

# **Incorporación del riesgo de cartera a la fórmula de costos de las empresas comercializadoras de energía eléctrica**

## **Segunda parte de una propuesta presentada a la Comisión de Regulación de Energía y Gas**

**Preparado por Rafael J. Bautista Mena  
Consultor de riesgo financiero**

### **1. Propósito de este informe**

En este segundo informe se refinan o modifican los elementos básicos del método propuesto a la CREG<sup>1</sup> para la incorporación del riesgo de cartera a los costos reconocidos a las empresas comercializadoras de energía eléctrica.

En el primer informe se exponen los elementos básicos:

1. Incorporación del riesgo mediante la modificación de la fórmula para el costo de comercialización.
2. Ajuste de la definición del costo ponderado utilizando el criterio de asignación del riesgo por asimetría en la información,

A estos elementos básicos se adjuntaron explicaciones de carácter práctico acerca de la manera más apropiada para el cálculo de los costos unitarios reconocidos ajustados. El propósito de ese informe es la expresión más clara y directa posible del accionar del modelo y de las implicaciones económicas de la propuesta. Con eso se espera que los funcionarios y técnicos de la CREG puedan identificar con rapidez los problemas que puedan surgir del esquema de aproximación propuesto en el primer informe, con lo cual se logra la convergencia rápida hacia un criterio aceptable a la propia CREG y a los agentes del servicio de comercialización eléctrica.

Este segundo informe se debe ver como una versión ampliada del primero. Más allá de la exposición de los elementos básicos que hace el primero, que para continuidad de lectura aparecen también en el presente informe, aquí se revisan esos elementos básicos a la luz de las observaciones y recomendaciones del equipo técnico de la CREG, y se profundiza en los detalles de varios de los puntos de la propuesta, que requieran de mayores elaboraciones técnicas o de argumentaciones más detalladas.

### **2. Consideraciones generales**

La necesidad de hacer un estudio separado del efecto del riesgo de cartera nace en parte de la situación presente, en la cual no existe una especificación de la contribución que cada uno de los riesgos del negocio hace a la rentabilidad total reconocida, la cual es en la actualidad del 15%. En principio, no hay nada inapropiado en asignar una rentabilidad global fija reconocida, siempre que este valor se haya podido justificar sobre la base de marcos teóricos y procedimientos empíricos reconocidos, o claramente fundamentados.

---

<sup>1</sup> Primer informe presentado el 11 de enero de 2006.

Sin pretender que este informe se centre en el problema, cabe anotar que, aunque no existe una verdad única, estandarizada internacionalmente, para realizar la asignación de rentabilidad reconocida, es posible acotar el valor de esta rentabilidad, mediante estudios tanto de desempeño eficiente a nivel local, como mediante el estudio comparativo de rentabilidades en otros países con características económicas y socio-económicas similares.

La principal ventaja de la realización del estudio de rentabilidad según métodos estándar tales como el APT [ver los fundamentos en Ross et al.], es la claridad que traería a la asignación de márgenes por cada riesgo relevante. Pareciera que esta falta de separación conceptual de márgenes de riesgo, deja abierta la posibilidad de que los agentes comerciales puedan pedir la inclusión separada del riesgo de cartera, y posiblemente de otros, puesto que la rentabilidad global reconocida no aclara cómo está compuesta en términos de márgenes de riesgos separados.

## **2.1 La situación presente vista desde la teoría financiera**

A continuación se establece con términos simples la descripción financiera de los efectos de la forma de remuneración que tienen en la actualidad las empresas comercializadoras de energía eléctrica.

El negocio de comercialización tiene la siguiente característica general:

- a) Por una parte compra un insumo único: energía eléctrica, a un precio unitario medio dado por un portafolio de contratos más compra directa en bolsa.
  
- b) Por otra parte, vende esta energía a una diversidad de clientes, los cuales por razones de regulación pagan diferente precio unitario por la unidad de energía recibida. Las diferentes categorías de usuarios crean así un número igual de productos diferentes.

Como es bien conocido, esta partición de riesgos tan diferenciados entre ingresos y egresos es uno de los principales factores que influyen la gestión y la rentabilidad de este negocio.

### **2.1.1 Descripción analítica**

Marquemos con un índice  $i$  a las diferentes categorías de usuarios, diferenciados por el precio unitario que paga cada una.

Tabla de significados (el subíndice se refiere siempre a la categoría  $i$ ):

$p_i$ : precio unitario que paga la categoría  $i$ .

$s_i$ : cargo fijo en facturas.

$x_i$ : consumo total de los usuarios.

$e_i$ : tasa de pérdida de ingresos por no pago.

$n_i$ : número de usuarios en cada categoría.

$c_i$ : costo fijo parcial por atribución a consumo  $x_i$ .

$a_i$ : factor de ajuste por riesgo de agencia.

$g$ : costo unitario variable de energía generada.

$t$ : costo unitario variable de transmisión.

$k$ : factor de pérdida por transmisión y distribución.

$n$ : número total de usuarios.  
 $x$ : consumo total suma de todas las categorías.  
 $C$ : costos fijos totales de operación, sin incluir depreciación.  
 $c_0$ : costos fijos prorrateados sobre el total de usuarios.  
 $r$ : rentabilidad reconocida sobre el costo unitario equivalente.  
 $h$ : tasa efectiva de tributación.  
 $d$ : depreciación efectiva.  
 $A$ : activos totales de la empresa.  
 $l_0$ : inversión equivalente anualizada.  
 $i_0$ : inversión equivalente anualizada prorrateada por factura.  
 $q_0$ : tasa variable de recuperación de la inversión.  
 $ROA$ : rentabilidad esperada sobre los activos de la empresa.  
 $FC$ : flujo de efectivo de la empresa.  
 $FC_0$ : flujo de efectivo sin pérdidas por no pago.

Utilizando la tabla de significados precedente, el flujo de efectivo por período de la empresa está dado por:

$$FC = \sum_i (1 - e_i) [n_i s_i + p_i x_i] - (1 - h) \left[ C + \frac{g+t}{1-k} x \right] + hd. \quad [1]$$

En donde

$$x = \sum_i x_i.$$

Esa expresión contempla el flujo de efectivo disponible para la atención de tres destinos básicos: reposición del capital de trabajo, atención al servicio de deuda de largo plazo, y dividendos a los accionistas. En lo que sigue, llamaremos  $FC_0$  a la expresión correspondiente a  $FC$  evaluada con  $e_i = 0$ ; esto es,  $FC_0$  es el flujo de efectivo si no hubiese riesgo de no pago. El apéndice D del presente documento ofrece una muestra de la magnitud numérica de los factores  $e_i$ , tomada para el año 2004.

Para simplificar la discusión que sigue, supondremos que  $d = 0$ .

### 2.1.2 Expresión del argumento de inclusión del riesgo de cartera

En lo que sigue de la discusión, haremos el supuesto implícito de que los socios de la empresa tienen amplia libertad para escoger la estructura financiera que mejor crean conveniente para maximizar la rentabilidad de su capital de riesgo. Nos concentraremos, entonces, en las características de rentabilidad del negocio en sí.

El  $ROA$  es un parámetro que se determina a través de observar la industria del sector eléctrico, que da una guía de cual debe ser el retorno mínimo esperado sobre los activos para cada miembro de la industria, si el negocio no va a “destruir valor” para sus dueños.

En la teoría financiera corporativa, se espera que se cumpla la relación:

$$FC \geq ROA \times A \quad [2]$$

En el caso de industrias muy competitivas, se asume que se cumple con la igualdad, requisito mínimo indispensable para no sufrir detrimento en el valor de los activos.

Conceptualmente, el argumento que daría base para la revisión de la fórmula de la tarifa (o del costo unitario reconocido) corresponde a decir que, aun si fuese cierto que se cumple la relación:

$$FC_0 \geq ROA \times A \quad [3]$$

En la práctica existe el riesgo no despreciable de que esté ocurriendo:

$ROA \times A > FC$ , en al menos algunos períodos contables de la empresa. En otras palabras, el factor de riesgo  $(1 - e_i)$  no está siendo reconocido, y por lo tanto no está siendo remunerado.

### 2.1.3 Consecuencias de los supuestos para la estructura del flujo de caja

La fórmula [1] para el flujo de caja operativo después de impuestos se puede reorganizar así:

$$FC = \left[ \sum_i (1 - e_i) n_i s_i - (1 - h) C \right] + \sum_i \left[ (1 - e_i) p_i - \frac{(1 - h)(g + t)}{1 - k} \right] x_i \quad [4]$$

Aquí se puede apreciar de manera separada el componente del flujo de caja que es sensible directamente al manejo de costos fijos, y el que resulta sensible a las fluctuaciones de la demanda. Cada uno de los componentes entre corchetes representa así una de las dos estructuras de riesgo distintas: la que surge de los costos fijos, y la que proviene del riesgo de ventas.

La tarifa ideal sería aquella para la cual cada uno de sus componentes se refiere a una de las dos estructuras, sin hacer referencia a la otra: el componente  $s_i$  se relaciona con los costos de carácter fijo, mientras que  $p_i$  compensa por los riesgos asociados directamente con la demanda. Este “principio de adecuación” permite establecer una discusión para el cargo fijo, separada de la que se sostenga para el cargo variable.

Por supuesto, esa separación no es perfecta, pues existen dos vínculos entre las dos partes. Primero, el factor de cartera  $e_i$  está presente en ambos, y es de hecho el principal vínculo entre las partes. El segundo vínculo es más indirecto: no se puede descartar una relación estadísticamente significativa del tipo  $x\{n\}$ . Las figuras 3a, 3b, 4a y 4b muestran que es posible establecer un modelo log-lineal para la relación  $x[n]$  entre consumos y usuarios totales, al menos para el rango de valores mayor de 1000 usuarios. Es menos claro si es posible establecer una relación “estandarizada” para subtotales por categorías, o por alguna otra forma de agrupación, de los usuarios. En el aparte 2.2.1 se discuten cuatro supuestos generales acerca de la relación entre el tamaño de los activos y las características del negocio de comercialización. En resumen, estos supuestos implican que tanto la inversión eficiente como los costos fijos son sensibles principalmente al número de usuarios que conforman el mercado objetivo del proyecto de inversión. Para lo que resta de esta sección, se asume que este es el caso.

La idea básica de creación de valor en finanzas corporativas dice que el flujo de caja después de impuestos debe, como mínimo, compensar por la inversión equivalente anualizada,  $I_0$ . Esta es, en términos simplificados, la anualidad

equivalente usando el costo del capital de la inversión inicial hecha para colocar los activos productivos de la empresa. En otras palabras, para que la empresa se justifique como inversión se debe cumplir que

$$FC \geq I_0 \quad [5]$$

Relación que debe cumplirse para cada período de operaciones. Tómese en cuenta que este criterio solo satisface las condiciones de punto de equilibrio financiero del proyecto.

Si la inversión ha sido concebida de manera eficiente, entonces la inversión equivalente anualizada debe ser proporcional al número de usuarios. Esto conduce a modelar  $I_0$  según la forma funcional:

$$I_0 = i_0 n \quad [6]$$

El parámetro  $i_0$  podría mostrar grandes variaciones entre distintos agentes. Sin embargo, por encima de un cierto tamaño de la facturación, es posible fijar su valor mediante un criterio de competencia eficiente: dentro del sistema mismo, el valor lo determinan principalmente aquellas empresas que tengan los valores más bajos, dentro de cierto rango en el tamaño de la facturación. Sin embargo, es conveniente señalar que para tener un valor  $i_0$  de referencia para uso en la fórmula [8], más adelante, no hay necesidad alguna de apelar a la información privada de las empresas acerca de sus niveles de inversión. Lo ideal es que el ente regulador contrate un estudio independiente que dé una serie de fórmulas para el nivel de inversión eficiente, dado un mercado específico. De esta manera se independiza el esquema de compensación de cualquier azar relacionado con las decisiones de inversión de los agentes privados, y tiene además el efecto a largo plazo de hacer que los agentes actuales, y los futuros entrantes al negocio, hagan una mejor diligencia a la hora de realizar sus inversiones. La misma observación se puede hacer acerca de cualquier otro parámetro de los que aparecen en estas fórmulas, que modelan algún tipo de prorrateo por tamaño del mercado.

Cabe recordar que este equivalente anualizado debe calcularse sobre la inversión hecha en activos que tienen que ver directamente con la actividad del negocio de comercialización. Es decir, que no incluye activos que tengan un carácter financiero.

Del mismo modo, se modela el costo fijo de manera que escale linealmente con el número de usuarios:

$$C = c_0 n \quad [7]$$

En esta fórmula,  $c_0$  tiene un significado empírico que es pertinente poner de manifiesto: se supone que exhibe poca o ninguna sensibilidad a  $n$ . Por consiguiente, contiene el supuesto implícito de que existe un valor que refleja el nivel eficiente del costeo.

Puesto que por definición tenemos  $n = \sum_i n_i$ , la sustitución de [4], [6] y [7] en [5]

deja:

$$\sum_i [(1-e_i)s_i - (1-h)c_0 - i_0]n_i + \sum_i \left[ (1-e_i)p_i - \frac{(1-h)(g+t)}{1-k} \right]x_i \geq 0 \quad [8]$$

Fórmula que aplica para cada período de análisis.

ESTA FÓRMULA CONSTITUYE LA BASE GENERAL PARA LA DEFINICIÓN DE CUALQUIER ESQUEMA DE TARIFAS QUE CONTEMPLE UNA PARTE FIJA Y UNA PARTE VARIABLE. EN EL APÉNDICE E SE PUEDEN APRECIAR LOS RESULTADOS DE UNA SIMULACIÓN QUE APLICA ESTA FÓRMULA.

La aplicación de [8] en la práctica exige el modelado preciso de los valores eficientes de  $i_0$  y  $c_0$ . Como ya se comentó, este modelo debe originarse en un estudio profundo y detallado de las prácticas de inversión y de operación de la industria. De modo que la entrada en uso de [8] requiere de ese estudio previo, para el cual la CREG debe buscar la asistencia de un consultor nacional, o preferiblemente, internacional.

La separación de términos en [8] permite la discusión de algunos esquemas simples de estructuración de la tarifa. Dado que tanto  $c_0$  como  $i_0$  son parámetros previamente determinados, sobre la base de los costos fijos unitarios y los niveles de inversión aceptados como “eficientes”, el siguiente paso es utilizar los datos  $e_i$ ,  $x_i$  y  $n_i$  correspondientes a cada grupo, al inicio de cada período de revisión de la tarifa. Estos datos pueden corresponder a un agregado nacional, o pueden procesarse para la zona atendida por cada empresa, o también es posible agruparlos de acuerdo con algún otro criterio, ya sea éste geográfico o de otro tipo.

En cuanto a la composición de la tarifa, el esquema que resulta conceptualmente más claro buscaría hacer que cada una de las dos componentes de [8] produzca, al inicio de cada período de revisión, un resultado neto igual a cero. Queda, entonces, a las competencias administrativas y de mercado de cada empresa, hacer que la suma de esos dos términos se incline hacia la obtención de rentas adicionales (es decir, que eventualmente sea  $> 0$ ). Este esquema parece ser el más claro, puesto que reduce en lo posible la dependencia entre, por una parte, la discusión de la estructura tarifaria, y por la otra, las consideraciones asociadas con el riesgo idiosincrásico implícito en el manejo de cada empresa.

Existen otros esquemas de compensación, en todos los cuáles, por necesidad, la tarifa regulada debe inclinar la balanza a favor de reducir los efectos del riesgo idiosincrásico de las empresas. En cualquier otro esquema que las empresas estén dispuestas a aceptar, la regulación facilitaría la obtención de rentas por parte de aquellas.

Tan importante como las consideraciones precedentes, resulta el hecho de que este enfoque absorbe dentro de la tarifa calculada de manera automática los efectos del riesgo por cartera no recuperada. No hay dentro de esta aproximación lugar alguno para discusiones ulteriores acerca de la revisión de la tarifa por causas relacionadas con dicho riesgo. Lo único que queda pendiente sería las consideraciones que el regulador debe hacer, acerca de si

el riesgo *declarado* por las empresas, correspondiente aquí al conjunto  $\{e_i\}$ , se acepta como si en su totalidad fuese de origen sistemático, o si hay lugar a suponer que, al menos en parte, se deba a problemas de la calidad de la gestión. Esta pregunta pone sobre la mesa el problema de asimetría de información entre el regulador, que sabría menos, y los regulados, quienes sabrían más, acerca de su verdadero nivel de esfuerzo en la tarea de recaudo de cartera difícil.

La manera de introducir este dilema causado por los problemas de información asimétrica versus verificable, es mediante la introducción de un conjunto  $\{a_i\}$  de parámetros en [8], que recoja el efecto de manera cuantitativa, de la siguiente manera:

$$\sum_i \left[ \frac{(1-e_i)}{(1-a_i)} s_i - (1-h)c_0 - i_0 \right] n_i + \sum_i \left[ \frac{(1-e_i)}{(1-a_i)} p_i - \frac{(1-h)(g+t)}{1-k} \right] x_i \geq 0 \quad [9]$$

En donde se debe satisfacer la condición  $0 \leq a_i \leq e_i$ . Es decir, el parámetro puede variar en valor desde la total aceptación por parte del regulador de la declaración hecha por la empresa, hasta no otorgarle peso alguno a dicha declaración. En la sección 3 se hace una propuesta concreta para implementar este esquema, restringida a la manera en que actualmente se calcula la compensación a las empresas.

#### **2.1.4 Separación de riesgos y estructura de la tarifa**

Los términos dentro de la primera sumatoria en la desigualdad [8] corresponden a factores de riesgo distintos a los asociados con los de la segunda sumatoria. En la primera, tanto  $c_0$  como  $i_0$  se relacionan con el riesgo idiosincrásico: el error en juicio por parte de los dueños en cuanto a determinar el nivel correcto de inversión, y la capacidad de la gerencia de alcanzar un nivel de costos fijos verdaderamente eficiente.

Por otra parte, el término  $e_i$  contiene tanto una parte de riesgo sistemático como una componente de riesgo idiosincrásico, cuyas contribuciones precisas en la práctica son difíciles de separar. Para poder hacer una mejor atribución de causalidades, sería necesario tener conocimiento de primera mano de las operaciones de la empresa que conciernen a la gestión de cartera, y a los servicios asociados con dicha gestión.

La segunda sumatoria, aparte de compartir el riesgo de cartera  $e_i$  con la primera, contiene riesgos de carácter esencialmente sistemáticos. Allí aparecen los costos variables que debe asumir la empresa para adelantar su negocio de intermediación. Vale señalar que, evidentemente, aquí también interviene una componente de gestión, en la medida que se debe esperar que la empresa haga una gestión óptima de sus compras de energía. Aquí existiría una diferencia de principio entre las empresas que tienen generadores afiliados y aquellas que no lo tienen.

#### **2.1.5 Estructura de la tarifa con compensación variable de la inversión**

Es posible en principio atribuir la recuperación de la inversión inicial a la parte de riesgo sistemático. Para ver cómo es esto posible, es necesario hacer consideraciones de carácter ínter-temporal. Las relaciones [5] a [9] están construidas sobre la base de una compensación de riesgos período a período. La transferencia de la compensación de la inversión inicial hacia la componente de riesgo sistemático, cambia la relación [5]. En su lugar se tendría:

$$VP[FC] \geq I_{in} \quad [10]$$

En donde la operación  $VP[]$  es el valor presente a la tasa de descuento correspondiente  $R$ .<sup>2</sup> Este operador de valor presente aplica sobre un tiempo total de  $N$  períodos, y los períodos serán demarcados con el índice  $t = 1, 2 \dots N$ .

La manera más directa de implementación de este criterio consiste de la compensación por la inversión mediante el uso de un parámetro constante que produce una compensación proporcional a la demanda. Llamando  $q_0$  a este parámetro, en lugar de la relación [8], el criterio de compensación sería:

$$VP \left\{ \sum_i [(1-e_i)s_i - (1-h)c_0]n_i + \sum_i \left[ (1-e_i)p_i - \frac{(1-h)(g+t)}{1-k} - q_0 \right] x_i \right\} \geq 0 \quad [11]$$

La principal diferencia conceptual con [8] consiste en que ahora la tasa de descuento  $R$  tiene una incidencia aun más directa sobre [11]. La cobertura de la inversión inicial se vuelve contingente en cuanto al tiempo de su recuperación a una tasa dada. Si el regulador no toma en cuenta ese hecho, existe la posibilidad de que el valor de  $q_0$  se fije de manera tal que el concesionario reciba sobre-compensación por su riesgo.

El uso de [11] difiere del de [8], si el entorno dentro del cual se mueve la empresa es un factor de consideración. En [8] se presenta un esquema de compensación más apropiado para entornos con un alto riesgo de gestión, que se deriva de condiciones legales o económicas particulares, o de problemas culturales. Esta fórmula revisa período a período el proceso de sostenibilidad de las operaciones de la empresa. Por otra parte, [11] refleja mejor las condiciones de compensación que se aplicarían a una empresa dentro de un entorno de negocios con mercados más grandes, y posiblemente más sofisticados, en los cuáles es razonable suponer que la empresa está sujeta a los riesgos normales del negocio.

Por último, [11] tiene dos formas complementarias de aplicación. La primera es *ex - ante*, en la cual se hace un estimado inicial de  $q_0$  que haga [11] igual a 0. Luego de completar un período completo para la revisión de tarifas, [11] se aplica *ex - post*, para ajustar la nueva tarifa.

## 2.2 Fórmula adaptada a la situación presente

En la actualidad, la estructura de la facturación al usuario es tal que el usuario solo “ve” un cobro con componente variable, es decir, tenemos  $s_i = 0$ .

<sup>2</sup> Aquí el nivel de la tasa de descuento queda sujeto a las condiciones de rentabilidad acordadas inicialmente para la concesión de tipo monopolístico o cuasi-monopolístico del servicio.

Por otra parte, los costos fijos asumen una forma “variabilizada”, la cual en últimas implica el supuesto de que los costos fijos operativos totales se pueden modelar según la relación:

$$C = \sum_i c_i x_i \quad [12]$$

En donde las  $c_i$  surgirían de algún estudio que permitiría hacer atribuciones separadas de costos fijos por volúmenes parciales de energía intermediada. Vale la pena anotar que esa descomposición asume que no existe ningún mapeo definido del tipo general  $c_i(\{x_i\})$ , es decir, que las  $c_i$  dependan significativamente de las  $x_i$ , pues de otra manera ese supuesto producirá distorsiones importantes, ya sea a favor o en contra de la empresa.

Con esos dos supuestos, la fórmula [1] para el flujo de efectivo queda así:

$$FC = \sum_i \left\{ (1 - e_i) p_i - (1 - h) \left[ c_i + \frac{g + t}{1 - k} \right] \right\} x_i. \quad [13]$$

Aquí podemos incorporar la regla de remuneración establecida, la cual básicamente consiste en reconocer una rentabilidad fija sobre los costos de comercialización unitarios, es decir, se establece la siguiente relación:

$$p_i = (1 + r) c_i + \frac{g + t}{1 - k} \quad [14]$$

Donde  $r$  es un parámetro de rentabilidad reconocida sobre los costos de la actividad de comercialización, acordado entre el regulador y la industria.

Con este vínculo establecido entre remuneración y costo unitario equivalente, tenemos para el flujo de caja:

$$FC = \sum_i \left\{ [r + h - e_i(1 + r)] c_i + (h - e_i) \frac{g + t}{1 - k} \right\} x_i. \quad [15]$$

Esta expresión resalta algunas características del sistema de remuneración utilizado en la actualidad:

1. En ausencia del riesgo de no pago, el flujo de caja de la empresa estaría garantizado a ser positivo.
2. La tasa de tributación efectiva tendría un papel significativo en el flujo de caja, si la relación de remuneración dada en [14] es la utilizada en la actualidad. En otras palabras, la compensación propuesta por [14] le reintegra a la empresa los impuestos que ésta paga.
3. Es evidente que la combinación del nivel de riesgo  $e_i$  y la cantidad consumida por cada categoría  $x_i$ , define cuáles serían las estrategias básicas que debiera seguir la gestión óptima de la cartera: se pondría mayor esfuerzo en aquellas categorías con el producto  $x_i \times e_i$  más alto.
4. En vista del planteo hecho en el aparte 2.1.2 del problema de riesgo por no pago, se ve que para determinar un valor apropiado para el parámetro  $r$ , sería pertinente pasar por un estudio de alcance amplio, al nivel del sistema mismo, para determinar los rangos apropiados del ROA.

### 2.2.1 Breve discusión acerca del proceso de “variabilización”

Para proceder con la discusión, partamos del siguiente conjunto de supuestos generales:

1. Los costos fijos dependen de en qué manera se encuentran estructurados los activos no financieros de la empresa, los cuales, se asume aquí, son la casi totalidad de los activos.
2. Independientemente de estilos gerenciales, también se asume que existen maneras objetivas y técnicamente competentes de estructurar los activos necesarios con el fin de realizar una operación eficiente.
3. Tanto el tamaño mismo de los activos, como los detalles operacionales que se tejan en torno a ellos, tienen como determinantes primarios el número de usuarios y la distribución geográfica de los mismos.
4. En cualquier momento dado, toda la estructura de activos está diseñada para manejar hasta un volumen máximo de intermediación de la energía eléctrica, el cual, en condiciones operativas normales, debe ser un límite significativamente superior a los volúmenes de demanda esperados a corto plazo.<sup>3</sup>

La composición de estos cuatro supuestos conduce a las conclusiones siguientes:

- a) En condiciones normales de operación, tanto el tamaño de los activos como los costos fijos asociados, guardan una relación clara con el número de usuarios, más no una relación directa o evidente con el volumen de energía intermediado en el día a día. Es decir, sobre la base de estos argumentos se puede esperar una relación del tipo  $C(\{n_i\})$ , pero no parece consistente con la lógica y estructura de este negocio que se presente una relación del tipo  $C(\{x_i\})$ .
- b) Para establecer alguna causalidad que permita dar un sustento técnico a la “variabilización” de los costos fijos, sería necesario, primero, hacer un estudio juicioso de costeo por atribución, para esclarecer cómo se pueden atribuir componentes de costos parciales a los  $n_i$ ; segundo, encontrar, presumiblemente a partir de estudios empíricos, justificación para establecer un mapeo del estilo  $\phi : n_i \rightarrow x_i$ , el cual, combinado con la asignación de costos ya mencionada, resulte en una dependencia aproximadamente lineal entre los consumos y las componentes parciales de costos fijos. Las figuras 4a y 4b dan indicios de que esta última relación puede tener algún sustento, al menos a nivel global y para el caso del consumo residencial, pero en ausencia del estudio de atribución de costos que se menciona en el literal (a), no es posible determinar si esa relación tiene aplicación práctica.

### 2.3 La corrección por riesgo de no pago

Existen dos maneras, no del todo equivalentes, para incorporar el factor de riesgo con fines de su reconocimiento económico:

1. La forma tradicional de incorporación de márgenes de riesgo en la rentabilidad esperada. Esto requeriría de un estudio a lo largo de las

---

<sup>3</sup> Si la capacidad de operar de la empresa es muy sensible al volumen demandado en el día a día, es de presumir que la empresa está llegando al límite de su capacidad de servicio, y está necesitando nuevas inversiones en activos fijos, y de otro tipo, o ha sido mal concebida en su estructura de activos.

líneas ya indicadas en la sección anterior, en el cual se ajustaría el valor de  $r$  a partir de un estudio del *ROA* sectorial, empleando, como ya se sugirió con anterioridad, métodos como el del APT.

2. Si la rentabilidad asignada ya existe como un guarismo acordado, entonces se puede incorporar una corrección de tipo costo efectivo en los componentes actuales de la fórmula de costo unitario.

La primera de estas dos aproximaciones es menos apropiada para la realización de los objetivos del presente estudio. La razón para ello es que no resulta óptimo llevar a cabo un estudio de un solo componente de contribución al margen de rentabilidad del negocio de comercialización, sin la realización simultánea del mismo ejercicio para todos los demás del riesgo del negocio. La dificultad reside en que los análisis empíricos de rentabilidad son por lo general de tipo lineal multivariado. Estos métodos de análisis, en la práctica, recogen no solo la información econométrica relacionada con los componentes puros, o factores de riesgo, sino que además resumen de manera indirecta los efectos de correlación importantes entre esos factores. Esta característica obliga a que el estudio de componentes de riesgo se lleve a cabo de manera conjunta.

La segunda aproximación tiene ventajas técnicas en este caso particular, puesto que la fuente de riesgo de cartera se concentra en uno de los términos de la fórmula de costos unitarios reconocidos por la CREG, como veremos a continuación.

El riesgo de cartera tiene numerosas fuentes. Algunas de las más importantes se asocian con las características socio-económicas del grupo de clientes, en el caso de los regulados, y para los no-regulados, con características que pueden ser jurídicas o contractuales, las cuales, en ciertos períodos, pueden interactuar con ciclos económicos negativos para producir moras considerables o el abandono en los pagos.

En los estratos económicos de menores ingresos, el riesgo se materializa mediante la combinación de los siguientes elementos:

1. Los ingresos de la población en esos estratos, cuyo nivel se puede traducir en decisiones de prioridades de gastos en las cuales el pago de la energía no se considera de la mayor urgencia. La consecuencia directa de este elemento de riesgo es que los recaudos de la empresa que procedan de estos estratos serán particularmente sensibles a los ciclos económicos.
2. Los hábitos de pago de servicios de las poblaciones objetivo difieren de manera amplia.
3. Las estructuras de los diferentes mercados regionales no son equivalentes entre sí, a la hora de explicar el riesgo de cartera.
4. La modalidad post-pago propia del servicio. En otras palabras, el cliente consume "a crédito", hasta el momento de la facturación. El incentivo para pagar lo ya consumido es distinto al existente en el caso de, por ejemplo, el pago de un canon de arriendo, el cual por lo general es un pago anticipado.
5. La posibilidad de sustituir el servicio legítimo de la empresa con conexiones de carácter ilegal.

Estos elementos, junto con los comentarios ya añadidos, son bien conocidos por todos los que se dedican al negocio de distribución de un servicio público. La consulta hecha por escrito a los ejecutivos de cartera de varias empresas, confirma que estos son todos elementos primarios componentes del riesgo de cartera (ver anexo a este documento). La principal razón para destacarlos aquí es para señalar la alta sensibilidad que implican para el recaudo frente a alzas en la tarifa de la electricidad. El problema es, entonces, la aplicación de un cambio en la tarifa que no se traduzca en una reacción, también hacia mayores niveles, del riesgo de cartera a través de estos factores de riesgo.

Para la incorporación del riesgo de cartera es conveniente que el período de reajuste del factor de riesgo para cada empresa se haga únicamente sobre una base anual. Esta regla es una consecuencia de dos aspectos propios del comportamiento de las carteras:

1. La dinámica misma de la cartera en mora, con frecuentes entradas y salidas, le confiere una volatilidad que hace conveniente utilizar esta escala de tiempo.
2. Según los resultados cualitativos de la consulta hecha a los ejecutivos de cartera en varias empresas, es general la práctica de aumentar la provisión por cartera mala al 100%, una vez que la deuda supera el año de antigüedad (ver el anexo a este documento).

A estos dos aspectos de carácter objetivo, podemos añadir otros dos de carácter práctico:

3. Como se explicará más adelante, en la propuesta de fórmula corregida, el criterio para reajustar el factor de riesgo de cartera se basa en el reporte de cartera morosa de más de un año de antigüedad. Este criterio reduce mucho las ambigüedades relacionadas con la verificación de la información que se necesita para el cálculo del ajuste al factor de riesgo.
4. Tener cálculos sobre una base anual permite extenderlos sin mayores ajustes al caso en el cual las revisiones de tarifa se hacen cada cierto múltiplo de años.

### **3. Estrategia para el caso de la fórmula presente**

Modificación de la fórmula como aparece en la resolución CREG 047 2002.

La modificación específica afectará la definición del costo de comercialización.

Las razones fundamentales para esta estrategia son:

1. El costo de comercialización es el que mejor corresponde en especie al carácter del riesgo de cartera. En la fórmula vigente, este costo se calcula sobre la base del costo unitario por kWh entregado a los clientes. El kWh entregado se puede ver directamente como sujeto al riesgo de pago.
2. Es preferible adoptar una modificación de la definición del término monomio C a añadir un nuevo término a la fórmula, pues esto puede generar en los agentes la impresión de un cambio conceptual en la estructura misma de la fórmula, lo cual es incorrecto.

3. La modificación incorpora un factor que toma en cuenta la estructura del riesgo de cartera que corre cada comercializador dentro de sus zonas.
4. La modificación preserva el espíritu de la metodología establecida en la resolución 047 de 2002. Los términos de la fórmula se corrigen según los movimientos históricos de la cartera de difícil recuperación.

### 3.1 Observaciones metodológicas

La fuente del riesgo en consideración es muy distinta, y el término dentro de la fórmula de costo unitario al cual se aplicaría es distinto.

Siguiendo a la resolución 031, recordemos que la fórmula general vigente para el costo unitario es:

$$CU_{n,m,t} = \frac{G_{m,t} + T_{m,t,z}}{(1 - PR_{n,t})} + D_{n,m} + O_{m,t} + C_{m,t} \quad [16]$$

En el párrafo previo se discute las razones por las cuales el único término de interés para incluir un ajuste por riesgo de cartera es el correspondiente a costos de comercialización. La fórmula que calcula este concepto es:

$$C_{m,t} = \frac{C_0^*}{CFM_{t-1}} [1 - \Delta IPSE] \frac{IPC_{m-1}}{IPC_0} \quad [17]$$

Donde:

$C_{m,t}$	Costo de Comercialización del mes $m$ del año $t$ , expresado en \$/kWh
$C_0^*$	Costo Base de Comercialización expresado en \$/Factura
$CFM_{t-1}$	Consumo Facturado Medio de cada empresa en el año $t - 1$ a los usuarios conectados al sistema de distribución donde es aplicable el cargo. (Total kWh vendidos a usuarios regulados y no regulados dividido entre el total de facturas expedidas, sin considerar las debidas a errores de facturación)
$\Delta IPSE$	Variación acumulada en el Índice de Productividad del Sector Eléctrico, desde la vigencia de la fórmula de la tarifa específica de cada empresa. Para el primer periodo de regulación, esta variación se asumirá como del 1% anual.
$IPC_{m-1}$	Índice de Precios al Consumidor del mes $m-1$ .
$IPC_0$	Índice de Precios al Consumidor del mes al que está referenciado el $C_0^*$ .

El concepto de riesgo de cartera es equivalente al riesgo de que el consumo facturado medio sea inferior al que se esperaría si los recaudos fuesen perfectos. El no pago es equivalente a energía entregada que se pierde, cuya pérdida viene ponderada por su equivalente en dinero que se deja de recaudar.

Para ilustrar la lógica básica de la metodología que sigue, supóngase que  $K$  es el costo fijo total incurrido con el objeto de entregar  $Q$  kWh. Obsérvese que el acto de producción, por hipótesis, no guarda relación con quién recibirá, como usuario, la energía que se envía por la red de distribución. El costo unitario de comercialización sería el cociente simple de estas dos variables:

$$Cu = \frac{K}{Q}$$

Supóngase a continuación que la energía se entrega a dos tipos de usuario, quienes difieren sustancialmente en sus capacidades de pago, digamos que la energía entregada a cada uno es  $Q_1$  y  $Q_2$ , respectivamente. De esta forma podemos escribir  $Q = Q_1 + Q_2$ , con lo cual tenemos:

$$Cu = \frac{K}{Q_1 + Q_2}$$

Téngase en cuenta que el costo unitario no es simplemente el costo por cada kWh entregado, sino que desde el punto de vista de las finanzas de la empresa el costo unitario correcto corresponde al costo por cada kWh *remunerado*. Es decir, el parámetro de costo unitario que debe utilizarse en este cálculo no es el correspondiente a una simple evaluación de ingeniería, sino el que corresponde a los kWh entregados que correspondan a una fuente de ingreso. Si, por ejemplo, la empresa funcionase dentro de un contexto en el cual por ley la tarifa asignada a los usuarios de tipo 2 fuese cero, entonces el cálculo correcto para costo unitario, desde el punto de vista financiero sería:

$$Cu(\text{efectivo}) = \frac{K}{Q_1}$$

Como escenario alternativo, supóngase que los usuarios de tipo 2 dejan de pagar su consumo en cantidad equivalente a la mitad de la energía entregada, entonces el cálculo sería así:

$$Cu(\text{efectivo}) = \frac{K}{Q_1 + 0,5Q_2}$$

Obsérvese que si los usuarios de tipo 2 sólo pagan la mitad de la cantidad total facturada en pesos, eso es lo mismo que haber pagado la mitad de la cantidad de energía, puesto que todos tienen la misma tarifa.

Las consecuencias de estas observaciones son claras. Para cada tipo de cliente el efecto económico de la pérdida de energía entregada es distinto, debido a los efectos de estratos, condiciones jurídicas especiales o como resultado de la libertad de negociación del precio. Esta observación conduce a mirar con mayor detalle el denominador que aparece en la fórmula para  $C_{m,t}$ .

El consumo facturado medio (CFM) aparece en la fórmula como un parámetro global, definido sobre la totalidad de los usuarios, sin distinción de las condiciones particulares de cada grupo. Su estructura presente es la de un promedio simple, el cual asume tácitamente la ausencia de un riesgo de

cartera. Para corregir este problema, se procederá a hacer las precisiones necesarias para definir mejor la estructura de este término.

Primero, definamos el universo de usuarios, dividiéndolo en los grupos utilizados en la práctica:

$$U = \{E1, E2, E3, E4, E5, E6, USub, C, I, Of, AP, Ot\}$$

Donde:

*E1-6*: Estratos 1 a 6.

*USub*: Usuarios subnormales

*C*: Comerciales

*I*: Industriales

*Of*: Oficiales

*AP*: Alumbrado público

*Ot*: Otros

En lo restante de este documento, se utilizará un índice  $k$ , con valores desde 1 hasta 12 para hacer referencia a estas categorías de usuarios, siguiendo el mismo orden en el que aparecen en la lista. Así, por ejemplo,  $k = 1$  se refiere a los usuarios del estrato 1, y  $k = 9$  se refiere a usuarios industriales.

El siguiente paso consiste en asignar un término parcial CFM para cada categoría de usuario. Cada término de esos contribuirá en una suma ponderada para construir el CFM efectivo total que aparece en la fórmula de  $C_{m,t}$ . De esta manera, la expresión que define el CFM efectivo total será:

$$CFM_{t-1}^{ef} = \left[ \sum_{k=1}^N CFM^{(k)} p^{(k)} \right]_{t-1} \quad [18]$$

Con las siguientes convenciones:

$[X]_T$ : Valor de la cantidad  $X$  en el tiempo  $T$ .

$CFM^{(k)}$ : Contribución al consumo facturado medio del grupo  $k$  de clientes.

$p^{(k)}$ : Factor de ponderación para el grupo  $k$  de clientes.

En la fórmula vigente, el CFM se podría expresar según la fórmula:

$$CFM_T = \frac{1}{N} \left[ \sum_{k=1}^{12} C^{(k)} \right]_T$$

En donde:

$N$ : Número total de facturas.

$C^{(k)}$ : Consumo en kWh del grupo  $k$ .

Esta fórmula no toma en cuenta el efecto del no pago por parte de algunos usuarios dentro de las respectivas categorías. El efecto proviene entonces de una reducción del pago recibido con respecto a lo esperado. Para corregir por este problema, primero es necesario introducir la contribución parcial al consumo medio facturado que hace cada categoría:

$$CFM^{(k)} = \frac{C^{(k)}}{N}$$

La suma de estos factores da como resultado el CFM efectivo total. Ahora cada uno de ellos tiene su propio ponderador, el cual corrige al correspondiente factor por la eficiencia en el recaudo de las cuentas.

El factor de ponderación toma en cuenta el riesgo de cartera para cada grupo, según la fórmula:

$$p^{(k)} = 1 - f^{(k)}G_k \quad [19]$$

Aquí tenemos:

$f^{(k)}$ : Fracción de la facturación anual total reportada en cartera con más de un año al final del año contable.

$G_k$ : Factor de ponderación de la gestión del riesgo del grupo, asignado por el regulador.

La fórmula correspondiente a la fracción es:

$$f_T^{(k)} = \frac{d_T^{(k)} - d_{T-1}^{(k)} + cast^{(k)}}{F^{(k)}} \quad [20]$$

En donde:

$d_T^{(k)}$ : Stock de cuentas por cobrar en la categoría  $k$ , morosas con un año o más al final del año  $T$ . En pesos corrientes.

$cast^{(k)}$ : Castigo a cartera durante el año de cálculo, proveniente de cuentas morosas en la categoría  $k$ . En pesos corrientes.

$F^{(k)}$ : Facturación total para la categoría  $k$  durante el año de cálculo. En pesos corrientes.

Esta fórmula para la fracción aplicable cumple con dos funciones básicas:

1. Tomar en cuenta el efecto de la cartera irrecuperable, utilizando como referente para el año vigente el desempeño de esa parte de la cartera durante el año previo.
2. Desincentiva la práctica de dejar cartera incobrable de manera permanente, con el fin de beneficiarse de ella a través de la fórmula de la tarifa.

### 3.2 El factor de corrección

En un sentido estricto, la fórmula [20] reconoce principalmente el aporte nuevo a la cartera de más de un año. Para apreciar esto, podemos utilizar la ecuación básica del stock de cartera:

$$d_T = d_{T-1} - cast + nueva$$

La cual establece la cuantía de la cartera al final del período  $T$  como resultado de restar a su valor inicial el castigo a cartera durante el período y adicionar las nuevas entradas. De esta ecuación se ve que:

$$d_T - d_{T-1} + cast = nueva$$

Es decir, el numerador de la ecuación para  $f_T$  solo reconoce las nuevas entradas al stock de cartera de más de un año.

Para entender mejor el origen y el funcionamiento de esa fórmula, es útil compararla con definiciones alternativas que se podrían considerar. La más simple, y que genera los peores incentivos, es la versión:

$$f_T^2 = \frac{d_T}{F_T}$$

La cual corresponde a tomar la totalidad del stock de cartera con más de un año de vencimiento al final del período T y dividirlo por la facturación del período. Si asumimos que la cartera se origina a partir de la conjunción de fenómenos de conducta de pago y de carácter económico, que conduce a que haya una cierta probabilidad finita e irreducible de no pago, entonces, en ausencia de un acto de limpieza periódica de la cartera (el “castigo”), ésta tendería a crecer de manera vegetativa y monótona. La consecuencia de esto sería que el factor reconocería los efectos de cartera vencida e irrecuperable de muchos períodos acumulados, haciéndola de esta manera una fuente de ingresos permanente hacia el futuro. Parece evidente el desincentivo que esto implica para la buena gestión de la cartera.

Otro candidato, de intuición incorrecta, podría ser:

$$f_T^3 = \frac{d_T - d_{T-1}}{F_T}$$

Ya hemos visto la ecuación del stock de deuda, la cual implica que esta definición es lo mismo que:

$$f_T^3 = \frac{\text{nueva} - \text{cast}}{F_T}$$

Esta fórmula presenta dos problemas:

1. Si el ejecutivo de cartera realiza un castigo mayor en cuantía que el crecimiento de la cartera nueva, entonces el factor se hace negativo, lo cual en el contexto de este problema no tiene sentido. Obviamente esto se puede corregir imponiendo la restricción de que  $f_T$  sea igual a 0, si tal caso se presenta. Esto es lo mismo que decir que la empresa en algunas circunstancias no recibiría ningún beneficio asociado a su riesgo de cartera, y esto coincide con el caso que decida declarar sus verdaderas pérdidas. El mecanismo parece entonces actuar de manera perversa.
2. La cartera castigada es, por definición, dinero perdido con certeza. Si se utiliza esta fórmula para el factor  $f_T$ , la consecuencia conductual es claramente predecible: los responsables de la cartera tendrán aún menos incentivos para “sincerar” sus estados de cuentas. Se enfatiza que sería “aun menos”, puesto que los ejecutivos de cartera plantean un problema de tipo “agente-principal” con respecto a sus empleadores y a los reguladores, en lo concerniente a las prácticas de saneamiento de la cartera. Existe antes que todo una reticencia de la empresa para reconocer que ciertas cuentas pueden resultar incobrables, por lo cual pueden reposar en el renglón de cuentas por cobrar un tiempo de longitud inconveniente, si se espera que la hoja de balance sea un cuadro acertado de la verdadera condición de la empresa. Esta imagen de salud empresarial no solo es importante hacia fuera de la empresa,

sino que los ejecutivos de cartera pueden incurrir en moras considerables para el reconocimiento de cartera irrecuperable, con el propósito de no dejar una impresión negativa de su gestión. Si se acepta el principio de que las cuentas por cobrar malas *deben* ser reconocidas tan pronto ese sea el caso, entonces ese problema de agente se agravaría, si se usa última definición para  $f_T$ , puesto que la fórmula le daría entonces una base racional a esa práctica.

### **3.3 Descripción y relación de posibles causas de los problemas de cartera incobrable**

Antes que todo, es conveniente señalar que los datos de cartera morosa disponibles en el momento de la realización de este estudio dan algunas luces acerca de la estructura del riesgo de cartera, visto de manera transversal. Usando como ejemplo de análisis los datos correspondientes al año 2004. Se hizo el ejercicio de combinar de manera cruzada la información correspondiente a las tasas de cartera morosa para veintitrés empresas comercializadoras en el rango de 90 a 180 días versus la facturación promedio del año para los usuarios regulados partidos en dos grupos, uno conformado por los estratos 1, 2 y 3, y el otro por los estratos 4, 5 y 6. El resultado de este cruce revela que existen dos tipos de empresas desde el punto de vista del riesgo de cartera: aquellas para las cuales no hay correlación significativa entre las dos variables, y para las cuales el nivel de cartera morosa para el rango elegido permanece por debajo del orden del 1% de la cartera total, y otro grupo para el cual los niveles de mora son considerablemente mayores. En el caso de los estratos 1 a 3, surge además un resultado adicional: para el segundo grupo de riesgo, hay evidencia de una correlación alta entre las dos variables. La estructura de la correlación es de un tipo particular, que sugeriría algún tipo de mecanismo fuerte de equilibrio en el mercado que manejan esas empresas. Las relaciones de equilibrio son de rara ocurrencia en la práctica. Pareciera que, en el caso de esas empresas, el medio habría desarrollado una forma de “empresa competidora” con la legítima, que provee el servicio de conexiones ilegales. El “mercado” específico dentro del cual se desarrollaría esta competencia sería en los estratos 1, 2 y 3. Aunque la separación por carácter del riesgo de cartera también se presenta en los estratos 4, 5 y 6, para el subconjunto de las mismas empresas que tienen clientela significativa en esos estratos, allí no se aprecia ese fenómeno de correlación, indicando que en esos estratos la práctica de la conexión ilegal no alcanza la característica de competencia perfecta que se nota en los estratos más bajos. Los resultados base de esta discusión se pueden apreciar en la gráficas 5a hasta 7. Allí se repite el ejercicio para el rango de cartera morosa correspondiente a 180-360 días, en el cual se repiten los mismos efectos ya discutidos para el 90-180, con lo cual se hace muy poco probable que los efectos discutidos sean el resultado de mero azar.

Como resultado de las preguntas hechas a las empresas a través de la circular 004, es posible llegar a las siguientes conclusiones:

a) Las relaciones entre las empresas y sus clientes tienen características diferentes según la categoría. Está la diferencia evidente entre aquellos usuarios con precio regulado y los que no están sujetos a regulación. Pero más

allá de esa diferencia regulatoria, existen otras que caracterizan a las diferentes categorías en diferentes mercados que inciden de manera importante en la recuperación de la cartera morosa. Esas diferencias las señalan en sus respuestas varios de los correspondientes de la consulta hecha. Sus reacciones variaron desde una descripción de causas de los problemas de cartera hasta respuestas directas a las preguntas hechas en la consulta. En cuanto a la descripción de causas, se mencionan:

1. Las restricciones legales que afectan principalmente a los “incumbentes” en los mercados en los cuales existen altos costos para la provisión del servicio y demandas bajas. En particular, cuando la composición de la demanda incluye una proporción alta de estratos 1, 2 y 3, cuando existen muchos usuarios atendidos sin medición, o cuando hay muchos usuarios que la ley exige que deben ser atendidos, independientemente de los costos.
2. La condición económica de muchos de los usuarios, o la capacidad de pago de usuarios oficiales o protegidos.
3. En algunos casos, se hizo explícita la experiencia de las empresas que así lo manifestaron, que en sus respectivas zonas una causa importante del riesgo de cartera es la falta de “cultura de pago” de parte de una porción significativa de la población, que de otro modo no muestra problemas económicos lo suficientemente serios como para explicar el no pago.

b) En cuanto a las prácticas de manejo de cartera difícil, las empresas, aun cuando comparten algunas acciones básicas en común, es evidente que la extensión y capacidad de llevarlas a la práctica difiere ampliamente, según las características del mercado que atienden y según la propia cultura empresarial.

c) Todas tienen una secuencia en el proceso de cobro que va desde la facturación regular, pasando por el corte, por el cobro persuasivo y diferentes formas y protocolos de cobro coactivo. En algunos casos, el corte del servicio llega después de que varias instancias en la diligencia formal del cobro ya se han agotado. En el otro extremo, algunas empresas realizan el corte del servicio a los pocos días de que el límite para pagar puntual se ha vencido.

d) Existe mucha mayor variabilidad en cuanto a la aplicación de criterios para la toma de la decisión de cuándo una gestión de cobro se considera fútil. Con frecuencia, el costo estimado de la diligencia en relación con el monto debido es el criterio primario. Otras razones se relacionan más con clientes no residenciales, tales como la determinación de insolvencia por quiebra. En un solo caso, uno de los correspondientes comenta que ha hecho estudios cuantitativos para determinar los verdaderos costos comparativos entre diligencia y deuda. Los demás usan criterios más de apreciación, basados aparentemente en sus experiencias particulares del negocio.

e) Todas las empresas consultadas son conscientes de que las conexiones ilegales son un sustituto frecuente cuando hay corte del servicio. En la consulta existe una pregunta explícita al respecto de las medidas que tienen para el control de pérdidas no técnicas. Las respuestas dadas varían desde una relación de pasos relativamente detallada, en el caso de tres empresas, hasta

no dar respuesta alguna, en el caso de seis. Este rango tan amplio se alinea bastante bien con las capacidades económicas y operativas que tienen las diferentes empresas.

f) Como se menciona en otro aparte, todas las empresas consultadas sí coinciden en hacer provisión del 100% de la deuda cuando ésta tiene más de un año.

g) En la totalidad de las empresas, parece que la práctica de castigo de cartera irre recuperable no sigue un patrón regular, ni es el resultado de una política de sistemática.

h) Quizás sirva de indicador de las características de la gestión de cada empresa observar el patrón mismo de las respuestas dadas, empresa por empresa. En el apéndice F se incluye una tabla tipo “scoring” con el nivel de respuesta dado por cada una de las empresas para las cuales se tenía la información solicitada en el momento de la elaboración de este informe. La “A” indica que la respuesta dada fue ya sea suficiente o incluía detalles de la gestión que daban apoyo concreto a las respuestas simples. La “B” indica que la respuesta fue apenas la mínima, o en ocasiones escasas, vaga. La “X” indica que la pregunta no se respondió, o en ocasiones escasa, que la respuesta no correspondía a lo que se pedía.

### **3.3.1 Razones asociadas con las características de los hogares**

Para los estratos 1, 2 y 3, las condiciones socio-económicas de esos usuarios tienden a imponer restricciones presupuestales a los hogares componentes, en muchos de los cuales el pago post-consumo de la cuenta de energía eléctrica podría no ser una prioridad<sup>4</sup>. Se puede resumir la serie de argumentos que explican esta circunstancia así:

1. La mayoría de esos hogares no son propietarios de predios o de inmuebles o de bienes durables de mucho valor económico, por consiguiente, no se puede esperar que el recurso de cobros coactivos a través, por ejemplo, de la amenaza de embargo, lleve a la empresa a mejorar sus resultados. En cambio, esa práctica sí puede agravar problemas de recaudo en determinadas circunstancias.
2. Por otra parte, la mayoría no tiene acceso a crédito significativo, o historia crediticia importante, por lo cual la amenaza de reportar deudas no pagas a entidades como Datacrédito no es muy eficaz en el logro de recuperación de deudas.
3. Muchos de los ciudadanos dentro de estos estratos ven la conexión ilegal a la línea de suministro de energía como un sustituto a la conexión legal, aun si tiene los medios para pagar. Hay detrás de esta conducta la expectativa generalizada de que no será rentable o práctico para la empresa comercializadora el dedicar el tiempo y los recursos para hacer un seguimiento serio de esas pérdidas no técnicas.
4. Hay prueba de que, una vez un usuario ha sufrido desconexión del servicio, éste es un candidato a desconexiones posteriores. Luego, es posible que una proporción relativamente pequeña de usuarios de esas

---

<sup>4</sup> Algunos de los conceptos que siguen se basan en la lectura que hace el consultor del estudio de desconectados realizado por las EPM, el cual se referencia en este documento.

características de cuenta de una proporción significativa de la cartera mala.

Cuando se ponen estos argumentos, así como otros de igual índole, junto con la hipótesis de insuficiencia presupuestal ya mencionada, se puede concluir que los resultados de una gestión de recuperación de cartera, aun si bien diseñada y enfocada por parte de la empresa, no pueden ser de una cuantía tal como para reducir el fenómeno a proporciones insignificantes.

### **3.3.2 Comportamiento global de la cartera**

Otro aspecto importante es la estructura o perfil de la cartera vencida. La Figura 1 ilustra de manera comparativa la proporción de cartera vencida sobre la cartera total del sistema al final del año, para vencimientos a 90, 180, 360 y más de 360 días. Para simplificar la descripción que sigue, numeraremos de 1 hasta 4 a estas categorías de vencimiento. Cada color representa uno de los años 1998, 2001 y 2004. Allí se puede apreciar la persistencia a través de los años de la forma característica en “J” que tiene el proceso colectivo de gestión de cartera: Inicialmente, las cuentas entran a formar parte de la categoría 1 de mora (hasta 90 días). En ese grupo una parte se recupera, y otra parte “fluye” hacia la categoría 2. Los que entran a esta categoría son, por supuesto, menos que en la anterior. Obsérvese, sin embargo, que la categoría 3 tiene una columna más alta, indicando que una proporción muy baja de los que se encontraban en la 2 se pudo recuperar, y como consecuencia, la mayor parte fluye hacia la 3. Como consecuencia, la categoría 3 empieza a dar señales de acumulación. La categoría 4 no tiene en principio límite de permanencia. Allí una cuenta en mora puede permanecer un tiempo arbitrario. Esta columna muestra los efectos de acumulación sin posibilidad de salida distinta al castigo de cartera.

Las diferentes empresas parecen tener comportamientos o políticas de castigo de cartera que son muy variadas. Sin embargo, cualquiera que sea su nivel de esfuerzo – el cual es inobservable por parte de la CREG – la relación de altura de la última columna del gráfico con respecto a las demás sólo se puede atribuir a la combinación de dificultades crecientes para recuperar cartera de más de 180 días de vencida, con la reticencia para proceder de manera pronta a reconocer la pérdida. La forma de “J” es entonces una indicación clara de la presencia de esas causas. Mientras más pronunciada sea esa forma, tanto más serio es el efecto acumulado de las dos causas mencionadas.

Las figuras 2a, 2b y 2c muestran los perfiles separados para tres tipos de usuarios durante el año 2004: en la 2a se ve el caso del grupo compuesto por los estratos 1, 2 y 3, más los usuarios subnormales. En la 2b se ve el perfil para el grupo compuesto por los estratos 4, 5 y 6. En la 2c se puede ver el perfil de cartera para el sector industrial. En cada una de ellas por separado se aprecia el efecto de acumulación ya discutido en el agregado anual. Luego el efecto que se aprecia en la Figura 1 no es el resultado de un cierto comportamiento de un tipo de cliente o categoría, el cual domina el agregado, sino que se trata de un efecto sistemático, visible en todos los grupos de usuarios.

Las gráficas contenidas en esas figuras son un argumento fuerte para adoptar un criterio conservador a la hora de escoger una escala de tiempo para definir con claridad el reconocimiento de la cartera “irrecuperable” por parte del ente regulador. Esta escala de tiempo es la correspondiente a la categoría 4: cartera vencida de más de un año. Las razones para adoptar este criterio son varias, y algunas se discuten en otros lugares de este documento. Aquí, la razón obvia la proporcionan las figuras ya discutidas: la categoría 4 representa el punto de acumulación sin salida distinta al castigo de cartera.

### **3.3.3 Las prácticas de las empresas**

La respuesta a la consulta escrita distribuida entre los agentes de cartera de las diferentes empresas produjo una gran variedad de reacciones. Estas van desde documentos que responden directamente, y de manera detallada, las preguntas objeto de la consulta, en un extremo, hasta la remisión de datos que se refieren a alguna de las preguntas, pero sin intento de respuesta directa, en el otro extremo. También se recibió una comunicación por fuera de la consulta, procedente de la Asocodis, en la que se hace un resumen general de las preocupaciones principales de sus miembros con relación al problema del riesgo de cartera.

Independientemente del grado de precisión con el cual las diferentes empresas hayan correspondido a la consulta, resaltan de inmediato dos características: primero, que existen grandes diferencias entre las prácticas de las empresas. Además, debido a la ubicación y características de sus mercados regionales, también existen amplias diferencias en lo que objetivamente pueden hacer.

### **3.4 El problema de la información asimétrica**

El factor de ponderación  $G_k$  que aparece en la ponderación definida por la fórmula [20], debe estar presente por consideraciones de información asimétrica entre las empresas y la CREG. Existe una cierta asimetría de información entre el ente regulador y las empresas respecto a la realización dedicada y técnicamente correcta de la diligencia de cobro por parte de éstas. Para disminuir esta asimetría existen al menos dos cursos de acción:

1. Expandir las funciones de vigilancia de la CREG para que haga un seguimiento cercano de la debida diligencia por parte de cada una de las empresas.
2. Actuar con la información disponible, y con el conocimiento de causas y restricciones de carácter objetivo, como los discutidos en el párrafo previo, para proceder a dictaminar el valor del parámetro  $G_k$ , según la aplicación de un principio conservador.

La serie de argumentos discutidos más arriba indica que tanto la CREG como las empresas pueden reducir sus costos relacionados con el acto de regulación si se adoptase el segundo mecanismo.<sup>5</sup>

En el caso particular de los estratos 1 y 2, la discusión asociada sugiere que la CREG podría adoptar los valores  $G_1 = G_2 = 1$ , para estos dos casos. En otras

---

<sup>5</sup> En el apéndice C se discute el marco teórico general para esta aproximación.

palabras, la CREG acepta, tras exigir un mínimo indispensable de condiciones para la gestión de cobro de las empresas, que la cartera de difícil cobro dentro de esas dos categorías de usuarios tiene pocas probabilidades de recuperación. Por razones similares se puede considerar (Usuarios subnormales)  $G_7 = 1$ .

A veces existen condiciones de protección legal especiales que tienen muchos usuarios del sector oficial, esto puede dificultar la labor de cobro de la comercializadora, sin embargo, los usuarios del sector oficial no pueden simplemente escurrirse de sus obligaciones, y en la gran mayoría de las instancias debe ser posible para la empresa recuperar los montos debidos, por lo cual se recomienda (Oficial)  $G_{10} = 0$ . El mismo valor aplicaría al caso del uso para alumbrado público, por lo tanto se recomienda (Alumbrado público)  $G_{11} = 0$ .

Existe un conjunto de usuarios particular: la categoría industrial, para el cual el valor de  $G_9$  se puede definir con claridad.

1. Este es el caso de dos entidades (la empresa comercializadora y el particular) dedicadas a la actividad económica, con la libertad de entrar en el juego de oferta y demanda.
2. Tanto la empresa comercializadora de energía eléctrica como la compañía contraparte que busca el servicio, se encuentran en un ambiente en el cual ambas están dispuestas a correr los riesgos propios del negocio que les compete.
3. El precio del kWh es de libre acuerdo entre las partes.
4. La empresa comercializadora de electricidad tiene medios de negociación de deudas y acuerdos con esos clientes que no tendría, o no se justificarían en la práctica, en el caso de otras categorías.

Por estas razones, y otras de índole similar que se podrían considerar, la recomendación es adoptar  $G_9 = 0$ .

Los argumentos dados en el párrafo previo, con las modificaciones de forma necesarias, se pueden extender al caso de los estratos 5 y 6, y a la categoría comercial. Por consiguiente, también se recomienda  $G_5 = G_6 = G_8 = 0$ .

Existen categorías de usuarios en las cuales no es posible dar argumentos claros acerca de cuáles razones serían dominantes para explicar la existencia de un monto significativo no recaudado. Esas razones pueden tanto incluir dificultades objetivas para el cobro, como razones atribuibles a prácticas ineficaces o negligencia por parte de la empresa. En ausencia de un aparato de seguimiento detallado por parte de la CREG, es difícil saber qué razones son las dominantes para explicar los montos reportados, con mora superior a un año, por parte de las empresas. En el caso de esos grupos de usuarios, los argumentos ya dados para los estratos 1 y 2 no aplicarían en general. Bajo estas condiciones de información incompleta, es preferible asignar al correspondiente factor el valor de 0,5. En resumen, en ausencia de un mecanismo eficaz de verificación de la verdadera diligencia de la empresa, se parten las diferencias.

Las categorías susceptibles de que se les asigne 0,5, sin embargo, pueden depender de la zona en la cual atiende la empresa comercializadora. Para el estrato 4, en ausencia de cualquier mecanismo de supervisión detallada, el factor puede ser  $G_4 = 0,5$  ó 0.

Estas recomendaciones se resumen en la Tabla 1:

<b>k</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>G</b>
1	Estrato 1	1
2	Estrato 2	1
3	Estrato 3	1 ó 0,5
4	Estrato 4	0,5 ó 0
5	Estrato 5	0
6	Estrato 6	0
7	Usuarios subnormales	1
8	Comercial	0
9	Industrial	0
10	Oficial	0
11	Alumbrado público	0
12	Otros	---

Tabla 1: Resumen de recomendaciones para el factor de contribución al riesgo parcial de cartera.

La última categoría, correspondiente a “Otros”, no tiene una asignación específica, puesto que es indispensable establecer una identidad concreta del usuario. Por ejemplo, si es una categoría especial que incluye hospitales y escuelas, la asignación podría ser 1, si se dan los argumentos pertinentes. Por otro lado, si es una categoría compuesta por usuarios transitorios, tales como el caso del circo que visita la ciudad, la asignación podría ser 0.

### 3.4.1 Ejemplo pedagógico

Consideremos el siguiente ejemplo numérico, útil tan sólo para ilustrar la manera de implementación del mecanismo propuesto en este reporte.

Supongamos una zona en la cual sólo existen dos categorías de usuarios. Los datos correspondientes a consumo y facturación se dan en la tabla que sigue. La última columna de la tabla da los datos necesarios para calcular el CFM, según los criterios dados en la norma vigente.

<b>CATEGORÍA</b>	<b>FACTURAS</b>	<b>KWH</b>	<b>FACTURACIÓN</b>	<b>CFM (KWH/F)</b>
<b>1</b>	1.000	1.000.000	\$ 130.000.000	1000
<b>2</b>	200	500.000	\$ 50.000.000	2500
<b>TOTALES</b>	1.200	1.500.000	\$ 180.000.000	<b>1250</b>

La celda de abajo a la derecha da el valor correspondiente al CFM.

Supongamos ahora que queremos evaluar el efecto de tomar en cuenta el riesgo de cartera, según el esquema propuesto en este documento. Para ello necesitamos datos adicionales acerca de la cartera no recuperada de más de un año, y el total de la facturación para cada categoría. Primero se realizará el cálculo con  $G_1 = G_2 = 1$ .

CATEGORÍA	T > 360	G	F	p	□CFM ef
1	\$ 2.500.000	1	1,92%	0,0192	817,31
2	\$ 500.000	1	1,00%	0,0100	412,50
<b>CFM ef =</b>					<b>1.229,81</b>

Si se usa el CFM efectivo de 1229,81 en lugar del original, el costo efectivo de comercialización subiría en 1,64% aproximadamente. Supongamos en escenario alternativo que la categoría 2 corresponda a uso industrial, en cuyo caso la asignación recomendada es  $G_2 = 0$ . En ese caso, tras repetir el cálculo, se obtendría un CFM efectivo de 1233,97 y el costo de comercialización subiría en 1,30%. Como es de esperarse, el costo efectivo reconocido sube menos bajo la segunda asignación. El efecto relativo entre los dos casos es considerable, puesto que en el primero la subida de costo con relación a la norma vigente es aproximadamente 26% más que en el segundo caso.

#### 4. Conclusiones

1. Hay evidencia de que la estructura de la cartera obedece a un fenómeno sistémico, mezcla de los problemas de dificultades reales de cobro con problemas de gestión.
2. No existe una manera tanto inmediata como de aplicación simple para hacer una separación nítida entre los efectos de las dos causalidades mencionadas.
3. La creación de una norma que exija el reporte regular de las actividades asociadas con la gestión de cartera y con las acciones encaminadas a combatir fugas no técnicas, puede contribuir a mejorar la gestión de aquellas empresas que así lo deseen. Sin embargo, el reporte de actividades no puede ser utilizado por la CREG como base única de información firme sobre la cual decidir su aceptación de la intratabilidad de la cartera incobrable que reporte la empresa.
4. Es preferible adoptar un criterio conservador a la hora de asignar los valores del criterio G, antes que recurrir al uso de información no verificable (Hart & Moore, 1998).
5. La respuesta a la consulta escrita distribuida entre los agentes de cartera de las diferentes empresas produjo una gran variedad de reacciones. Estas van desde documentos que responden directamente, y de manera detallada, las preguntas objeto de la consulta, hasta la remisión de datos que se refieren a alguna de las preguntas, pero sin intento de respuesta directa. También se recibió una comunicación por fuera de la consulta, procedente de la Asocodis, en la que se hace un resumen general de las preocupaciones principales de sus miembros con relación al problema del riesgo de cartera.

6. La estructura heterogénea de los mercados atendidos por las diferentes empresas conduce que éstas tengan varios perfiles de riesgo distintos, aunque no al punto de que haya un perfil único para cada empresa.

### **Referencias y Bibliografía**

CIDE (Corporación para el Desarrollo de la Investigación y de la Docencia Económica): "Estudio sobre los usuarios desconectados de las Empresas Públicas de Medellín E.S.P.", 12 de agosto de 2005.

Kreps, David M.: "Game Theory and Economic Modelling". Oxford U. Press, 1990.

Ross, Stephen, Randolph W. Westerfield & Jeffrey Jaffe: "Corporate Finance", 7th ed. McGraw-Hill, capítulo 11. Esta referencia da una explicación básica de los conceptos pertinentes para la aplicación del APT (Arbitrage Pricing Theory).

Stahl, Saul: "A Gentle Introduction to Game Theory". American Mathematical Society, 1999.

## APÉNDICES

### Apéndice A: Inversión anualizada equivalente

Supóngase que un cierto proyecto se lleva a cabo realizando una inversión inicial  $I_{in}$ . Los empresarios e inversionistas dueños del proyecto tienen estipulado que éste llega a cumplir con la meta de devolver cuando menos el costo mínimo del capital propio, el cual es igual a  $R$ . El proyecto tiene duración de  $N$  años. Con estas especificaciones, la inversión anualizada equivalente  $I_0$  se define así:

$$I_0 = \frac{I_{in}R}{\left[1 - \frac{1}{(1+R)^N}\right]} \quad [1A]$$

En el reporte, se hace el supuesto de que los inversionistas no sobre-invirtieron, y que el nivel justo de inversión es proporcional al tamaño del mercado, medido por el número total de usuarios. Esto implica que el nivel inicial de inversión queda bien representado por un modelo de la forma:

$$I_{in} = Const \times n \quad [2A]$$

Con este supuesto, el parámetro  $i_0$  que aparece en la sección 2 del documento quedaría expresado como:

$$i_0 = \frac{Const \times R}{\left[1 - \frac{1}{(1+R)^N}\right]} \quad [3A]$$

El valor del factor  $Const$  sólo se puede determinar con un estudio económico del valor eficiente de la inversión para empresas de comercialización/distribución, que emplee como hipótesis el modelo de escala [2A] propuesto aquí.

Puede resultar de utilidad, además de la fórmula [1A] para la determinación del costo anualizado equivalente del capital propio, dar una fórmula para el costo en caso de que haya un cambio en el grado de inversión, ya sea como resultado de la adición de nueva inversión, o como resultado de un proceso de descapitalización. Supóngase que después de  $K$  años, y antes del vencimiento del contrato, es decir,  $K < N$ , se hace una modificación  $\Delta I$  a la inversión inicial. Esta modificación es de signo positivo si es capital fresco que ingresa en la empresa, y es de signo negativo si se trata de una descapitalización. Para cualquier año  $T > K$  el costo anualizado equivalente del capital quedaría dado por:

$$I_0^{re} = \frac{I_{re}R_{re}}{\left[1 - \frac{1}{(1+R_{re})^{N-K}}\right]} \quad [4A]$$

En donde:

$$I_{re} = \left\{ I_{in} - \frac{I_0}{R} \left[ 1 - \frac{1}{(1+R)^K} \right] \right\} (1+R)^K + \Delta I \quad [5A]$$

Con  $R_{re}$ : la nueva tasa de rentabilidad reconocida post refinanciación.

#### Apéndice B: Perfil agregado de cartera

Los componentes de la cartera morosa, separados por tiempo desde la facturación, muestran una evolución de tránsito hacia la cartera vencida de más de un año. Los datos corresponden a la proporción de la cartera total, vencida

a 90	a 180	a 360	más de 360	o no.
<b>8.6%</b>	<b>6.2%</b>	<b>9.6%</b>	<b>29.7%</b>	

Tabla 1B: Composición porcentual a finales de 2004

Tabla 2B: Composición porcentual a finales de 2001

a 90	a 180	a 360	más de 360
<b>13.40%</b>	<b>7.29%</b>	<b>13.05%</b>	<b>35.92%</b>

Tabla 3B: Composición porcentual a finales de 1998

a 90	a 180	a 360	más de 360
<b>14.06%</b>	<b>6.69%</b>	<b>9.56%</b>	<b>23.73%</b>

Asignando valores categóricos desde 1 hasta 4 a cada uno de los rangos de mora:

Tabla 4B: Estructura comparada de vencimientos a intervalos de 3 años

	1	2	3	4
1998	<b>14.06%</b>	<b>6.69%</b>	<b>9.56%</b>	<b>23.73%</b>
2001	<b>13.40%</b>	<b>7.29%</b>	<b>13.05%</b>	<b>35.92%</b>
2004	<b>8.6%</b>	<b>6.2%</b>	<b>9.6%</b>	<b>29.7%</b>

## Apéndice C: Elección de criterios frente a estrategias inciertas

Este apéndice busca dar un fundamento racional a la elección  $G = 0.5$  que aparece en la sección 3, para los casos en los cuales es difícil decidir a priori entre los valores extremos de 0 ó 1. La resolución de esa dificultad implicaría utilizar información declarada por los interesados, con los problemas de imperfecciones que esto conlleva. La aproximación sigue los lineamientos básicos de la teoría de juegos de suma cero, en donde la CREG hace el papel del jugador que trata de restringir en lo posible la ganancia extraordinaria que podría obtener su oponente. En otras palabras, la CREG está en el papel del jugador cuya estrategia general debe ser de tipo *minimax*. Dentro del contexto que sigue, el criterio  $G$  se identificará con la estrategia  $q$  que se describe a continuación.

La CREG actúa como representante del interés público ante las actividades comerciales de las empresas de distribución/comercialización. Éstas actúan con el propósito de generar un beneficio que compense lo suficiente sus inversiones y los riesgos que perciben en la actividad. La fuente de ingresos que permite esta meta es el público que utiliza el servicio. Puesto que la empresa típicamente tiene una posición de, al menos, cuasi-monopolio, existe siempre el problema de que ésta tenderá a derivar rentas más allá de lo que el riesgo del mercado asignaría como compensación razonable. Por consiguiente, cualquier renta que la empresa obtenga puede verse como una pérdida que sufre el público. Cualquier acción del regulador que reduzca el acceso a rentas por parte de la empresa, se puede ver como una ganancia para el público.

La descripción precedente corresponde bien con el escenario básico de un juego de suma cero. Podemos modelar la situación con juego de  $2 \times 2$ . Los jugadores son R, que representa a cualquiera de las empresas, y C que representa al público.

Tabla 1C: Representación del juego de suma cero  $2 \times 2$ .

		<u>Juega R</u>		<u>Juega C</u>	
			$m$		$n$
			$1 - q$		$q$
$r$	1 - p	a	b		
$s$		c	d	$p$	

En este juego de suma cero, R juega para maximizar una renta, y C juega para limitar el máximo que puede alcanzar esa renta. La estrategia de R es de tipo *maximin*, mientras que la estrategia que seguirá C es de tipo *minimax* (Stahl, 1999). Las acciones específicas con las cuales juegan R y C son dos para cada uno.

En el caso concreto que nos ocupa, para R las acciones se relacionan con su política de gestión de cartera. R podría adoptar la estrategia pura de jugar a producir reportes de actividades de la gestión de su cartera, pero sin que las actividades mismas en la práctica sean realizadas con mucho esfuerzo. Esta jugada correspondería a la primera fila de la tabla del juego. Alternativamente,

R podría jugar a hacer la diligencia de la cartera, con un nivel alto de esfuerzo. Esa acción correspondería a la segunda fila de la tabla. Para abreviar, de ahora en adelante esas estrategias puras se denominarán  $r$  (por jugar “reporte”) y  $s$  (por jugar “diligencia”).

Por otra parte, C tiene un problema de distribución de recursos finitos, en cuanto a su capacidad de monitorear las actividades de R en lo que compete a la gestión de cartera. Las acciones que representan estrategias puras para C se pueden simplificar a dos:  $m$  (por “monitorea” con rigor) o  $n$  (por no monitorea con rigor). Estas acciones corresponden respectivamente a la primera y segunda columna de la tabla.

Los valores  $a$ ,  $b$ ,  $c$  y  $d$  en la tabla indican la ganancia que deriva R de cada uno de los resultados del juego. Esos valores pueden ser positivos o negativos. Las ganancias de C para cada juego corresponden al negativo de esos valores. Es claro que a ninguna de las dos partes le conviene jugar una estrategia pura. Por ejemplo, el resultado de que R escoja  $r$  y que C escoja  $m$  es que R recibe  $a$  y C recibe  $-a$ .

Hay varias consideraciones y supuestos que conviene explicitar:

1. El juego se repite indefinidamente.
2. Este juego no puede tener una solución en términos de estrategias puras. La CREG, por razones de orden práctico, no podría sostener la acción de vigilancia rigurosa y constante, ni tampoco puede escoger nunca hacer supervisión. Luego está forzada a mantener una estrategia mixta, es decir, con  $0 < q < 1$ .
3. El juego no puede tener, en general, un punto silla. De ser así, ambos jugadores recurrirían a una estrategia pura, en contradicción con los supuestos. Por lo tanto, ambos jugadores están sujetos a utilizar estrategias mixtas.
4. El juego no puede ser simétrico, pues los roles de los jugadores no son intercambiables.
5. No hay valores bien definidos para los premios  $a$ ,  $b$ ,  $c$  y  $d$ , puesto que el “jugador” R es, en realidad, una cualquiera de las empresas.
6. Los supuestos anteriores garantizan que el juego no está estrictamente determinado, por consiguiente, se asume que  $a - b - c + d \neq 0$ .
7. Para todo juego de suma cero  $2 \times 2$ , el valor  $v$  del juego, es decir, el valor esperado del premio está dado por la fórmula (Stahl, 1999):

$$v = \frac{ad - bc}{a - b - c + d}$$

8. La estrategia maximin está dada por:

$$\left[ \frac{d - c}{a - b - c + d}, \frac{a - b}{a - b - c + d} \right]$$

Es decir, en términos de la notación de la tabla del juego, que

$$p = \frac{a - b}{a - b - c + d}$$

9. La estrategia minimax está dada por:

$$\left[ \frac{d - b}{a - b - c + d}, \frac{a - c}{a - b - c + d} \right]$$

Es decir que

$$q = \frac{a - c}{a - b - c + d}$$

Dado el supuesto 4, el jugador R tiene el problema de decidir cuál será su estrategia óptima  $q$ , ya sea suponiendo que tiene conocimiento de los premios, o con alguna otra aproximación. Lo importante es que C desconoce cuál podrá ser esa estrategia. La respuesta óptima de C correspondería al valor de  $p$  que se da en el punto 8. Pero en vista de las consideraciones hechas, el único conocimiento que tiene C sobre el cual decidir su estrategia es el hecho trivial de que  $0 < q < 1$ . En particular, el desconocimiento de la estrategia de R es equivalente a enfrentar a un oponente con estrategia aleatoria. Bajo esas condiciones C tiene información mínima para trazar su estrategia minimax. Combinando este hecho con la restricción de que no existen estrategias puras, C hará bien en elegir el  $q$  de mínima información, es decir,  $q = \frac{1}{2}$ .

Apéndice D: Muestra de valores del conjunto  $\{e_i\}$  para el año 2004

**VALORES ABSOLUTOS DE LAS PROPORCIONES DE CARTERA VENCIDA DE MÁS DE 360  
DÍAS 2004**

<b>EMPRESA</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
Centrales Eléctricas De Nariño S.A. E.S.P.	19,539%	0,163%	2,575%	0,668%	0,795%	1,280%	0,106%
Centrales Eléctricas Del Norte De Santander S.A. E.S.P.	3,434%	0,051%	0,834%	0,840%	1,030%	0,476%	0,000%
Codensa S.A. E.S.P.	0,772%	0,176%	0,404%	0,399%	0,196%	0,000%	0,000%
Compañía Energética Del Tolima S.A. E.S.P.	0,213%	0,021%	0,095%	0,032%	0,131%	0,038%	0,001%
Electrificadora De La Costa Atlántica S.A. E.S.P.	15,883%	0,394%	1,541%	0,318%	0,337%	1,089%	0,133%
Electrificadora De Santander S.A.	1,020%	0,078%	0,504%	0,191%	0,268%	0,000%	0,000%
Electrificadora Del Caqueta S.A. Esp.	0,245%	0,001%	0,041%	0,001%	0,135%	0,000%	0,009%
Electrificadora Del Caribe S.A. E.S.P.	29,671%	1,761%	4,048%	1,198%	1,293%	0,821%	0,429%
Electrificadora Del Huila S.A. E.S.P.	5,680%	0,324%	1,900%	0,921%	0,364%	0,000%	0,000%
Electrificadora Del Meta S.A. Esp.	3,144%	0,457%	2,963%	0,236%	0,892%	0,000%	0,000%
Empresa Antioqueña De Energía S.A. E.S.P.	2,749%	0,145%	0,341%	0,262%	0,049%	1,586%	0,010%
Empresa De Energía De Arauca E.S.P	5,974%	0,218%	3,510%	0,101%	0,507%	0,815%	0,000%
Empresa De Energía De Boyacá S.A. E.S.P.	3,469%	0,130%	0,924%	8,632%	1,348%	1,035%	0,020%
Empresa De Energía De Pereira S.A. E.S.P.	1,837%	0,517%	1,479%	0,232%	0,331%	0,000%	0,324%
Empresa De Energía Del Bajo Putumayo S.A. E.S.P.	1,789%	0,004%	3,143%	0,066%	3,159%	0,000%	0,000%
Empresa De Energía Del Pacífico S.A. E.S.P	0,821%	0,011%	0,101%	0,142%	0,042%	0,013%	0,000%
Empresa De Energía Del Putumayo S.A E.S.P.	0,441%	0,000%	0,012%	0,220%	0,318%	0,000%	0,000%
Empresa De Energía Del Quindío S.A. E.S.P.	0,638%	0,110%	0,407%	0,282%	0,051%	0,000%	0,433%
Empresa De Energía Del Valle De Sibundoy S.A. E.S.P.	0,143%	0,000%	0,000%	0,717%	0,000%	2,105%	0,000%
Empresa Municipales De Energía Eléctrica S.A. E.S.P.	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	38,686 %	0,000%	0,106%
Empresas Municipales De Cali Eice	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	4,976%
Empresas Municipales De Cartago S.A. E.S.P.	3,292%	0,268%	1,392%	0,042%	0,637%	0,000%	0,000%
Empresas Públicas De Medellín E.S.P.	1,368%	0,045%	0,161%	0,049%	0,035%	0,000%	0,000%

**LEYENDA**

1 : ESTRATOS 1, 2, 3 Y SUBNORMALES // 2: ESTRATOS 4, 5, Y 6.  
3: COMERCIAL // 4: INDUSTRIAL // 5: OFICIAL  
6: ALUMBRADO // 7: OTROS

## Apéndice E: Hoja de cálculo de simulación de la fórmula [8]

### MODELO TARIFA

ESTA HOJA SIMPLE ILUSTRAS MEDIANTE EL EJERCICIO QUE SIGUE LOS EFECTOS DE APLICAR LAS POLÍTICAS DE TARIFAS QUE IMPLICA

LA FÓRMULA [8] DEL SEGUNDO INFORME. A LA VEZ SIRVE COMO HOJA PARA HACER SIMULACIÓN Y DISCUTIR ESCENARIOS

EN EL EJEMPLO QUE APARECE AQUÍ SE ILUSTRAS EL CASO DE UNA ZONA CON USUARIOS QUE PERTENECEN A UNA DE DOS CATEGORÍAS. LA BASE TEMPORAL PARA ESTE EJEMPLO SE ASUME IGUAL A UN AÑO

LA ESTRATEGIA DE CÓMPUTO CONSISTE EN HACER QUE LA PARTE FIJA DE LA TARIFA

COMPENSE EXACTAMENTE LOS COSTOS FIJOS TOTALES PRESUNTIVOS Y QUE LA PARTE VARIABLE DE LA TARIFA COMPENSE EXACTAMENTE LOS COSTOS VARIABLES ESPERADOS.

TOTAL USUARIOS 100.000 facturas  
TOTAL CONSUMO 1.000.000.000 kW-h/año

LA PARTE FIJA COMPENSA LOS FIJOS: EL PRIMER PARÉNTESIS DE LA FÓRMULA [8] SE PONE = 0.

		$(1 - h)c_0 + i_0$		TOTAL COSTO ANUAL				
costo fijo prorrateado =		\$ 100.000		\$ 10.000.000.000				
i	1 - e <sub>i</sub>	n <sub>i</sub> / n	s <sub>i</sub>	$((1 - e_i)s_i - ((1 - h)c_0 + i_0))(n_i / n)$	(1 - e <sub>i</sub> )s <sub>i</sub> (n <sub>i</sub> / n)	CARGA NORMATIVA	CARGA	
Categoría	tasa recaudo	usuarios	tarifa fija anual (\$/usuario/año)	CONTRIBUCIÓN	FACTOR			
A	0,65	0,3	\$ 30.769,23	-24000,00	\$ 6.000,00	6%	6,00%	
B	0,70	0,4	\$ 35.714,29	-30000,00	\$ 10.000,00	10%	10,00%	
C	0,85	0,2	\$ 205.882,35	15000,00	\$ 35.000,00	35%	35,00%	
D	0,90	0,1	\$ 544.444,44	39000,00	\$ 49.000,00	49%	49,00%	
				0,00	\$ 100.000,00			

PARTE VARIABLE COMPENSA LOS VARIABLES: EL SEGUNDO PARÉNTESIS DE LA FÓRMULA [8] SE PONE = 0.

		$(1 - h)(g + t)/(1 - k)$						
costo variable =		\$ 15,00 \$/kW-h						
i	1 - e <sub>i</sub>	x <sub>i</sub> / x	p <sub>i</sub>			CARGA NORMATIVA	CARGA	
Categoría	tasa recaudo	demanda	tarifa variable (\$/kW-h)	CONTRIBUCIÓN	FACTOR			
A	0,65	0,15	\$ 9,23	-\$ 1,35	\$ 0,90	6%	6,00%	
B	0,70	0,20	\$ 10,71	-\$ 1,50	\$ 1,50	10%	10,00%	
C	0,85	0,30	\$ 20,59	\$ 0,75	\$ 5,25	35%	35,00%	
D	0,90	0,35	\$ 23,33	\$ 2,10	\$ 7,35	49%	49,00%	
				0,00	15,00			

### RESULTADO EN TÉRMINOS DE FACTURAS MENSUALES

Categoría	Cuenta/mes
A	\$ 6.410,26
B	\$ 7.440,48
C	\$ 42.892,16
D	\$ 113.425,93

### NOTA

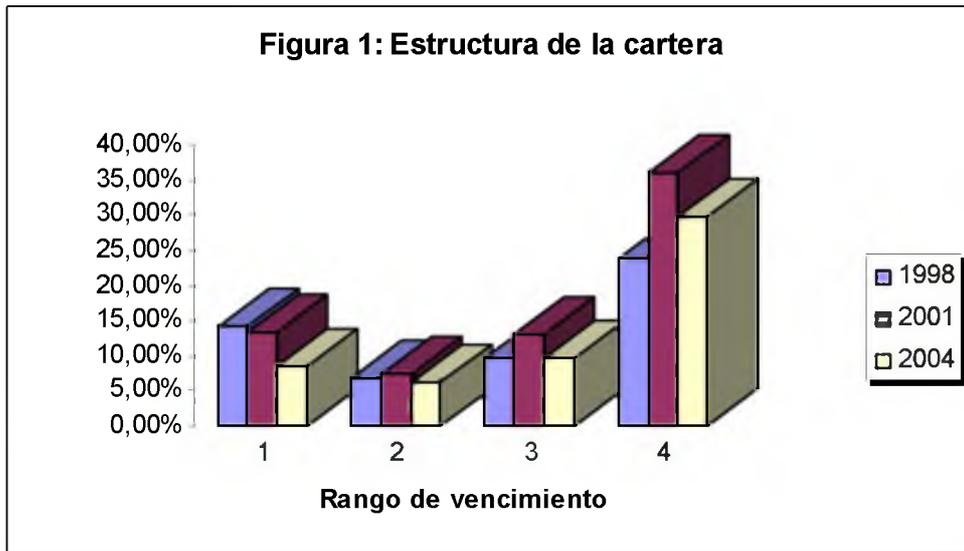
#### CARGA NORMATIVA:

Distribución del costo fijo y el variable entre las distintas categorías, según criterios político económicos

## Apéndice F

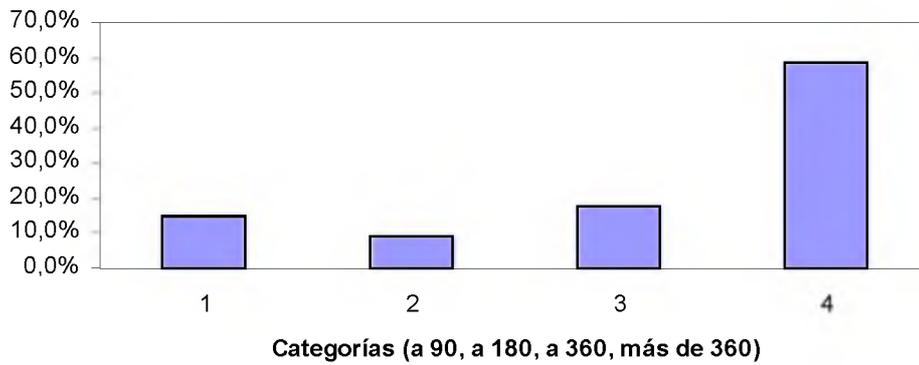
EMPRESA	1A	1B	1C	2A	2B	3A	3B	4	5	6
EPM	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
CODENSA	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
NORTE SANTANDER	B	X	B	A	B	A	B	A	A	B
BOYACA	X	B	X	A	B	X	X	A	A	B
NARIÑO	B	X	X	A	B	X	B	A	A	B
ELECTROCOSTA/CARIBE	A	B	A	A	A	A	B	A	A	A
EMCALI-EICE	A	B	B	A	B	B	B	A	A	B
CHOCÓ	X	X	X	X	X	X	X	X	X	B
CAQUETÁ	X	X	X	X	X	X	X	X	X	B
HUILA	X	X	X	X	X	X	X	X	X	B
META	X	X	X	X	X	X	X	X	X	B
CUNDINAMARCA	X	X	X	X	X	X	X	X	X	B
ELECTRIFICADORA S/DER	X	X	X	X	X	X	X	X	X	A

## FIGURAS

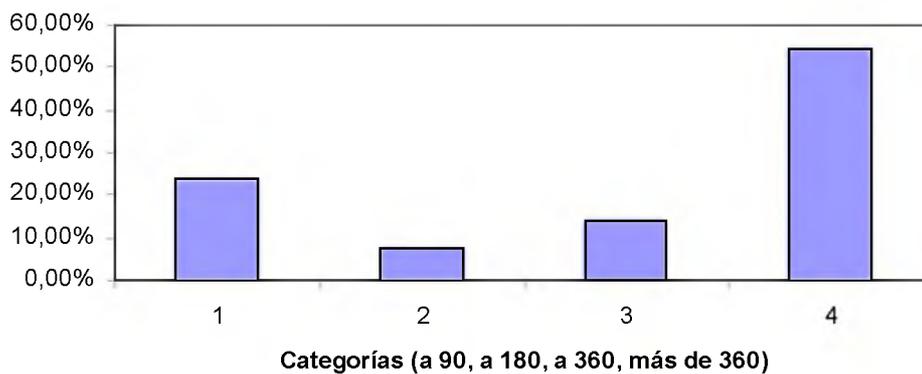


En esta gráfica se aprecia la estructura en “J” que caracteriza la estructura de la cartera para todos los años. En la gráfica se muestran las estructuras para los años 1998, 2001 y 2004. La separación a intervalos de tres años permite apreciar su estabilidad con más facilidad. Las columnas se definen como la proporción de las cuentas vencidas dentro de cada rango sobre la cartera total (= no vencida + vencida).

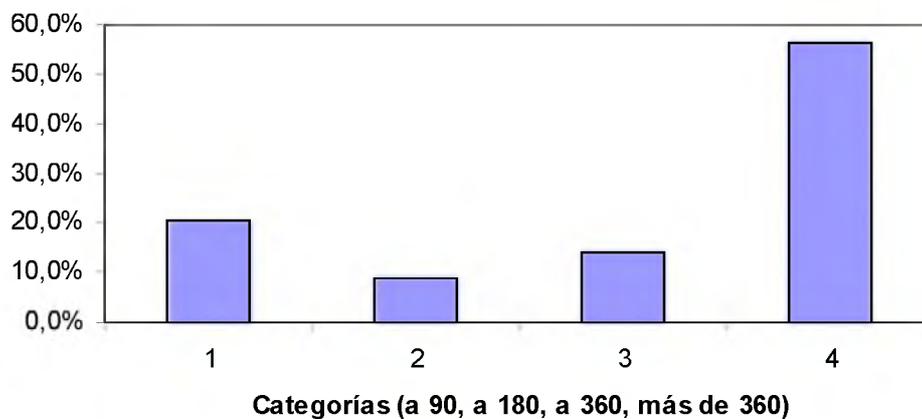
**Figura 2a: Perfil de cartera vencida  
Estratos hasta el 3 - 2004**

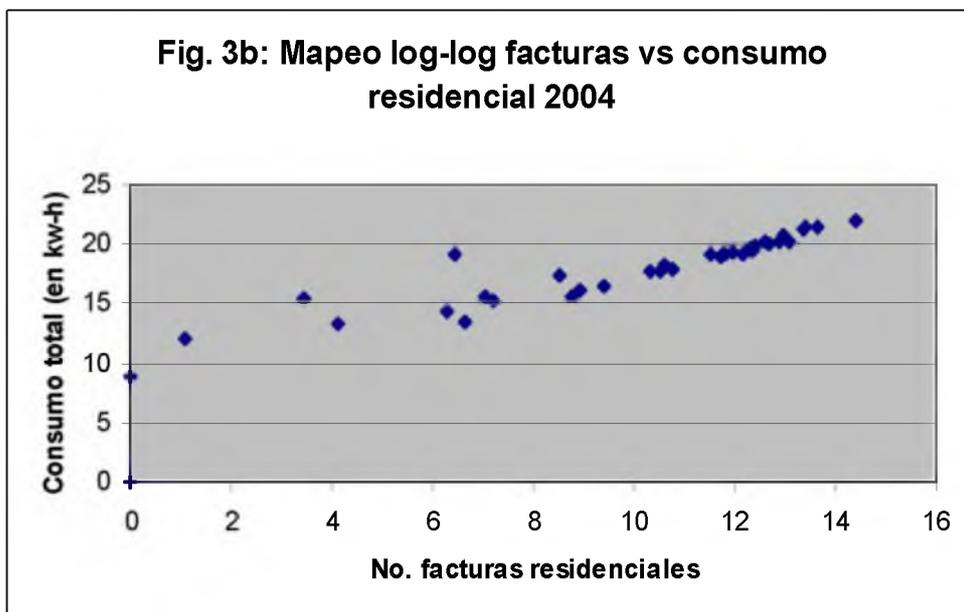
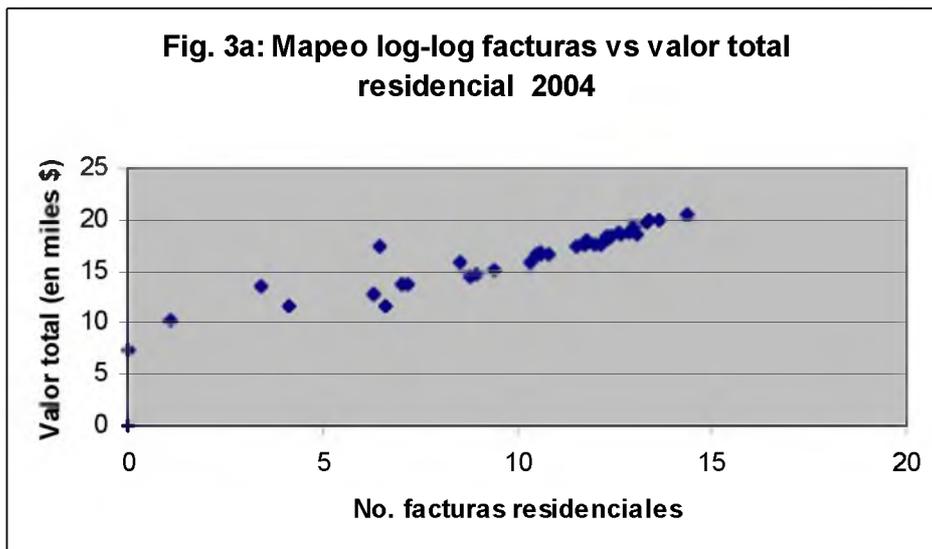


**Figura 2b: Perfil cartera vencida  
Estratos 4,5,6 - 2004**

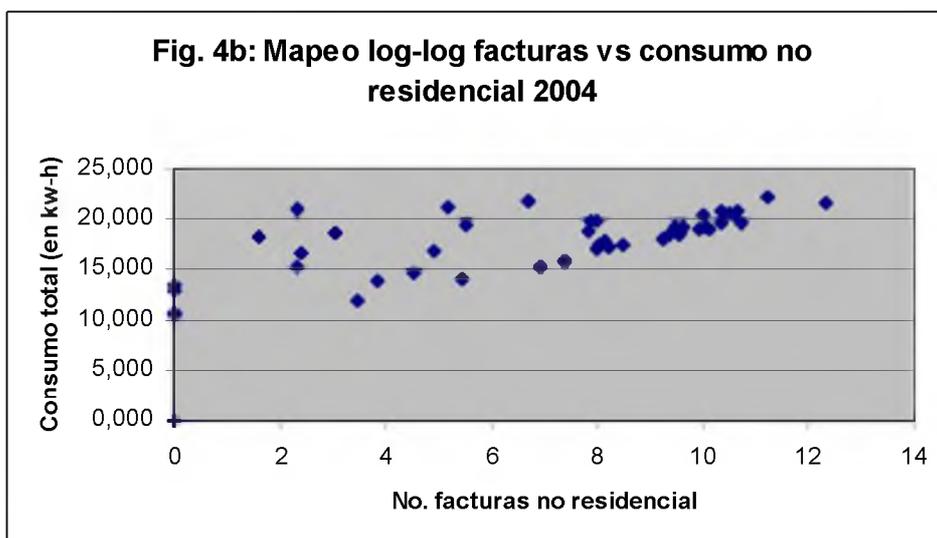
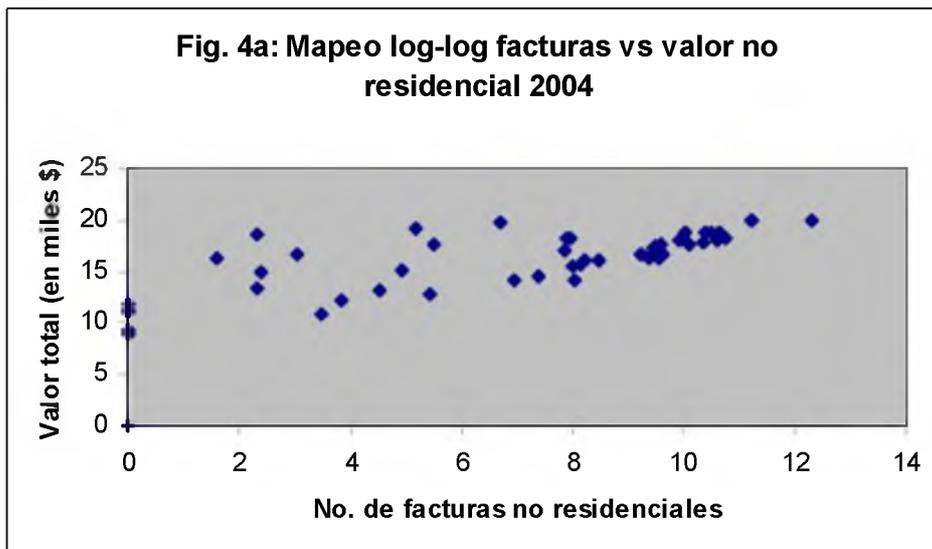


**Figura 2c: Perfil de cartera vencida industrial 2004**



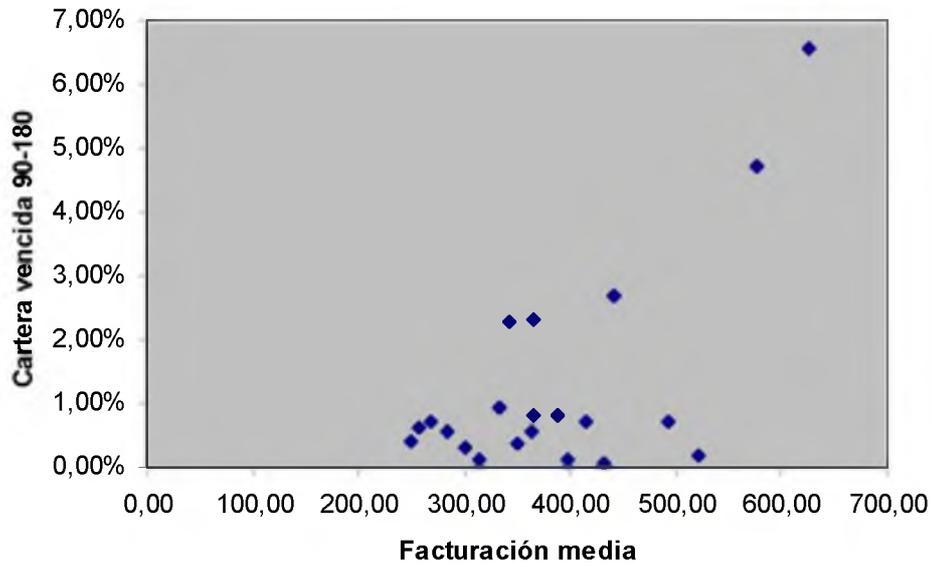


En el caso del comportamiento de la facturación residencial se aprecia un cambio de régimen cuando el número de facturas supera aproximadamente los 1000 abonados. Tanto el gráfico correspondiente al total facturado, como el del consumo muestran comportamientos muy parecidos. La tendencia más allá de ese punto aceptaría un modelo lineal en los logaritmos de las variables. Estas características, sin embargo, son sensibles en sus detalles a las contingencias económicas específicas de cada año.

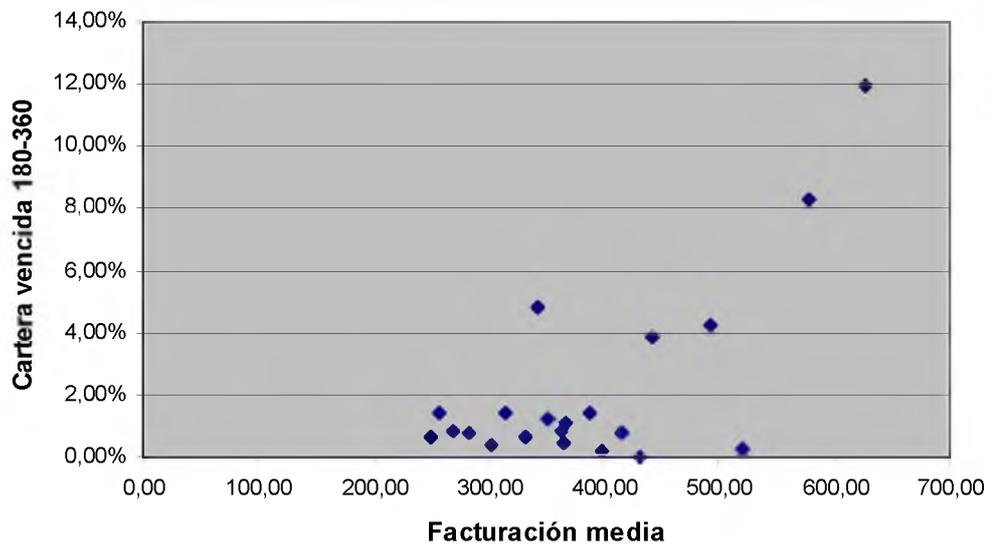


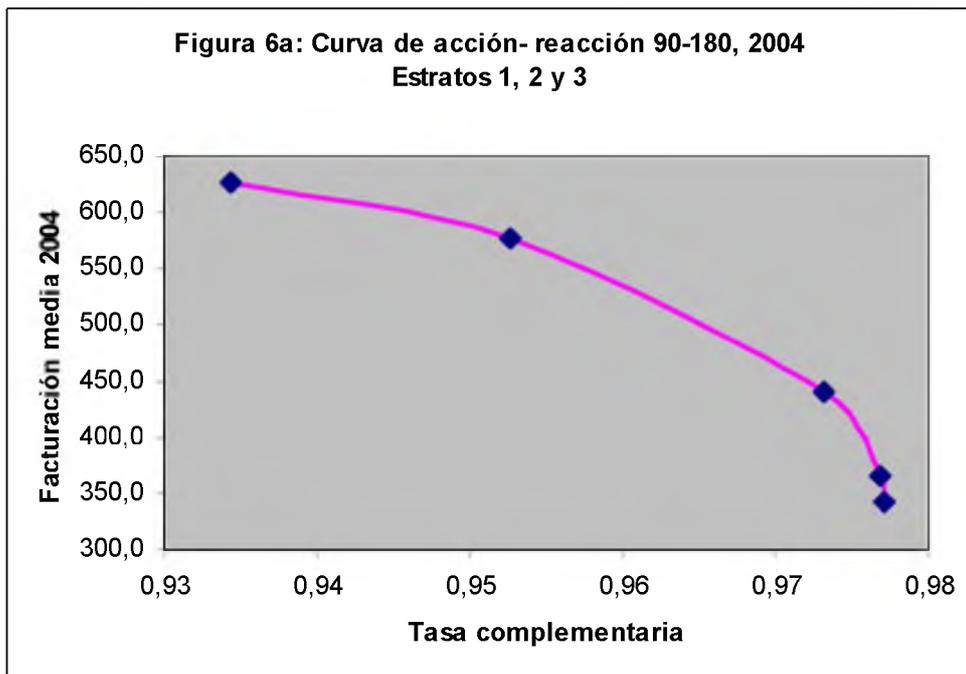
Estas figuras muestran similitudes con el caso de la facturación residencial, en particular el cambio de régimen de heteroscedasticidad, en este caso el cambio se presenta cuando el número de abonados llega a 3000, aproximadamente. Sin embargo, en el caso de los no residenciales no hay un patrón claro que indique que sea práctico hacer modelos de regresión. Parecería que la correlación entre las dos variables es esencialmente nula.

**Figura 5a: Cartera 90-180 vs. Facturación media 2004  
Estratos 1, 2 y 3**

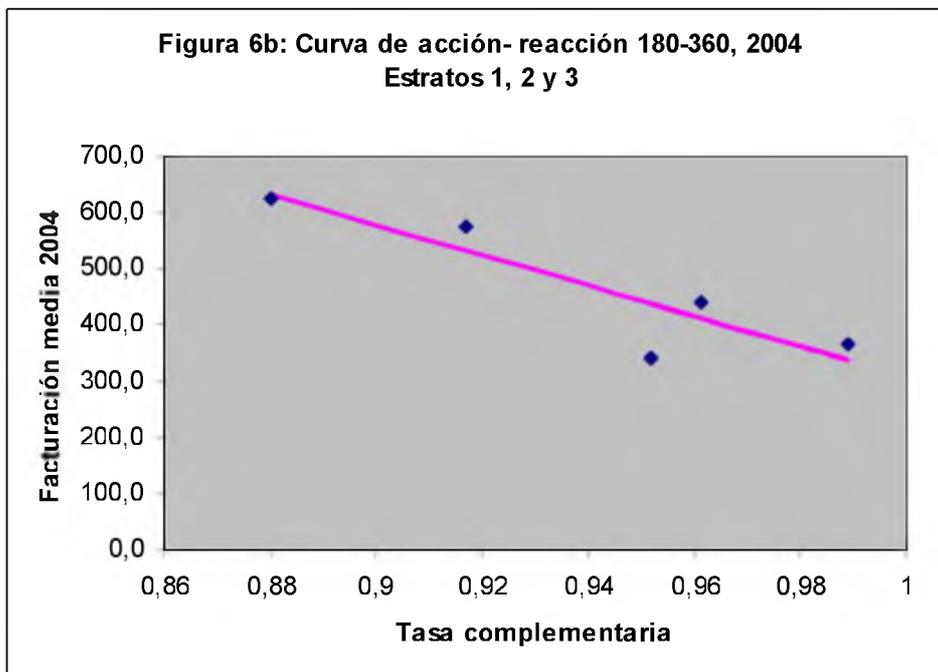


**Figura 5b: Cartera 180-360 vs. Facturación media 2004  
Estratos 1, 2 y 3**

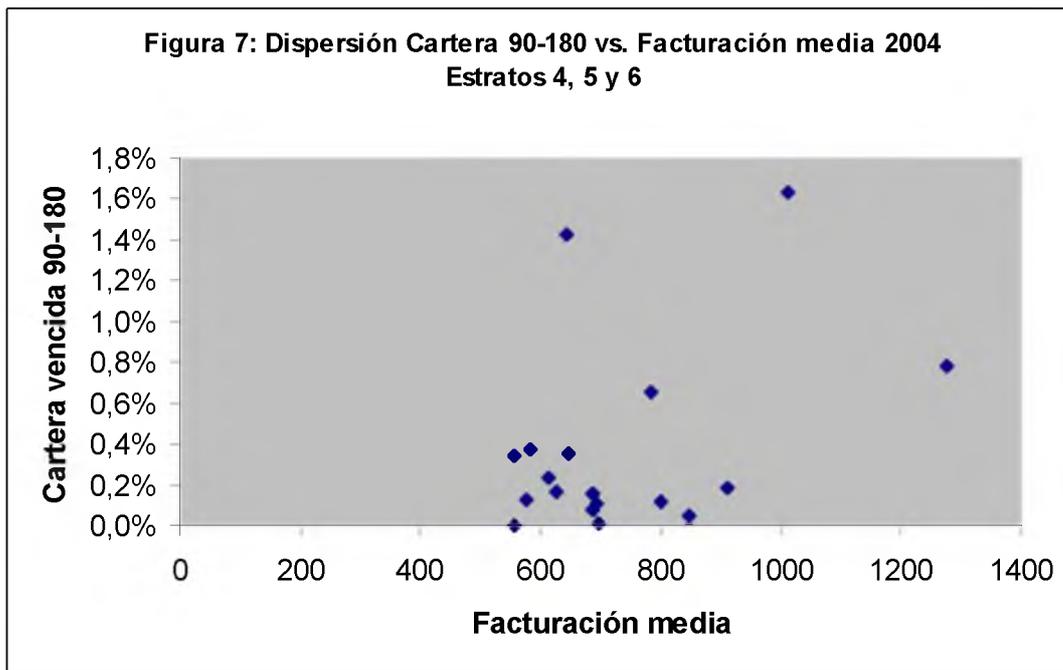




En orden creciente del eje horizontal:  
 Electrificadora del Caribe S.A. E.S.P., Electrificadora de la Costa atlántica S.A. E.S.P., Empresa de Energía de Arauca E.S.P., Compañía Energética del Tolima S.A. E.S.P. y Centrales Eléctricas de Nariño S.A. E.S.P.



Se puede apreciar que el efecto persiste en dos categorías consecutivas de vencimientos, dentro del mismo año de facturación. Esto hace muy improbable que el efecto de condición de equilibrio observado en la Figura 6a sea producto del azar. La persistencia de esa condición de equilibrio da cierto fundamento a la hipótesis de que la principal causa de lo que se observa es el establecimiento de un estado de “competencia cuasi-perfecta” entre el negocio de comercialización legal y la actividad de conexiones ilegales.



En esta gráfica se aprecia que la separación en al menos dos grupos persiste para los estratos más altos. Sin embargo, no hay un patrón regular discernible en el comportamiento del grupo de arriba, a diferencia de lo que ocurre con los estratos más bajos. Esto es evidencia de que en los estratos más altos, el negocio de sustitución por conexión ilegal no tiene el mismo grado de generalidad que lo convierta en un competidor “paralelo” casi perfecto del negocio legal.