¹³ juicios razonados (balances de riesgo) con elementos técnicos¹⁴.

El método usual de proyección de densidad de inflación consiste en parametrizar una función explícita de densidad, utilizando como parámetros la proyección central (la moda), una medida del grado de incertidumbre y una medida de asimetría. Estos parámetros pueden ser calculados a través de los tres pasos descritos.

La función de distribución que tiene las características más apropiadas para la parametrización es la Normal en Dos Partes¹⁵ $NS(m, s_i^2, s_d^2)$. La misma que es construida combinando la mitad de la izquierda de una función de distribución Normal $N(m, s_i^2)$ con la mitad de la derecha de otra función de distribución Normal $N(m, s_d^2)$.

$$f(x) = \begin{cases} \frac{A}{s_d} \mathbf{j} \left(\frac{x-m}{s_d} \right) & \text{Para } x > m \\ \frac{B}{s_i} \mathbf{j} \left(\frac{x-m}{s_i} \right) & \text{Para } x = m \end{cases} \quad \dots(1)$$

Donde: $\mathbf{j}(z) = \frac{1}{\sqrt{2p}} \exp(-z^2)$

En el anexo 1 se muestra cómo deben ser los parámetros A, B, s_d y s_i para que la función de distribución $f(x)$ pueda ser utilizada en el análisis que sigue. Se muestra asimismo que la función de distribución NS puede ser

¹¹ La función de distribución Normal en Dos Partes, es conocida en inglés como “Two-piece Normal”, “Piecewise Normal” o “Split Normal” y es conveniente porque permite parametrizar la asimetría de manera flexible. La distribución Beta resulta útil para generar variables aleatorias restringidas en un rango.

¹² Al respecto, Svensson (1997) muestra que si en la función de pérdida del banco central la ponderación de los desvíos cuadráticos del producto respecto al producto potencial tiende a ser mayor, entonces el banco central puede tolerar una banda de incertidumbre mayor para la proyección de inflación.

¹³ En Vega (2003), se desarrolla un modelo de proceso de proyección de un banco central donde la combinación de la proyección estadística de un modelo se combina óptimamente con la visión a priori de la autoridad monetaria utilizando explícitamente un enfoque bayesiano.

¹⁴ En un reciente estudio, Schmidt-Hebbel y Tapia (2002), se muestra respuestas a cuestionarios realizados a veinte bancos centrales que tienen Metas Explícitas de Inflación. De ellas se colige que en la mayoría de bancos centrales, las proyecciones publicadas son una muestra combinada de proyecciones técnicas y juicios de las autoridades de política.

¹⁵ Según Larsson y Villani (2003), esta distribución fue introducida por primera vez para hacer inferencia estadística en un trabajo de física aplicada en 1973 y se introdujo a la comunidad académica estadística por John (1982). Se usó por primera vez para hacer proyecciones de densidad de inflación por el Banco de Inglaterra en 1998 – ver Britton, Fisher y Whitley (1998).



reparametrizada de una manera más conveniente por tres parámetros (m , s^2 , $?$) que describen la moda de la inflación, la incertidumbre y el grado de asimetría de la distribución respectivamente.

$$f(x) = \begin{cases} \frac{2}{s\sqrt{2p}(\sqrt{1-g}+\sqrt{1+g})} \exp\left(\frac{-(x-m)^2}{2s^2(1+g)}\right) & \text{Para } x > m \\ \frac{2}{s\sqrt{2p}(\sqrt{1-g}+\sqrt{1+g})} \exp\left(\frac{-(x-m)^2}{2s^2(1-g)}\right) & \text{Para } x = m \end{cases} \quad \dots(2)$$

En (2), el parámetro $?$ puede tener valores en el rango $[-1,1]$. En particular, si el valor de este parámetro es cero, entonces la función de distribución $f(x)$ se convierte en una normal $N(m, s^2)$.

Dada esta forma de la distribución y con ayuda del Anexo 1, se muestra que la probabilidad de que la proyección de inflación sea menor a su valor central m es:

$$PD = \frac{\sqrt{1-g}}{\sqrt{1-g} + \sqrt{1+g}} \quad \dots(3)$$

Mientras que la diferencia entre la media (μ) y la moda (m) de la proyección está dada por¹⁶:

$$Asimet = \frac{2s[\sqrt{1+g} - \sqrt{1-g}]}{\sqrt{2p}} \quad \dots(4)$$

En la práctica, un primer factor que determina $?$ es el ajuste obtenido en la simulación de Monte-Carlo descrito en el Paso 2. Asimismo, el balance de riesgos de la autoridad monetaria muchas veces es preponderante en la determinación de la cuantía de $?$ debido a que puede ser resumida mediante la probabilidad de que la proyección de inflación este por debajo del escenario central (PD). Por ejemplo, en el Reporte de Inflación publicado por el BCR en enero de 2003 se tuvo un balance de riesgos hacia arriba derivado del riesgo percibido de que los precios de los combustibles podrían subir más de lo previsto en el contexto del escenario geopolítico preponderante en ese entonces (Ver el gráfico 8 del Anexo 3).

Una vez determinada la probabilidad PD , el parámetro $?$ queda definido en la ecuación (3). Con los parámetros $?$ y s calculados, la asimetría, definida como la distancia entre la media y la moda puede ser calculada mediante la ecuación (4).

Hasta ahora, se ha establecido la distribución de probabilidad de la proyección de inflación para un periodo cualquiera. Generalmente, el cálculo de los parámetros relevantes y el balance de riesgos se hace para el horizonte de proyección relevante (dos años o fin de año calendario). Se puede completar este cálculo de parámetros para todos los periodos dentro del horizonte de proyección mediante una interpolación lineal como sugieren Britton, Fisher y Whitley (1998) y Blix y Sellin (1998). El resultado final de la estimación es una serie de funciones de distribución NS para cada periodo dentro del horizonte de proyección.

4. Formas de comunicar la proyección de densidad

Como se puede apreciar, podría resultar complicado comunicar “la proyección de una función de densidad” al público en general puesto que es un objeto tridimensional (tiempo, proyección de inflación, probabilidad). Una manera más simple de comunicar la función de densidad referida es mediante *fan charts* en dos dimensiones (tiempo y rangos de proyección de inflación).

La idea de presentar los riesgos usando *fan charts* fue introducida por primera vez por el Banco de Inglaterra, idea que fue impulsada por Mervin King. Al respecto, Goodhart (1999) dice¹⁷:

¹⁶ La asimetría descrita en la ecuación (4) mide cuán desiguales son ambas tendencias centrales. La asimetría medida por $?$ ilustra cuan diferente es la forma de la función de distribución de probabilidad NS respecto a la Normal N .

¹⁷ Traducción del autor del texto en Goodhart (1999), páginas 60-61 :



“King tuvo la oportunidad de introducir algunas mejoras al proceso de proyección, principalmente puso énfasis en el rango de incertidumbre y riesgos potenciales de la proyección (en vez del énfasis previo pero exagerado en la proyección puntual). Esto se logró al publicar el fan chart de la potencial inflación futura, en escalas relativas a su probabilidad esperada.

Dado que el espectro de escalas es hecho en tonos de rojo, las escalas empezaron a apodarse como ‘ríos de sangre’, quizás porque se parecían al delta de un río. Es más, cual un delta, los posibles resultados no tenían que ser simétricos. Los riesgos podían estar más en un lado que en el otro.”

Desde entonces, el *fan chart* representa la forma estándar de cómo la evaluación subjetiva de los riesgos hecha por las autoridades monetarias se comunica al público. Un número importante de bancos centrales que han adoptado el esquema de Metas Explícitas de Inflación publica regularmente este tipo de gráfico¹⁸.

Sin embargo, esta práctica presenta un problema al momento de construir las “escalas” a las que se refiere Goodhart (1999). Las bandas que se muestran en un *fan chart* típico, pueden ser confundidas por los lectores con intervalos de predicción central cuando no lo son necesariamente. Esto ocurre porque existen dos formas de construir las bandas de predicción y que resultan en *fan charts* diferentes si es que la distribución en cuestión es asimétrica. Para el caso simétrico, las dos metodologías son equivalentes.

- 4.1. **Metodología del Banco de Inglaterra (BoE):** Las bandas de predicción asociadas a cada probabilidad son las de menor tamaño posible (Ver panel A del Gráfico 3 donde se dibujan bandas de 10 y 50 por ciento de probabilidad). Por definición, estas bandas contienen a la moda de la distribución aunque no necesariamente como su centro¹⁹.

Ventajas y desventajas:

- a. La construcción de este tipo de bandas podría llevar a confusión porque el público siempre tiende a creer que la probabilidad por encima de la banda es igual a las probabilidades de eventos por debajo de la banda. Esto no es cierto en este caso.
- b. Una segunda fuente de problema al presentar este tipo de *fan chart* es que al centrar los tonos más oscuros alrededor de la moda se exageran las asimetrías respecto al valor esperado de la proyección de inflación (la media).
- c. Sin embargo la gran ventaja es en la comunicación dentro de la evaluación del balance de riesgos en la proyección de inflación. En dicha evaluación se hace una ponderación subjetiva de las probabilidades de desvíos por debajo o por arriba en torno al resultado más probable. Entonces, tiene sentido que las bandas más oscuras estén en torno a este resultado más probable (la moda).

- 4.2. **Metodología de intervalos de predicción central:** Las bandas se refieren a “intervalos de predicción central”, es decir aquellas bandas que suponen que las probabilidades de errores de predicción por arriba o debajo de la banda son iguales (Ver Panel B del Gráfico 3). Por ejemplo, la banda central de 10 por ciento es el área que tiene el 90 por ciento de probabilidad error, dividido igualmente entre un 45 por ciento de probabilidad de ser muy alto y 45 por ciento de probabilidad de ser muy bajo. Por definición, el *fan chart* en este caso está centrado en la mediana de la distribución.

King took the opportunity to introduce a number of improvements to the forecasting process, notably the emphasis on the range of uncertainty, and potential risks, in the forecast (rather than the previously common but undue emphasis on the modal point forecast). This was achieved by publishing a fan chart of potential future inflation, scaled by expected probability.

Since the scaling was done in red, this became known as the ‘rivers of blood’ perhaps because it looked like a river delta. Moreover, like a river delta, the prospective outcomes need not be symmetrical. The risks might be more on one side, or the other.

¹⁸ A la fecha, 13 de 20 bancos centrales que siguen el esquema de Metas Explícitas de Inflación publican *fan charts*: Brasil, Chile, Colombia, Corea del Sur, Hungría, Islandia, Israel, Noruega, Perú, Reino Unido, Sudáfrica, Suecia y Tailandia.

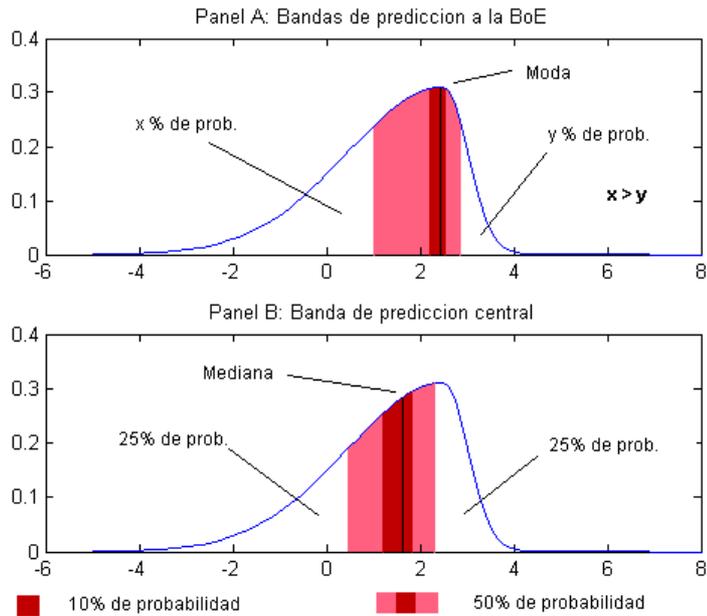
¹⁹ En el Anexo 2 se detalla la forma cómo se puede encontrar dichas bandas.



Ventajas y desventajas:

- La ventaja de esta metodología es que las bandas sí se pueden interpretar como los "intervalos de confianza" que se acostumbran usar en inferencia estadística. Los errores de predicción por arriba o debajo de estas bandas tienen igual probabilidad.
- Asimismo, este *fan chart* daría una mejor imagen de las asimetrías existentes porque está centrado en la mediana, medida que se encuentra más cerca de la media.
- El gran problema con este *fan chart* es que representa un divorcio con la medida que se usa para hacer la evaluación del balance de riesgos, el cuál parte de los resultados más probables.

Gráfico 3



5. Un ejemplo minimalista

A manera de ilustración, se presenta un ejemplo simple de proyección basado en un modelo. Usando mínimos cuadrados ordinarios se estima un modelo sencillo uni-ecuacional para la inflación acumulada en los últimos cuatro trimestres (p_t). Se utiliza como regresores al crecimiento del PBI (y_t) durante los últimos cuatro trimestres, el promedio trimestral de las tasas de interés interbancaria (i_t), la depreciación nominal acumulada en los últimos cuatro trimestres (e_t), el promedio trimestral de la tasa libor a tres meses (i_t^*), el crecimiento de los términos de intercambio durante los pasados cuatro trimestres (TI) y el crecimiento de la economía norteamericana (y_t^{usa}).

$$p_t = 0.79p_{t-1} - 0.045\Delta e_{t-3} + 0.24\Delta y_{t-2} - 0.16i_t + 0.42i_t^* - 0.16\Delta TI + 0.36y_t^{usa} \quad \dots(5)$$

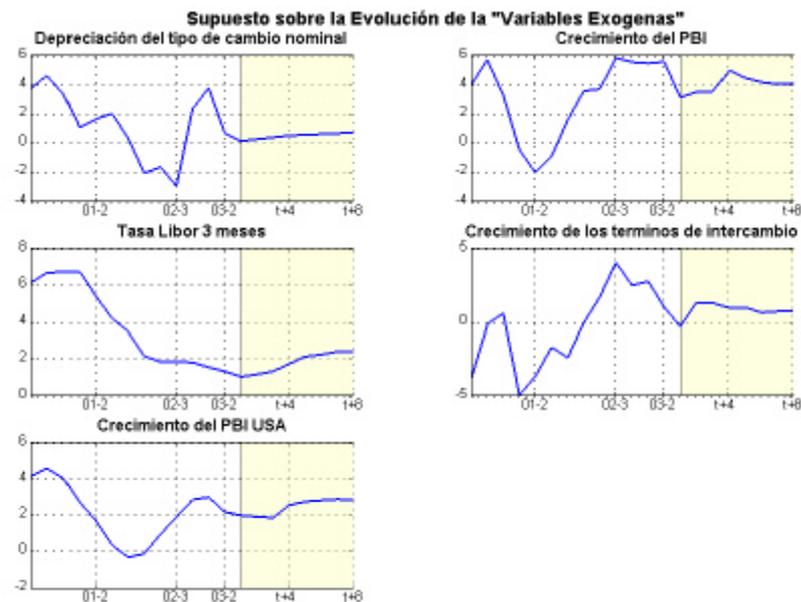
La estimación se hace con datos desde el primer trimestre de 1994 hasta el primer trimestre de 2003. En la ecuación (5), todo lo que está al lado derecho se trata como exógeno²⁰, por ello, para empezar a proyectar la inflación se tiene que construir un escenario central para las variables exógenas ($y_t, i_t, e_t, i_t^*, TI, y_t^{usa}$).

Escenario Central

²⁰ En la práctica, los modelos que se usan para proyectar en los bancos centrales son semi-estructurales o estructurales. Estos modelos incorporan un conjunto de variables endógenas como los tipos de cambio, variables de actividad, y tasas de interés real y nominal.

En el Gráfico 4 se muestra los valores históricos y las proyecciones centrales de las variables exógenas a partir de los cuales se puede obtener la proyección puntual de la inflación mostrada en el Cuadro 1.

Gráfico 4



Para hallar el escenario central, además se tiene que asumir una posición de política monetaria. En este caso se asume que la tasa de interés tiene un valor constante a 3 por ciento para los ocho trimestres de proyección.

Cuadro 1

Escenario central de inflación (Proyección al primer trimestre del 2003)

Periodo	02-1	02-2	02-3	02-4	03-1	t+1	t+2	t+3	t+4	t+5	t+6	t+7	t+8
Proyección	-1.07	0.03	0.22	1.43	2.83	2.74	2.76	2.13	1.87	1.84	2.25	2.7	3.12

Parametrización de la densidad de proyección

En este ejemplo, se consideran los pasos señalados en la tercera sección.

Paso 1 : Para tener una idea sobre los valores de la incertidumbre para diferentes horizontes de proyección, se puede calcular la desviación estándar de los errores de predicción dentro de muestra. Para realizar este ejercicio se ignora la incertidumbre existente sobre las variables exógenas y se asume, para cada ejercicio de proyección en el pasado, que las variables exógenas "asumidas" son las verdaderamente observadas.

La línea continua dibujada en el Gráfico 5 ilustra el comportamiento de la desviación estándar para distintos horizontes de proyección si se asume plena certidumbre de las variables exógenas. Se observa que la desviación estándar de los errores en el horizonte de predicción de ocho trimestres es de aproximadamente 0,6. Si se incluyera la incertidumbre sobre las variables exógenas, el tamaño de los errores de predicción se incrementaría. Para tener una idea de hasta cuanto se podría incrementar, observamos que de acuerdo a la sección 3, la desviación estándar incondicional de la inflación se ubica en alrededor de 1,6. Por ello, parece razonable pensar en un rango [0,6, 1,6] para el parámetro de incertidumbre s .

Paso 2 : En esta etapa se utiliza la información desde una óptica prospectiva de las variables exógenas. Se toma en cuenta que además del escenario central asumido para las variables exógenas, existe un escenario de incertidumbres y riesgos para cada periodo del horizonte de proyección. En este caso, dado el escenario central



para cada variable exógena, se necesita parametrizar funciones de distribución de probabilidad para cada periodo. En el Banco de Inglaterra por ejemplo, este ejercicio se realiza para el primer y segundo años mediante la función de distribución NS, a partir del cual, se trasladan las asimetrías y la incertidumbre a la distribución de inflación por medio de los multiplicadores del modelo.

En este ejemplo, se asume que las variables exógenas se generan de acuerdo a tres posibles familias de distribuciones. La elección de qué distribución usar depende de si la variable en cuestión es acotada o no, por ejemplo, las tasas de interés nominales tienen el cero como límite inferior. Asimismo, la elección depende de si se asume asimetría o no. En el Cuadro 2 se describe las opciones sugeridas:

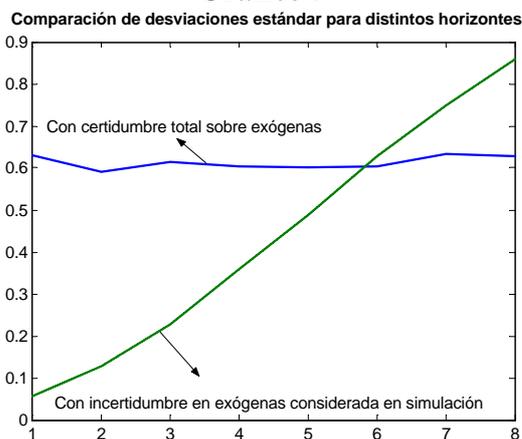
Cuadro 2
Elección de la distribución de probabilidad para las exógenas

Tipo de variable	Función de Distribución	
	Simétrica	No Simétrica
Acotada	Beta	Beta
No Acotada	Normal	Normal en Dos Partes

Una vez parametrizadas las funciones de distribución de las variables exógenas, se realizan las simulaciones y se obtienen las muestras simuladas de proyección de inflación para cada uno de los ocho trimestres de proyección. Con los datos simulados, se estiman funciones de distribución $NS(m, s^2, ?)$ para cada periodo (ver Anexo 4 para un resumen gráfico).

En el Gráfico 5, las líneas discontinuas representan el parámetro s a lo largo de los ocho trimestres²¹. Para el trimestre ocho se encuentra que s es aproximadamente igual a 0,86, mientras que el parámetro $?$ para dicho periodo es igual a cero. Esto quiere decir que el parámetro de incertidumbre s de la proyección del modelo condicional al patrón de incertidumbre de las variables exógenas es de 0,86. Esta variable es un indicativo del ancho total del espectro de bandas a dibujar en los *fan charts*. Resulta interesante que para el patrón de incertidumbre y riesgo asumido para las variables exógenas, el valor de $s = 0,86$ es aproximadamente igual al error medio de los anuncios de inflación referidos en la sección 3.

Gráfico 5



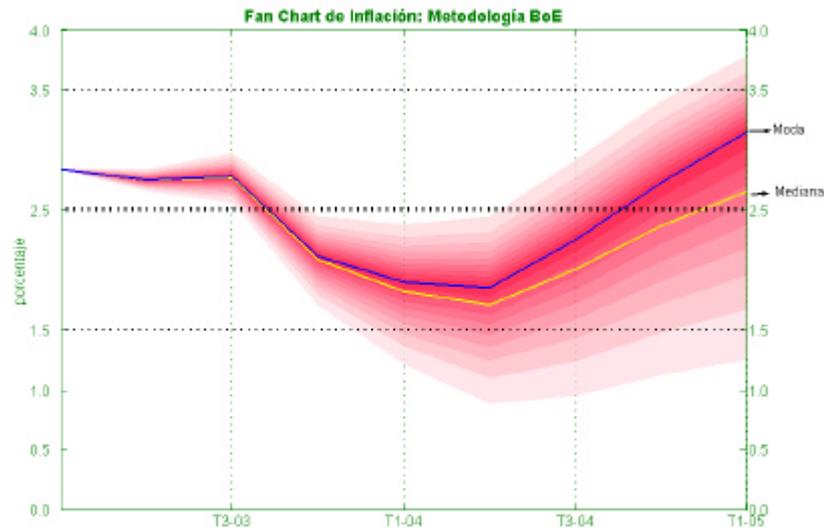
²¹ Sin embargo, no se debe confundir s^2 con la varianza de las distribuciones NS encontradas. Aquel es igual a la varianza sólo cuando $?$ es igual a cero (el caso simétrico).

Paso 3 : Dado que el valor de ρ para el trimestre ocho es cercano a cero (ver Gráfico 10 del Anexo 4), la distribución de la proyección de inflación para dicho periodo es prácticamente simétrica. Si se asume que existen elementos no incorporados al modelo que hacen que el balance de riesgos sea a la baja, entonces es necesario ajustar el parámetro ρ consistentemente. Por ejemplo, se puede suponer que el riesgo a la baja de la proyección de inflación es de 75 por ciento²², compatible con un valor de ρ igual a $-0,8$. Es necesario ajustar la asimetría ponderándola por la secuencia de valores de s .

Los fan charts

Metodología del Banco de Inglaterra (BoE): Como se observa, los tonos más oscuros están agrupados alrededor de la moda. La mediana se dibuja como una línea clara. El aparente mensaje de este fan chart es que la proyección más probable se acerca al límite superior del rango de tolerancia.

Gráfico 6

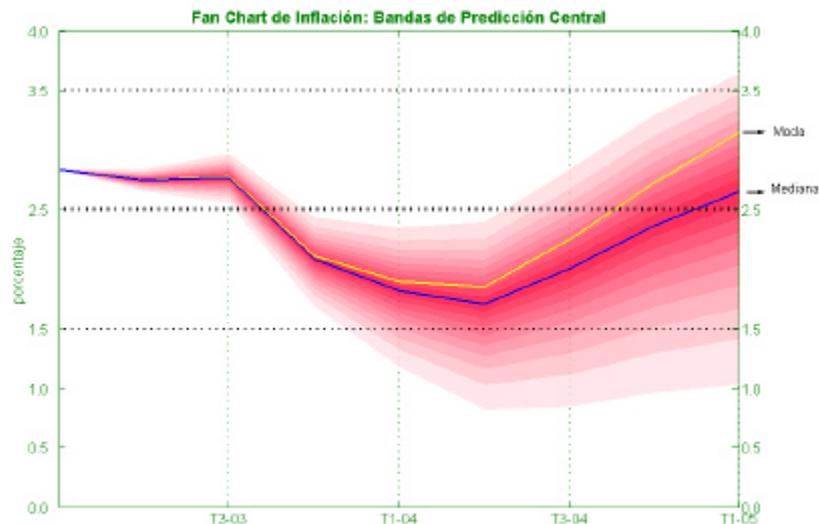


Metodología de las bandas de predicción central: Esta vez, los tonos más oscuros están agrupados alrededor de la mediana. La moda se dibuja como una línea clara. El mensaje de este fan chart es que la proyección central (la mediana en este caso) se ubica más cerca del objetivo puntual de inflación (2,5 por ciento).

²² El balance de riesgos aquí se exagera por fines expositivos.



Gráfico 7



Es primordial tener en cuenta que la distribución que subyace a estos *fan charts* es la misma. Por tanto, la probabilidad de que la proyección de inflación se ubique en el rango $[1,5, 3,5]$ es de $0,76$ (Ver Cuadro 3 del Anexo 5).

6. Comentarios finales

En el documento se han mostrado las formas de extraer los parámetros de la función de distribución de la proyección de inflación sobre la base de un modelo de proyección, la información histórica y la visión informada de los que toman las decisiones de política monetaria. Los parámetros de incertidumbre y riesgo estimados definen la proyección de la distribución. Sin embargo, la autoridad monetaria tiene que comunicar dicha proyección de la manera más clara posible.

La comunicación de la proyección de densidad se realiza mediante un *fan chart*. ¿Pero qué tipo de *fan chart*? Al analizar las ventajas y desventajas de las dos metodologías de construcción del *fan chart* se ve que aquella que usa el Banco de Inglaterra está más ligada al proceso de evaluación de los riesgos y por ende a la construcción misma de la función de distribución. En pocas palabras, se obtiene una proyección modal y se construyen las asimetrías a partir de ella. Es importante sin embargo explicar al público que las bandas resultantes no pueden ser interpretadas como intervalos de confianza comunes en la estadística para no confundir a los lectores de la proyección. La construcción de los *fan charts* publicados por el BCR ha seguido esta metodología.

Una metodología alternativa de construcción es aquella que se basa en bandas de predicción central, las cuales sí pueden ser interpretadas como intervalos de confianza, sin embargo este *fan chart* se centra en la mediana de la distribución y no en la proyección central inicialmente asumida para construir el balance de riesgos de inflación.

Si se quiere que el *fan chart* muestre una medida de los riesgos hacia arriba o hacia abajo a partir de la proyección central tomada como la moda, la metodología del BoE es la más conveniente. Pero si se quiere que el *fan chart* muestre intervalos de confianza de predicción, entonces la metodología alternativa es la que conviene.

Finalmente, la probabilidad de que la proyección de inflación se ubique dentro del rango de tolerancia es innata a la distribución de probabilidades estimada y obviamente, resulta independiente de las dos formas en la que se puede reportar el *fan chart*.



7. Bibliografía

"A la mode", *The Economist*, 20-26 Marzo, 1999, p.80

Blix, M. y Sellin, P., "Uncertainty bands for inflation forecasts", Working Paper No. 65, Sveriges Riksbank, Stockholm (1998).

Britton, E., Fisher, P. y Whitley, J., "The Inflation Report Projections: Understanding the *Fan chart*", Bank of England Quarterly Bulletin, 38, 30-37, (1998).

Diebold, F.; Hahn, J. y Tay, A., "Real-Time Multivariate Density Forecast and Calibration: Monitoring the Risk of High-Frequency Returns on Foreign Exchange", Wharton Financial Institutions Center Working Paper 95-05, Agosto, (1998).

Don, F.J.H., "Forecasting in macroeconomics: a practitioners view", CPB Netherlands Bureau for Economic Policy Analysis, Research Memorandum No. 162, (2000).

Goodhart, C.A.E., "The Inflation Forecast", National Institute Economic Review No. 175, (2001).

Larsson, R. y Villani, M., "Some Properties of the Multivariate Split Normal Distribution", Research Report 2003:06, Department of Statistics, The University of Stockholm (2003).

Mood, A., Graybill, F. y Boes, D., "Introduction to the Theory of Statistics", McGraw-Hill, Inc., Tercera Edición, (1974).

Schmidt-Hebbel, K. y Tapia, M., "Monetary Policy Implementation and Results in Twenty Inflation-Targeting countries", Central Bank of Chile Working Paper 166, (2002).

Svensson, L., "Inflation Forecast Targeting: Implementing and Monitoring Inflation Targets", *European Economic Review*, Vol. 41, 1111-1146. (1997).

Svensson, L., "Inflation Targeting as a Monetary Policy Rule", *Journal of Monetary Economics*, 43, 607-654, (1999).

Tay, A. y Wallis, K., "Density forecasting: a survey", *Journal of Forecasting*, 19, 235-254, (2000)

Vega, M., "Policy Makers Priors and Inflation Density Forecasts", Mimeo, Setiembre, (2003).

Wallis, K., "Asymmetric density forecasts of inflation and the Bank of England's Fan Chart", *National Institute Economic Review* No. 167, (1999).

Wallis, K., "Chi-squared tests of interval and density forecasts, and the Bank of England's Fan Charts", *International Journal of Forecasting* 19, 165-175, (2003a).

Wallis, K., "Forecast uncertainty, its representation and evaluation", *Boletín Inflación y Análisis Macroeconómico*, Universidad Carlos III de Madrid, No. 100, Enero, (2003b).

John, S., "The three-parameter two-piece normal family of distributions and its fitting", *Communications in Statistics - Theory and Methods*, No. 11, (1982).

Reportes de Inflación publicados en páginas web de los bancos centrales que siguen el esquema de Metas de Inflación: Australia, Brasil, Canadá, Chile, Colombia, Corea del Sur, Hungría, Islandia, Israel, México, Noruega, Nueva Zelanda, Perú, Polonia, República Checa, Reino Unido, Sudáfrica, Suecia, Suiza y Tailandia.



Anexo 1

Trabajando con la función Normal en Dos Partes

En el texto principal, la función de densidad asimétrica de la proyección de inflación está dada por la combinación de dos funciones que se las puede representar como proporcionales a funciones de distribución normal estandarizadas.

$$f(x) = \begin{cases} \frac{A}{s_d} \mathbf{j} \left(\frac{x-m}{s_d} \right) & \text{Para } x > m \\ \frac{B}{s_i} \mathbf{j} \left(\frac{x-m}{s_i} \right) & \text{Para } x = m \end{cases} \quad \dots(\text{A.1})$$

La función normal estandarizada se define por $f(\cdot)$ con su correspondiente función acumulativa $F(\cdot)$:

$$\mathbf{j}(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp(-z^2)$$

Para mantener la simplicidad se tiene en cuenta los siguientes puntos:

Definición 1: Función de densidad de probabilidad: Cualquier función $f(\cdot)$ con dominio real y rango $[0, \infty)$ es una función de densidad de probabilidad si y solo si:

(i) $f(x) = 0$ para todo x

(ii) $\int_{-\infty}^{\infty} f(x) dx = 1$

Propiedad 1: Continuidad de la función de densidad: Para que una función sea continua, se debe cumplir que el valor límite de la función cuando x se aproxima por la derecha o izquierda de un número sea el mismo:

$$\lim_{x \rightarrow a(-)} f(x) = \lim_{x \rightarrow a(+)} f(x)$$

Aplicando la definición 1 a la función en (A.1) se tiene:

$$B \int_{-\infty}^m \frac{1}{s_i} \mathbf{j} \left(\frac{x-m}{s_i} \right) + A \int_m^{\infty} \frac{1}{s_d} \mathbf{j} \left(\frac{x-m}{s_d} \right) dx = 1 \quad \dots(\text{A.2})$$

Pero se sabe que las integrales definidas representan las probabilidades de estar a la derecha y a la izquierda de la media de las distribuciones normales separadas definidas en (A.1). Por tanto:

$$\frac{A}{2} + \frac{B}{2} = 1 \quad \dots(\text{A.3})$$

De aquí, los términos $B/2$ y $A/2$ tienen una interpretación interesante. Es fácil ver que ellas representan respectivamente, la probabilidad de que la inflación sea menor o igual que la moda ($x = m$) y que aquella sea mayor a la moda ($x > m$). Vale decir, ellas representan las probabilidades de riesgos hacia abajo y hacia arriba respectivamente. Estas probabilidades se denotan por PD y PU respectivamente.

$$\text{Probabilidad de riesgo hacia abajo} = PD = B/2$$

$$\text{Probabilidad de riesgo hacia arriba} = PU = 1 - PD = A/2$$

Por otro lado, para que se cumpla la Propiedad 1, se requiere:

$$\frac{A}{s_d} = \frac{B}{s_i} \quad \dots(\text{A.4})$$

Usando las ecuaciones (A.3) y (A.4) se obtiene A y B en términos de los parámetros s_i y s_d :



$$A = \frac{2s_d}{s_i + s_d} \quad \dots(\text{A.5})$$

$$B = \frac{2s_i}{s_i + s_d}$$

Cálculo de la asimetría:

Resulta intuitivo suponer que el grado de asimetría de una función de distribución está en relación directa a la distancia entre la moda y la media. John (1982) demuestra que la asimetría (*skewness*) de una función de distribución Normal en Dos Partes esta dada por:

$$E[(x - E[x])^3] = k(s_d - s_i)[(2k^2 - 1)(s_d - s_i)^2 + s_d s_i] \quad \dots(\text{A.6})$$

Donde $k = \frac{2}{\sqrt{2p}}$

Se puede ver que el término entre corchetes es siempre positivo por lo que la asimetría es proporcional a $(s_d - s_i)$:

Para ello, se calcula la media de $f(x)$:

$$m = \int_{-\infty}^m \frac{Bx}{s_i} j\left(\frac{x-m}{s_i}\right) dx + \int_m^{\infty} \frac{Ax}{s_d} j\left(\frac{x-m}{s_d}\right) dx \quad \dots(\text{A.7})$$

Haciendo los cambios de variable respectivos se tiene:

$$m = B \int_{-\infty}^0 (s_i v + m) j(v) dv + A \int_0^{\infty} (s_d w + m) j(w) dw \quad \dots(\text{A.8})$$

Usando la propiedad, $\int w j(w) dw = -j(w)$ se observa:

$$m = B[-s_i j(0) + \frac{m}{2}] + A[s_d j(0) + \frac{m}{2}] \quad \dots(\text{A.9})$$

De aquí:

$$m = m\left(\frac{A}{2} + \frac{B}{2}\right) + \frac{s_d A - s_i B}{\sqrt{2p}} \quad \dots(\text{A.10})$$

Reemplazando todo A y B de (A.5):

$$m = m + \frac{2[s_d - s_i]}{\sqrt{2p}} \quad \dots(\text{A.11})$$

Se tiene que la diferencia entre la media y la moda encontrada en (A.11) es proporcional a la asimetría encontrada en (A.6), por ello se define a la asimetría de la siguiente manera:

$$\text{Asimet} \equiv m - m = \frac{2[s_d - s_i]}{\sqrt{2p}} \quad \dots(\text{A.12})$$

La asimetría entonces está definida en términos de las dos desviaciones estándar normales en juego. La distribución NS es asimétrica a la derecha si $s_d > s_i$ en cuyo caso $\mu > m$ (esto correspondería a un balance de riesgos hacia arriba).

Es conveniente definir la asimetría en términos de una varianza que resultaría en un caso neutral (s^2). Para ello se usará el parámetro $?$ de la siguiente manera:

$$s_d^2 \equiv s^2(1+g) \quad y \quad s_i^2 \equiv s^2(1-g)$$

Entonces:

Valores del parámetro	Posición relativa de s_d y s_i	Balance de riesgos asociado
$? = 0$	$s_d = s_i$	Neutral
$? = (0, 1)$	$s_d > s_i$	Hacia arriba
$? = (-1, 0]$	$s_d < s_i$	Hacia abajo



Reemplazando esta nueva parametrización en la definición de asimetría, los parámetros A, B y por tanto en las probabilidades de los riesgos hacia arriba y hacia abajo se tiene:

$$Asimet = \frac{2s[\sqrt{1+g} - \sqrt{1-g}]}{\sqrt{2p}} \quad \dots(A.13)$$

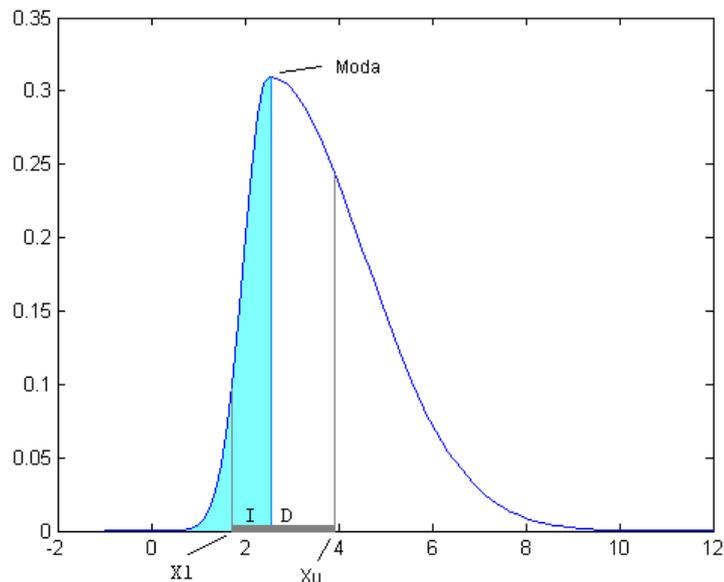
$$PD \equiv \frac{B}{2} = \frac{\sqrt{1-g}}{\sqrt{1-g} + \sqrt{1+g}} \quad \dots(A.14)$$

Anexo 2 Cálculo de las Bandas a la BoE

Partiendo de la función de densidad NS en (A.1), la función acumulada se puede representar por:

$$F(x) = \begin{cases} B\Phi\left(\frac{x-m}{s_i}\right) & \text{Para } x = m \\ \frac{B}{2} + A\left[\Phi\left(\frac{x-m}{s_d}\right) - \frac{1}{2}\right] & \text{Para } x > m \end{cases} \quad \dots(\text{B.1})$$

Para ilustrar el procedimiento de hallado de las bandas de predicción según la metodología BoE se grafica una función de distribución con riesgos hacia arriba de 80 por ciento, esto quiere decir que $PD = 0,2$, que en el gráfico siguiente se ilustra por el área sombreada.



El problema de las bandas consiste primero en definir las probabilidades que cubren las bandas de predicción, a estas probabilidades las denotaremos por C que típicamente puede tomar valores en el conjunto $\{0,1, 0,2, \dots, 0,9\}$. Es decir, la banda más delgada puede cubrir el 10 por ciento (la más oscura), la banda siguiente cubre el 20 por ciento, y así hasta cubrir un 90 por ciento de probabilidad. Los *fan charts* publicados por el BCR siguen exactamente esta secuencia.

Para una banda determinada con probabilidad C , se requiere encontrar los valores extremos inferior (X_l) y superior (X_u) de modo que por definición se cumpla:

$$\Pr(X \in [X_l, X_u]) \equiv C \quad \dots(\text{B.2})$$

Se puede deducir fácilmente que existe un número infinito de rangos que tengan la probabilidad de ocurrencia igual a $100C$ por ciento. Si entre todas las posibilidades se busca aquella banda que sea la más angosta posible para dicha probabilidad, entonces dicha banda necesariamente ha de contener a la moda puesto que ésta, por definición, tiene más masa de probabilidad.

Usando la definición de probabilidades, (B.2) se puede expresar como:

$$F(X_u) - F(X_l) = C \quad \dots(\text{B.3})$$



Usando la definición de $F(\cdot)$ dada en (B.1) se tiene:

$$\frac{B}{2} + A \left[\Phi \left(\frac{X_u - m}{s_d} \right) - \frac{1}{2} \right] - B \Phi \left(\frac{X_l - m}{s_i} \right) = C \quad \dots(\text{B.4})$$

Para escribir el problema en términos de la probabilidad PD , se puede usar las relaciones $B/2 = PD$ y $A = 2(1-PD)$, por lo cual, (B.4) se convierte en:

$$PD + 2(1-PD) \left[\Phi \left(\frac{X_u - m}{s_d} \right) - \frac{1}{2} \right] - 2PD \Phi \left(\frac{X_l - m}{s_i} \right) = C \quad \dots(\text{B.5})$$

Se puede definir cuán angosta es la banda por medio de la distancia definida por $Dist$:

$$Dist = X_u - X_l \quad \dots(\text{B.6})$$

Por lo cual, la ecuación (B.5) puede ser expresada solamente en términos de $Dist$ y X_l , para C , m , s_i , s_d y PD conocidos.

$$PD + 2(1-PD) \left[\Phi \left(\frac{Dist + X_l - m}{s_d} \right) - \frac{1}{2} \right] - 2PD \Phi \left(\frac{X_l - m}{s_i} \right) = C \quad \dots(\text{B.7})$$

De donde podemos despejar $Dist$:

$$Dist(X_l) = m - X_l + s_d \Phi^{-1} \left(\frac{(1+C-2PD)}{2(1-PD)} + \frac{PD}{(1-PD)} \Phi \left(\frac{X_l - m}{s_i} \right) \right) \quad \dots(\text{B.8})$$

Es decir, se tiene una función que representa el tamaño de la banda que depende del extremo inferior de la banda. Lo único que se tiene que hacer es proceder a minimizar (B.8) respecto a X_l , calcular la distancia $Dist(X_l)$ y luego calcular el extremo superior de la banda: $X_u = Dist(X_l) + X_l$.

Obviamente, se tienen que verificar condiciones básicas, dado que $Dist(X_l)$ no tiene un único mínimo y por tanto se debe buscar X_l en una zona lo suficientemente adecuada (además observar que el argumento de F^{-1} en (B.8) tiene que ser siempre positivo). Por ello es conveniente acotar la zona de búsqueda de X_l al intervalo $[X_{l(-)}, X_{l(+)})$, el cual se define a continuación:

Si $C < PD$, ¿cuán a la izquierda puede estar X_l ? El límite es aquel valor consistente con que X_u sea igual a la moda m . Es decir:

$$\Pr(X < X_{l(-)}) + C = PD \quad \dots(\text{B.9})$$

Lo cual es equivalente a:

$$2PD \Phi \left(\frac{X_{l(-)} - m}{s_i} \right) + C = PD \quad \dots(\text{B.10})$$

Por lo que:

$$\Phi \left(\frac{X_{l(-)} - m}{s_i} \right) = \frac{PD - C}{2PD} < \frac{1}{2} \quad \dots(\text{B.11})$$

De donde se puede despejar $X_{l(-)}$:

$$X_{l(-)} = m + s_i \Phi^{-1} \left(\frac{PD - C}{2PD} \right) \quad \dots(\text{B.12})$$



Por otro lado, cuando $PD < C$ la cota inferior $X_{i(-)}$ no puede definirse de esa manera. En este caso, por fines prácticos se puede definir la cota inferior como:

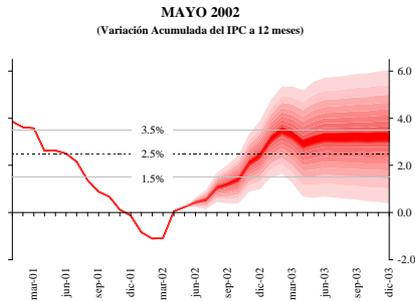
$$X_{i(-)} = m - 2s_i \quad \dots(\mathbf{B.13})$$



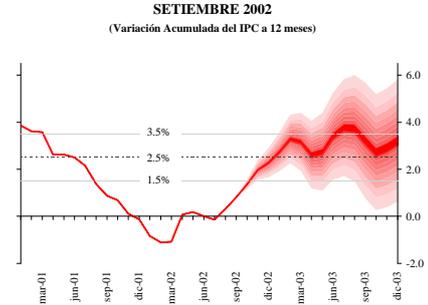
Anexo 3

Fan charts publicados por el BCR desde mayo 2002 hasta agosto del 2003

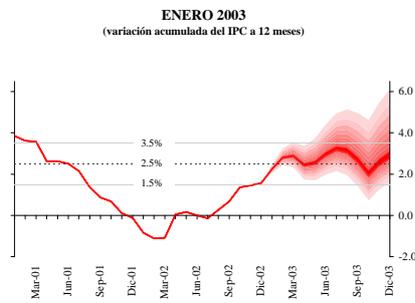
Gráfico 8



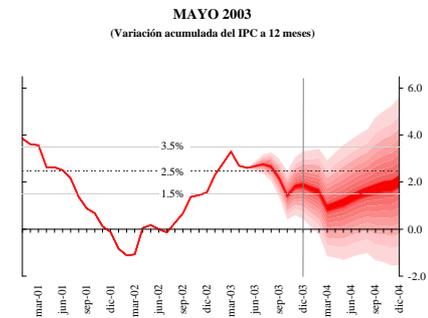
Balance de Riesgos: Neutral
Proyección hasta: Diciembre 2003



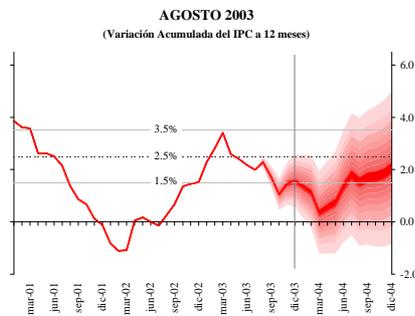
Balance de Riesgos: Neutral
Proyección hasta: Diciembre 2003



Balance de Riesgos: Hacia arriba
Proyección hasta: Diciembre 2003



Balance de Riesgos: Neutral
Proyección hasta: Diciembre 2004



Balance de Riesgos: Neutral
Proyección hasta: Diciembre 2004

Anexo 4 Resumen gráfico de simulación Monte-Carlo

Gráfico 9

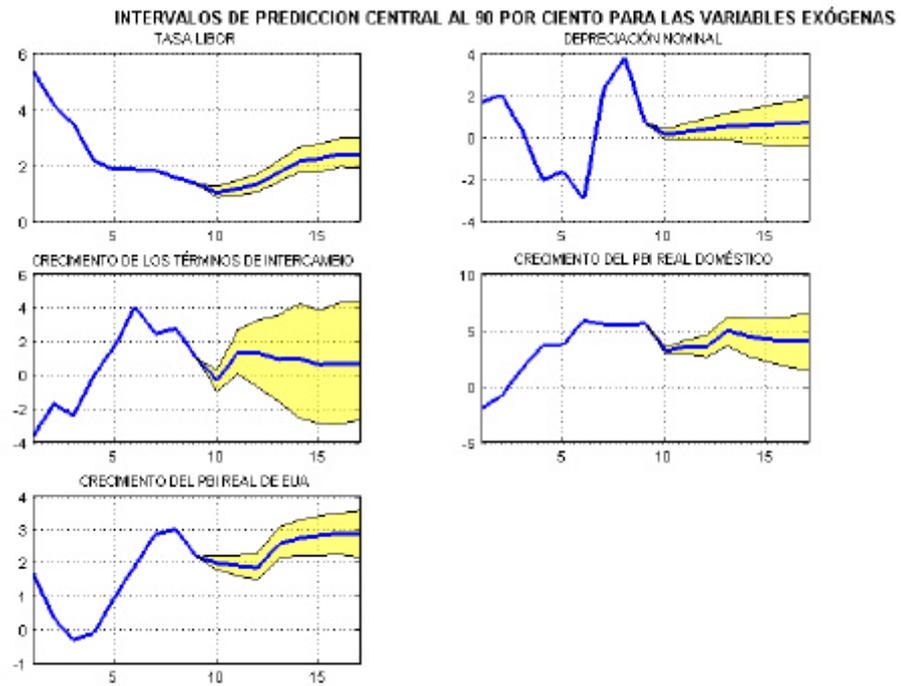
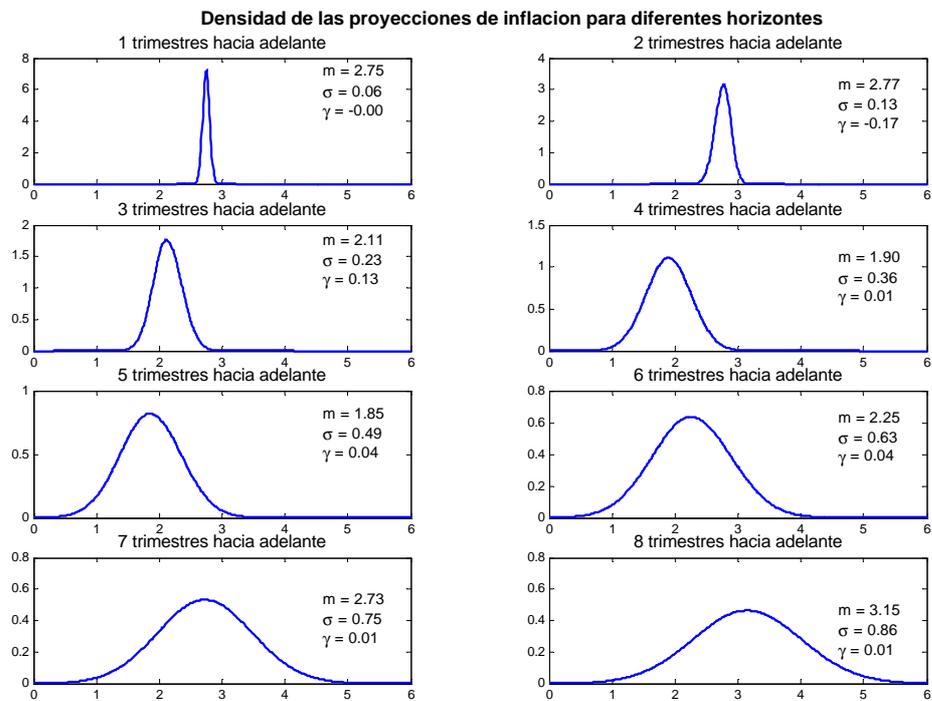


Gráfico 10





Anexo 5
Tabla de indicadores de la proyección de densidad de inflación realizada en la sección 5 del texto principal.

Cuadro 3

Horizonte de proyección	Moda (<i>m</i>)	Mediana	Media (μ)	Incertidumbre (<i>s</i>)	Asimetría (?)	Riesgo a la baja (<i>PD</i>)	Riesgo al alza	Probabilidad de la proyección igual al rango meta
1	2.7	2.7	2.7	0.06	0.00	0.51	0.49	1.00
2	2.8	2.8	2.8	0.13	-0.02	0.53	0.47	0.99
3	2.1	2.1	2.1	0.23	-0.06	0.55	0.45	0.87
4	1.9	1.8	1.8	0.36	-0.14	0.59	0.41	0.67
5	1.9	1.7	1.7	0.49	-0.26	0.62	0.38	0.58
6	2.2	2.0	1.9	0.63	-0.43	0.66	0.34	0.70
7	2.7	2.4	2.3	0.75	-0.61	0.70	0.30	0.77
8	3.1	2.7	2.5	0.86	-0.80	0.75	0.25	0.76