Modelo de optimización para definir subsidios intrínsecos en distribución eléctrica

Optimization model to define intrinsic subsidies in electric distribution

Gustavo Schweickardt[a*]

Recibido: febrero 26 de 2014
Recibido con revisión: abril 2 de 2014
Aceptado: abril 2 de 2014

[a*]Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Concepción del Uruguay,
Ing. Pereira 676 - 3260,
Concepción del Uruguay, Argentina
Tel.: +(54) 3442 423898
gustavoschweickardt@conicet.gov.arg

Energética 43, junio (2014), pp. 79-90

ISSN 0120-9833 (impreso)
ISSN 2357 - 612X (en línea)
www.revistas.unal.edu.co/energetica

RESUMEN

En el presente trabajo se desarrolla un modelo de optimización para identificar subsidios intrínsecos entre grupos de usuarios que exhiben características de consumo y distributivas diferentes, definiendo su costo de acceso a las redes de distribución eléctrica. Las características de consumo son traducidas por la elasticidad demanda-precio del servicio de acceso a redes. Las características distributivas se presentan desde un desarrollo auxiliar al modelo, que conduce a una variante de los denominados precios Ramsey, incorporando en su estructura un parámetro que traduce el impacto distributivo. La solución es tomada de forma indicativa para plantear el apartamiento "óptimo" del vector de precios en cada segmento del mercado residencial, respecto del costo propio de distribución (CPD). Al contrario de lo adoptado en la práctica regulatoria, un CPD constante, el modelo propuesto arrojará un Vector CPD, cuyos componentes difieren en los segmentos identificados, permitiendo subsidios entre los mismos atendiendo a las características mencionadas.

PALABRAS CLAVE

Optimización; distribución eléctrica; peajes; impacto distributivo; costo propio de distribución.

ABSTRACT

In this work a new optimization model to determine intrinsic subsidies to assign different network access prices in an electric distribution system (eds), to obtain access tariff for residential consumers, including distributive equity considerations, is presented. The optimization is based in an alternative approach of the Ramsey pricing, but the basic expression finally obtained is used only as indicative application in the model. Beside the demand-price elasticity, the distributive characteristics are introduced by mean of and distributive impact parameter, defined in the model construction. in the regulatory practice, for each eds the distribution cost (dc) is constant. From the model proposed, each segment of consumers that can be defined by its demand and distributive characteristics, results in a different dc. for this reason, the proposed approach has the capacity to define intrinsic subsidies between the segments of residential consumers that can be identified depending on structure of EDS in study.

KEYWORDS

Optimization; electric distribution system; network access prices; distributive impact; distribution Cost.

Energética 43 junio (2014), pp. 79-90

1. INTRODUCCIÓN

La formulación del problema de asignación de los costos de distribución eléctrica para establecer precios de acceso al sistema de redes correspondiente, desde el marco económico propiciado por el Paradigma Marginalista, hasta hoy dominante, constituye, operacionalmente, un problema cuya solución se aparta por completo de sus resultados teóricos, a efectos de ser posible su implementación. A partir de la búsqueda de soluciones de primero y segundo mejor, la metodología solidaria, apelando a modelos de optimización clásica, resulta en un precio óptimo de acceso. Este intenta valorizar el costo de oportunidad que el distribuidor-monopolista enfrenta, al permitir que un nuevo agente compita con él en la utilización del sistema de redes, considerado éste un *insumo esencial*. El competidor representa, en los actuales mercados abiertos a la competencia en el segmento de distribución, la figura de un *comercializador especializado* o *no natural*. Tal denominación es acuñada, históricamente, considerando los esquemas que integran verticalmente la cadena de producción eléctrica, en los cuales el monopolista (el Estado, generalmente) oferta tanto el servicio de red como de venta de energía de un modo *natural*. El nuevo agente *comercializador* compra *acceso a las redes del distribuidor como insumo*. Dicho de otro modo, son separados los servicios de distribución o venta de capacidad (Potencia instalada), otrora función específica del monopolista, y servicio de venta de energía, actualmente función tanto del monopolista, en un rol de *comercializador natural* (con separación contable de la prestación del servicio de redes), y de cualquier otro agente que desee competir en el mercado, en carácter de *comercializador especializado*.

Reconocida tal separación de servicios, se habla, entonces, de *precio de acceso*, puesto que las concepciones marginalistas que tratan este problema, suponen un agente que compite con el monopolista propietario del sistema de redes por el uso del mismo, para llegar a cierto segmento de mercado no regulado, con libertad de pactar con cualquier agente del mercado mayorista o minorista su compra de energía. En este marco, desde la literatura especializada [Schweickardt & Pistonesi, 2007] son propuestos, entre otros, diferentes enfoques a partir de la solución analítica primaria, referida como Solución de Precios Ramsey.

El presente trabajo está organizado como sigue: en la **Sección I** correspondiente al **desarrollo**, se discuten, en primer término, los lineamientos para la aplicación del Principio del Costo Marginal a la determinación de precios de eficiencia. Se describen los efectos de la introducción regulatoria en un monopolio (de redes, en este caso) y las soluciones de primero y segundo mejor que arroja el modelo de optimización clásico. Se aporta un desarrollo que sigue el Modelo Ramsey, pero intentado evidenciar en él un aspecto no reconocido en su expresión, relacionado con las consideraciones de equidad distributiva de los usuarios, aquí referidas como *características distributivas*. Luego, desde los resultados de tal desarrollo, orientado específicamente al servicio de distribución eléctrica, se plantea la utilidad de la regla de apartamiento del vector de precios respecto del costo de distribución, como una forma indicativa para asignar la responsabilidad en tal costo, que tienen diferentes segmentos identificados, por caso, en el sector de consumo Residencial. En la **Sección II**, a partir de estos elementos, es propuesto el Modelo de Subsidios Intrínsecos en los costos de acceso por segmento, los cuales son directamente trasladables a la estructura tarifaria del sector. Luego, en la **Sección III**, se presenta una simulación con datos reales, que pone en evidencia el aporte y utilidad del Modelo, respetando las características de demanda y distributivas que cada segmento de usuarios tipificados como residenciales exhibe. Finalmente, son presentadas las conclusiones del trabajo.

2. DESARROLLO

2.1 Sección I: El principio del costo marginal aplicado a la determinación de precios de eficiencia

2.1.1 Efectos de la intervención regulatoria

El Principio del Costo Marginal aplicado a la determinación de precios de eficiencia, se deriva de las condiciones de primer orden que sirven a la determinación del Óptimo de Pareto.

De un modo general, recurriendo a la teoría económica de la regulación [Spulber, 1989], el problema que debe abordarse responde a la regulación de precios en presencia de un monopolio natural, conforme la óptica de la denominada economía del bienestar.

El marco teórico de referencia para este problema, supone un monopolio uniproducto que se encuentra inmerso en un contexto donde todos los mercados de bienes y factores responden, funcionalmente, a un modelo de competencia perfecta. La teoría del óptimo paretiano, afirma que cualquier acción regulatoria cuyo objetivo implique la eficiencia asignativa en los recursos, debería inducir a que el precio de venta del bien o servicio ofertado por el monopolista, sea fijado al nivel de su costo marginal de producción.

Esta situación implica que el valor de la productividad marginal de cada recurso se iguale con su precio de mercado, constituyendo las condiciones de primer orden para la eficiencia asignativa en dicho óptimo.

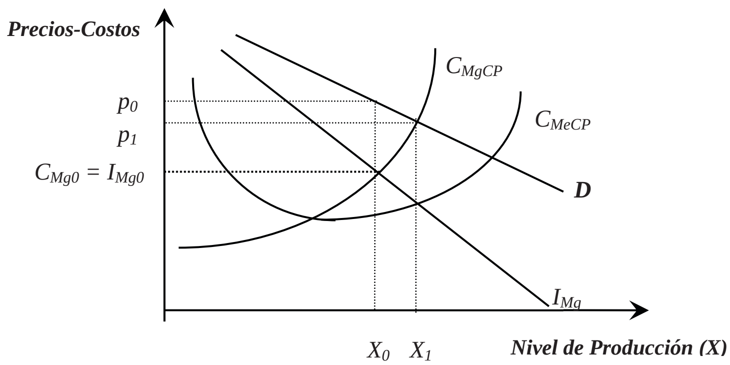
Por otra parte, la teoría del monopolio indica que la conducta óptima del monopolista implicaría maximizar su beneficio, estableciendo un nivel de producción tal que el costo marginal se iguale con el ingreso marginal. En esta situación, si tal nivel resultase X_0, y CMg_0 e IMg_0 fuesen, respectivamente, el costo e ingreso marginal y p_0 el precio de mercado del bien o servicio, se cumplirá que:

$$CM_{g0} = IM_{g0} < p_0 \quad (1)$$

Bajo estas consideraciones, el precio de mercado del bien o servicio no reflejaría su costo marginal de oportunidad, permitiendo al monopolista la apropiación de las denominadas *cuasirentas monopólicas.*

En la Figura 1., se puede apreciar el efecto de la intervención regulatoria según el marco teórico de referencia adoptado. La situación es analizada, en primer término, para el *corto plazo*.

Figura 1. Optimización de la Conducta de un Monopolista e Intervención Regulatoria en el Corto Plazo.



Fuente. Elaboración propia.

Tal intervención implicaría fijar el precio de mercado al nivel $p_1 < p_0$, conforme un nivel de producción $X_1 > X_0$. Se observa, por efecto de la disminución de precio, una disminución de las cuasirentas apropiadas por el monopolista, así como un beneficio hacia los consumidores originado por el mayor nivel de oferta, $X_1 > X_0$.

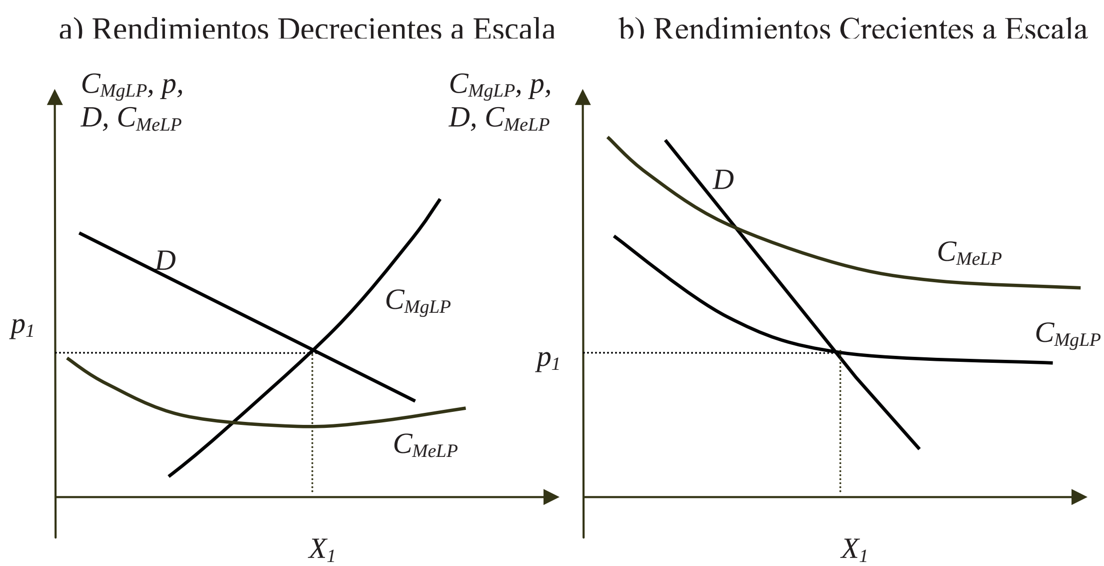
En consecuencia, la intervención regulatoria permitiría restituir las condiciones necesarias en la eficiencia asignativa, lo que redundaría en una mejora del bienestar social, asumiendo que el mercado en estudio es el único que se aparta del comportamiento paretiano (según el contexto definido para el problema).

Sin embargo, al tratar la cuestión en el *largo plazo*, la regulación del precio sobre la base estricta del costo marginal, puede o bien ser indeseable desde la perspectiva del bienestar social, o bien resultar insostenible desde la perspectiva del monopolista. Esta situación se analiza seguidamente, auxiliándose en las gráficas (a) y (b) que se presentan en la Figura 2.

Como se observa en la gráfica (a), ante la hipótesis de Rendimientos Decrecientes a Escala en la función de costos del monopolista, la disposición a pagar de los consumidores por el bien o servicio *X*, resulta mayor que los niveles de costo medio, dentro del alcance temporal relevante para el análisis. De modo que la fijación del precio al nivel del costo marginal, implicaría que el monopolista estaría apropiándose de parte del excedente del consumidor.

Por otra parte, en el caso de predominio de Rendimientos Crecientes a Escala, gráfica (b), la aplicación de este criterio regulatorio conduciría a que el monopolista incurra en un déficit financiero, pues la venta de su producción al precio fijado no le permitiría recuperar la totalidad de sus costos. Dicho de otra manera, en tal situación, la tarificación marginalista implicaría violar una restricción financiera de la empresa.

Figura 2. Inconvenientes de la Intervención Regulatoria en el Largo Plazo.



Fuente. Elaboración propia

Energética 43 junio (2014), pp. 79-90

La presencia de rendimientos crecientes a escala, constituye la condición suficiente para la existencia de un monopolio natural. Es, por otro lado, la situación más frecuente en ciertos eslabones de las cadenas energéticas, como el caso específico de la distribución eléctrica, particularmente en los segmentos de mercado caracterizados por una densidad (número de usuarios) tipificada como urbana o suburbana/sector residencial.

2.1.2 El Apartamiento óptimo de la solución paretiana. Solución de segundo mejor.

2.1.2.1 La Solución de Ramsey-Boiteux

La conocida regla de Ramsey-Boiteaux, o de apartamiento del precio del bien o servicio *X*, respecto de su costo marginal, que expresa el apartamiento óptimo del óptimo primero, o *solución de segundo mejor*, tal como fue referida en el epígrafe anterior, tiene como expresión:

$$((p_X - CM_{gX})/p_X) = (1/\varepsilon_X)(1 - 1/\lambda) \qquad (2)$$

Siendo ε_X la elasticidad demanda-precio del bien o servicio *X*, y λ una constante que representa el costo de oportunidad de los fondos públicos transferidos al monopolista. Tales parámetros serán adecuadamente introducidos en los desarrollos siguientes. Lo que se quiere establecer al mencionar formalmente esta regla de fijación de precios, es que el apartamiento del precio respecto del costo marginal para el bien o servicio *X*, resulta inversamente proporcional a la elasticidad demanda- precio del bien o servicio *X*. Tal elasticidad, representa la reacción en la variación de su consumo (demanda) ante los cambios de precio que sufre el bien/servicio *X*: si la reacción es de indiferencia, ante cambios de precios importantes, no se producirán variaciones de consumo importantes. A un consumidor de tales características, se le conferirá una *demanda inelástica*; por el contrario, si los cambios de demanda fuesen, ante tales variaciones de precio, también importantes, se hablará de una *demanda elástica*. De modo que será cargado con un mayor precio, en relación al costo marginal de producción en el bien/servicio X, aquel consumidor (o segmento de consumidores) que exhiba una demanda más *inelástica*, respecto del que exhiba una demanda más *elástica*.

Para desarrollar el Modelo que pretende aportarse en el presente trabajo, se analizarán las condiciones del problema de optimización que conduce a tal regla, pero deteniéndose en algunos aspectos no considerados, a los efectos de poner de manifiesto su *carácter regresivo*, y desde allí, proponer un enfoque diferente, a partir de los mismos instrumentos metodológicos, basándose en [Schweickardt, 2003].

2.1.2.2 Desarrollo de la solución de ramsey-boiteux considerando impactos distributivos

Si se admite la situación donde la función de costos del monopolista exhibe Rendimientos Crecientes a Escala, se requiere de un apartamiento de la regla regulatoria basada en la optimalidad de Pareto. De modo que el problema a tratar es cómo definir apartamientos óptimos del costo marginal, al fijar el precio del bien o servicio ofertado por el monopolista. Al no ser posible la aplicación de la solución paretiana, u *óptimo primero*, debe buscarse un *óptimo segundo*. Por ello la denominación de *segundo mejor*, refiriendo un *apartamiento óptimo del óptimo primero*.

Existe un amplio tratamiento del tema, en el marco de la denominada Economía del Bienestar [Boiteux, 1956; Baumol & Bradfor, 1970]. El objetivo de este apartado, es brindar una descripción simplificada para evidenciar los inconvenientes que una solución de esta naturaleza implica.

Sea *X*, tal como se indicó en las gráficas anteriores, la cantidad de el bien o servicio (se utilizarán ambos términos indistintamente) que produce el monopolio. Admítase, adicionalmente, el conjunto de hipótesis siguiente:

- **a.** Las *elasticidades - precio cruzadas de la demanda* de este bien, son nulas (este concepto refiere, de existir más de un bien ofertado, 1 y 2, los cambios en demanda de 1 al modificar el precio de 2, y recíprocamente);
- **b.** El bien no admite reventa entre consumidores;
- **c.** Los consumidores de ese bien, cuyas Funciones de Utilidad son conocidas, *han optimizado su comportamiento*. Esto implica que se ha resuelto el siguiente problema de optimización (3):

$$Max\ \{ U_k = U_k (X_k, Z^1{}_k, Z^2{}_k \ldots , Z^n{}_k) \} \qquad (3\text{-A})$$

$$En\ \{X_k, Z^1{}_k, Z^2{}_k \ldots , Z^n{}_k\} \qquad (3\text{-B})$$

Sujeto a:

$$\{p_X X_k + p_1 Z^1{}_k + \ldots p_n Z^n{}_k = Y_k \},\ i\ en\ (1..n) \qquad (3\text{-C})$$

Siendo:
U_k: Función de Utilidad del consumidor *k*.
$Z^i{}_k$: cantidad del bien/servicio Z^i que consume el consumidor *k*, en la canasta de n bienes y servicios.
p_i: precio del bien Z^i.
X_k: cantidad del bien/servicio producido por el monopolista y consumido por el consumidor *k*, y cuyo mercado se analiza.
p_X: precio del bien producido por el monopolista.
Y_k: Ingreso del consumidor *k*.

Una vez resuelto el problema expresado por (3), en el óptimo y para cada consumidor, tanto X_k como las cantidades de los otros bienes $Z^i{}_k$, quedan en función de sus precios y del ingreso. De modo que vale la expresión:

$$U^{OPT}{}_K = U_K (P_X, P_1, P_2 \ldots , P_N, Y_K) \qquad (4)$$

Desde este problema de maximización, al plantear la Función de Lagrange, L:

$$L = U_k(p_X, p_1, p_3 \ldots, p_n, Y_k) - \eta\, (p_X X_k + p_1 Z^1{}_k + P_2 Z^2{}_k + \ldots + p_n Z^n{}_k - Y_k) \quad (5)$$

Se deduce que:

$$(\partial L/\partial_{pX}) = \partial U_k/\partial_{pX} - \eta X_k = 0 \quad (6)$$

y

$$\partial L/\partial Y_k = \partial U_K/\partial Y_k + \eta = 0 \quad (7)$$

Expresiones que conducen a:

$$\partial U_k/\partial_{pX} = -X_k\, (\partial U_k/\partial Y_k) \quad (8)$$

Puesto que la $U^{opt}{}_k$ queda expresada en términos de p_X, incógnita a determinar, la optimización planteada en (3) ha sido resuelta paramétricamente respecto de tal incógnita.

Bajo estos supuestos puede, entonces, ser planteado el problema para la búsqueda del apartamiento óptimo del costo marginal de producción/prestación, al definir el precio p_X.

Si se considera la *Función de Bienestar Social*, la cual expresa la importancia de los diferentes miembros de la sociedad (consumidores) para el regulador, la misma quedará definida en términos de cada función de utilidad correspondiente a los m consumidores que integran el conjunto considerado. Esto es:

$$W = W\, (U_1, U_2, \ldots, U_m) \quad (9)$$

Se supone que cada $U_k \equiv U^{opt}{}_k$, k en $(1..m)$, ya que existe una escala de preferencias en los hábitos de consumo de cada consumidor k, resultado de la optimización (3).

Formulada la Función de Bienestar Social, el problema debe enfocarse sobre la *maximización del beneficio social*, en términos del precio del bien monopólico p_X, *sujeta a una restricción financiera.* La misma vendrá impuesta por la transferencia de fondos públicos auspiciada por el regulador, requerida para que el monopolista no incurra en un déficit financiero en el largo plazo, en presencia de Rendimientos Crecientes a Escala (Figura 2 (b)). Formalmente se tiene el programa matemático (10):

$$Max\ \{ W = W\, (U_1, U_2, \ldots, U_m) \} \quad (10\text{-}A)$$

$$En\ \{pX\} \quad (10\text{-}B)$$

Sujeto a:

$$X\ p_X - C(X) + FP = 0 \quad (10\text{-}C)$$

Siendo:
W: Función de Bienestar Social.
X: cantidad del bien/servicio demandada al monopolista.
p_X: precio del bien correspondiente al nivel de oferta X.
$C(X)$: costo total de producción.
FP: fondos públicos transferidos – cantidad mayor o igual a cero, según el ingreso del monopolista sea inferior o iguale a su costo total de producción.

Entonces, partiendo de la Función de Lagrange, se tiene:

$$L(p_X, \lambda) = W(U_1, U_2, \ldots\ldots, U_m) + \lambda\, (X p_X - C(X) + FP) \quad (11)$$

Donde todas las U_k y X dependen de p_X.

Las condiciones necesarias de óptimo serán:

$$\partial L/\partial p_X = \Sigma_k\, ((\partial W/\partial U_k)\, (\partial U_k/\partial p_X) + \lambda\, \{X + p_X\, (\partial X/\partial pX) - (\partial C(X)/\partial X)\, (\partial X/\partial p_X)\} = 0 \quad (12)$$

y:

$$\partial L/\partial \lambda = (X\, p_X - C(X) + FP) = 0 \quad (13)$$

Si se sustituye la expresión (8) en la (12), extrayendo factor común X, se obtiene:

$$\Sigma_k\ (-1)\, (X_k\, (\partial W/\partial U_k)\, (\partial U_k/\partial Y_k)) + \lambda\, X\, \{1 + (\partial X/\partial p_X)\, (p_X/X) - (\partial C(X)/\partial X)\, (1/px)\, (\partial X/\partial p_X)\, (p_X/X)\} = 0 \quad (14)$$

Llamando:

$$Wk = (\partial W/\partial Uk) \quad (15)$$

$$\phi k = (\partial Uk/\partial Yk) \quad (16)$$

$$\varepsilon X = -(\partial X/\partial pX)(pX/X) \quad (17)$$

Considerando que, por definición:

$$\partial C(X)/\partial X = CMg_X \quad (18)$$

Y reordenando términos, se obtiene:

$$1 - (1/\lambda)\, \Sigma_k\, (X_k/X)\, W_k\, \phi k = \varepsilon_X\, (1 - (CMg_X/p_X)) \quad (19)$$

Por último, llamando:

$$R_X = \Sigma_k\, (X_k/X)\, W_k\, \phi_k \quad (20)$$

Se obtiene la expresión final:

$$(p_X - CMg_X)/p_X = (1/\varepsilon_X)\, (1 - (R_X/\lambda)) \quad (21)$$

Expresión que define *el apartamiento óptimo del precio p_X respecto del costo marginal* de producción/prestación del bien/servicio considerado.

Si en (21), se fuerza a que $R_X = 1$, se tiene la expresión anticipada en (2), y que se repite por comodidad:

Energética 43 junio (2014), pp. 79-90

$((p_X - CMg_X)/p_X) = (1/\varepsilon_X)(1 - 1/\lambda)$ (22)

Expresión conocida en la literatura especializada como Regla de Ramsey-Boiteux. Conceptualmente, (22) debe interpretarse como sigue:

εX *representa la elasticidad demanda-precio* en valor absoluto del bien producido por el monopolista, mientras que el multiplicador de Lagrange λ *expresa el valor de escasez o costo de oportunidad de los fondos públicos transferidos por el estado al monopolista* (a los efectos de cubrir su déficit).
Formalmente:

$\lambda = \partial W^*/\partial FP$ (23)

Donde W^* representa el valor óptimo de W.

De modo que el apartamiento óptimo del precio p_X respecto del costo marginal de producción CMg_X, debe ser inversamente proporcional a la elasticidad demanda-precio, εX considerada en valor absoluto, del bien producido/servicio prestado (pues desde la expresión (17), se observa que $(\partial X/\partial p_X)(p_X/X)$, siempre resulta en un valor negativo).

La interpretación correcta de λ, implica suponer que por cada unidad monetaria de los fondos públicos transferidos, existe un valor adicional σ que expresa su *costo de oportunidad*. Es decir que $\lambda = 1 + \sigma$, *con* $\sigma \geq 0$. Entonces la expresión (22), se transforma en:

$((p_X - CMg_X)/p_X) = (\sigma / (1 + \sigma))(1/\varepsilon_X)$ (24)

Si $\sigma = 0$, entonces no existiría costo de oportunidad para tales fondos públicos (lo que implica $FP = 0$), por lo que el *óptimo segundo* se reduce al *óptimo primero*, siendo $p_X = CMg_X$.

Se observa, entonces, que las expresiones equivalentes de la Regla de Ramsey-Boiteux, (22) y (24), constituyen *un caso particular* de la expresión (21) obtenida mediante los desarrollos aquí presentados, haciendo, como se indicó, $R_X = 1$. Tal condición, amerita un análisis sobre el significado del parámetro R_X, el cual soportará metodológicamente el Modelo propuesto en este trabajo.

2.1.3 Análisis del Impacto Distributivo de la Solución de Ramsey-Boiteux

El parámetro identificado como R_X , expresión (20), requiere de una interpretación conceptual. En tal expresión, considerando que se está determinando p_X y, con ello, que los precios y cantidades de otros bienes están definidos, $W_k = (\partial W/\partial Uk)$ refiere los cambios en la Función de Bienestar Social, respecto de la Utilidad del consumidor k-ésimo. De modo que este parámetro puede interpretarse como una medida de la importancia con la que el Regulador considera al consumidor k-ésimo.

Por otro lado, el parámetro $\phi_k = (\partial U_k/\partial Y_k)$, indicado en (16), recibe el nombre de Utilidad Marginal del Ingreso para el consumidor k-ésimo. Implica *cómo se modifica su utilidad con "la última unidad monetaria adquirida a partir de su ingreso" o bien, alternativamente, qué importancia le asigna el consumidor k-ésimo a la misma.*

Asumiendo una posición en la que el Regulador atribuye a todos los consumidores la misma importancia, entonces se tendría:

$W_k = C \; \forall \; k$ *en* $(1..m)$, con C constante (25)

De modo que, sustituyendo (25) en (20):

$R_X = \Sigma_k (X_k/X) \, C \, \phi_k$ (26)

Por otra parte, el cociente (X_k /X) representa la cantidad relativa del bien X que demanda el consumidor k. Se cumplirá que:

$\Sigma_k (X_k/X) = 1$ (27)

Entonces asúmase la hipótesis de que la función ϕ, Utilidad Marginal del Ingreso, es *decreciente*, hipótesis propiciada por el Paradigma Marginalista; de manera que los consumidores con *menores ingresos* implicarán ϕ_k *más altos* que aquellos correspondientes a los consumidores con *elevados ingresos*. Adicionalmente, respecto de las características del bien/servicio X, pueden presentarse dos situaciones bien diferenciadas:

a) El bien/servicio X abastece predominantemente necesidades básicas.
b) El bien/servicio X es "suntuario" (opuesto a la situación a)).

- Si se presenta la situación a), entonces los consumidores de menores ingresos, (MI), tendrán una demanda relativa (X_{MI}/X) que resultará en una proporción elevada del total, siendo, por lo dicho, sus ϕ_k también elevados.

- Si se presenta la situación b), los consumidores serían predominantemente de elevados ingresos; se tendría, de tal modo, una demanda relativa (X_{MI}/X) que resultaría en una *proporción baja respecto del total*, al igual que los ϕ_k correspondientes a los consumidores de más bajos ingresos.

De modo que $R_{Xa)} > R_{Xb)}$. Así se concluye en la siguiente interpretación:

El parámetro RX traduce las características distributivas del bien/servicio X.

La Regla de Ramsey-Boiteux, supone la condición $RX = 1$, lo cual conduce a la relación (fijadas las cantidades Xk y X, en (20) o en (26)):

$Wk\ \phi_k = 1$, con lo que $W_k = 1/\phi_k$ (28)

A los efectos de que sea posible satisfacer también (27).

Como $W_k = C$, conforme (26), se concluye en lo siguiente:

Para que el Regulador asigne la misma importancia a cualquier consumidor k, la hipótesis implícitamente asumida por esta regla, es que la utilidad marginal del ingreso sea constante para todo k, es decir, la misma para todos los consumidores:

$\phi_k = 1/C = C_1$ (29)

De modo que *si fuese válida la hipótesis primeramente asumida sobre la utilidad marginal del ingreso decreciente, entonces la aplicación de la Regla de Ramsey-Boiteux supondría que el Regulador atribuye una mayor importancia a los consumidores de elevados ingresos (obviamente en detrimento de los consumidores de bajos ingresos*). Tal condición surge de la expresión (28).

Es claro que se aproxima mucho más a la realidad, suponer valores de ϕ_k más elevados para los consumidores de muy bajos ingresos, que suponer $\phi_k = C1$ = Constante, $\forall$ *k* en *(1..m)*. Tal condición, surge de la expresión (29).

Desde esta perspectiva, es posible afirmar que, en cuanto al *impacto distributivo, la Regla de Ramsey-Boiteux exhibe un carácter regresivo.*

Sin embargo, la expresión (21), repetida por comodidad no exhibe tal carácter, en tanto que *no se asuma* $R_X = 1$. Este aspecto constituye el centro del Modelo propuesto en el presente trabajo.

Antes de avanzar en los desarrollos del Modelo de Subsidios Intrínsecos en el Costo de Acceso a Redes de Distribución Eléctrica, procede, para clarificar ideas, plantear un pequeño ejemplo de carácter cualitativo, aplicando (21), a efectos de observar la incidencia del parámetro R_X.

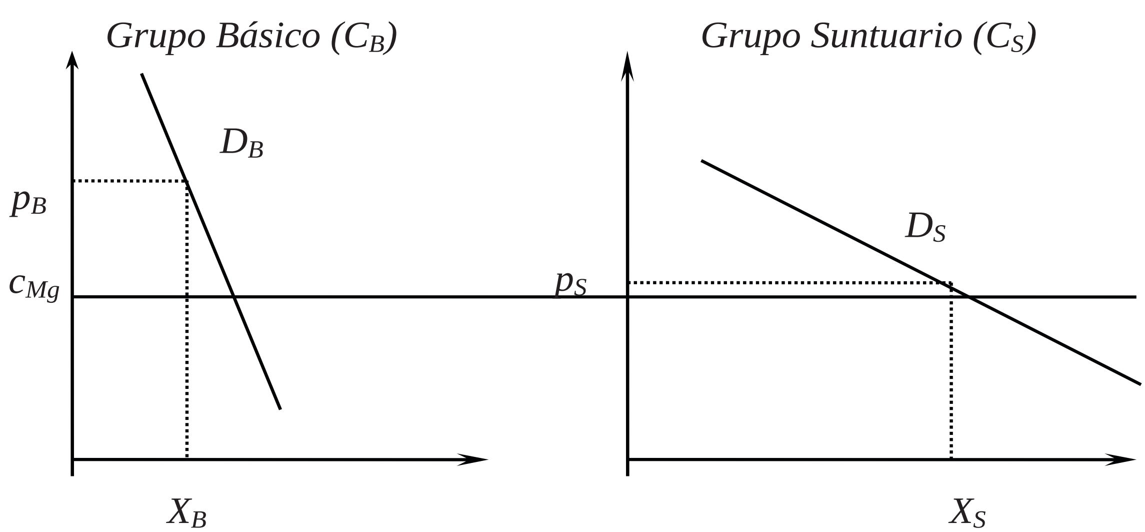
Considérese una empresa de Distribución Eléctrica, que abastece de este servicio a cierta región. Como hipótesis de contorno, admítase que existe *competencia perfecta* en los mercados de bienes y factores solidarios al mercado del servicio en estudio. Se pretende determinar las tarifas correspondientes al sector, por caso, Residencial. Para ello se aplica la tarificación marginalista y, en presencia de Rendimientos Crecientes a escala, el apartamiento de *segundo mejor* propiciado por la Regla de Ramsey-Boiteux.

Supóngase que, en el segmento considerado, existen dos grupos de consumidores: aquellos que emplean la energía para usos básicos, los cuales se identificarán mediante C_B y aquellos que la emplean en usos suntuarios, identificados como C_S.

Sean X_B y X_S las cantidades correspondientemente demandadas de potencia (capacidad instalada, (kW). Entonces, también admitiendo por simplicidad un mismo nivel en el costo marginal de abastecimiento para todo el segmento, c_{Mg}, y considerando que la elasticidad demanda – precio de los consumidores C_S resultará mayor que la correspondiente a los consumidores C_B ($\varepsilon_S > \varepsilon_B$), la solución *Ramsey*, desde las expresión (22):

$((p_B - c_{Mg})/p_B) = (1/\varepsilon_B)\ (1 - (1/\lambda))$ (30)

Figura 3. Precios Ramsey en el Segmento Residencial.



Fuente. Elaboración propia.

$$((p_S - c_{Mg})/p_S) = (1/\varepsilon_S)\ (1 - (1/\lambda)) \tag{31}$$

y se aprecia, cualitativamente, en la Figura 3. En cada gráfica se representa la función de demanda de cada grupo de consumidores, atendiendo a la relación entre las elasticidades.

Si, en cambio, se emplease en este ejemplo la expresión (21), en la cual $R_X \neq 1$, el apartamiento óptimo de los precios para cada grupo de consumidores respecto del costo marginal, resultaría:

$$((p_B - c_{Mg})/p_B) = (1/\varepsilon_B)\ (1 - (R_B/\lambda)) \tag{32}$$

$$((p_S - c_{Mg})/p_S) = (1/\varepsilon_S)\ (1 - (R_S/\lambda)) \tag{33}$$

Donde:

$$R_B = \Sigma_k\ (X_{Bk}/X)\ W_{Bk}\ \phi_{Bk} \tag{34}$$

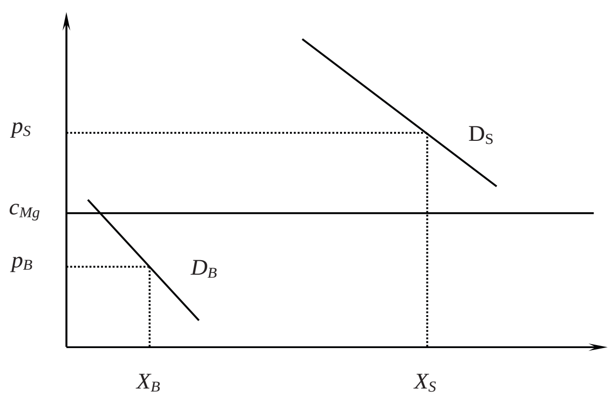
$$R_S = \Sigma_k\ (X_{Sk}/X)\ W_{Sk}\ \phi_{Sk} \tag{35}$$

Y según la caracterización de los grupos de consumidores C_B y C_S se cumplirá:

$$R_B >> R_S \tag{36}$$

Bajo estas consideraciones, la solución buscada podría tener la estructura de precios de acceso que se representa en la Figura 4.

Figura 4: Posible Apartamiento Óptimo de los precios en el Segmento Residencial, con $R_X \neq 1$.
Grupos Básico (C_B) y Suntuario (C_S)



Fuente. Elaboración propia.

Dependiendo, en rigor, de la ponderación relativa dada por las desigualdades $R_B >> R_S$ y $\varepsilon_S > \varepsilon_B$, p_B puede ubicarse por encima o por debajo del nivel de costo marginal, c_{Mg}. En cualquier caso, es importante destacar que una estructura de precios como la que se representa en la Figura 4, *constituye una solución posible cuando* $R_X \neq 1$, *mientras que no lo es aplicando la Regla de Ramsey-Boiteux.*

Bajo el modelo de tarificación $R_X \neq 1$, el mayor peso para contribuir al cumplimiento de la restricción financiera, recaerá sobre el grupo de consumidores que hacen un uso suntuario del servicio.

Por último, a efectos de brindar un marco metodológico adecuado para el Modelo propuesto, también procede introducir, sucintamente, algunos conceptos que sustentan la generalización de la Solución Ramsey de Segundo Mejor para Monopolios Multiproducto.

En los desarrollos precedentes, se presenta y se ejercita la solución Ramsey de segundo mejor en condiciones simplificadas. Particularmente, en lo que respecta a considerar un Monopolio produciendo un único bien/prestando un único servicio (uniproducto/uniservicio) y a la suposición sobre *elasticidades cruzadas nulas*, concepto cuya definición se presenta en los desarrollos inmediatos. Si bien esta situación es aplicable a la tradicional explotación del mercado de distribución eléctrica, al introducir el acceso abierto a sus redes (propiedad de un único agente) la prestación del servicio *puede diversificarse*. Es este aspecto el que quiere tomarse como instrumento en el Modelo de Subsidios propuesto en este trabajo y que se desarrolla en el siguiente epígrafe. Por tal razón se presenta, también mediante un simple ejercicio, la estructura de precios Ramsey correspondiente a la prestación de dos servicios por parte del monopolista. El supuesto vinculado a la competencia perfecta en el resto de los mercados de bienes y factores, se mantiene. Pero se introduce un supuesto adicional a efectos de garantizar la *subaditividad en la función de costos*: a diferencia de las industrias uniproducto/uniservicio, en el caso multiproducto/multiservicio los Rendimientos Crecientes a Escala *globales*, no constituyen por sí solos, una condición suficiente para la subaditividad de la función de costos y, por tanto, para el monopolio natural. Sin embargo, si se admite la existencia simultánea de Rendimientos Crecientes a Escala específicos de cada producto/servicio, y de Economías de Alcance (la producción/prestación conjunta de los bienes/servicios, conduce a menores costos que suma de los costos de producción/prestación en forma individual), para todos los niveles de producción/prestación, se constituye una *condición suficiente* para la existencia de monopolio natural.

El segmento de distribución eléctrica que oferta, por caso, dos tipos de acceso a redes: a *usuarios regulados*, quienes compran acceso a la red y energía al monopolista, y a *usuarios libres*, quienes compran acceso a red al monopolista pero pueden pactar su compra de energía con otro agente comercializador especializado, exhibe tal propiedad: función de costos subaditiva-economías de alcance para ambos servicios de acceso a redes.

Entonces, se admite la presencia de este tipo de economías en los mercados de ambos accesos a redes. De modo que los precios aplicables a tales servicios, deben apartarse óptimamente de su correspondiente nivel de costo marginal (ya que el óptimo primero no es financieramente una solución factible en el largo plazo para el monopolista). El monopolio oferta dos servicios a redes (potencia, capacidad o (kW) cuyas cantidades se representan por X_1 y X_2. Así, el problema que enfrenta el regulador en la determinación de los precios de ambos servicios, podría plantearse formalmente mediante el programa matemático, similar a (11), dado por (37):

$$Max \ \{W = W(U_1 \dots U_m)\} \quad \text{(37-A)}$$

$$En \ \{p_1, p_2\} \quad \text{(37-B)}$$

Sujeto a:

$$X_1 p_1 + X_2 p_2 - C(X_1 X_2) = FP \quad \text{(37-C)}$$

En tal caso la forma de las soluciones sería la siguiente:

$$((p_1 - c_{Mg1})/p_1) = \{ (\varepsilon_2 (1 - (R_1/\lambda)) + \rho_{21} (1 - (R_2/\lambda)))/(\varepsilon_1 \varepsilon_2 - \rho_{12} \rho_{21}) \} \quad (38)$$

$$((p_2 - c_{Mg2})/p_2) = \{ (\varepsilon_1 (1 - (R_2/\lambda)) + \rho_{12} (1 - (R_1/\lambda)))/(\varepsilon_2 \varepsilon_1 - \rho_{21} \rho_{12}) \} \quad (39)$$

Donde:
ε_1 y ε_2 son los valores absolutos de las elasticidades precio de los servicios 1 y 2 respectivamente; $\rho_{12} = \varepsilon_{21} ((p_1 X_1)/(p_2 X_2))$; siendo ε_{21} la elasticidad cruzada de la demanda del servicio 2 respecto del precio del servicio 1, tomada en valor absoluto;
$\rho_{21} = \varepsilon_{12} ((p_2 X_2)/(p_1 X_1))$; siendo ε12 la elasticidad cruzada de la demanda del servicio 1 respecto del precio del servicio 2, tomada en valor absoluto;

De estas expresiones se concluye en que si ρ_{12} y ρ_{21} fuesen nulas, lo que supone $\varepsilon 12 = \varepsilon 21 = 0$, (es decir que los servicios 1 y 2 no tienen relación en demanda) las expresiones (38) y (39) adoptarían la forma (*1 = B y 2 = S*), asumiendo que los servicios de acceso a redes tienen el mismo costo marginal de prestación.

2.2 Sección II: Modelo de optimización para definir subsidios intrínsecos en los costos de acceso a redes de distribución eléctrica

2.2.1 Antecedentes e hipótesis asumidas

Considerando, como se dijo en la introducción, la estructura que presenta la expresión (21), y el soporte de los desarrollos subsiguientes del epígrafe anterior, la propuesta es adoptarla. En ella están presentes características de consumo y distributivas posibles de aplicar a diferentes segmentos, a efectos de apartarse del CPD, no como una estructura de Precios Ramsey, sino como *una expresión indicativa que intenta repartir los cargos de acceso a redes*, entre los usuarios tipificados como de consumo Residencial, atendiendo a tales características. El hecho de que se trate del sector de consumo Residencial, responde a los datos disponibles para las simulaciones del Modelo, y, por tanto, el mismo no pierde generalidad.

Desde los desarrollos presentados, para plantear el Modelo de referencia propuesto, deben introducirse algunas hipótesis que, de hecho, subyacen en todos los enfoques para la determinación de los costos propios de distribución (o de acceso a redes, ya que refieren únicamente la prestación del servicio de red, por parte del distribuidor, y no del servicio de venta de energía).

Lo primero que cabe resaltar, es que cualquier expresión para estimar el CPD, provenga ésta de la aplicación del principio del costo marginal, o se estime en base a los verdaderos costos de prestación, es decir, los costos medios, constituye una combinación de costos medios e incrementales. De forma tal que todas las expresiones que arroja la teoría económica de regulación aplicada, específicamente, al servicio eléctrico, *son de carácter indicativo*. Luego, se las adapta. Existe amplia bibliografía a este respecto y en [Schweickardt, 2003, 2007; Schweickardt & Pistonesi, 2007], puede consultarse un extenso listado, así como los aportes realizados en tal sentido. Es pertinente citar un trabajo [Recordón & Rudnick, 2002] en el que se intentan diferenciar costos de acceso a redes para los *usuarios regulados* y *usuarios libres*, cuya definición ha sido ya introducida, aplicando una regla que el entonces regulador de telecomunicaciones de Inglaterra, OFTEL, utilizó, sobre la base de precios Ramsey, pero para diferenciar costos de acceso entre un segmento regulado y otro competitivo en tal servicio. La referencia citada, extiende de forma poco indicativa el mismo esquema al servicio de distribución eléctrica, tratando sus precios como de apartamiento óptimo, tal y como si hubiesen resultado de una solución de segundo mejor. Se realiza, al respecto, una crítica en [Schweickardt & Pistonesi, 2007]. Por ello, se enfatiza que las expresiones desarrolladas en el epígrafe anterior, *exhiben un carácter indicativo para el Modelo propuesto en el presente trabajo.*

Lo segundo, se refiere a la estimación de las elasticidades demanda-precio. Si bien es cierto que se tienen fuertes dificultades operacionales para su estimación, siguiendo la definición proporcionada mediante (18), es posible apelar a un acopio de reacciones de incremento (o decremento) en la demanda de distintos usuarios, frente a los incrementos (decrementos) de precios en la energía medida ((kWh)), que toda empresa tiene en sus bases de datos y, en particular, para el sector Residencial, considerado en el Modelo. Estas pueden traducirse en variaciones incrementales de capacidad ((kW)), y así se ha procedido en las simulaciones presentadas en este trabajo, con datos reales de la distribuidora de la ciudad de San Carlos de Bariloche, provincia de Río Negro, Argentina.

El tercer aspecto tiene que ver con el parámetro que refiere el costo de oportunidad de los fondos públicos transferidos por el regulador al monopolista, λ. Este es un valor que no tiene efecto en el apartamiento de las componentes del vector de precios que se obtenga, respecto del costo propio de distribución, CPD, pues en su estructura los afecta por igual. Por ello constituye un factor de escala que se termina compensando en la optimización.

El cuarto aspecto adoptado como hipótesis, tiene relación con las utilidades marginales del ingreso, definidas por la expresión (16), $\phi_k = (\partial U_k/\partial Y_k)$. Las funciones de utilidad exhiben un carácter altamente subjetivo para cada individuo, y más allá de su participación en los desarrollos precedentes que condujeron a las soluciones de segundo mejor, resultan del tipo ordinal y no cardinal. Por tal razón, ϕ_k no puede ser un dato sencillo para estimar e introducir en el Modelo. Lo que se plantea, siempre en la línea de las expresiones desarrolladas, es que el propio programa de optimización solidario al Modelo propuesto, sea quien las estime, imponiendo adecuadas restricciones al parámetro de impacto distributivo definido mediante la expresión (20), $R_X = \Sigma_k (X_k/X)\, W_k\, \phi_k$. La restricción principal, desde las indicaciones aportadas por los desarrollos precedentes y desde los datos observados sistemáticamente para el servicio de acceso a redes en distribución eléctrica, resulta en proponer una relación de proporcionalidad inversa entre este parámetro aplicado a un segmento determinado, k, y la elasticidad demanda-precio (en valor absoluto) del servicio de acceso a redes en el mismo segmento, definida por la expresión (17), $\varepsilon_X = -(\partial X/\partial p_X)(p_X/X)$.

El quinto y último aspecto, que se traduce también en hipótesis del Modelo propuesto, se refiere al parámetro $W_k = (\partial W/\partial U_k)$, definido en (15); éste representa, como se indicó, la importancia que el regulador asigna al usuario (segmento de mercado) k-ésimo. Se impondrá, por la misma razón explicada para asumir la hipótesis anterior, referida a las utilidades marginales del ingreso, que sea la optimización planteada en el Modelo quien lo estime, con la restricción, tal como corresponde, de que tenga un valor constante: $W_k = W = C$ (el regulador asigna la misma importancia a todos los usuarios en el mercado de acceso a redes bajo estudio).

Conforme las características observadas en los usuarios Residenciales y la identificación a la que apelan diferentes empresas distribuidoras para clasificarlos dentro de las categorías o segmentos de bajos, medios y altos ingresos, se proponen dos Modelos.

El más sencillo, supone que cada segmento tiene una capacidad instalada de corte, asociada a un valor de elasticidad demanda-precio constante. Por tanto, todos los usuarios que exhiban valores estimados próximos a tal elasticidad, ingresan en ese segmento como un único usuario equivalente, que tiene por capacidad instalada la de corte para el segmento considerado. Esto redundará en utilidades marginales del ingreso constantes para cada segmento de corte. Será referido como Modelo con Utilidades Marginales de Ingreso Constantes por Segmento. Sobre éste, dada la disponibilidad de datos, pudo efectuarse una Simulación Real.

El más complejo, supone también que cada segmento tiene una capacidad instalada de corte, y está asociado a un valor de elasticidad demanda-precio constante, pero dentro del mismo, existen escalones crecientes de potencia instalada. En cada escalón, se tiene un cierto número de usuarios a los que se les imputa la elasticidad demanda-precio de corte, pero que exhibirán utilidades marginales del ingreso constantes por escalón, y variables por segmento de corte. Será referido como Modelo con Utilidades Marginales de Ingreso Variables por Segmento. Este Modelo se presenta como propuesta formal, a efectos de continuar su investigación y recopilar mayores datos para su simulación. Ambos son formulados en los epígrafes siguientes.

2.2.2 Formulación del modelo de optimización con utilidades marginales de ingreso constantes por segmento

Sean, entonces:
{CK} el conjunto de *(1…nK)* segmentos en los que se ha particionado el mercado de acceso a redes según la tipificación de consumo/capacidad instalada, referida como Residencial; (ε), (p) y (ϕ) los vectores de elasticidades demanda-precio estimadas, precio de acceso a redes y de utilidad marginal del ingreso, correspondientemente, para *{CK}*, cuyas componentes se asumen constantes en cada segmento k-ésimo; de forma tal que ε_k, p_k y ϕ_k, representan correspondientemente, la elasticidad demanda-precio, el precio de acceso a redes (($/kW)) y la utilidad marginal del ingreso, para todos los usuarios del segmento k-ésimo; $W_k = (\partial W/\partial U_k) = W = C$ (Constante) para *{CK}*, el parámetro que refiere la importancia que el regulador confiere a cada usuario en el segmento k-ésimo, la misma para todos los usuarios Residenciales; $R_k = \Sigma_{i=1}^{nuk} (X_1/X_k)\, W\, \phi_k$, el parámetro de impacto que traduce las características distributivas de los usuarios en el segmento k-ésimo para *{CK}*; X_k la capacidad instalada ((kW)) en el segmento k-ésimo para *{CK}*; X_T la capacidad instalada total ((kW)) en el sector de consumo Residencial: $\Sigma_k X_k = X_T$; nu_k el número de usuarios residenciales en el segmento k-ésimo para *{CK}*; *CPD*, ($/kW), el Costo Propio de Distribución, estimado a partir del Costo Incremental Promedio de Largo plazo o el Valor a Nuevo de Reemplazo, ya que ambos son estimadores del costo medio, independientemente de que se le confiera al primero un carácter "marginal" [Schweickardt, 2003], [Schweickardt & Pistonesi, 2007]; y λ el costo de oportunidad de los fondos públicos transferidos por el estado al monopolista; Entonces, formalmente se tiene el programa matemático dado por (40):

$$Max\ \{Z\} \qquad (40\text{-}A)$$

$$En\ \{ (p), (\phi), W \} \qquad (40\text{-}B)$$

Sujeto a:
(Restricciones de apartamiento del vector de precios de acceso a

redes respecto del CPD)

$\forall k$ *en* $\{CK\}$:

$$((p_k - CPD)/p_k) = (1/\varepsilon_k)\ (1 - (R_k/\lambda)) \quad (40\text{-C})$$

$$R_k = \Sigma_i{=}1^{nuk}\ (X_i/X_k)\ W\ \phi_k = W\ \phi_k\ (pues\ \Sigma_i{=}1^{nk}\ (X_i/X_k){=}\ 1) \quad (40\text{-D})$$

(Restricciones del parámetro de impacto distributivo respecto de la elasticidad demanda-precio en cada segmento)

$\forall k$ *en* $\{CK\}$:

$$R_k = Z\ (1/\varepsilon_k) \quad (40\text{-E})$$

(Restricción de balance o recuperación del CPD por parte del monopolista distribuidor)

$$\Sigma_{k=1}^{K}\ (p_k\ \ X_k) = CPD\ \Sigma_{k=1}^{K} X_k = CPD\ X_T \quad (40\text{-F})$$

(Restricción de no negatividad en las variables de decisión)

$$W \geq 0 \quad (40\text{-G})$$

$\forall$ *k en* $\{CK\}$:

$$p_k \geq 0 \quad (40\text{-H})$$

$$\phi_k \geq 0 \quad (40\text{-I})$$

Puede observarse que se tiene un Modelo de Optimización No Lineal.

2.2.3 Formulación del modelo de optimización con utilidades marginales de ingreso variables por segmento

Sean los mismos parámetros indicados en el Modelo (40) y las mismas consideraciones de carácter indicativo. Adicionalmente sean:

$\{Ck\}$ el conjunto de $(1\ldots nek)$ escalones de capacidad o potencias instaladas por usuario en el segmento k-ésimo, cuyos elementos resultan $ne_1\ldots ne_k$, número de escalones por segmento, teniéndose, así, un conjunto $\{Ck\}$ por segmento, para $\{CK\}$; $(Xe)_k$ el vector de Capacidades por escalón ((kW)) definido en el segmento k-ésimo, cuyos elementos resultan $Xe_{ne1}\ldots Xe_{nek}$, teniéndose un vector por escalón, $(Pe)_k$, en cada segmento para $\{CK\}$; $(nuek)$ el vector de número de usuarios por escalón de capacidad instalada, definido en el segmento k-ésimo, cuyos elementos resultan: $nu_1\ldots nu_{nek}$, teniéndose un vector (nue_k) por escalón definido en cada segmento para $\{CK\}$; Entonces se formalmente se tiene el programa matemático dado por (41):

$$Max\ \{Z\} \quad (41\text{-A})$$

$$En\ \{\ (p), (\phi), W\ \} \quad (41\text{-B})$$

Sujeto a:
(Restricciones de apartamiento del vector de precios de acceso a redes respecto del CPD)

$\forall$ *k en* $\{CK\}$ *y* $\forall$ *i en* $\{C_k\}$:

$$((pk - CPD)/pk) = (1/\varepsilon k)\ (1 - (Rk/\lambda)) \quad (41\text{-C})$$

$$R_k = W\ \Sigma_{j=1}^{nuk}\ \{\ \Sigma_{i=1}^{nek}\ ((nu_{ik}\ Xe_{ik})/X_k)\ \phi i_k\ \} \quad (41D)$$

(41-D) modifica el Modelo (40) por escalón de potencia para cada segmento, teniendo utilidades marginales del ingreso constantes dentro de cada segmento y variables por segmento.

(Restricciones del parámetro de impacto distributivo respecto de la elasticidad demanda precio en cada segmento)

$\forall$ *k en* $\{Ck\}$:

$$R_k = Z\ (1/\varepsilon k) \quad (41\text{-E})$$

(Restricción de balance o recuperación del CPD por parte del monopolista distribuidor)

$$\Sigma_{k=1}^{K}\{\ p_k\ \ \{\ \Sigma_{i=1}^{\ nek}\ ((nu_{ik}\ Xe_{ik}))\ \}\ = CPD\ X_T \quad (41\text{-F})$$

(Restricción de no negatividad en las variables de decisión)

$$W \geq 0 \quad (41\text{-G})$$

$\forall$ *k en* $\{Ck\}$ *y* $\forall$ *i en* $\{C_k\}$:

$$p_k \geq 0 \quad (41\text{-H})$$

$$\phi_{ik} \geq 0 \quad (41\text{-I})$$

2.3 Sección III: Simulación

Para realizar una simulación del Modelo de Asignación de Costos Intrínsecos de Acceso a Redes, según una Optimización con Utilidades Marginales Constantes por Segmento, tal como se explicó, se han recopilado datos del año 2003, únicos disponibles, sobre las características históricas del segmento suburbano y urbano, que integran el sector de consumo tipificado como Residencial, desde la empresa de Distribución de Electricidad de San Carlos de Bariloche, Provincia de Río Negro, Argentina.

Han sido considerado 5 segmentos, para los cuales pudo estimarse la elasticidad de la forma cualitativamente descrita en **2.2.1**, conforme los aspectos adoptados como segunda hipótesis. El vector de elasticidades demanda-precio obtenido, tiene sus componentes normalizadas,

Energética 43 junio (2014), pp. 79-90

Tabla 1. Resultados del Modelo de Optimización con Utilidades Marginales del Ingreso Constantes por Segmento.

Segmento k	***[ε_k]***	***[X_k]*** [kW]	***[ϕ_k]***	***[p_k]*** [$/kW]
1	0.175	3000	*0.367*	*13.743*
2	0.185	3500	*0.347*	*16.985*
3	0.195	4000	*0.329*	*21.028*
4	0.215	5500	*0.299*	*32.668*
5	0.230	7000	*0.279*	*46.505*
$CPD\{\sum_{k=1}^{5} X_k\} = CPD\ XT = \sum_{k=1}^{5}\{p_k X_k\} = 69000.000\ [\$]$				

Fuente. Elaboración propia.

de modo que la suma de las mismas arrojan como resultado la unidad. Esta condición no tiene ningún efecto en el Modelo (en sus dos variantes), y sólo se realiza a efectos de tener comparaciones relativas de los valores de las elasticidades. Así se tienen los siguientes datos Generales: a) CPD = 30 ($/kW); b) $\lambda = 0.250$ y c) XT = 23000 (kW). En la Tabla 1, se indican los vectores de elasticidad demanda-precio, el vector de capacidades, ambos datos, y el vector de utilidades marginales del ingreso y el vector de precios, resultados indicados en bastardilla, por segmento. El parámetro W resultó en W = 0.8222 y la variable Z = 0.053. Para la solución del programa matemático no lineal, se empleó la librería Solver Premium For EXCEL®.

3. CONCLUSIONES

Complementariamente a los desarrollos y conceptos vertidos a lo largo del trabajo, se establecen *tres conclusiones fundamentales:* **1ra)** Se ha presentado un Modelo para determinar los Costos de Acceso a Redes en el Sector de Consumo Residencial, sustentado *de forma indicativa* en la estructura de precios Ramsey, pero en una variante *que no sólo considera las características específicas de consumo*, a través de la elasticidad demanda-precio, sino las *características distributivas*, a través de un *parámetro de impacto* R_X, incorporado a tal fin desde los desarrollos; **2da)** En los resultados, presentados en la Tabla 1, puede apreciarse la coherencia del modelo conforme los componentes de los vectores de precios, capacidad instalada y utilidades marginales del ingreso resultantes para cada segmento; y **3ra)** Este enfoque resulta muy apropiado para *asignar costos de acceso a redes en un mercado completamente abierto a la competencia*, tal como el de Argentina, Perú y Chile, en Latinoamérica, mercados en los cuales se tienen múltiples inconvenientes para diferenciar la responsabilidad sobre el uso de las redes, que deben enfrentar los pequeños consumidores. Asimismo, proporciona un *mecanismo automático para asignar subsidios entre segmentos*, que sirvan también como *indicativos* al regulador, con el objeto de plantear tarifas subsidiadas, volcando los CPD *diferenciados* a la estructura tarifaria, proceso de cálculo posterior al de la estimación del CPD. Cabe destacar que este Modelo está por ser propuesto al Ente Regulador Provincial de Entre Ríos, Argentina.

REFERENCIAS

Baumol, W, and D Bradfor. “Optimal Departures from marginal cost pricing.” *The American Economic Review* 60 (June 1970).

Boiteux, M. “Sur la Gestion des Monopoles Publiques Restreins a L’Equilibre Budgetarie.” *Econonometrica*, 1956.

Recordón, E, and H Rudnick. “Distribution Access Pricing: Application of the OFTEL Rule to a Yardstick Competition Scheme.” *IEEE Transaction on Power Systems*, November 2002.

Schweickardt, G. “Sistemas de Distribución de Energía Eléctrica Económicamente Adaptados. Discusíon y Propuestas Metodológicas.” *Fundación Bariloche.* Bailoche, 2007.

Schweickardt, G, and H Pistonesi. “Disputabilidad en los sis temas de Redes de Distributión Eléctrica. Un Análisis desde les Modelos de Telecomunicaciones en el Mrco del Paradigma Económico Neoclásico.” *Revista Energética*, Julio 2007: 39, 91-104.

Schweickardt, G, and H. Pistonesi. “Sistemas de Distribución de Energía Eléctrica Económicamente Adaptados. Discusión y Propuestas Metodológicas.” *Revista Energética*, Julio 2007: 37, 53-66.

Schweickardt, G. “Metodología para la Asignación Técnica de Transporte sobre el Mercado de Distribucíon.” *Fundación Universidad Nacional de San Juan.* San Juan, 2003.

Spulber, D. *Regulation and Markets*, 1989.