



Munich Personal RePEc Archive

# **Model for the currency managements improvement of the Central Bank of Ecuador**

Aguilar, Juan Francisco

CENTRAL BANK OF ECUADOR

2 October 2009

Online at <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/18065/>

MPRA Paper No. 18065, posted 06 Jan 2010 08:24 UTC

# MEJORAMIENTO DE LA GESTIÓN DE INVENTARIOS DEL BANCO CENTRAL DEL ECUADOR

Juan Aguilar\*  
Septiembre 2009

## Resumen

Este trabajo de investigación se enfoca a la medición del riesgo de liquidez, reducción del riesgo de reputación y al mejoramiento de la gestión de especies monetarias de acuerdo a las características y componentes del saldo operativo y al comportamiento de sus flujos. En el desarrollo del modelo, se implementó una herramienta informática con el propósito de determinar los niveles adecuados de importaciones y exportaciones de remesas, el periodo de reposición, y la reducción del costo de mantenimiento. Finalmente, se realizó una simulación de 5.000 escenarios a fin de comprobar los resultados de la optimización, cuantificar la probabilidad de escasez, y determinar los periodos más sensibles a desabastecimientos.

## 1. INTRODUCCION

El informe elaborado por el Comité de Supervisión Bancaria de Basilea pretende garantizar los procesos de supervisión para la suficiencia de capital bancario como un requerimiento más sensible al riesgo; sin embargo, ha conservado uno de los elementos más importantes de la suficiencia de capital del informe anterior, al mantener el capital equivalente del 8% como mínimo de los activos ponderados por riesgo.

La nueva propuesta del Comité se orienta a la implementación de modelos matemáticos para propiciar un manejo más dinámico de los riesgos. Es así, que la administración de riesgos toma variedad de procesos y modelos que cuantifican y monitorean los factores de los diversos riesgos con el afán de mantener una posición activa en su control.

La medición de los factores de riesgos consiste en un mecanismo de esencial apoyo que permite a las instituciones financieras determinar el campo de interacción donde pueden desenvolverse. De hecho, el control de los riesgos les permite aventajar con respecto a las que no lo hacen. Bajo estos preceptos, se debe lograr una evaluación certera y oportuna de los procesos gestores de riesgos.

Por tal razón, de acuerdo a la naturaleza de los activos y pasivos, el manejo de la liquidez es una de las principales actividades que realizan las instituciones financieras, y es así que la liquidez del mercado trasciende más allá de las instituciones individuales ya que su desabastecimiento puede traer consigo graves crisis de confianza y ocasionar repercusiones sistémicas<sup>2</sup>, es decir que

---

\* Funcionario de la Dirección de Riesgos del Banco Central del Ecuador. Las opiniones, errores y omisiones son de responsabilidad exclusiva del autor y no necesariamente reflejan la posición del Banco Central del Ecuador, ni de sus autoridades. Los datos utilizados en el presente modelo fueron construidos a partir de la información del BCE, por medio de técnicas de simulación y no corresponden a los valores reales.

<sup>2</sup> **Riesgo sistémico:** el riesgo de que el incumplimiento de un participante para cumplir con sus obligaciones en un sistema de transferencia, o generalmente en los mercados financieros, pueda causar que otros participantes o instituciones financieras no sean capaces de cumplir con sus obligaciones al momento del vencimiento (incluyendo las obligaciones de liquidación en un sistema de transferencia.) Tal

la habilidad, el control y la gestión de la liquidez reducen la probabilidad de que escenarios adversos se transformen en situaciones irreversibles.

## **2. ASPECTOS METODOLÓGICOS**

A partir del año 2000, el Ecuador opta como moneda de curso legal el dólar estadounidense. La moneda norteamericana es un elemento indispensable en nuestra vida ya que es considerado como un medio de pago universalmente aceptado por todos y es una unidad de intercambio en las transacciones económicas. En este sentido, los billetes y monedas norteamericanos son considerados como un instrumento de alta liquidez que por sus características intrínsecas han favorecido las transacciones comerciales de bajo valor.

La gestión de especies monetarias es un proceso de vital importancia que cumplen las instituciones financieras. Dentro de la cual, las actividades de la banca central se deben enfocar a cubrir las necesidades de liquidez del sistema financiero nacional, que estas a su vez a los requerimientos de los depositantes.

En la gestión de especies monetarias, las decisiones para realizar una remesa se ejecutan bajo los criterios de los administradores y son quienes deciden los niveles adecuados de suministros basados en los criterios de sus propias estimaciones. Por todo ello, es importante determinar un criterio matemático a fin de eliminar la subjetividad de las predicciones y mantener la independencia de las decisiones de las operaciones. Sin embargo, es importante mantener los criterios administradores, puesto que los modelos matemáticos se basan sobre información pasada y no garantizan las predicciones de nuevos elementos.

### **2.1 ELEMENTOS IMPORTANTES EN LA ADMINISTRACIÓN DE ESPECIES MONETARIAS**

El Banco Central del Ecuador atiende los depósitos y retiros de dólares americanos y monedas fraccionarias en los centros de operación ubicados en el país dentro de los horarios establecidos por la institución. El proceso de verificación, clasificación y recuento de los depósitos en especies monetarias se termina a inicios del día siguiente. En caso de escasez, la entrega de especies monetarias en las denominaciones requeridas, se reemplaza por las denominaciones que más se aproximen, según las existencias en las bóvedas. El tiempo que se utiliza para importar y exportar remesas del Departamento del Tesoro Americano de los Estados Unidos de Norteamérica es de 2 días laborales.

En el proceso de recepción, envío y canje de billetes dólares es importante entender que la clasificación de especies monetarias viene estructurada por las propiedades de los billetes, que se detallan a continuación:<sup>3</sup>

---

incumplimiento puede causar problemas significativos de liquidez y crédito, y como resultado, podría amenazar la estabilidad de los mercados financieros. Lista de términos y abreviaturas aplicados en materia de Sistemas de Pagos. CEMLA, <http://www.cemla.org/pdf/sp-glosario.PDF>.

<sup>3</sup> Manual de Procedimiento para la Recepción, Envío y Canje de Billetes Dólares Mutilados y Deteriorados, Pág. 7, Dirección de Especies Monetarias, Banco Central del Ecuador, 2002.

**“Billetes deteriorados:** son billetes que por suciedad, desgaste, marcas, adorno, manchas, etc., deben ser retirados de circulación a juicio del Banco Central del Ecuador, puesto que no conservan claramente el 45% de su forma original.

**Billetes mutilados:** Se entiende por billetes mutilados los que por rotura, acción del fuego, agua, químicos, explosivos, petrificaciones o roídos deban ser retirados de la circulación a juicio del Banco Central del Ecuador.

Los billetes mutilados receptados por el Banco Central del Ecuador son enviados al Departamento del Tesoro de los Estados Unidos de Norteamérica, a la Oficina de Impresión y Grabados; para el análisis y conformidad previa a su respectivo canje posterior.

A pesar de que el nivel de existencias de inventario juega un papel muy importante en las actividades relacionadas con la intermediación financiera, al brindar niveles suficientes de productos para garantizar la suficiente fluidez del servicio, resulta ser ineficiente ya que los fondos se inmovilizan como consecuencias de productos improductivos. Por consiguiente, las actividades desarrolladas en la gestión de inventarios deben mantener un nivel adecuado del saldo, y así garantizar la suficiente liquidez sin desmedro de su rentabilidad.

Un sistema de inventario es un conjunto de políticas y controles que determinan los niveles adecuados de existencias al establecer el tamaño de los pedidos y cuando se deben reponer el stock. En las actividades de especies monetarias, el inventario se refiere a los billetes y monedas que reposan en bóvedas. En sentido amplio, el inventario se define por los billetes y monedas en las denominaciones de 1, 2, 5, 10, 20, 50 y 100 dólares y a las monedas fraccionarias de 1, 5, 10, 25, 50 centavos y 1 dólar.

Dentro de los elementos básicos de la administración financiera, se debe minimizar los saldos de especies monetarias para gestionar el saldo sobrante en inversiones. El inventario de especies monetarias debe mantener una cierta dependencia en la línea de producción ya que la alimentación del stock de capital se efectúa de acuerdo a la velocidad de la línea de los depósitos y de las recepciones de remesas. Es importante que las empresas aprovechen el tamaño económico del pedido al reducir los costos cuando se incrementa el pedido. Para desarrollar un sistema de gestión de inventarios se debe tomar en cuenta que cualquier decisión respecto al inventario repercutirá en los costes de la institución. Los costos considerados para la gestión de especies monetarias son los siguientes:

**Costes de mantenimiento o almacenamiento:** Son los costos por los que incurren las empresas al mantener cierto nivel de inventario. El costo de almacenamiento aumenta mientras se incrementa el inventario en stock. Muchas de las empresas infravaloran los costes de almacenamiento porque generalmente no cuentan con todos los componentes que lo determinan. Los costes de almacenamiento se formulan mediante la siguiente expresión:

$$C_A = \sum_{t=1}^T S c_t C a_t \quad t = 1, 2, \dots, T \quad (1)$$

donde

$S c$  es el nivel diario de inventario

$C a$  es el costo por almacenamiento por unidad

**Costes de pedidos:** Son los costos que se incurren o están relacionados por la emisión de un pedido. En la gestión de especies monetarias, los costos de pedido o de preparación se los incurre en el proceso de gestionar una remesa. Este trabajo supone que se realiza procedimientos eficientes en la emisión de pedidos por lo que se reduce a su mínimo los costes de preparación. El coste de envío está representado por:

$$C_X = \sum_{t=1}^T X_{it} C_{Xit} \quad \begin{cases} i = 1, 2, \dots, 12 \\ t = 1, 2, \dots, T \end{cases} \quad (2)$$

donde

$X_i$  es el monto del envío de una remesa, correspondiente al mes  $i$ .

$C_{Xi}$  es el costo unitario por preparación de un envío, correspondiente al mes  $i$ .

y el coste de recepción de un pedido está representado por:

$$C_M = \sum_{t=1}^T M_{it} C_{Mit} \quad \begin{cases} i = 1, 2, \dots, 12 \\ t = 1, 2, \dots, T \end{cases} \quad (3)$$

donde

$M_i$  es el monto recibido por una remesa del exterior, correspondiente al mes  $i$ .

$C_{Mi}$  es el costo unitario por preparación de una recepción del mes  $i$ .

La tabla 2.1 muestra la relación de las tasas impositivas de costos por el traslado de una remesa. El costo de una remesa es igual al monto total de la remesa menos la tasa impositiva del traslado, multiplicada por el monto de la remesa. Por ejemplo, si la cantidad de la remesa es de USD 4.500, su costo será de USD 2,7900.<sup>4</sup> Si el monto de la remesa excede a los USD 5.000 se paga un valor por exceso en el monto. Por ejemplo, si la recepción de una remesa es USD 5500 MM, el costo a pagar será igual a USD 3.2500<sup>5</sup>.

<sup>4</sup> El valor a pagar por envío y recepción será igual a  $4.500 - (4.500 \cdot 0.99938)$ .

<sup>5</sup> El costo de recepción por la remesa será igual a  $[5.500 - 5.000 - (5.500 - 5.000 \text{ MM}) \cdot 0.99950] + (5.000 - 5.000 \cdot 0.99938)$

**TABLA 2.1 TASAS DE COSTOS POR MONTO DE REMESAS**

CATEGORIA	DE	A	T. ENVIO	T. RECEPCIÓN
1	2,000	2,000	0.999175	0.999175
2	2,001	3,000	0.999250	0.999250
3	3,001	4,000	0.999300	0.999300
4	4,001	5,000	0.999380	0.999380
POR EXCESO DE CANTIDAD			0.999700	0.999550

Fuente: HSBC<sup>6</sup>

Elaboración: El autor

El costo en exceso de una remesa se calcula mediante el monto de la remesa menos nivel máximo del pedido (USD 5.000) multiplicado por la variación unitaria del traslado en exceso (0.0003 por envío y 0.00045 por recepción), más el costo del traslado por USD 5.000 (USD 3,100). La tabla 2.2 muestra el costo unitario por envío y recepción de una remesa.

**TABLA 2.2****COSTOS UNITARIOS POR MONTO DE REMESAS**

CATEGORIA	DE	A	CU <sub>E</sub>	CU <sub>R</sub>
1	2,000	2,000	0.000825	0.000825
2	2,001	3,000	0.000750	0.000750
3	3,001	4,000	0.000700	0.000700
4	4,001	5,000	0.000620	0.000620
POR EXCESO DE CANTIDAD			0.000300	0.000450

Fuente: HSBC

Elaboración: El autor

**Costes de Ruptura o escasez:** Son los costes relacionados con incumplimiento de un retiro o de las penalizaciones derivadas por la escasez del inventario.

$$C_S = \sum_{t=1}^T S_t C_{S_t} \quad t = 1, 2, \dots, T \quad (2.4)$$

donde

$S_t$  es el monto de escasez.

$C_S$  es el costo unitario por escasez

Para establecer la cantidad correcta de un pedido es necesario determinar un sistema de inventario adecuado a las necesidades de las empresas. Es así, que su implementación debe cumplir con el objetivo de minimizar el valor del coste total, establecer el nivel adecuado de existencias y el tamaño óptimo de la emisión de un pedido. Este problema puede formularse como:<sup>7</sup>

<sup>6</sup> El Hong Kong and Shanghai Banking Corporation que por sus siglas en inglés se lo denomina como HSBC. La institución brinda el servicio de exportación e importación de remesas. Los costos de las remesas son determinadas por los proveedores del servicio.

<sup>7</sup> Ver Anexo No. 1

$$Sc_t = Sc_{t-1} + D_{t-2} - R_t + M_{t-2} - X_t \quad (6)$$

Sujeto a

$$\text{Min} \left\{ C_t = \sum_{i=1}^T Sc_i Ca_i + \sum_{i=1}^T X_{it} C_{X_{it}} + \sum_{i=1}^T M_{it} C_{M_i} + \sum_{i=1}^T S_i C_{S_i} \right\} \begin{cases} i=1,2,\dots,12 \\ t=1,2,\dots,T \end{cases}$$

$$D_t, R_t \geq 0$$

$$M_{it}, X_{it} \geq 2.000$$

donde

$Sc_t$  es el saldo de caja.

$D_{t-2}$  es el flujo de depósito en el tiempo  $t - 2$ .

$R_t$  es el flujo de retiro en el tiempo  $t$ .

$M_{i(t-2)}$  es la importación de una remesa en el tiempo  $t - 2$ , correspondiente al mes  $i$ .

$X_{it}$  es la exportación de una remesa en el tiempo  $t$ , correspondiente al mes  $i$ .

Una vez expuestos los factores que influyen en el sistema de canje, recordando el hecho de que el análisis, se debe evaluar las necesidades de los depositantes y con el propósito de mejorar la utilización de recursos, se debe brindar la calidad y cantidad de recursos de billetes de especies monetarias ante las necesidades del Sistema Financiero Nacional. A continuación se analiza el comportamiento de la demanda de especies monetarias y sus componentes.

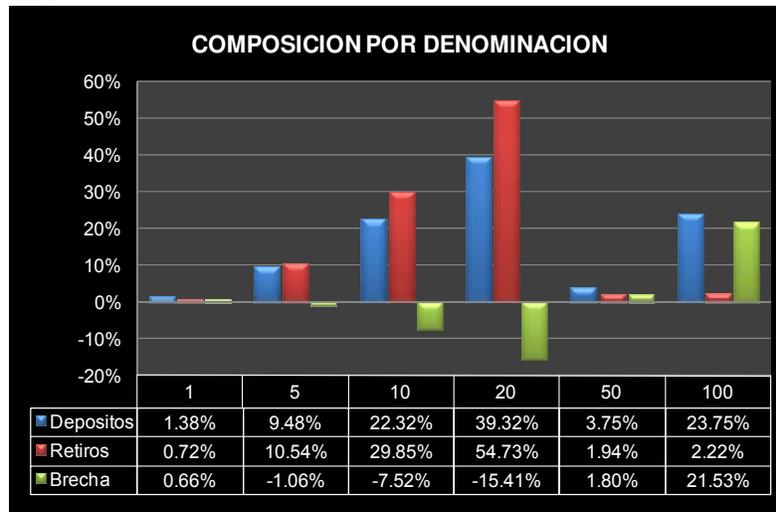
## 2.2 DEFINICIÓN DE VARIABLES RELEVANTES EN LA GESTIÓN DE ESPECIES MONETARIAS

La elección de variables que determinen el nivel adecuado del inventario esta en establecer las variables relevantes del modelo de la regresión que en gran medida depende de las características del proceso analizado. El objetivo principal, en el cual se trabaja el de mejoramiento del suministro de billetes, es reducir el riesgo de liquidez inherente a su operación y sobre toda una base de estrategias que dará como resultado el mejoramiento del retorno financiero.

En el gráfico 2.1, se presenta la participación de las denominaciones que concentran la frecuencia de uso de retiros y depósitos.<sup>8</sup> Los billetes de 20, 10 y 5 dólares son las denominaciones de mayor concentración en depósitos y retiros con el 71,13% y 95,12%. No obstante, estas denominaciones presentan un descalce de -15,41, -7,52 y -1,06 puntos porcentuales debido a la alta participación en los ingresos de los billetes de 100 dólares que representa el 23,75%.<sup>9</sup>

<sup>8</sup> La muestra de datos se caracteriza por mantener una periodicidad diaria de lunes a viernes a partir de enero de 2004 hasta diciembre de 2006.

<sup>9</sup> A fin de cubrir el flujo de pagos, se escogerán a todos los billetes que conforman los retiros y en el caso de depósitos, solamente se escogerán a los billetes de mayor concentración.

**GRÁFICO 2.1**

**Fuente: BCE**

**Elaboración: El autor**

El análisis de los datos también debe llevarse a cabo mediante los estadísticos básicos para describir el comportamiento de los datos así como la relación existente entre las variables. A continuación se presentan los estadísticos descriptivos más importantes para las series de retiros y depósitos:

**CUADRO 2.1  
ESTADISTICOS DESCRIPTIVOS**

Estadísticos	DEPÓSITOS	RETIROS	Estadísticos	DEPÓSITOS	RETIROS
MEDIA	1,687.31	2,028.20	CURTOSÍIS	3.17630	4.50632
MEDIANA	1,321.00	1,688.20	MÁXIMO	9,982.4	10,560.0
DES. ESTANDAR	1,259.08	1,434.48	MÍNIMO	36.2	3.0
COEF. ASIMETRÍA	1.42032	1.70396			

**Fuente: BCE**

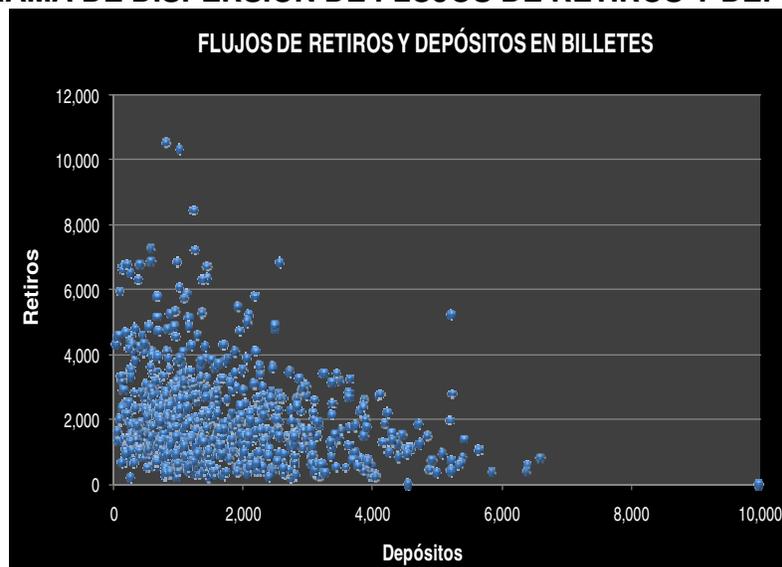
**Elaboración: El autor**

Los resultados obtenidos en cada una de las series nos indican que los valores de las medias son superiores a las medianas debido a las observaciones en días festivos, feriados y corridas de depósitos. De hecho, los coeficientes de asimetría nos manifiestan que los valores se extienden hacia la derecha de la media por lo que se confirma lo expuesto anteriormente. En cuanto al grado de concentración en la región central de la distribución, los resultados nos indican que la distribución de depósitos es relativamente plana (kurtosis: 3.18), lo que difiere de la distribución de retiros que presenta una distribución más elevada (kurtosis: 4.51). Al comparar, la desviación típica con respecto a la media se observa que cada uno de los flujos nos muestra valores cercanos a la media, por lo que se puede asumir que las series presentan altas volatilidades. Es así, que los retiros y depósitos máximos fueron registrados el 21 de diciembre de

2006 y el 6 de enero de 2004 con valores de USD 10,560 y USD 9,982, respectivamente.

En cuanto al análisis de conjunto de variables, el diagrama de dispersión (Gráfico 2.2) nos muestra que existe una fuerte concentración en los puntos menores a 4.000 dólares para las series de retiros y depósitos, lo que se puede aseverar que el 85,60% de las observaciones se encuentra bajo este rango; y se puede determinar que mientras mayores son los retiros realizados por las instituciones financieras, será menor el monto depositado por las mismas.

**GRÁFICO 2.2**  
**DIAGRAMA DE DISPERSIÓN DE FLUJOS DE RETIROS Y DEPÓSITOS**



**Fuente: BCE**  
**Elaboración: El autor**

### 3. CONSTRUCCIÓN Y APLICACIÓN DEL MODELO DE REGRESIÓN

#### 3.1 MODELO DE REGRESIÓN LINEAL

El modelo de regresión lineal es una técnica econométrica que se utiliza para encontrar la relación histórica entre la variable dependiente  $Y$  con respecto a una o más variables independientes ( $X_1, X_2, \dots, X_k$ ). En tal sentido, el modelo de regresión lineal se lo puede formular mediante la siguiente expresión matemática:

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_k) \quad (7)$$

que matricialmente se lo expresa:

$$Y = X \cdot \beta + \varepsilon \quad (8)$$

Para la estimación y pronóstico del modelo de flujo de caja se asume que las series financieras se descomponen en varios elementos no observables e

independientes entre sí, que pueden ser removidos mediante la aplicación de filtros lineales. En base a estos supuestos, la serie  $X_t$ , se descompone mediante el siguiente esquema aditivo:

$$Y_t = T_t + S_t + C_t + I_t + Cal_t \quad (9)$$

donde  $T_t$ ,  $S_t$ ,  $C_t$ ,  $I_t$ , es la tendencia, la estacionalidad, el ciclo y el componente irregular.

En mucho de los casos, las observaciones de  $Y_t$  se caracterizan por eventos inusuales que causan distorsiones en la identificación y estimación de los parámetros, elevar el error estándar residual, y a la vez producir inadecuadas proyecciones. Entre las modificaciones más comunes se encuentra las variables de intervención, outliers<sup>10</sup> o efectos de calendario<sup>11</sup>, que buscan establecer la relación entre los cambios de las observaciones y los acontecimientos sucedidos en el periodo de observación. Los eventos de intervención son usualmente acontecimientos que se suscitan de forma inusual, pero obedecen a una causa determinada.

La aplicación del modelo de regresión, mediante métodos tradicionales de descomposición, se centra en explicar mejor el comportamiento de los retiros y depósitos con respecto a sí mismos, e incorporar los distintos efectos cualitativos de las observaciones. La especificación del modelo deberá incluir tantas variables cualitativas como categorías que reflejen las características, cualidades o atributos de los acontecimientos suscitados.

De esta forma, el análisis de regresión para los retiros y depósitos de especies monetarias se utilizó una muestra de 522 datos a partir de enero de 2004 hasta diciembre de 2006. Los datos del año 2006 fueron utilizados para comprobar la capacidad predicativa de los parámetros. Así, de los resultados obtenidos de la estimación de los modelos de regresión a partir de las series de retiros y depósitos se obtienen los siguientes modelos:<sup>12</sup>

$$\ln(\text{Ret}) = \beta_0 + \beta_1 \text{Trend} + \beta_2 \text{Año} + \beta_3 \ln(\text{Dep}) + \sum_{i=4}^7 \beta_i \text{IND}_i + \sum_{i=8}^{19} \beta_i \text{INM}_i + \beta_{20} \text{Feriado}_1 + \beta_{21} F_{MES} + \sum_{i=22}^{24} \beta_i \text{Out}_i + \beta_{25} \text{Banco} + \beta_{26} \text{Atipico} + v_t \quad (10)$$

donde

Ret = retiros diarios

$B_0$  = termino de intercepción

Trend = tendencia.

Año = denota el nivel para los años 2004 y 2005.

10 Intervention Analysis with Applications to Economic and Environmental Problems, Box and Tiao, Journal of the American Statistical Association, Marzo 1975, Volumen 70, Número 349, Invited Paper, Theory and Methods Section.

11 Modeling Time Series with Calendar Variation, Bell and Hillmer, Journal of the American Statistical Association, Septiembre 1983, Volumen 70, Número 383, Invited Paper, Theory and Methods Section.

<sup>12</sup> Para más detalle sobre las variables que se utilizaron en los modelos de regresión y la estimación de sus coeficientes, ver el anexos 2.

$IND_i$  = el subíndice  $i$  denota el nivel de la variable indicadora de los días de la semana (lunes a jueves).

$INM_i$  = el subíndice  $i$  denota el nivel de la variable indicadora de los meses del año (enero a noviembre).

$Feriado_1$  = denota el nivel de la variable indicadora de los dos días anteriores de un feriado.

$F_{MES}$  = denota el nivel de la variable indicadora de los días de fin de mes.

$OUT_i$  = el subíndice  $i$  denota el nivel de la variable indicadora para errores en los datos que no se pudieron explicar por la ocurrencia de un evento.

Banco = variable de intervención que indica la presencia de corridas bancarias para instituciones de gran tamaño.

Atípico = variable de intervención que indica la presencia de rumores bancarios de baja magnitud.

$\upsilon_t$  = termino de perturbación estocástico.

$$\ln(Dep) = \beta_0 + \beta_1 Trend + \beta_2 Año + \sum_{i=3}^6 \beta_i IND_i + \sum_{i=7}^{17} \beta_i INM_i + \beta_{18} Feriado_1 + \beta_{19} Feriado_2 + \beta_{20} F_{MES} + \beta_{21} IND_4 Feriado_1 + \sum_{i=22}^{24} \beta_i Outd_i + \beta_{25} Atipd + \eta_t \quad (11)$$

donde

Dep = flujo de depósitos diarios para los billetes de mayor utilización (1, 5, 10, 20 dólares).

$B_0$  = termino de intercepción

Trend = tendencia.

Año = denota el nivel para los años 2004 y 2005.

$IND_i$  = el subíndice  $i$  denota el nivel de la variable indicadora de los días de la semana (lunes a jueves).

$INM_i$  = el subíndice  $i$  denota el nivel de la variable indicadora de los meses del año (enero a noviembre).

$Feriado_1$  = denota el nivel de la variable indicadora de los días anteriores de un feriado.

$Feriado_2$  = denota el nivel de la variable indicadora de los días posteriores de un feriado.

$F_{MES}$  = denota el nivel de la variable indicadora de los días de fin de mes.

$OUT_i$  = el subíndice  $i$  denota el nivel de la variable indicadora para errores en los datos que no se pudieron explicar por la ocurrencia de un evento.

$INM_3 * Feriado_1$  = denota el nivel de la variable indicadora cuando el día de la semana es miércoles y coincide con los días anteriores a un feriado.

$\eta_t$  = termino de perturbación estocástico.

donde los valores del estadístico  $t$  y la probabilidad estimada, bajo la hipótesis nula de que el coeficiente poblacional tiene un valor de cero, se puede concluir que cada uno de los coeficientes estimados son estadísticamente significativos individualmente, a un nivel de significancia del 3%, es decir, que los verdaderos parámetros poblaciones son diferentes de cero (Ver anexo 3 y 4)

A fin de verificar la bondad de ajuste de las regresiones y sus supuestos de normalidad de las perturbaciones aleatorias. Los estadísticos de la tabla 3.1

reflejan que la capacidad explicativa de las regresiones es aceptable puesto que explican el 78.59% y el 80.11% de la variabilidad de las variables dependientes. El  $R^2$  ajustado, el cual significa ajustado a los grados de libertad asociados con las sumas de los cuadrados, indica que las variables independientes explican cerca del 77.47% y 79.11% de dicha variación.

**TABLA 3.1**  
**ESTADÍSTICOS DE LOS MODELOS DE RETIROS Y DEPÓSITOS**

Estadísticos	RETIROS	DEPÓSITOS	Estadísticos	RETIROS	DEPÓSITOS
R-squared	0.78597	0.80110	Mean dependent var	7.26925	6.98615
Adjusted R-squared	0.77475	0.79112	S.D. dependent var	0.80099	0.90696
S.E. of regression	0.38015	0.41451	Akaike info criterien	0.95380	1.12499
Sum squared resid	68.9329	82.1300	Schwarz criterion	1.17196	1.33476
Log likelihood	-213.881	-257.936	F-statistic	70.0665	80.2197
Durbin-Watson stat	2.18903	1.77580	Prob(F-statistic)	0.00000	0.00000

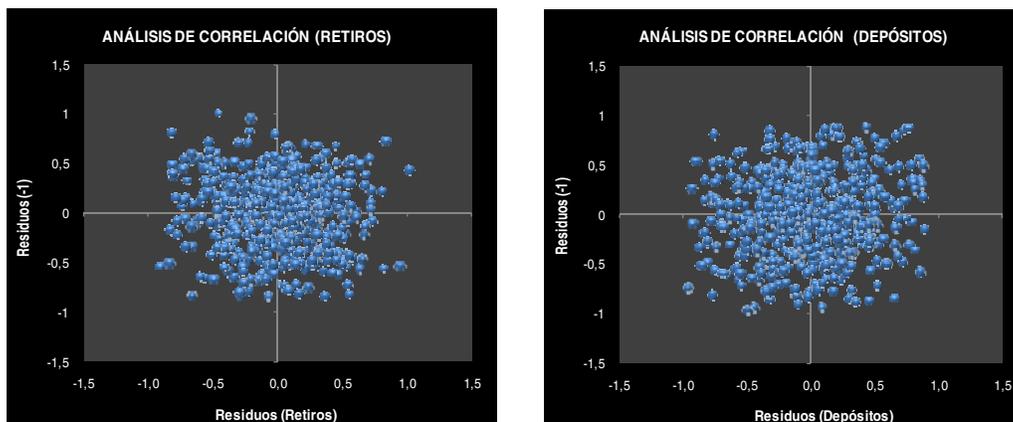
**Elaboración: El autor**

La prueba de significancia global, los estadísticos F de las regresiones toman valores de 70.06 y 80.21, con probabilidad de estarnos equivocando del 0%, por lo que se rechaza la hipótesis nula de que las variables explicativas no son significativas conjuntamente. A fin de verificar el aporte conjunto de los regresores, se realizó el contraste de significancia conjunta con el test de Wald, con él cual se comprobó la existencia de efectos diferenciales entre las variables bajo una probabilidad asociada al estadístico experimental para rechazar la hipótesis nula de 0%, lo que significa que todas las variables explicativas sean significativas conjuntamente.

El estadístico Durbin-Watson, el cual se basa en los residuales estimados del análisis de regresión, para cada regresión fue de 2.18 y 1.77. De las tablas Durbin Watson, se encuentra que al nivel del 1%, los límites inferior  $d_L$  y superior  $d_U$  para  $n = 200$  y  $k = 20$  son de 1.426 y 1.896. Con base en la prueba  $d$  se puede asumir que no existe autocorrelación entre las perturbaciones aleatorias del modelo de retiros. Sin embargo, el valor estimado para  $d$  de los errores aleatorios en el modelo de depósitos cae dentro la zona de indecisión (entre los límites  $d_L$  y  $d_U$ ), por lo que no se puede decir si existe o no correlación.

Con el fin de validar la hipótesis de ausencia de autocorrelación, también se realizó el análisis gráfico de los residuos frente a los residuos retardados. Como se puede observar, en el gráfico 3.1, la mayoría de los puntos se encuentran dispersos en los cuatro cuadrantes de los gráficos, lo que nos lleva a validar la hipótesis de ausencia de autocorrelación.

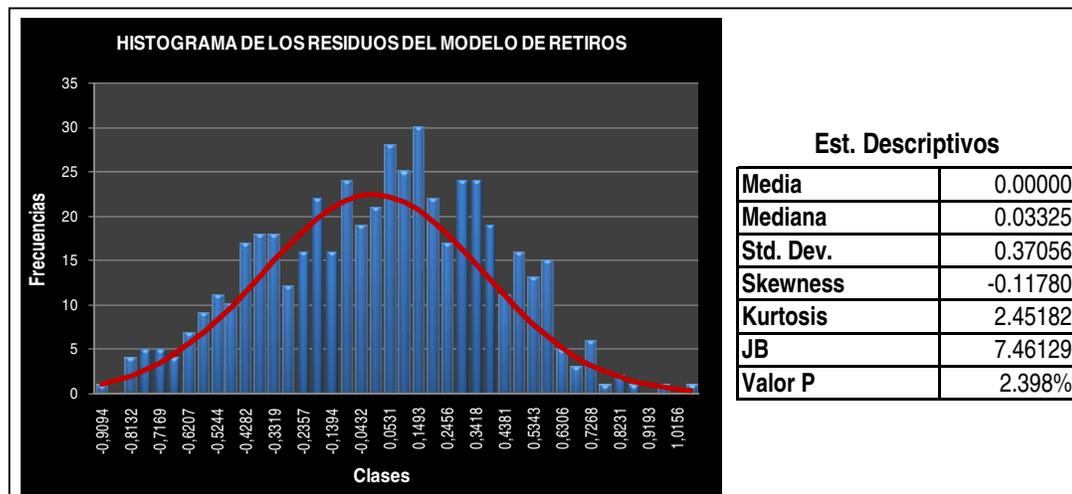
**GRÁFICO 3.1**  
**DIAGRAMA DE DISPERSIÓN ENTRE LOS RESIDUOS DE PAGOS<sub>T</sub> VS. PAGOS<sub>(T-1)</sub> Y LOS RESIDUOS DE DEPÓSITOS<sub>T</sub> VS. DEPÓSITOS<sub>(T-1)</sub>**



Elaboración: El autor

Una vez establecidos los estimadores de los modelos de regresión es importante verificar las hipótesis básicas de la distribución del vector de las perturbaciones aleatorias en el cual se supone que el valor de la media del término del error estocástico es cero y su varianza es constante y no correlacionado con los regresores.

**GRÁFICO 3.2**  
**HISTOGRAMA DE RESIDUOS PARA EL MODELO DE RETIROS**

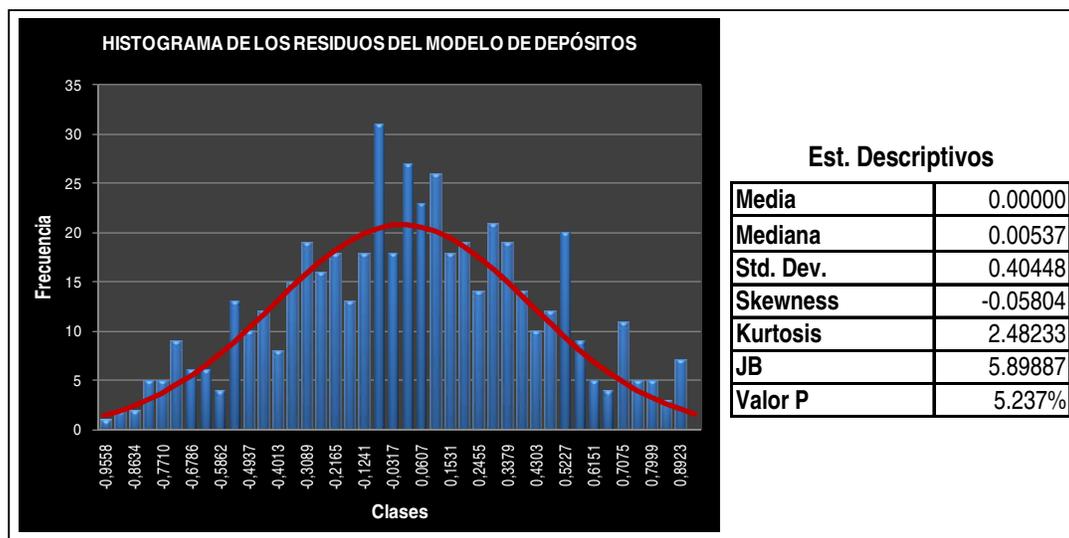


Elaboración: El autor

En el análisis gráfico de los dos histogramas (Gráfico 3.2 y 3.3) se observa que los residuos presentan una media de cero, con una desviación estándar de 0.37 y 0.40. Los coeficientes de asimetría son de -0.12 y -0.05, lo que indica que las distribuciones de frecuencias son asimétricas con un pequeño sesgo a la izquierda, es decir, con una mayor concentración de valores menores a la media. Los valores de la kurtosis son de 2.45 y 2.48, por lo que se puede concluir que las curvas de distribución son más aplanadas que una distribución normal. Finalmente, con el fin de contrastar las hipótesis de existencia de

normalidad en las distribuciones de errores, se utilizó el estadístico Jarque-Bera (JB)<sup>13</sup>, cuya distribución asintótica es una chi-cuadrado con 2 grados de libertad, que nos arroja probabilidades muy pequeñas para aceptar la hipótesis de normalidad, es decir, para los valores del estadístico JB de 7.46 y 5.90, su probabilidad de aceptar la hipótesis de normalidad son de 2% y 5% de confianza.

### GRÁFICO 3.3 HISTOGRAMA DE RESIDUOS PARA EL MODELO DEPÓSITOS



**Elaboración: El autor**

Con respecto al cumplimiento del supuesto de homoscedasticidad, se realizó el contraste de White, que sirve para contrastar la hipótesis nula de homoscedasticidad. En las tablas 3.2 y 3.3 se observa que el estadístico experimental y su probabilidad son mayores que los niveles de significación al 5%, por lo que acepta la hipótesis nula de varianza constante.

### TABLA 3.2 CONTRASTE DE WITHE PARA FLUJO DE RETIROS

White Heteroskedasticity Test: Retiros

F-statistic	1.1148145	Probability	0.199035
Obs*R-squared	198.2626121	Probability	0.239431

**Elaboración: El autor**

<sup>13</sup> El estadístico Jarque-Bera (JB) mide la diferencia entre la kurtosis y asimetría de la serie con respecto a la distribución normal. El estadístico se puede calcular mediante la siguiente expresión:

$$JB = \frac{n}{6} \left[ A^2 + \frac{(K - 3)^2}{24} \right]$$

donde A es la asimetría y K es la kurtosis.

**TABLA 3.3**  
**CONTRASTE DE WITHE PARA DEPÓSITOS**

White Heteroskedasticity Test: Depósitos

F-statistic	1.042724465	Probability	0.370339968
Obs*R-squared	187.2533848	Probability	0.379187497

**Elaboración: El autor**

#### **4. CONSTRUCCIÓN Y APLICACIÓN DEL MODELO EN EL MEJORAMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN DE ESPECIES MONETARIAS**

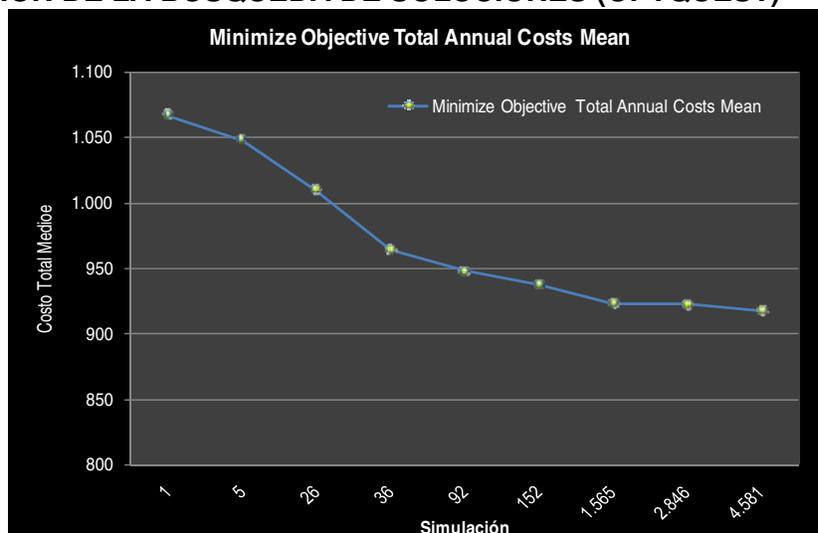
La problemática principal de la administración del saldo de caja, es determinar un cronograma de órdenes que se ajusten a un ambiente de incertidumbre. Al considerar los modelos de flujos de operación no determinísticos observamos que es difícil encontrar una solución de tal manera minimice el costo total del inventario. En el siguiente análisis se pretende encontrar adecuadas soluciones sobre cada una de las características más importantes de los eventos. Los supuestos de nuestro modelo vienen determinados por las siguientes presunciones:

- Se utilizaron los billetes de 1, 5, 10, 20 dólares en la estimación del modelo de depósitos de acuerdo a las denominaciones más utilizadas en el flujo de retiros. Para determinar el comportamiento del flujo de retiros se utilizaron todas las denominaciones con el propósito de garantizar su demanda.
- Los componentes aleatorios de cada uno de los modelos se representa por una distribución Normal de parámetros  $N \sim (0; 0.1636)$  y  $N \sim (0; 0.1373)$ . La primera corresponde a las perturbaciones del modelo de retiro y la segunda a la de depósitos.
- El saldo inicial del inventario es de USD 12.500 y se asume que ningún pedido afecta a su nivel.
- Se considera que el tiempo aproximado para el conteo de los billetes depositados es de dos días laborables.
- El tiempo efectivo para ingresar un pedido desde el exterior es de dos días laborables. En caso de enviar una remesa al exterior, la orden se ejecuta en el mismo día.
- Si la demanda de billetes es mayor del inventario, el número de unidades perdidas será igual al inventario menos el total flujo operacional, es decir, que el nivel de inventario  $t - 1$  se suma a los depósitos de dos días anteriores menos el retiro diario.
- De acuerdo a la estacionalidad mensual de los flujos, se asume que los montos de remesas serán igual al valor de cada uno de los meses en el año.

- Las órdenes de remesas se ejecutarán de acuerdo a los límites superior e inferior del inventario.
- Asumimos que la tasa referencial de los Estados Unidos es de 5,25% anual para el 2006.
- El coste de incumplimiento es de un dólar por cada dólar no cubierto, puesto que el valor de un dólar en el tiempo  $t$  es igual al mismo dólar.
- El proceso se desarrolla en un horizonte de planificación de 252 días laborables.
- Se considera 520 variables, las cuales asumen el comportamiento de las perturbaciones aleatorias. Además, el modelo contiene veintiséis variables de decisión con el fin de buscar la mejor solución dentro de un espacio de soluciones posibles.
- Por último, se asume que la simulación se la realiza en un escenario de normalidad; y, por lo tanto, se eliminaron las variables de intervención, outliers y otros eventos atípicos.

De los resultados obtenidos, luego de 4.581 interacciones, se observa que los valores promedios esperados del costo total del inventario (función objetivo) se reducen drásticamente hasta un mínimo de 917.86 dólares. Además, se puede indicar que la consideración de los modelos estocásticos implica que la simulación de las variables no determinísticas cumplan con su propia naturaleza de aleatoriedad y permitan minimizar la función objetivo.

#### GRÁFICO 4.1 EVOLUCIÓN DE LA BÚSQUEDA DE SOLUCIONES (OPTQUEST)



**Elaboración: El autor**

Dado que el sistema de inventario está formado por diferentes partes, donde la interacción de cada uno de sus elementos individuales representa las

relaciones de causa y efecto entre los valores de entrada y los resultados obtenidos, y en base al número de interacciones y simulaciones necesarias para encontrar buenas soluciones, se presenta el modelo de gestión de inventario en el cual se pretende minimizar el valor de costo total con respecto a su media ante la evaluación del costo-beneficio. A continuación se presentan la estimación de los parámetros para el modelo de inventarios.

**TABLA 4.1**  
**ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS DEL MODELO DE INVENTARIO**

<b>IMPORTACIÓN</b>	<b>Monto</b>	<b>EXPORTACIÓN</b>	<b>Monto</b>
Límite inferior del saldo	15,000	Límite superior del saldo	29,371
Orden de Importación para Enero	2,000	Orden de Exportación para Enero	7,191
Orden de Importación para Febrero	2,428	Orden de Exportación para Febrero	10,000
Orden de Importación para Marzo	10,000	Orden de Exportación para Marzo	9,942
Orden de Importación para Abril	20,000	Orden de Exportación para Abril	10,000
Orden de Importación para Mayo	10,000	Orden de Exportación para Mayo	2,000
Orden de Importación para Junio	2,000	Orden de Exportación para Junio	5,488
Orden de Importación para Julio	10,000	Orden de Exportación para Julio	3,136
Orden de Importación para Agosto	7,396	Orden de Exportación para Agosto	2,724
Orden de Importación para Septiembre	10,000	Orden de Exportación para Septiembre	8,728
Orden de Importación para Octubre	20,000	Orden de Exportación para Octubre	2,190
Orden de Importación para Noviembre	5,000	Orden de Exportación para Noviembre	2,000
Orden de Importación para Diciembre	20,000	Orden de Exportación para Diciembre	10,000

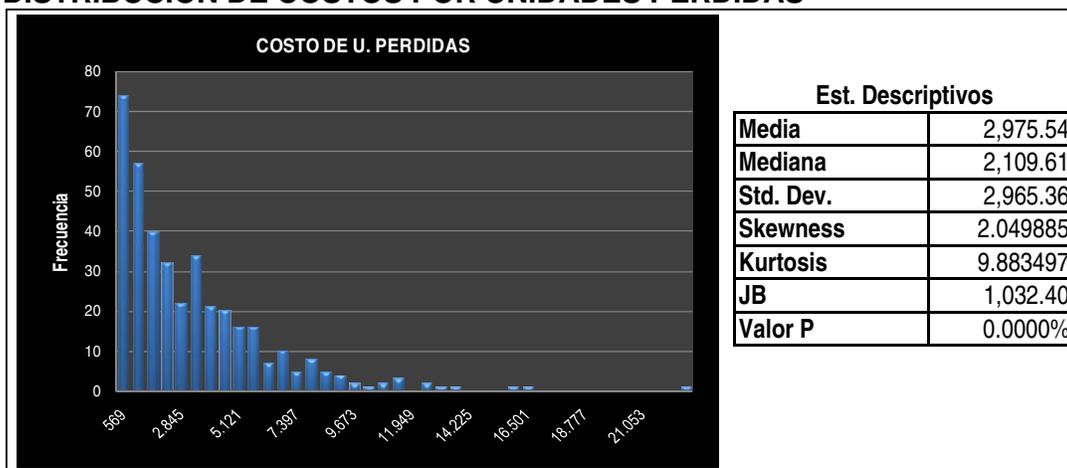
**Elaboración: El autor**

## **5. PRUEBAS DE DESEMPEÑO (BACKTESTING)**

Finalmente, de los resultados obtenidos y bajo los supuestos considerados, se realizó una simulación de 5,000 escenarios, con el propósito de analizar el impacto al riesgo de liquidez de la solución obtenida, de lo cual se observa:

1. Los resultados de la simulación nos muestra que de los 5,000 escenarios simulados, se registraron 386 escenarios con desabastecimiento, por lo que se puede concluir que existe una probabilidad del 8% de incumplimiento. Al realizar el análisis exploratorio de datos, es decir, con respecto a los costos por unidades pérdidas, se puede indicar que la distribución de frecuencias es una función decreciente, con media de 2,975.54 dólares y un máximo de 22,756.18 dólares.

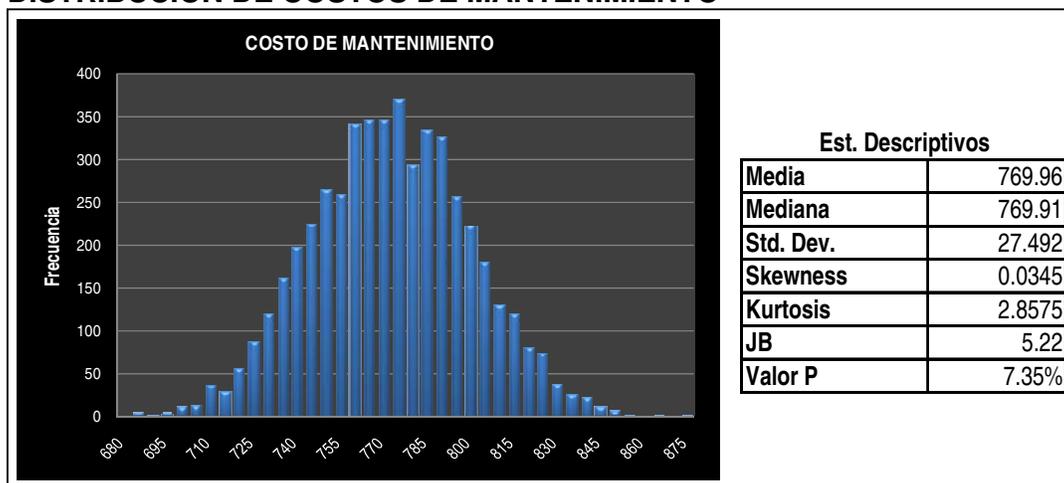
**GRÁFICO 4.2**  
**DISTRIBUCIÓN DE COSTOS POR UNIDADES PERDIDAS**



Elaboración: El autor

- De los 386 escenarios que registraron desabastecimiento, el número máximo de desabastecimiento fue 3 veces, con una probabilidad de incumplimiento 0.1%. Los otros dos tipos de escenarios con incumplimiento (2 veces y 1 vez) presentan probabilidades de desabastecimiento de 1.08% y 6.54%, respectivamente. Es importante indicar que los meses con mayor número de incumplimientos fueron octubre, diciembre, agosto y abril con 224 veces, 97 veces, 90 veces, y 30 veces, debido al alto consumo (monto efectuados de retiros) por días festivos como semana santa, día de los difuntos y fiestas de fin de año.
- Con respecto al costo de mantenimiento, es decir el costo de cada dólar en bóvedas, los resultados nos muestra que el costo promedio es de 769.96 dólares, ubicándose dentro de un rango mínimo y máximo de 682.24 dólares y 875.58 dólares.

**GRÁFICO 4.3**  
**DISTRIBUCIÓN DE COSTOS DE MANTENIMIENTO**



Elaboración: El autor

4. De la simulación, se observa que las distribuciones de importaciones y exportaciones no son homogéneas en el número de pedidos, esto es, a que responden a la misma estructura del fenómeno estudiado. Concretamente, se puede aseverar que los valores simulados de retiros son mayores que los depósitos, por lo tanto es necesario realizar un mayor número de remesas desde el exterior.

## 6. CONCLUSIONES

En el trabajo de investigación se logró cumplir el objetivo de determinar las necesidades de billetes del Sistema Financiero Nacional, dar conocer las diferentes situaciones en que se desarrolla el manejo de billetes, y, mediante la aplicación de métodos científicos, determinar los requerimientos futuros de liquidez. En esta memoria, se observó los siguientes aspectos:

- El Banco Central del Ecuador es la institución encargada de ejecutar el régimen monetario del país, debiendo procurar el mantener una política de control y monitoreo del sector financiero y real para que se estimule la suficiente liquidez de los mercados de capitales y que las transacciones comerciales se ejecuten con total normalidad; por ello, las funciones como administrador del sistema de pagos, le faculta a regular a los participantes y a compensar las operaciones de pagos con el propósito de garantizar un canal eficiente y seguro entre los instrumentos de pago.
- Los billetes y monedas norteamericanos son considerados como un instrumento de alta liquidez que resultan ser indispensables para las transacciones comerciales de bajo valor. En ese contexto, se debe identificar, medir, y controlar los diferentes factores de riesgos que están expuestos su reposición.
- Según la nueva propuesta del Comité de Supervisión Bancaria de Basilea, las instituciones financieras deben orientar su administración a la implementación de modelos matemáticos para propiciar un manejo más dinámico de los riesgos. La gestión de especies monetarias, entendida como administración de inventarios, debe mantener niveles adecuados de saldos, con el propósito de cubrir la demanda de los depositantes para no afectar el dinamismo de la economía local.
- La propuesta metodológica para determinar los niveles óptimos de pedido es afectado por costes de mantenimiento o almacenamiento, de pedidos y de ruptura o escasez. La cantidad óptima de pedidos corresponde al valor en el cual se minimizan los costes anuales de almacenamiento, ruptura, y pedidos. Para tal efecto, se definió las variables relevantes de los flujos como las denominaciones de mayor circulación (20, 10, y 5 dólares que representan el 95,12% de los retiros).
- La propuesta metodológica para determinar el comportamiento de los flujos se basó en los modelos de regresión lineal combinados con variables de intervención y outliers para cuantificar las características, atributos o situaciones presentados en los datos históricos. Además, se asume que las

series del flujo de caja se descomponen en varios elementos no observables e independientes entre sí. De esta manera, se obtuvieron 26 y 25 variables relevantes para los modelos de retiros y depósitos.

- En relación a los resultados obtenidos del modelo de optimización, el valor del promedio esperado del costo total del inventario se reduce hasta a un mínimo de 917.86 dólares. Además se puede concluir que existe una probabilidad del 8% de incumpliendo del saldo de especies monetarias y una pérdida máxima de 22,756.18 dólares. El número de veces con mayor repetición para no cubrir los retiros de caja fue de 4 veces y su máximo fue de 9 veces. Los meses de mayor número de incumplimientos fueron octubre, diciembre, agosto y abril.

## **7. RECOMENDACIONES**

El Banco Central del Ecuador, con el propósito de garantizar la suficiente liquidez al sector financiero y que las transacciones comerciales se ejecuten con total normalidad, no solamente debe analizar las necesidades de billetes a nivel nacional, sino es necesario definir la distribución de recursos para cada ciudad.

La aplicación y análisis del modelo de especies monetarias tiene como principal objetivo el garantizar las necesidades en billetes bajo un escenario de normalidad, por lo tanto, es importante definir requerimientos de recursos ante un escenario de stress, como en el caso de corridas bancarias.

Con el fin de contar con un modelo de evaluación más eficiente del costo beneficio, es necesario realizar el estudio para determinar el comportamiento de la tasa referencial de los Estados Unidos, a fin de advertir posibles cambios. Además, se debe determinar la función de coste por incumplimiento de un dólar no cubierto, puesto que la ley de utilidad marginal decreciente indica que mientras que aumenta el consumo de un bien, la utilidad también aumentará pero en menor cantidad que la última unidad consumida.

Finalmente, es importante indicar que los resultados obtenidos mediante la herramienta cuantitativa, solamente deben servir como una guía en la toma de decisiones puesto que no se debe eliminar la subjetividad de las decisiones ante posibles cambios en los eventos futuros.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Banco Central del Ecuador, (2002). Segunda Parte: Retos para el nuevo Banco Central del Ecuador, Capítulo I: El Banco Central del Ecuador en Dolarización. <http://www.bce.fin.ec/documentos/PublicacionesNotas/Catalogo/Memoria/2000/2daparte.pdf>.
2. Banco Central del Ecuador, (2002). Manual de Procedimiento para la Recepción, Envío y Canje de Billetes Dólares Mutilados y Deteriorados, Dirección de Especies Monetarias.
3. Bell and Hillmer, (1983). Modeling Time Series with Calendar Variation. Journal of the American Statistical Association, Volumen 70, Número 383, Invited Paper, Theory and Methods Section.
4. Bessis J., (2002). Risk Management in Banking, Segunda Edición, John Wiley & Sons, LTD,.
5. Bovas A., Ledolter J., (2005). Statistical Methods for Forecasting, Wiley Series in Probability and Statistics.
6. Box and Tiao, (1975). Intervention Analysis with Applications to Economic and Environmental Problems. Journal of the American Statistical Association, Volumen 70, Número 349, Invited Paper, Theory and Methods Section.
7. Carrascal U., González Y., Rodríguez B., (2001). Análisis econométrico con Eviews, México. <http://www.alfaomega.com.mx>.
8. Garilleti J., Abellá R. (2005). ¿Cómo proteger a nuestro activo más valioso?, Belt Ibérica S.A. España.
9. Gujarati N., (2000). Econometría, Editorial McGraw-Hill, Tercera Edición.
10. Harvey A., (1994). The International Library of Critical Writings in Econometrics 5, Time Series, Volume I.
11. Lothar Sachs, (1982). Applied Statistics, A Handbook of Techniques, Springer Series in Statistics, New York.
12. Marasca R., Figueroa M., Stefanelli D., Indri A., (2003), Basilea II: Hacia un nuevo esquema de medición de riesgos, Superintendencia de Entidades Financieras y Cambiarias, Gerencia de Análisis del Sistema, [http://www.felaban.com/boletin\\_clain/basileall.pdf](http://www.felaban.com/boletin_clain/basileall.pdf).
13. Padoa-Schioppa T., (2001). Principios Básicos para los Sistemas de Pagos de importancia Sistémica, Comité de Sistemas de Pago y Liquidación (CPSS), Bancos de Pagos Internacionales (BIS), <http://www.bis.org/publ/cpss43es.htm>.
14. Pena J., Estavillo J., Galindo M., Leceta M., Zamora M., (1999). Cien Ejercicios de Econometría, Ediciones Pirámides.
15. Robayo M., Andrade C., (2003). Memoria Anual Banco Central del Ecuador. <http://www.bce.fin.ec/documentos/PublicacionesNotas/Catalogo/Memoria/2003/cap6.pdf>
16. Ramírez J., (2005). Extracción de componentes no observables de una serie de tiempo mediante el enfoque de espacio de Estado,
17. Ruppert, D., (2004). Statistics and Finance, Springer Texts in Statistics, [dr24@cornell.edu](mailto:dr24@cornell.edu)

## ANEXO No. 1 OPTIMIZACIÓN MATEMÁTICA

La optimización matemática busca determinar el nivel adecuado de importación y exportación de una remesa mediante la aplicación de algoritmos metaheurísticos cuya técnica de búsqueda de soluciones es guiada por estrategias de selección natural como un procedimiento de alto grado de rendimiento que engloba todos los escenarios posibles.

$$Sc_t = Sc_{t-1} + D_{t-2} - R_t + M_{t-2} - X_t$$

Sujeto a

$$\text{Min} \left\{ C_t = \sum_{t=1}^T Sc_t Ca_t + \sum_{t=1}^T X_{it} C_{X_{it}} + \sum_{t=1}^T M_{it} C_{M_{it}} + \sum_{t=1}^T S_t C_{S_t} \right\} \quad \begin{cases} i=1, 2, \dots, 12 \\ t=1, 2, \dots, T \end{cases}$$

$$D_t, R_t \geq 0$$

$$M_{it}, X_{it} \geq 2.000$$

$$Ca_t = r / 360$$

$$C_{S_t} = 1 \text{ USD} * S_t$$

$$r = 5\%$$

$$Sc_1 = 12,500$$

$$C_{X_{it}} = \begin{cases} f(X_{it}) & \text{si } Sc_t \geq LH \\ 0 & \text{si } Sc_t < LH \end{cases}$$

$$C_{M_{it}} = \begin{cases} f(M_{it}) & \text{si } Sc_t \leq LL \\ 0 & \text{si } Sc_t > LL \end{cases}$$

$$f(X_{it}) = \begin{cases} 0 \text{ USD} & \text{si } X_{it} < 2,000 \\ 0.000825 \text{ USD} & \text{si } X_{it} = 2,000 \\ 0.000750 \text{ USD} & \text{si } 2,001 \leq X_{it} \leq 3,000 \\ 0.000700 \text{ USD} & \text{si } 3,001 \leq X_{it} \leq 4,000 \\ 0.000620 \text{ USD} & \text{si } 4,001 \leq X_{it} \leq 5,000 \\ 0.000300 \text{ USD por exeso de cantidad} & \text{si } X_{it} > 5,000 \end{cases}$$

$$f(M_{it}) = \begin{cases} 0 \text{ USD} & \text{si } M_{it} < 2,000 \\ 0.000825 \text{ USD} & \text{si } M_{it} = 2,000 \\ 0.000750 \text{ USD} & \text{si } 2,001 \leq M_{it} \leq 3,000 \\ 0.000700 \text{ USD} & \text{si } 3,001 \leq M_{it} \leq 4,000 \\ 0.000620 \text{ USD} & \text{si } 4,001 \leq M_{it} \leq 5,000 \\ 0.000450 \text{ USD por exeso de cantidad} & \text{si } M_{it} > 5,000 \end{cases}$$

$$S_t = \begin{cases} \text{Max}(Sc_{t-1} + M_{it} - R_t + D_{t-2} - X_{it}, 0) & \text{si } R_t > (Sc_{t-1} + M_{it} - R_t + D_{t-2} - X_{it}) \text{ y} \\ & (Sc_{t-1} + M_{it} + D_{t-2} - X_{it}) \geq 0 \end{cases}$$

donde

Sc<sub>t</sub> es el saldo de caja.

D<sub>t</sub> es el flujo de depósito en el tiempo t – 2.

R<sub>t</sub> es el flujo de retiro en el tiempo t.

M<sub>t-2</sub> es la importación de una remesa en el tiempo t – 2.

X<sub>t</sub> es la exportación de una remesa en el tiempo t.

**ANEXO No. 2**  
**VARIABLES DE LOS MODELOS DE REGRESION PARA LOS FLUJOS DE**  
**RETIROS Y DEPÓSITOS**

#	VARIABLES	FLUJO	DESCRIPCIÓN	NÚMERO DE DATOS	DESCRIPCION
1	RETIROS	Retiros		782	Flujo de Retiros
2	DEPÓSITOS	Depósitos		782	Flujos de Depósitos
3	TENDENCIA	Depósitos / Retiros		782	1, 2, 3, .... 782
4	AÑO	Depósitos / Retiros	2004	262	1
		Depósitos / Retiros	2005	260	2
		Depósitos / Retiros	2006	260	3
5	MES	Depósitos / Retiros	Enero	65	1 0 0
		Depósitos / Retiros	Febrero	60	1 0 0
		Depósitos / Retiros	Marzo	69	1 0 0
		Depósitos / Retiros	Abril	63	1 0 0
		Depósitos / Retiros	Mayo	66	1 0 0
		Depósitos / Retiros	Junio	66	1 0 0
		Depósitos / Retiros	Julio	64	1 0 0
		Depósitos / Retiros	Agosto	68	1 0 0
		Depósitos / Retiros	Septiembre	65	1 0 0
		Depósitos / Retiros	Octubre	64	1 0 0
6	Día de la Semana	Depósitos / Retiros	Lunes	156	1 0 0
		Depósitos / Retiros	Martes	156	1 0 0
		Depósitos / Retiros	Miercoles	156	1 0 0
		Depósitos / Retiros	Jueves	157	1 0 0
7	$F_{Mes}$	Depósitos / Retiros	Variable de intervención que representa el último día del mes (Ej: Pagos de sueldos)	45	1 0 0
8	$FERIADOS_1$	Depósitos / Retiros	$t - 1$ y $t - 2$ en Feriados	45	1 0 0
9	$FERIADOS_2$	Depósitos	$t + 1$ y $t + 2$ en Feriados	45	1 0 0
10	$OUT_1$	Retiros	$1 \leq Ret \leq 10$	2	1 0 0
11	$OUT_2$	Retiros	$10 < Ret \leq 300$	14	1 0 0
12	$OUT_3$	Retiros	$300 < Ret \leq 1000$	21	1 0 0
13	$OUTD_1$	Depósitos	$30 < Ret \leq 150$	10	1 0 0
14	$OUTD_2$	Depósitos	$150 < Ret \leq 1050$	30	1 0 0
15	ATIP	Retiros	Variable outlier cuando el registro es muy superior al comportamiento normal de acuerdo al día de la semana, mes, y Feriado.	4	1 0 0
16	ATIPD	Depósitos	Variable outlier cuando el registro es muy superior al comportamiento normal de acuerdo al día de la semana, mes, y Feriado.	9	1 0 0
17	BANCO	Retiros	Variable de intervención cuando se presenta una corrida bancaria.	6	1 0 0

**ANEXO No. 3**  
**ESTIMADORES DEL MODELO DE RETIROS**

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	8.36011010	0.20126202	41.5384387	0.00000
TREND	-0.02533829	0.00304397	-8.32409301	0.00000
AÑO	6.87736998	0.79384033	8.66341726	0.00000
MENE	-6.88349123	0.73321420	-9.38810409	0.00000
MFEB	-6.02518937	0.67170626	-8.96997645	0.00000
MMAR	-5.52255966	0.60479657	-9.13126819	0.00000
MABR	-4.66519776	0.53719406	-8.68438076	0.00000
MMAY	-4.36701934	0.47474355	-9.19869120	0.00000
MJUN	-3.87971469	0.40745783	-9.52175758	0.00000
MJUL	-3.23735183	0.34309210	-9.43580986	0.00000
MAGO	-2.68344254	0.27974235	-9.59255008	0.00000
MSEP	-2.01870194	0.21817091	-9.25284631	0.00000
MOCT	-1.50210305	0.15713695	-9.55919697	0.00000
MNOV	-1.03108845	0.10987903	-9.38385083	0.00000
DLUN	-0.43322724	0.05688520	-7.61581700	0.00000
DMAR	-0.24519163	0.06708165	-3.65512241	0.00029
DMIE	-0.44284648	0.05814772	-7.61588722	0.00000
DJUE	0.25841127	0.05636916	4.58426727	0.00001
F <sub>MES</sub>	0.54959935	0.08562466	6.41870402	0.00000
FERIADOS <sub>1</sub>	0.69996756	0.07802623	8.97092606	0.00000
OUT <sub>1</sub>	-3.32251019	0.29880463	-11.1193399	0.00000
OUT <sub>2</sub>	-1.34519304	0.11566568	-11.6300104	0.00000
OUT <sub>3</sub>	-0.84947568	0.08951008	-9.49027980	0.00000
ATIP	0.95697572	0.16141287	5.92874466	0.00000
BANCO	1.43342295	0.16897693	8.48295063	0.00000
LOG(DEP)	-0.16723765	0.02850773	-5.86639621	0.00000

**ANEXO No. 4**  
**ESTIMADORES DEL MODELO DE DEPÓSITOS**

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	6.48046621	0.10506963	61.6778242	0.00000
TREND	0.01651323	0.00324339	5.09134816	0.00000
AÑO	-4.09628860	0.84611184	-4.84130868	0.00000
MENE	4.32919385	0.77708629	5.57105934	0.00000
MFEB	3.82538820	0.71328701	5.36304203	0.00000
MMAR	3.38673208	0.64331022	5.26453950	0.00000
MABR	2.76273540	0.57152028	4.83401118	0.00000
MMAY	2.73034354	0.50479497	5.40881680	0.00000
MJUN	2.22558989	0.43383194	5.13007387	0.00000
MJUL	1.83509180	0.36492354	5.02870215	0.00000
MAGO	1.52582878	0.29736070	5.13123878	0.00000
MSEP	1.31551425	0.22896647	5.74544504	0.00000
MOCT	0.85535844	0.16860116	5.07326558	0.00000
MNOV	0.77277654	0.11656093	6.62980776	0.00000
DLUN	-0.61462743	0.05974039	-10.28830577	0.00000
DMAR	1.12186489	0.05995461	18.71190433	0.00000
DMIE	0.53191414	0.06085767	8.74029723	0.00000
DJUE	0.40917076	0.05973900	6.84930723	0.00000
FMES	-0.29014189	0.09281711	-3.12595253	0.00188
FERIADOS <sub>1</sub>	-0.33766793	0.10121711	-3.33607563	0.00092
FERIADOS <sub>2</sub>	0.74414849	0.08092914	9.1950623	0.00000
DMIE*FERIADOS <sub>1</sub>	0.38736932	0.17663472	2.1930531	0.02878
OUTD <sub>1</sub>	-2.06641405	0.13776797	-14.99923383	0.00000
OUTD <sub>2</sub>	-1.05252912	0.08093789	-13.00415837	0.00000
ATIPD	0.90912661	0.14625189	6.21617022	0.00000