

# **MEDICIÓN DE LA EFICIENCIA EN LA BANCA BOLIVIANA: UNA APROXIMACIÓN MEDIANTE FRONTERAS ESTOCÁSTICAS**

Oscar A. Díaz Quevedo  
Analista Financiero  
Banco Central de Bolivia

## **Resumen**

A partir de la década los ochenta Bolivia atravesó un proceso de “liberalización” del sector bancario con el propósito de alcanzar mayor eficiencia, productividad y rentabilidad. En la década pasada, la banca experimentó profundas transformaciones como resultado de cambios regulatorios y de episodios de contracción de la actividad financiera. Estos hechos tuvieron un impacto importante tanto sobre la estructura productiva de la industria en general como de cada institución en particular. Con el fin de cuantificar dichos cambios, en el marco de la teoría de la eficiencia X, se estimaron los niveles de ineficiencia en costos en el sistema bancario, que en promedio durante el período de análisis fue de 36%. Asimismo, se identificaron variables que contribuyen a explicar las diferencias en eficiencia entre las entidades.

Clasificación JEL: C23, G14, G21

Palabras clave: fronteras estocásticas, costos, eficiencia, sistema bancario, Bolivia

---

El análisis y conclusiones del presente trabajo son de exclusiva responsabilidad del autor y no reflejan necesariamente la opinión del Banco Central de Bolivia.  
Correo del autor: [odiaz@bcb.gov.bo](mailto:odiaz@bcb.gov.bo)

## *Introducción*

La relación entre intermediación crediticia y comportamiento de la actividad económica ha sido abordada por varios autores. A partir de la segunda mitad de la década de los setenta, como resultado del acelerado proceso de cambios en el ambiente de los mercados financieros por factores externos e internos que afectaron su estructura, eficiencia y desempeño, los temas asociados<sup>1</sup> a la liberalización financiera adquirieron relevancia en el marco de una nueva visión de la estructura financiera internacional, así como la influencia del sistema financiero en el desempeño productivo de las economías.

En este sentido, algunos economistas reconocen que la actividad crediticia de la industria bancaria estimula el desarrollo económico por su rol dominante en la provisión y canalización de servicios financieros y a su influencia sobre el proceso de formación de capital. También se reconoce su función de “irrigador” de la política monetaria e incluso como promotora del crecimiento de largo plazo. Además, un sector bancario eficiente está en mejores condiciones para soportar un *shock* adverso y contribuir a la estabilidad del sistema financiero. En consecuencia, la determinación de los factores que afectan su funcionamiento es de gran utilidad para la economía en general.

En este marco, en los últimos años los órganos reguladores y supervisores, los hacedores de política y las propias entidades bancarias se han preocupado por determinar qué tan eficientes son los bancos en transformar insumos en los múltiples productos y servicios financieros que ofrecen. Como lo señala Berger (1993), la eficiencia no sólo tiene ramificaciones al interior de los propios bancos -por ejemplo influye sobre su rentabilidad, competitividad y solvencia-, sino que también repercute en las demandas exigidas por los reguladores y el nivel de riesgo que enfrentan los usuarios del sistema financiero.

---

<sup>1</sup> Entre los que se hallan la regulación de la actividad financiera, la innovación de productos, la automatización de los procesos y los efectos de las crisis financieras internacionales en mercados integrados.

Existe una amplia literatura sobre temas relacionados con la eficiencia en entidades financieras,<sup>2</sup> así como diferentes metodologías propuestas para determinar el grado de eficiencia de los bancos. Una de las más estudiadas y empleadas en los últimos años es la denominada eficiencia X.<sup>3</sup>

Bolivia siguió un proceso de “liberalización” del sector bancario con el propósito de alcanzar mayor eficiencia, productividad y rentabilidad. Se esperaba que una menor intervención estatal y un mayor desarrollo de las fuerzas del mercado permitirían un desarrollo más rápido del sistema financiero, lo cual repercutiría en un mayor crecimiento económico. En la década pasada, la banca experimentó profundas transformaciones como resultado de cambios regulatorios y de contracción de la actividad financiera de finales de los noventa, por lo que resulta de sumo interés medir la (in)eficiencia del sistema bancario, objetivo de esta investigación. Se estimó, en el marco de la teoría de la *eficiencia X*, la frontera de eficiencia en costos para el período 1997-2006 identificando la posición relativa de cada institución respecto a la práctica más eficiente. Asimismo, se analizaron potenciales variables que podrían estar afectando las mediciones de eficiencia.

El trabajo utilizó la metodología de fronteras estocásticas (SFA por sus siglas en inglés), introducida simultáneamente por Aigner *et al* (1977) y Meeusen y van den Broeck (1977), la cual permite descomponer el término estocástico en un término puramente aleatorio que incorpora errores de medición, efectos atribuibles a la “mala suerte” como desastres naturales o económicos y en un segundo componente que captura la ineficiencia relativa a la frontera. Específicamente se utilizó el modelo SFA planteado por Battese y Coelli (1995).

---

<sup>2</sup> Berger y Humprey (1997) recopilan los resultados de 160 trabajos realizados sobre eficiencia bancaria en Estados Unidos a comienzos de la década de los noventa.

<sup>3</sup> Término utilizado por primera vez por Harvey Leibenstein en 1966 (*Allocative efficiency x, "x-efficiency"*).

Una ventaja de este planteamiento es que permite la estimación simultánea de los coeficientes de la frontera y las variables de eficiencia. Los modelos tradicionales bajo el espíritu de la metodología SFA<sup>4</sup> primero realizan una estimación de los parámetros de la frontera y en una segunda etapa estimaron los parámetros de las variables que se cree explican los niveles de ineficiencia existentes.

El estudio está dividido en seis secciones incluida la introducción. En la segunda parte se revisan los principales conceptos de la eficiencia X y los métodos para su estimación. En la tercera sección se analiza el concepto de eficiencia en costos, el cual incluye los conceptos de eficiencia técnica y asignativa. En la siguiente sección se introducen la metodología y los datos empleados en la investigación. Finalmente, en las dos últimas secciones se presentan los resultados y las conclusiones.

---

<sup>4</sup> Ver Aigner *et al* (1977) y Meeusen y van den Broeck (1977).

## *La eficiencia X*

En la teoría de la producción se reconoce el carácter optimizador de las empresas, las cuales buscan maximizar su nivel de producción, dada la tecnología existente y los recursos a su disposición. Otro problema que enfrentan es el de minimizar los costos asociados a los niveles de producción que escojan, dada la tecnología y el precio de los insumos que enfrentan. Del proceso de minimización de costos se obtienen las demandas derivadas de factores (lema de Shepard).

Además las empresas maximizan beneficios dada la tecnología y los precios de los productos e insumos que enfrentan. De la función de beneficios resultante se derivan la oferta de productos(s) y la demanda de insumos (lema de Hotelling).<sup>5</sup>

La práctica econométrica convencional generalmente siguió este paradigma teórico. La técnica de mínimos cuadrados ordinarios fue ampliamente utilizada para estimar los parámetros de producción, costos y las funciones de beneficios. Bajo este enfoque, cualquier desviación del producto máximo; del costo mínimo y de las demandas derivadas; y del beneficio máximo y la oferta de producto(s) y demandas de insumos óptimas era atribuida a efectos aleatorios.

Sin embargo, como lo mencionan Kumbhakar y Lovell (2000), la evidencia empírica demostró que a pesar de que los productores (empresas) en muchos casos intentan seguir un comportamiento optimizador, no siempre lo consiguen. Por tal razón, resulta relevante contar con una teoría sobre el comportamiento del productor en la cual los objetivos sean los mencionados (maximización del beneficio y/o minimización de los costos), pero cuyo resultado final no esté garantizado, además de las técnicas de programación y/o estadísticas apropiadas.

---

<sup>5</sup> Para una discusión más profunda de las propiedades de las funciones de costo y beneficios, ver Mas-Collel y Whinston (1995).

Inicialmente un gran número de estudios se concentró en examinar la eficiencia en términos de la existencia de economías escala y ámbito no explotadas. En la literatura reciente una de las mediciones de eficiencia más utilizadas es la denominada eficiencia X,<sup>6</sup> o desviaciones de la frontera eficiente. De acuerdo con esta última visión, el desempeño de un banco no sólo es inherente a la presencia de economías de escala y ámbito no aprovechadas. La calidad administrativa también juega un rol importante en la determinación y explicación de la ineficiencia.

La combinación de la eficiencia técnica y asignativa es generalmente conocida como la eficiencia X la cual es considerada como una medida de la calidad de administración en la gestión y/o organización de una empresa. La eficiencia técnica se define como la capacidad de la empresa para reducir sus costos en insumos dado un nivel de producto (orientación de insumos) o aumentar su producto para niveles dados de insumos (orientación de producto). La distancia respecto a la frontera de costos óptima mide la eficiencia técnica en costos. La frontera puede ser estocástica o determinística y mide el costo mínimo para cada nivel de precios y productos.

La eficiencia asignativa implica el uso de las proporciones óptima de insumos por parte de la empresa, es decir, mide la posible reducción en costos como resultado de una mejor combinación de las proporciones de los insumos. Como lo señalan Berger y Mester (1997), la eficiencia en costos (técnica y asignativa) ofrece una medida de qué tan cerca se encuentra el costo actual de un banco del costo que podría obtener la mejor práctica de la industria produciendo una canasta similar de productos bajo condiciones comparables (condiciones exógenas similares).

Es importante mencionar que la eficiencia X permite determinar cuantitativamente los resultados de una empresa (en términos de eficiencia) con relación a la mejor práctica de la industria o *benchmark*. De acuerdo con Kumbhakar y Lovell (2000), Farrell (1957) introdujo los primeros conceptos para el estudio, medición y descomposición de la (in)eficiencia (técnica y asignativa) y realizó el primer trabajo empírico sobre el tema.

---

<sup>6</sup> Para una revisión extensiva ver Berger y Humphrey (1997). Para el caso Boliviano existe poca literatura sobre el tema. Salas (1999) halló economías de ámbito en el sistema bancario boliviano, Nina (1999) empleó una técnica en dos etapas y halló que los bancos denominados grandes eran más ineficientes con una ineficiencia promedio de 44,5% con relación a la mejor práctica del mercado que resultó ser la de un banco pequeño.

Desde entonces, la literatura sobre eficiencia bancaria creció notablemente, especialmente durante la década pasada. Buena parte de estos estudios buscan encontrar un nivel de ineficiencia promedio para el período de la muestra. Como lo muestran Berger y Humphrey (1997), la mayor cantidad de los estudios se ha realizado para el sistema financiero estadounidense. Estos difieren en el concepto de eficiencia, la técnica de medición, el tamaño y el período de la muestra escogida. Berger y Mester (1997) encuentran que, pese a la variedad de enfoques en estos estudios, la eficiencia en costos de la industria bancaria norteamericana oscila alrededor del 80%, mientras que la eficiencia en beneficios ronda el 54%.

En general se reconocen dos grupos de técnicas para medir la eficiencia: paramétricas (econométricas) y no paramétricas (programación lineal), las cuales difieren en la forma funcional que adopta la frontera eficiente y la existencia o no de un error aleatorio. El primero de estos enfoques no asume ninguna forma funcional explícita de la frontera y no considera la posibilidad de errores aleatorios en las mediciones de ineficiencia, la metodología no paramétrica más usada se denomina *data envelopment analysis* (DEA), pero existen otras como el *free disposal hull* (FDH) que es un caso particular del DEA. La construcción de la frontera consiste en “envolver” el conjunto de puntos que representan las combinaciones de producción y costos de las firmas por medio de una frontera convexa que reproduzca la mejor práctica de la industria.

Berger y Mester (1997) y Berger y Humphrey (1997) señalan que estos métodos no tienen en cuenta, por lo general, los precios de los insumos, por lo que sólo miden la ineficiencia técnica, en lugar de medir el total de la ineficiencia X (ineficiencia técnica e ineficiencia asignativa). Por esta razón el enfoque de dichas mediciones está más acorde con la búsqueda de la optimización tecnológica en lugar de la optimización económica. Además, no consideran la posibilidad de errores aleatorios en las mediciones de ineficiencia. Por esta razón, las diferencias entre la frontera eficiente y las prácticas de cualquier firma se atribuyen únicamente a ineficiencias presentadas por esta firma. Sin embargo es posible que dicha diferencia sea producto de *shocks* exógenos que afecten

las prácticas de la firma, o a “eventos de suerte” que afecten temporalmente su desempeño<sup>7</sup>.

Los métodos paramétricos suponen que la frontera tiene una forma funcional determinada (Cobb- Douglas, Translog, forma flexible de Fourier) y admiten la existencia de un componente aleatorio. Existen tres grandes enfoques paramétricos: *stochastic frontier approach* (SFA), *distribution free approach* (DFA) y *thick frontier approach* (TFA).

El supuesto crítico está relacionado con el término de error, el cual se supone está compuesto por dos términos: un error aleatorio y otro que recoge la medición de ineficiencia. Las técnicas paramétricas difieren en la forma en que decomponen el término de error

El enfoque SFA consiste en la estimación econométrica de una función (de costos o de beneficios), donde las variables explicativas son los precios y cantidades de productos e insumos y otras variables que describen el entorno económico que enfrentan las empresas. Los residuos de la regresión capturan las diferencias en eficiencia entre las firmas al igual que el posible ruido que afecta su desempeño. Por lo tanto, para tener una medida de ineficiencia que no dependa de *shocks* es necesario descomponer el error obtenido en estos dos elementos. La separación del componente de ineficiencia del error aleatorio se lleva a cabo mediante supuestos sobre sus distribuciones de probabilidad. Para la sección empírica de la investigación, se optó por este enfoque.

DFA es un caso especial del enfoque de frontera estocástica, donde no se hacen supuestos específicos sobre las distribuciones de la ineficiencia y del error aleatorio. En efecto, cuando un panel de datos está disponible para estimar la función de costos o beneficios, es posible suponer que el promedio de ineficiencia de cada firma es persistente a lo largo del tiempo, mientras que se supone que el promedio del error aleatorio es cero durante el periodo de la muestra. El estimador de ineficiencia de cada

---

<sup>7</sup> Sin embargo, los métodos paramétricos también enfrentan algunos inconvenientes como son la elección adecuada de una forma funcional explícita para la función de producción o de costos. El uso de una forma funcional flexible como la función translogarítmica (translog) ayuda a resolver en parte este problema. Por otra parte, en los estudios de sección cruzada se deben realizar supuestos sobre la distribución del error compuesto (ver Kaparakis *et al* 1994).

firma resulta entonces de la diferencia entre su residuo promedio y el residuo promedio de la firma ubicada en la frontera eficiente. Bajo este enfoque, la estimación de la ineficiencia no requiere suponer ninguna distribución particular del error de la regresión. Sin embargo, los estimadores de eficiencia que se obtienen sólo permiten medir la ineficiencia relativa entre la “mejor” firma y las demás.

Finalmente, el enfoque TFA propone dividir el total de entidades financieras en diferentes grupos de acuerdo con su desempeño histórico. Así, es posible separar los bancos “eficientes” de los “ineficientes”. Una vez hecho esto, se procede a estimar una frontera de costos para cada grupo. Las diferencias en costos entre grupos se consideran ineficiencias, mientras que los residuos de la regresión de cada grupo se interpretan como ruido aleatorio.

#### *Medición de la eficiencia en costos*

Los estudios de eficiencia en costos postulan una relación entre los costos, el precio de los insumos y la cantidad de producto. Esta relación se basa en el concepto de dualidad entre las funciones de producción y de costos. La función de producción  $Q = Q(X)$  resume la tecnología de una empresa, la cual se basa en la relación entre insumos  $X$  y productos  $Q$ . La función de costos  $TC = TC(Q, P)$ , refleja la relación entre los costos totales de producción  $TC$  y los precios de los insumos  $P$ . La condición de dualidad entre las funciones de producción y costos asegura que ambas contengan la misma información sobre las posibilidades de producción y la existencia de una correspondencia única entre ambas funciones.

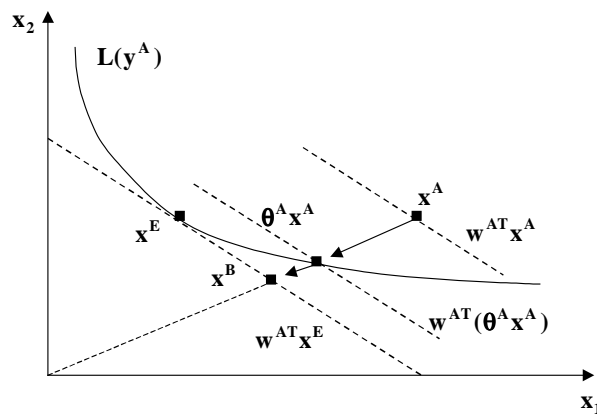
Sin embargo, como lo señalan Girardone *et al* (1997), los planes de producción y el nivel de costos en general no siguen decisiones perfectamente racionales y eficientes. Errores administrativos u operativos, la existencia de rezagos entre la toma de decisión y su puesta en marcha, inercia en el comportamiento humano, fallas durante el proceso de comunicación e incertidumbre son sólo algunos de los factores que podrían dar origen a la ineficiencia  $X$ , alejando los datos reales de sus valores óptimos. Por esta razón, las estimaciones sobre eficiencia deben incluir algún mecanismo que permita separar el término de ineficiencia de la frontera teórica.

La literatura reconoce a Farrell (1957) como uno de los precursores en la investigación de la eficiencia X. Este autor definió una medida de eficiencia para una empresa que utiliza varios insumos. Propuso que la eficiencia está compuesta por la eficiencia técnica o la habilidad de una empresa para maximizar su producto dado un conjunto de insumos a su alcance y la eficiencia asignativa la cual se entiende como la capacidad de una empresa para utilizar la proporción óptima de insumos en el proceso productivo dados sus respectivos precios. La figura 1 sintetiza el argumento del autor.

La eficiencia en costos de una empresa que utiliza insumos  $x^A$  a precios  $w^A$  y que produce un nivel de producto  $y^A$  se mide por la función de isocostos  $L(y^A)$ . La eficiencia en costos está dada por el ratio de costo mínimo  $c(y^A, w^A) = w^{AT} x^E$  a costo actual  $w^{AT} x^A$ . La eficiencia técnica viene dada por el ratio  $w^{AT} x^A$  a  $w^{AT}(\theta^A x^A)$ , mientras que la eficiencia asignativa viene dada por el ratio  $w^{AT}(\theta^A x^A)$  a  $w^{AT} x^E$ .

**Figura 1**

Medición y descomposición de la eficiencia en costos



Fuente: Kumbakhar y Lovell (2000)

## Metodología

La investigación empleó el enfoque SFA propuesto inicialmente por Aigner *et al.* (1977), Meeusen y van den Broeck (1977) y Battese y Corra (1977)<sup>8</sup> para obtener la eficiencia en costos para cada banco en la muestra,<sup>9</sup> la cual consiste en separar los costos efectivos de una empresa en dos componentes: la frontera eficiente en costos y las desviaciones de esa frontera representadas por el término de error, el cual a su vez está compuesto por dos términos ( $\varepsilon_i = v_i + u_i$ ).

El primero ( $v$ ) es un término de error clásico que incorpora los efectos de error de medición, aspectos como la “mala suerte” y los efectos de los desastres naturales y económicos, es decir un error asociado a los eventos aleatorios que no están al alcance o que no pueden ser controlados por el banco. El segundo componente ( $u$ ) es un variable de una sola cola que captura la ineficiencia con relación a la frontera (causada por una mala gestión de los factores bajo el control del banco), es decir un error no negativo seminormal asociado a la ineficiencia  $X$ , el cual refleja el hecho de que el rendimiento de cada empresa debe quedar en o por debajo de su frontera (o por encima en el caso de la frontera de costos, este monto puede considerarse como la medición de la ineficiencia). Con el objeto de separar ambos componentes, es necesario realizar supuestos sobre su distribución.

Dado que la ineficiencia sólo puede incrementar los costos por encima de la frontera, fue necesario asignarle una distribución asimétrica. Para ello se estimó la (in)eficiencia de los bancos utilizando el modelo de fronteras estocásticas planteado por Battese y Coelli (BC, 1995), en el cual el término de ineficiencia se obtiene de un distribución normal truncada.<sup>10</sup> El modelo consiste en un procedimiento de una etapa, en el cual la frontera se especifica por medio de una forma funcional flexible, mientras que las diferencias en (in)eficiencia de los bancos se determina por un vector de variables definido *a priori*.

---

<sup>8</sup> La especificación original se basaba en una función de producción para datos de sección cruzada, ver Kumbakhar y Lovell (2000).

<sup>9</sup> La eficiencia en costos relaciona el costo corriente de un banco con el costo mínimo que le permitiría producir el mismo conjunto de productos bajo las condiciones actuales.

<sup>10</sup> En el enfoque SFA es necesario realizar algún supuesto sobre la distribución del término de eficiencia para poder estimar los parámetros por el método de máxima verosimilitud que es asintóticamente más eficiente que la estimación por mínimos cuadrados ordinarios.

Gran parte de los trabajos empíricos basados en la metodología de fronteras estocásticas utilizaron un procedimiento de dos etapas. En la primera se estiman los parámetros de la frontera y se calculan los niveles de eficiencia individual con base en las funciones estimadas. En la segunda, se identifican las potenciales variables que expliquen las diferencias de eficiencia entre bancos mediante regresiones auxiliares que permitan hallar las relaciones subyacentes.

Sin embargo, Wang y Schmidt (2002) señalan que la estimación en dos etapas genera coeficientes sesgados dado que en la primera etapa se hace el supuesto de que las estimaciones de ineficiencia se distribuyen idéntica e independiente seminormales, mientras que en la segunda etapa se asume una distribución normal. Por lo tanto, el procedimiento en dos etapas probablemente no genere estimaciones más eficientes que aquellas que se pueden obtener mediante la estimación en una única etapa.

El modelo propuesto por BC permite cambios en la (in)eficiencia a lo largo del tiempo en un panel no balanceado en el cual la ineficiencia técnica depende de variables explicativas cuyos parámetros pueden ser estimados simultáneamente con la frontera estocástica. Siguiendo este procedimiento se estimó la eficiencia en costos del sistema bancario.

El modelo propuesto por BC ofrece retos metodológicos interesantes. Permite controlar por variables específicas a cada banco y analizar su efecto sobre las estimaciones de eficiencia. Por otra parte, la eficiencia se mide con relación a la frontera de la mejor práctica global de la industria, por lo que todos los bancos tienen acceso a la misma tecnología de producción. Además, supera los problemas en la metodología en dos etapas.<sup>11</sup>

el modelo puede definirse como:

$$C_{it} = \exp(x_{it}\beta + v_{it} + u_{it}) \quad (1)$$

---

<sup>11</sup> Para una mayor discusión de la metodología en dos etapas, ver Berger y Mester (1997).

donde  $C_{it}$  es el costo total,  $x_{it}$  es un vector conocido de insumos y productos,  $\beta$  es un vector de parámetros desconocidos a ser estimados,  $v_{it}$  son los errores aleatorios que están independiente y idénticamente distribuidos siguiendo una distribución normal  $N(0, \sigma_v^2)$  e independientemente distribuidas de  $u_{it}$ . Las estimaciones de ineficiencia  $u_{it}$  están independientemente distribuidas tal que se obtienen truncando (en cero, es decir no negativa) la distribución normal con media  $m_{it} = d_{it} \delta$  y varianza  $\sigma_u^2$ , es decir que  $u_{it}$  tiene una distribución normal truncada  $N(m_{it}, \sigma_u^2)$ , donde  $d_{it}$  es un vector  $(1 \times m)$  de variables específicas las cuales pueden variar en el tiempo y  $\delta$  es un vector  $(m \times 1)$  de coeficientes desconocidos correspondientes a las variables específicas.

Los efectos de ineficiencia,  $u_{it}$ , en la ecuación 1 pueden especificarse como:

$$u_{it} = d_{it} \delta + w_{it} \quad (2)$$

donde  $w_{it}$  está definido por la distribución normal truncada con media cero y varianza  $\sigma_w^2$ , tal que el punto de truncamiento es  $d_{it} \delta$ . Las ecuaciones 1 y 2 se estiman conjuntamente en una etapa con el método de máxima verosimilitud. BC mostraron que cuando se asume la ecuación 1, la eficiencia en costos para un banco individual puede definirse como:

$$EC_{it} = \exp(u_{it}) \quad (3)$$

Se siguió la parametrización propuesta por Battese y Corra (1977), se reemplazó  $\sigma_u^2$  y  $\sigma_v^2$  por  $\sigma^2 = \sigma_v^2 + \sigma_u^2$  y  $\gamma = \sigma_u^2 / (\sigma_v^2 + \sigma_u^2)^{12}$ , el parámetro  $\gamma$  debe estar en el intervalo (0,1). La función de costos fue estimada por el método de máxima verosimilitud que es ampliamente utilizado en los estudios de eficiencia que emplean modelos paramétricos. Coelli *et al.* (1998), señalan que la ventaja de la parametrización de  $\gamma$  para obtener las estimación por máxima verosimilitud es que el espacio paramétrico para  $\gamma$  puede ser buscado para un valor conveniente de partida para el algoritmo de maximización interactivo empleado.

Por lo tanto, para estimar la ecuación 1 se especificó una función de costos (translog<sup>13</sup>) y se eligió un conjunto de variables que permitieran explicar las diferencias de eficiencia entre bancos. Antes de analizar las variables incluidas en la estimación de la frontera y aquellas incluidas como determinantes de la ineficiencia, es importante definir los productos e insumos de los bancos.

A nivel teórico existe consenso sobre la naturaleza multiproducto de la industria bancaria. Sin embargo, aún no existe un acuerdo sobre la definición explícita y medición de sus productos e insumos. La principal dificultad surge en la definición de los depósitos como producto o insumo. Tradicionalmente las captaciones se han considerado como la principal fuente para financiar las colocaciones y la adquisición de otros activos gananciales (principalmente inversiones) de las entidades financieras.

---

<sup>12</sup> En la literatura la función de verosimilitud generalmente se expresa términos de los parámetros de los dos varianzas ( $\sigma^2$  y  $\gamma$ ). Ver Aigner *et al.* (1977); Jondrow *et al.* (1982); Coelli (1996). Para detalles sobre la función de máxima verosimilitud (*log-likelihood*) utilizada en el presente estudio, dados los supuestos distributivos asumidos, ver Coelli (1993) y Coelli *et al.* (1998).

<sup>13</sup> Esta función, desarrollada inicialmente por Christensen *et al.* (1973) cuenta con las siguientes ventajas: 1) no impone ninguna restricción *a priori* sobre la elasticidad sustitución entre insumos, 2) no restringe que las economías a escala tomen el mismo valor para todos los bancos, 3) permite que la estimación de la función de costos tenga la tradicional forma en U y 4) permite potenciales complementariedades en costes a través de su especificación multiproducto.

En el estudio se siguió el enfoque de intermediación planteado originalmente por Sealey y Lindley (1977), bajo el cual la principal tarea de un banco es de servir de canal de intermediación entre oferentes y demandantes de fondos prestables.<sup>14</sup> Por lo tanto, se consideraron a los créditos y las inversiones como los principales productos bancarios, mientras que los depósitos, la mano de obra y el capital como los insumos que intervienen en el proceso productivo. Por lo tanto, la función de costos estimada incluyó dos productos variables: cartera bruta ( $y_1$ ) y las inversiones financieras ( $y_2$ ); tres precios de insumos variables: el precio de la mano de obra ( $w_1$ ), el precio del capital ( $w_2$ ) y el precio del núcleo de los depósitos ( $w_3$ ). Además, por rol que cumple en la transformación de insumos en productos, se incluyó el patrimonio de las entidades bancarias ( $z$ ), el que se consideró como un insumo fijo<sup>15</sup>. Bajo este enfoque, el costo ( $c_{it}$ ) está compuesto por los costos financieros y operativos. Las tablas 1 y 2 del Anexo muestran una explicación de la forma en que se construyeron las variables del modelo y un resumen estadístico.

Por otra parte, considerando que los métodos de producción evolucionan en el tiempo y siguiendo a Coelli, *et al.* (1998), se incluyó una variable de tendencia ( $t$ ), que permite capturar el progreso tecnológico y los cambios de los factores ambientales, organizacionales y de la teoría del “aprendiendo al hacer” (*learning by doing*), los cuales pueden afectar el uso de los distintos insumos de producción.

---

<sup>14</sup> Aún existe debate acerca de la naturaleza de los depósitos, los cuales son considerados en varios estudios como un producto adicional de la industria bancaria. Dollery y Coelli (2002) señalan que las captaciones pueden ser consideradas como un producto si éstas pertenecen a la clase denominada depósitos de valor agregado que para el caso boliviano no son significativos, por lo que son considerados como un insumo.

<sup>15</sup> Especificar el patrimonio como un insumo fijo ayuda a resolver algunos problemas de estimación. Altos niveles de capital permiten reducir el riesgo de insolvencia, lo cual disminuye los costos a través de un menor premio por riesgo para financiamiento alternativo (sustituto), al constituirse en un “colchón” contra la insolvencia y se convierte en un incentivo para el control de riesgos. Por otra parte, el capital financiero se constituye en una alternativa frente a los depósitos como una fuente de fondeo. Empero, se debe reconocer que existen características distintas a éstos, el costo de incrementar capital es mayor, pero el gasto en intereses sobre el capital es nulo. Además, altos niveles de capital pueden señalar que el(los) gerente(s) del banco tiene(n) una actitud aversa al riesgo (i.e., está(n) dispuesto(s) a aceptar un menor riesgo a cambio de un nivel de beneficios menor al máximo posible), por lo que incluir el capital previene de “etiquetar” a estos bancos como ineficientes ya que éstos optan por un comportamiento óptimo dado su apetito por riesgo. Finalmente, se debe reconocer que al no controlar por el capital financiero se puede incurrir en un sesgo de escala, debido a que los bancos más grandes realizan una mejor diversificación de sus productos y servicios que los bancos pequeños y por lo tanto, pueden administrar sus portafolios con menores niveles de capital.

La especificación de BC, utilizando la función multiproducto translog,<sup>16</sup> puede expresarse como (se omiten los subíndices de tiempo e individuales para una mayor compresión):

$$\begin{aligned}
\ln(C/w_3 z) = & \alpha_0 + \sum_{k=1}^2 \alpha_k \ln(y_k/z) + \frac{1}{2} \sum_{k=1}^2 \sum_{m=1}^2 \alpha_{km} \ln(y_k/z) \ln(y_m/z) + \\
& + \sum_{i=1}^2 \beta_i \ln(w_i/w_3) + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^2 \beta_{ij} \ln(w_i/w_3) \ln(w_j/w_3) \\
& + \sum_{k=1}^2 \sum_{i=1}^2 \rho_{ki} \ln(y_k/z) \ln(w_i/w_3) + \pi_1 \ln z + \frac{1}{2} \pi_2 (\ln z)^2 + \\
& \sum_{k=1}^2 \theta_k \ln(y_k/z) \ln z + \sum_{i=1}^2 \phi_i \ln(w_i/w_3) \ln z + \tau_1 t + \tau_2 t^2 + \ln v + \ln u
\end{aligned} \tag{4}$$

El teorema de dualidad impone que la función de costos sea lineal y homogénea en los precios de los insumos y simétrica, por lo que las siguientes restricciones deben imponerse sobre los parámetros:

$$\begin{aligned}
\sum_i \beta_i = 1 & \quad \sum_i \beta_{ij} = 0, \text{ para todo } i & \quad \sum_k \rho_{ki} = 0, \text{ para todo } k \\
\alpha_{ij} = \alpha_{ji}, \text{ para todo } i, j & \quad \beta_{km} = \beta_{mk}, \text{ para todo } k, m
\end{aligned}$$

---

<sup>16</sup> Algunos autores utilizan formas funcionales más flexibles, en especial incluyen términos de Fourier. Sin embargo, Berger y Mester (1997) hallaron que los resultados obtenidos a partir de una forma funcional flexible de Fourier no difieren de las mediciones promedio de eficiencia en la industria o sobre el *ranking* de los bancos individuales obtenidos con una translog. Reportaron que las mediciones promedio de eficiencia son sólo uno por ciento menores al utilizar una especificación a la Fourier.

Siguiendo a Berger y Mester (1997), el costo total y el precio de los insumos se normalizaron por el precio de los depósitos para imponer homogeneidad lineal en el precio de los insumos.<sup>17</sup> El Teorema de Young asegura el cumplimiento de las condiciones de simetría.<sup>18</sup> El costo y los productos se normalizan por el patrimonio, lo que permite controlar por heteroscedasticidad y sesgo de escala.<sup>19</sup> En general, los bancos grandes tienen mayores costos que los pequeños, por lo que sus errores aleatorios (y por lo tanto el término de ineficiencia) tendrían varianzas más grandes si no se efectuara la normalización por patrimonio.

Además de estimar los parámetros de la frontera de costos y calcular el nivel de (in)eficiencia individual de cada banco, el modelo de BC permite hallar simultáneamente qué variables<sup>20</sup> podrían explicar la variación en eficiencia. Se incluyeron las siguientes variables específicas a cada banco: la calidad de la cartera, la eficiencia administrativa, la rentabilidad, el grado de capitalización, el tamaño del banco y el número de sucursales. Además se controló por variables que afectan a la industria bancaria en su conjunto, como la concentración de la industria bancaria y una variable denominada “crisis” que intenta capturar los problemas que enfrentó la banca a consecuencia del desaceleramiento de la economía boliviana entre 1999 y 2002.<sup>21</sup>

Los datos fueron obtenidos de las hojas de balance reportadas por los bancos a la Superintendencia de Bancos y Entidades Financieras (SBEF). Se empleó la técnica de datos de panel<sup>22</sup> no balanceados para el período 1997 a 2006 con periodicidad mensual. Se incluyeron ocho de los trece bancos que actualmente operan en el sistema financiero. Debido al supuesto de que todos los bancos tienen acceso a la misma tecnología de producción se excluyeron a los bancos no tradicionales y aquellos que podrían sesgar los datos por contar con tecnologías distintas a las entidades bajo estudio.

---

<sup>17</sup> Esto quiere decir que en una frontera eficiente, al duplicar todos los precios de los insumos también se duplica el costo.

<sup>18</sup> Para una discusión más profunda del teorema de Young, ver Mas-Collel y Whinston (1995).

<sup>19</sup> Para una mayor discusión ver Berger y Mester (1997, 1999) y Berger y De Young (2001).

<sup>20</sup> Todas estas variables forman parte del vector  $d_{it}$  como determinantes de la (in)eficiencia. La definición de cada una de ellas se encuentra en la tabla 1 del anexo.

<sup>21</sup> Díaz (2006) halló evidencia a favor de una relación causal del crecimiento económico sobre el crecimiento de la cartera del sistema bancario.

<sup>22</sup> Kumbhakar y Lovell (2000) discuten las ventajas de la aplicación de datos de panel en el análisis de fronteras estocásticas.

## Análisis de los resultados

La ineficiencia media en costos fue obtenida a partir de la estimación de la frontera estocástica por el método SFA en una etapa planteado por BC. Los parámetros estimados de la frontera y de los determinantes de la eficiencia se presentan en la Tabla 3 del Anexo. La Tabla 4 muestra los niveles de ineficiencia promedio semestrales para el conjunto de bancos analizados y clasificados en bancos grandes y pequeños según el nivel de activos<sup>23</sup>.

Los parámetros de las ecuaciones 1 y 2 fueron estimados simultáneamente por máxima verosimilitud. Una vez hallados los coeficientes de la frontera, a partir de los residuos se calcularon las mediciones de (in)eficiencia X de los bancos. De acuerdo con Coelli *et al.* (1998), para el modelo de BC la media condicional de los términos de (in)eficiencia ( $u_i$ ) dado el error compuesto ( $\varepsilon_i$ ), es decir  $E(u_i / \varepsilon_i)$ ,<sup>24</sup> es considerado como un estimador consistente para los término de eficiencia X individuales.

Con relación a los parámetros de la frontera de costos, muchos de ellos resultaron estadísticamente significativos. Sin embargo, debido a los términos de interacción la interpretación individual de los coeficientes no es trivial, por lo que nos abstenemos de obtener conclusiones al respecto.

La estimación del parámetro de varianza,  $\gamma$ , fue de 0,37, lo que significa que los niveles de ineficiencia son relativamente significativos para explicar la diferencia en costos entre entidades bancarias, aunque no son la fuente principal generadora de ruido alrededor de la frontera estocástica<sup>25</sup>.

---

<sup>23</sup> Se consideró que un banco es grande si su participación en los activos del conjunto de bancos supera el 10%. De acuerdo a este criterio en la muestra se registraron cinco bancos grandes y tres pequeños.

<sup>24</sup> Jondrow *et al.* (1982), propusieron que las estimaciones de la ineficiencia X podían ser obtenida a partir de la distribución de  $u_i$  condicional al término de error compuesto. La media condicional del modelo con una distribución semi-normal es:

$$E(u_i / \varepsilon_i) = \frac{\sigma\lambda}{1+\lambda^2} \left[ \frac{\phi(\varepsilon_i\lambda/\sigma)}{1-\Phi(\varepsilon_i\lambda/\sigma)} + \frac{\varepsilon_i\lambda}{\sigma} \right]$$

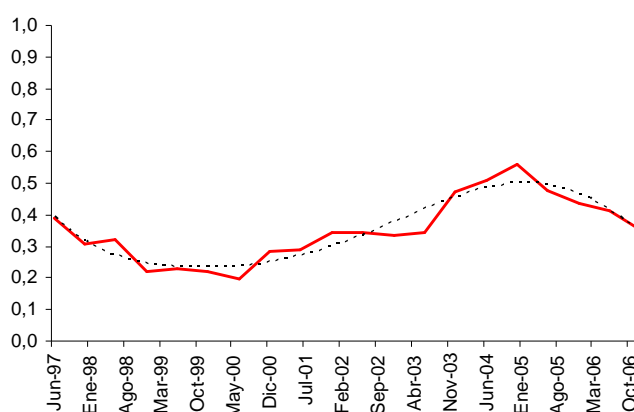
donde  $\phi(\cdot)$  = función de densidad

$\Phi(\cdot)$  = función acumulada

<sup>25</sup> Se debe señalar que cuando sólo se utilizaron los fundamentales de los bancos como variables explicativas de los niveles de ineficiencia (ver tabla 5 del anexo), si bien el nivel de ineficiencia promedio

Una vez estimada la frontera estocástica de costos, se calculó el nivel de ineficiencia para cada banco. De acuerdo con este indicador la eficiencia en el conjunto de bancos fue 36% durante todo el período de análisis. En el último semestre de 2006 la ineficiencia promedio fue 38% (Figura 2).

**Figura 2**  
Ineficiencia semestral promedio del sector bancario  
(En porcentajes)



Fuente: Elaboración propia

Se observó una ligera tendencia decreciente hasta aproximadamente el segundo semestre de 1999. A partir de este momento la ineficiencia promedio creció hasta llegar su nivel más alto en diciembre de 2004 (56%). Este período de mayor ineficiencia coincidió con la contracción de la actividad de intermediación financiera en el sistema bancario a consecuencia de la desaceleración del crecimiento y el deterioro de los indicadores de empleo y pobreza. Factores externos influyeron en el desempeño económico, los efectos de la crisis asiática se transmitieron a través del ajuste de los países vecinos como Brasil y Argentina, que redujeron el comercio y adoptaron medidas cambiarias defensivas que acentuaron la vulnerabilidad de la economía y derivaron en una desaceleración del ritmo de crecimiento. Esta situación se vio agravada por los conflictos sociales acaecidos en el país.<sup>26</sup>

---

se mantuvo en 35%, el parámetro  $\gamma$  fue 24,4%, lo que indicaría que factores propios de la industria bancaria habrían influido sobre los niveles de ineficiencia individual de cada banco.

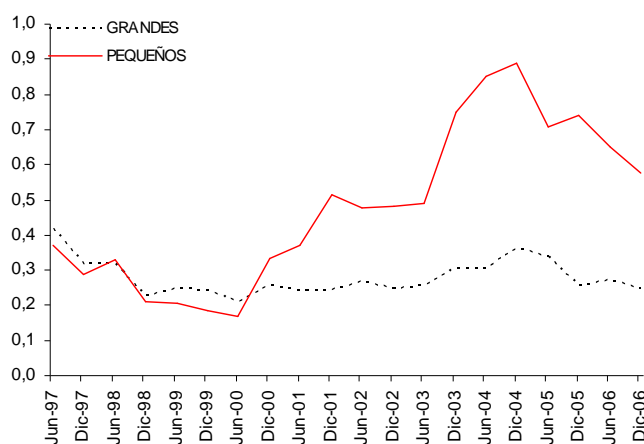
<sup>26</sup> Ver Memorias 2000 a 2006 del Banco Central de Bolivia.

Por otra parte, la disminución de los niveles promedio de ineficiencia coinciden con la recuperación de la economía y la actividad de intermediación financiera, gracias a un contexto externo favorable y a la recuperación de la dinámica interna (en 2006 el producto creció 4,63%).

Se debe reconocer que la ineficiencia promedio fue mayor en los bancos pequeños que en los bancos grandes, especialmente entre 2001 y 2004, período en el que la brecha de ineficiencia entre ambos tipos de bancos se amplió de prácticamente cero a diciembre de 2002, a un margen superior a los 50pp en junio y diciembre de 2004. A diciembre de 2006 la brecha se redujo situándose en 33pp (Figura 3). En el grupo de bancos pequeños el comportamiento no fue homogéneo. El comportamiento de uno de los tres bancos identificados como pequeños influyó considerablemente en el desempeño de este subgrupo.

**Figura 3**

Ineficiencia promedio semestral entre bancos grandes y pequeños  
(En porcentajes)



Fuente: Elaboración propia

Con relación a las variables que podrían influir en los niveles de ineficiencia, es importante mencionar que los resultados no pretenden ofrecer una relación de causalidad, lo que se busca con este análisis es encontrar algunas señales que podrían ayudar a identificar las características asociadas a un banco ineficiente.<sup>27</sup>

<sup>27</sup> Incluso, la ineficiencia calculada puede ser endógena en las variables elegidas como sus determinantes, por lo que la causalidad puede darse en cualquier dirección.

De acuerdo con los resultados obtenidos (Tabla 3 del Anexo), todas las variables resultaron estadísticamente significativas. Se observa que el deterioro en la calidad de la cartera crediticia (medida por el indicador de pesadez) aumenta el nivel de ineficiencia de los bancos. Esto debido a que al incrementarse la cartera en mora, los bancos deben realizar un mayor esfuerzo (lo que implica un mayor costo) al tratar con este tipo de préstamos, entre los que se encuentran (lista no limitativa): a) costos de monitoreo (sobre los “malos” clientes y sobre el colateral, b) gastos por analizar y negociar posibles soluciones con los deudores, c) gastos incurridos por el mantenimiento del colateral hasta su eventual venta, d) costos de señalización por el crecimiento de la cartera en mora frente al ente supervisor y los otros participantes del mercado, e) costo para precautelar que la cartera vigente no sufra un mayor deterioro y f) costo asociado a desviar la atención de la gerencia para resolver otros problemas operativos.<sup>28</sup> Al igual que la pesadez, mayores gastos administrativos y menor rentabilidad, medida por el ROA, generan un mayor nivel de ineficiencia. Estas dos últimas variables fueron empleadas suponiendo que son un buen *proxy* del desempeño o de la gestión de los ejecutivos de los bancos. Nina (1999) halló resultados similares para la calidad de cartera y la eficiencia administrativa, aunque la primera de estas variables no fue significativa en su estudio.

El indicador de capitalización presentó una relación negativa con los niveles de ineficiencia, lo que era de esperarse debido a que un mayor grado de capitalización es importante en economías donde los sistemas financieros aún se encuentran en etapa de consolidación, ya que fortalece a las entidades para enfrentar crisis financieras y transmitir seguridad a los depositantes durante períodos de inestabilidad económica o social. Por ello, bajos niveles de capitalización implicarían mayores niveles de riesgo y por lo tanto, mayores costos de fondeo. Por otra parte, como lo señala Mester (1993 y 1996) la ineficiencia siempre está negativamente correlacionada con el capital financiero, debido a que los bancos con menor ineficiencia tratarían de tener más

---

<sup>28</sup> Sin embargo, se debe notar la posibilidad que la relación de causalidad sea de ineficiencia en la administración del banco sobre la cartera en mora. Una mala administración, por lo general, escogerá una proporción relativamente alta de créditos a valor presente bajo o negativo (poca habilidad de realizar un adecuado *credit scoring*), además de no realizar una adecuada valoración del colateral (mal avalúo) y es posible que no tenga la capacidad suficiente para controlar y monitorear los créditos otorgados para que cumplan el fin para el cual fueron otorgados. Estos problemas en la administración en un banco pueden generar un deterioro en la calidad de la cartera. Se deja como un futuro trabajo de investigación determinar la causalidad entre eficiencia y la cartera en mora.

ganancias mientras están dispuestos (manteniendo dividendos constantes) a retener más ganancias como capital. Sin embargo, esto no quiere decir que al incrementar el ratio capital a activos reducirá automáticamente los niveles de ineficiencia observados. Mester (1996) señala que la relación inversa entre capitalización e ineficiencia podría ser una señal de que el capital podría prevenir problemas de riesgo moral tanto para el banco como para sus administradores.

Siguiendo a Mester (1994), se incluyó el número de sucursales como variable explicativa de las diferencias en eficiencia con el propósito de controlar por la estructura organizacional. Los resultados obtenidos señalan que una característica de un banco ineficiente es contar con un gran número de agencias.

Como era de esperarse, se halló una relación negativa (pero muy baja) entre el indicador de Hirshman y Herfindhal con los niveles de ineficiencia. Es decir, que a mayor nivel de concentración de mercado, menor es la eficiencia en costos, lo que implica un menor incentivo por parte de los bancos por controlar sus costos.

Finalmente, los problemas que atravesó la banca entre finales de la década pasada e inicios de la presente a consecuencia de la menor actividad económica fue la principal variable que influyó en el nivel de eficiencia de las entidades bancarias.

## *Conclusiones*

El documento estudió, mediante la metodología de fronteras estocásticas, la eficiencia en costos de la industria bancaria en Bolivia en el período 1997-2006. Para ello, se empleó el modelo planteado por Battese y Coelli (1995) el cual permite estimar simultáneamente una frontera estocástica común y una ecuación para identificar las variables que podrían influir en las diferencias observadas en los niveles de eficiencia.

Los resultados obtenidos señalan que la hipótesis de una mala administración tuvo una influencia relativamente moderada sobre las desviaciones de los costos respecto a su frontera eficiente para la muestra estudiada. El nivel de ineficiencia fue de 36% durante todo el período de análisis, en el cual se reconocen tres etapas. En la primera de ellas se observó una tendencia decreciente hasta finales de 1999. A partir de este punto la ineficiencia aumentó, llegando a su nivel máximo a diciembre de 2004, especialmente en los bancos pequeños llegando a existir un brecha de superior a los 50 puntos porcentuales. Desde 2005 la tendencia se tornó nuevamente decreciente.

Se propusieron algunas variables que podrían ejercer alguna influencia sobre las diferencias en eficiencia. Un primero grupo estuvo compuesto por características inherentes a cada banco y además se consideraron variables que podrían afectar el desempeño del sector bancario en su conjunto. De acuerdo con los resultados obtenidos un banco que se desvía de frontera eficiente, debido a errores imputados a una mala gestión, se caracteriza por tener altos niveles de pesadez, así como una menor grado de eficiencia administrativa y rentabilidad. A diferencia de estudios anteriores, los bancos pequeños resultaron más ineficientes que los de mayor tamaño. Finalmente, el período de contracción de la actividad financiera habría influido en los niveles de eficiencia del sector bancario.

Los resultados encontrados abren la posibilidad para futuras investigaciones en diversas áreas. Podría resultar interesante comparar los resultados obtenidos con estimaciones de eficiencia en beneficios. Otra alternativa es analizar la sensibilidad de los resultados bajo diferentes distribuciones para el término de ineficiencia. También se podrían incluir variables adicionales a los determinantes de la ineficiencia, como variables que capturen los cambios regulatorios o que permitan analizar la respuesta de la eficiencia a

cambios en el ciclo económico. Podría ser de sumo interés analizar el comportamiento de la ineficiencia frente al *spread* de tasas. Los niveles de eficiencia también podría utilizarse para analizar la estructura del mercado en la cual operan los bancos. Finalmente, podría extenderse el análisis a otros subsistemas del sistema financiero.

## ANEXO

**Tabla 1**  
**Definición de variables**

	Variable	Abreviatura	Descripción
Variable dependiente	Costo total	C	Gastos financieros + cargos netos por ajuste por inflación + cargos netos por incobrabilidad y desvalorización de activos financieros + otros gastos operativos y gastos de administración
Productos	Colocaciones	y <sub>1</sub>	Cartera bruta (cartera vigente + cartera en mora)
	Inversiones	y <sub>2</sub>	Inversiones financieras (permanentes más temporarias)
Precios de los insumos	Precio de la mano de obra	w <sub>1</sub>	Gastos de personal / número de trabajadores
	Precio del capital	w <sub>2</sub>	(Seguros + Impuestos + Mantenimiento y reparaciones) / activo fijo
	Precio de los depósitos	w <sub>3</sub>	Gasto financieros imputados sobre los depósitos / depósitos totales
Insumos fijos	Patrimonio	Z	Capital social + aportes no capitalizados + ajustes al patrimonio + Reservas + Resultados acumulados
Determinantes de la eficiencia	calidad de cartera	d <sub>1</sub>	Pesadez (cartera en mora a cartera bruta)
	Eficiencia	d <sub>2</sub>	Gastos administrativos a activo
	Rentabilidad	d <sub>3</sub>	ROA
	Capital	d <sub>4</sub>	Patrimonio a activo
	Tamaño	d <sub>5</sub>	Activos
	Sucursales	d <sub>6</sub>	Número de sucursales
	Concentración	d <sub>7</sub>	Índice de Hirshman y Herfindhal para depósitos
	Contracción	d <sub>8</sub>	Dummy, 0 = tasa de crecimiento anual positiva de la cartera en mora y 1 = tasa de crecimiento anual negativa de la cartera en mora

**Tabla 2**  
**Estadísticas descriptivas mensuales**  
(En millones de dólares y porcentajes)

	<b>Monto</b>	<b>Promedio</b>	<b>Desviación estándar</b>	<b>Máximo</b>	<b>Mínimo</b>
<b>Bancos grandes</b>					
Costo	\$us.	66,9	13,9	91,3	58,0
Cartera bruta	\$us.	425,9	52,7	499,0	365,0
Inversiones	\$us.	134,6	46,3	211,3	87,7
Depósitos	\$us.	425,0	68,2	517,9	349,9
Precio del trabajo	miles de \$us. por trabajador	1,3	0,4	2,0	1,0
Precio del capital	%	17,9	3,1	20,7	14,5
precio de los fondos prestables	%	4,3	0,4	5,0	3,9
Patrimonio	\$us.	60,0	14,5	75,8	44,5
Pesadez de cartera	%	11,3	1,8	14,4	10,0
Eficiencia administrativa	%	3,7	0,6	4,5	3,0
ROA	%	0,7	0,2	0,8	0,4
Ratio de Capital	%	9,9	2,0	12,2	7,1
Activos	\$us.	413,8	332,1	784,5	53,8
<b>Bancos pequeños</b>					
Costo	\$us.	46,3	18,4	58,0	22,0
Cartera bruta	\$us.	269,0	85,8	306,3	135,6
Inversiones	\$us.	54,5	10,4	46,8	28,8
Depósitos	\$us.	242,0	57,3	235,9	121,4
Precio del trabajo	miles de \$us. por trabajador	1,1	0,2	1,4	1,0
Precio del capital	%	21,5	5,1	25,9	16,4
precio de los fondos prestables	%	5,5	0,2	6,3	5,9
Patrimonio	\$us.	31,6	9,0	30,7	13,1
Pesadez de cartera	%	12,9	5,0	18,1	9,1
Eficiencia administrativa	%	4,4	0,3	4,5	3,8
ROA	%	0,2	0,6	0,8	-0,5
Ratio de Capital	%	8,1	1,3	9,5	7,2
Activos	\$us.	370,0	109,5	401,3	184,5
<b>Total</b>					
Costo	\$us.	56,0	20,9	91,3	22,0
Cartera bruta	\$us.	347,1	124,6	499,0	135,6
Inversiones	\$us.	97,2	62,6	211,3	28,8
Depósitos	\$us.	332,1	141,6	517,9	121,4
Precio del trabajo	miles de \$us. por trabajador	1,3	0,3	2,0	1,0
Precio del capital	%	18,7	3,7	25,9	14,5
precio de los fondos prestables	%	5,0	1,0	6,3	3,9
Patrimonio	\$us.	46,1	22,6	75,8	13,1
Pesadez de cartera	%	11,7	3,0	18,1	9,1
Eficiencia administrativa	%	3,9	0,5	4,5	3,0
ROA	%	0,5	0,4	0,8	-0,5
Ratio de Capital	%	9,2	1,9	12,2	7,1
Activos	\$us.	365,2	266,4	784,5	53,8

**Tabla 3**  
**Resultados de la estimación de eficiencia X**  
 (Variable dependiente  $\ln(c/w_3z)$ )

	Coeficiente	Error estándar	t-ratio
<u>Frontera de costos</u>			
$\alpha_0$	-3,508	0,577	-6,08*
$\alpha_1$	0,135	0,049	2,73*
$\alpha_2$	-0,658	0,141	-4,65*
$\beta_1$	-0,145	0,048	-3,02*
$\beta_2$	2,022	0,234	8,66*
$\pi_1$	0,337	0,178	1,89**
$\alpha_{11}$	-0,011	0,077	-0,14
$\alpha_{12}$	0,069	0,052	1,32***
$\alpha_{22}$	0,014	0,023	0,61
$\beta_{11}$	-0,081	0,007	-10,95*
$\beta_{12}$	0,032	0,007	4,45*
$\beta_{22}$	0,184	0,045	4,10*
$\pi_{11}$	-0,164	0,030	-5,39*
$\rho_{11}$	-0,082	0,013	-6,17*
$\rho_{12}$	-0,561	0,062	-8,99*
$\rho_{21}$	-0,008	0,010	-0,83
$\rho_{22}$	0,091	0,030	3,02*
$\theta_1$	0,118	0,035	3,37*
$\theta_2$	0,108	0,019	5,62*
$\phi_1$	-0,013	0,007	-1,74**
$\phi_2$	-0,167	0,032	-5,21*
$\tau_1$	0,006	0,001	7,57*
$\tau_2$	0,000	0,000	-5,21*
<u>Determinantes de la ineficiencia</u>			
$\delta_0$	1,021	0,140	7,28*
$\delta_1$	0,005	0,001	4,04**
$\delta_2$	0,022	0,008	2,74*
$\delta_3$	-0,058	0,005	-10,86*
$\delta_4$	-0,062	0,008	-8,03*
$\delta_5$	0,000	0,000	-8,06*
$\delta_6$	0,003	0,000	6,36*
$\delta_7$	0,000	0,000	-2,10**
$\delta_8$	-0,120	0,014	-8,36*
<u>Parámetros de interés</u>			
$\sigma^2$	0,010	0,001	18,10*
$\gamma$	0,371	0,160	2,32**

\* Significativo al 1%

\*\* Significativo al 5%

\*\*\* Significativo al 10%

**Tabla 4**  
Ineficiencia semestral promedio  
(En porcentajes)

Semestre	Niveles de ineficiencia		Total bancos
	Bancos grandes	Bancos pequeños	
I-97	42,2	37,1	39,2
II-97	31,6	29,0	30,6
I-98	31,6	32,8	32,1
II-98	22,4	21,0	21,9
I-99	24,7	20,5	23,1
II-99	24,2	18,7	22,2
I-00	21,0	17,1	19,5
II-00	25,7	33,2	28,5
I-01	24,2	36,9	28,9
II-01	24,1	51,5	34,4
I-02	26,6	47,6	34,5
II-02	24,8	47,9	33,5
I-03	25,4	49,1	34,3
II-03	30,5	74,8	47,1
I-04	30,6	85,4	51,1
II-04	36,1	88,8	55,9
I-05	33,6	70,9	47,6
II-05	25,5	74,3	43,8
I-06	27,3	64,9	41,4
II-06	24,6	57,4	35,3
Promedio	27,8	47,9	35,2

**Tabla 5**  
Resultados de la estimación de eficiencia X  
(Variable dependiente  $\ln(c/w_3z)$ )

	Coefficiente	Error estándar	t-ratio	
<u>Frontera de costos</u>				
$\alpha_0$	-3,98	0,62	-6,4	*
$\alpha_1$	0,13	0,05	2,44	*
$\alpha_2$	-0,93	0,14	-6,61	*
$\beta_1$	-0,14	0,05	-2,76	*
$\beta_2$	2,30	0,24	9,42	*
$\pi_1$	0,42	0,19	2,25	**
$\alpha_{11}$	-0,02	0,07	-0,31	
$\alpha_{12}$	0,15	0,05	2,69	***
$\alpha_{22}$	0,01	0,03	0,22	
$\beta_{11}$	-0,08	0,01	-10,70	*
$\beta_{12}$	0,03	0,01	3,8	*
$\beta_{22}$	0,23	0,04	5,28	*
$\pi_{11}$	-0,16	0,03	-5,02	*
$\rho_{11}$	-0,08	0,01	-5,71	*
$\rho_{12}$	-0,60	0,06	-9,61	*
$\rho_{21}$	-0,01	0,01	-0,80	
$\rho_{22}$	0,11	0,033	3,40	*
$\theta_1$	0,14	0,03	4,14	*
$\theta_2$	0,13	0,02	6,56	*
$\phi_1$	-0,01	0,01	-1,22	**
$\phi_2$	-0,24	0,03	-6,99	*
$\tau_1$	0,01	0,001	7,68	*
$\tau_2$	-4,66E-05	1,19E-05	-3,92	*
<u>Determinantes de la ineficiencia</u>				
$\delta_0$	0,81	0,11	7,53	*
$\delta_1$	0,00	0,00	3,26	*
$\delta_2$	0,04	0,01	4,40	*
$\delta_3$	-0,06	0,01	-10,89	*
$\delta_4$	-0,07	0,01	-7,64	*
$\delta_5$	0,00	0,00	-10,47	*
<u>Parámetros de interés</u>				
$\sigma^2$	0,01	0,00	18,82	*
$\gamma$	0,24	0,10	2,55	**

\* Significativo al 1%  
\*\* Significativo al 5%  
\*\*\* Significativo al 10%

## Referencias

- Aigner, DJ, Lovell, CAK y Schmidt, P. (1977). "Formulation and estimation of stochastic frontier production function models". *Journal of Econometrics* 6:21-37.
- Andia, G., Cárdenas, G., Saravia, R. y Vásquez, R. (2005). "¿Son más eficientes las instituciones microfinancieras que los bancos?". Instituto de Estudios Peruanos.
- Ansari, M. (2006). "An empirical investigation of cost efficiency in the banking sector of Pakistan". State Bank of Pakistan, Working Paper N°12.
- Banco Central de Bolivia. Memorias de las gestiones 2001 y 2006.
- Battese, G. (1992). "Frontier productions functions and technical efficiency: a survey of empirical applications in agricultural economics". *Agricultural Economics* 7:185-208.
- Battese, G. y Coelli, T. (1988). "Prediction of firm level technical efficiencies: with a generalized frontier production function and panel data" *Journal of Econometrics* 38:387-399.
- \_\_\_\_\_ (1992). "Frontier productions functions, technical efficiency and panel data with application to paddy farmers in India" *Journal of Productivity Analysis* 3:153-159.
- \_\_\_\_\_ (1993). "A stochastic frontier production function incorporating a model for technical inefficiency effects". Working Papers in Econometrics and Applied Statistics N°69, Department of Econometrics. University of New England. Armidale.
- \_\_\_\_\_ (1995). "A model for technical inefficiency in a stochastic frontier production function for panel data". *Empirical Economics* (1995) 20:325-332.
- Battese, G. y Corra, G. (1977). "Estimation of a production frontier model: with application to the Pastoral zone off Eastern Australia". *Australian Journal of Agricultural Economics* 21:3, 169-79.
- Bauer, P., Berger, A., Ferrier, G. y Humphrey, D. (1998). "Consistency conditions for regulatory analysis of financial institutions: a comparison of frontier efficiency methods". *Journal of Economics and Business*, 1998.
- Berger, A. (1993). "'Distribution free' estimates of efficiency in the U.S. banking industry and tests of the standard distributional assumptions". *Journal of Productivity Analysis* 4:3 (September), 261-92.
- Berger, A. y De Young, R. (1997). "Problem loans and cost efficiency in commercial banks" *Journal of banking and Finance*, Vol. 21, 1997.

- \_\_\_\_\_ (2000). "The effects of geographic expansion on bank efficiency" Federal reserve of Chicago, WP 200-14.
- Berger, A., Demsts, R. y Strahan, P. (1999). "The consolidation of the financial services industry: causes consequences and implications for the future". Journal of Banking and Finance, Vol. 23, 1999.
- Berger, A. y Humphrey, D. (1994). "Bank scale economies, mergers, concentration, and efficiency?" The Wharton Financial Institutions Center.
- \_\_\_\_\_ (1997). "Efficiency if financial institutions: international survey and directions for future research" The Wharton Financial Institutions Center.
- Berger, A. y Mester, L. (1997). "Inside the black box: what explains differences in the efficiencies of financial institutions?" Federal Reserve Bank of Philadelphia, working paper N°97-1.
- \_\_\_\_\_ (1999). "Explaining the dramatic changers in performance of U.S. banks: technological change, deregulation and dynamic changes in competition" The Wharton Financial Institutions Center.
- \_\_\_\_\_ (2001). "What explains the dramatic changers in cost and profit performance of the U.S. banking industry?" The Wharton Financial Institutions Center.
- Blaise, G. (2006). "On measuring indebtedness of African countries: a stochastic frontier debt production function". African Development Bank, Economic Research Working Papers Series N°85 (June 2006).
- Bonnin, J., Hasan, I. y Wachtel, P. (2003). "Bank performance, efficiency and ownership in transition countries". Presented to the 9<sup>th</sup> Dubrovnik Economic Conference, June 2003.
- Bos, J., Heid, F., Koetter, M. Kolari, J. y Kool, C. (2005). "Inefficient or just different?: effects of heterogeneity on banks efficiency scores". Deutsche Bounes Bank. Discussion Paper Series 2: Bankind and Finance Studies N°15/2005.
- Bouchaddakh, Z. y Salah, H. (2005). "Efficiency in Tunisian banking: a stochastic frontier approach". Economic Research Forum, 12<sup>th</sup> Annual Conference, Grand Hyatt. Cairo, Egypt.
- Brissimis, S., Delis, M. y Tsionas, E. (2006). "Technical and allocative efficiency in European banking". Bank of Greece, Working Paper N°46 (September 2006).
- Casu, B. y Girardone, C. "Efficiency of large banks in the single European market".
- Christensen, L., Jorgenson D. y Lau, L. (1973). "Transcendental logarithmic production function". Review of Economics and Statistics 55:1 (February), 28-45.

- Coelli, T. (1993). "Finite sample properties of stochastic frontier estimators and associated test statistics". Working papers in Econometrics and Applied Statistics, N°70, Department of Econometrics, University of New England, Armidale.
- \_\_\_\_\_ (1996). "A guide to FRONTIER Version 4.1: A computer program for stochastic frontier production and cost function estimation". Center for Efficiency and Productivity Analysis (PEA), Department of Econometrics, University of New England, Working Papers N°7/96
- Coelli, T., Rao, D. y Battese, G. (1998). "An introduction to efficiency and productivity analysis" Boston: Kluwer Academic Publishers .
- Demir, N., Mahmud, S. y Babuscu, S. (2005). "The technical inefficiency effects of Turkish banks after financial liberalization". *The developing Economics*, XLIII-3 (Sep. 2005): 396-411.
- Díaz, O. (2007). "Relación entre el sistema financiero y el crecimiento económico". Banco Central de Bolivia, Gerencia de Entidades Financiera (no publicado).
- Fitzpatrick, T. y McQuinn, K. (2005). "Measuring bank profit efficiency". Central Bank & Financial Services Authority of Ireland.
- Fuentes, R. y Vergara, M. (2003). "Explaining bank efficiency: bank size or ownership structure".
- Gandur, M. "Eficiencia en costos, cambios en las condiciones generales del mercado y crisis en la banca Colombiana: 1992-2002". Banco de la República de Colombia
- Gjirja, M. (2003). "Assessing the efficiency effects of bank mergers in Sweden: a panel-based stochastic frontier analysis". Goteborg University, Department of Economics.
- Girardone, C., Molyneux, P. y Gardener, E. "Analyzing the determinants of bank efficiency: the case of Italian banks". School of Accounting, Banking and Economics, University of Wales Bangor, Gwynedd, Bangor.
- Greene, W. (2002). "Alternative Panel data estimators for stochastic frontier models". Department of Economics, Stern School of Business, New York University.
- Hadri, K., Guermat, C. y Whittaker, J. (2003). "Estimation of technical inefficiency using panel data and doubly heteroscedastic stochastic production frontiers". *Empirical Economics* (2003) 28: 203-222.
- Hauer, D. y Peiris, S. (2005). "Bank efficiency and competition in low-income countries: the case of Uganda". IMF Working Paper, WP/05/240.
- Holló, D. y Nagy, M. "Bank efficiency in the Enlarged European Union".

- Imi, A. (2002). "Efficiency in the Pakistani banking industry: empirical evidence after the structural reform in the late 1990s". Japan Bank International Cooperation Institute (JBICI), Working Paper N°8.
- Imbriani, C. y Lopes, A. (2005). "Banking system efficiency and the dualistic development of the Italian economy in the nineties" Università degli Studi di Salerno, Centro di Economia del Lavoro e di Politica Economica, Discussion paper 92 (Marzo 2005).
- Jondrow, J., Lovell, C., Materov, S. y Schmidt, P. (1982). "On the estimation of technical efficiency in the stochastic frontier production function model". *Journal of econometrics* 19:2/3 (August), 233-38.
- Kaparakis, E., Miller, S. y Noulas, A. (1994). "Shor-run cost inefficiency of commercial banks: a flexible stochastic frontier approach". *Jouernal of money, credit and Banking*, Vol. 26, N°4 (Nov., 1994), pp. 875-893.
- Kasman, A., Kirbas-Kasman, S. y Carvallo, O. (2005). "Efficiency and foreign ownership in banking an international comparison" Dokuz Eylul University, Faculty of Business, Department of Economics. Discussion Paper Series N°05/03 (October 2005).
- Koeter, M. (2005). "Measurements matters – input price proxies and bank efficiency en Germany". Deutsche BundesBank. Discussion Paper, Series 2: Banking and Finance Studies N°01/2005.
- Kosak, M. y Zajc, P. "Bank consolidation and bank efficiency in Europe"
- Kwan, S. (2001). "The X-efficiency of commercial banks in Hong Kong" Federal Reserve Bank of San Francisco y Hong Kong Institute for Monetary Research.
- Kumbhakar, S. y Lovell, K. (2000). "Stochastic frontier analysis". Cambridge University Press.
- Lensink, R., Meesters, A. y Naaborg, Ilko. "Bank efficiency and foreign ownership: do good institutions matter?"
- Liman, I. "Measuring technical efficiency of Kuwaiti banks".
- Leong, W., Dollery, B y Coelli, T. (2002). "Measuring the technical efficiency of banks in Singapore for the period 1993 to 1999: an application and extension of the Bauer et al. (1997) technique". University of New England, School of Economics, Working Paper Series in Economics N° 2002-10.
- Makesh, H. y Rajeev, M. (2006). "Liberalisation and productive efficiency of Indian commercial banks: a stochastic frontier analysis". Munich Personal RePEc Archive.
- Mamatzakis, E. y Koutsomanoli-Filippaki, A. "On the determinants of banking efficiency in four new European Union Member States: the impact of structural reforms".

- Mas-Collel, A., Winston, M., Green, J. (1995). "Microeconomic Theory". Oxford University Press.
- Maudos, J. (1996). "Eficiencia, cambio técnico y productividad en el sector bancario español: una aproximación de frontera estocástica". *Investigaciones Económicas*. Volumen XX(3) – Septiembre, 1996, pp. 339-358.
- Mester, L. (1994). "Efficiency in banks in the Third Federal Reserve District". The Wharton Financial Institutions Center.
- Meeusen, W., y van den Broeck, J. (1977). "Efficiency estimation from Cobb-Douglas production functions with composed error". *International Economic Review* 18:2 (June), 435-44.
- Miller, S., Clauretje, T. y Springer T. (2005). "Economies of scale and cost efficiencies: a panel-data stochastic frontier analysis of real estate investment trusts". University of Connecticut, Department of Economics, Working Paper Series 2005-21.
- Nguyen, N. y Williams, J. "Liberalisation, ownership and efficiency issues: a comparative study of south east Asian banking".
- Nina, O. (1998). "Desregulacao financeira e ineficiencia bancaria: o caso Boliviano". Pontificia Universidad Católica do Rio da Janeiro, Dissertacao de Economia.
- Orea, L. y Kumbhakar, S. (2003). "Efficiency measurements using a latent class stochastic frontier model".
- Parisi, F. y Parisi, A. (2005). "Ranking de banca: 1995-2004".
- Podpiera, A. y Podpiera, J. "Deteriorating cost efficiency in commercial banks signals increasing risk of failure". Czech National Bank.
- Qian, J. y Sickles, R. (2006). "Stochastic frontiers with bounded inefficiency".
- Rossi, S., Schwaiger, M. y Winkler, G. "Banking efficiency in Central and Eastern Europe".
- Salas, S. (1999). "Economías de escala y de ámbito en el sistema bancario boliviano". Universidad Católica Boliviana, Departamento de Economía, Tesis de Grado.
- Schmidt, P. (1978). "On the statistical estimation of parametric frontier production functions: Rejoinder". *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 60, N° 3. (Aug., 1978), pp. 481-482.
- Sealey, C. y Lindley, J. (1977). "Inputs, outputs, and theory of production and cost at depositary financial institutions" *Journal of Finance* 32, 1251-1266.
- Styrin, K. (2005). "X-inefficiency, moral hazard, and bank failure". Economics Education and Research Consortium, Russia and CIS.

- Sturm, J.E. y Williams, B. (2005). "What determines differences in foreign bank efficiency?: Australian evidence" Thurgauer Wirtschaftsinstitut an der Universität Konstanz, N°4 (February 2005).
- Wang, H. y Schmidt, P. (2002). "One step and two step estimation of the effects of exogenous variables of technical efficiency". *Journal of Productivity Analysis* 18, 129-144.
- Wheelock, D. y Wilson, P. (1999). "Technical progress, inefficiency, and productivity change in U.S. banking, 1984-1993". *Journal of Money, Credit and Banking*, Vol. 31, N°2 (May, 1999), pp. 212-234.
- Worthington, A. (1998). "The determinants of non-bank financial institution efficiency: a stochastic cost frontier approach". *Applied Financial Economics* 8(3):pp. 279-289.
- Xiaoqing, F. y Shelagh, H. (2005). "Cost-X efficiency in China's banking sector". Cass Business School, City of London.
- Yildirim, S. y Philippatos, G. (2001). "Efficiency of banks: recent evidence from the transition economies of Europe – 1993-2000".
- Zúñiga, S. y Dagnino, E. (2003). "Medición de la eficiencia en Chile a través de fronteras estocásticas (1990-1999)". *Abante* Vol. 6 N° 2, pp83-116 (octubre).