

UN ESTUDIO ECONOMETRICO DE LA DEMANDA DE TRAFICO TELEFONICO PARTICULAR EN ESPAÑA, 1980-1990

Teodosio PEREZ AMARAL *

Universidad Complutense de Madrid

En este trabajo, partiendo de un modelo teórico de la demanda de servicios de telecomunicaciones, se analiza la demanda de tráfico telefónico particular en España entre los años 1980 y 1990, con datos trimestrales. Utilizando técnicas de cointegración, se especifican ecuaciones de demanda de tráfico telefónico particular interurbano, internacional y urbano a las que se somete a una batería de diagnósticos. Las elasticidades renta y precio estimadas están de acuerdo con la teoría y pueden ser utilizadas para el análisis de los efectos de modificaciones de tarifas, y previsión de tráfico e ingresos a medio plazo.

1. Introducción

El estudio de la demanda de telecomunicaciones es un área que ha adquirido recientemente gran relevancia. En particular, el análisis de la demanda telefónica ha sido objeto de numerosos estudios en los últimos veinte años. Los estudios teóricos pioneros se encuentran recogidos principalmente en el *Bell Journal of Economics and Management Science* y datan de los años setenta. De entre ellos destacan los de Artle y Averous (1973), Squire (1974), Rohlfs (1974), Von Rabenau y Stahl (1974) y Littlechild (1975). A estos trabajos han seguido otros muchos, tanto publicados como no publicados; véase Taylor (1993).

Dentro de la demanda telefónica cabe distinguir entre demanda de acceso (demanda de líneas telefónicas) y demanda de uso (demanda de tráfico telefónico, esto es, de llamadas telefónicas). La demanda de acceso ha recibido en nuestro país una atención considerable; véase por ejemplo Treadway (1974), Martín Guzmán (1985), Barroso Gallego (1985), Hernández Navarro (1988), López García (1988), Torres Grajales (1989) y Mauleón Torres (1991). La demanda de uso (tráfico telefónico), sin embargo, ha sido menos estudiada en nuestro país, excepción hecha de Treadway (1974), Bader (1986) y Garín (1992).

* Este trabajo ha sido financiado por FEDEA y por el proyecto Cicyt PB-90-0939. El autor agradece las sugerencias y comentarios de dos evaluadores anónimos, del Director de la Revista, de A. Escribano, R. Flores, T. Garín, M. Gracia, L. Grandal, J. Nieto, I. Sánchez y S. Sotoca, así como la ayuda de F. Alvarez, G. de Cabo, J. A. Herce, I. Mauleón, B. Moreno, A. Novales, L. D. Taylor y J. A. Viñas, Todos los errores son responsabilidad del autor.

En este trabajo nos centraremos precisamente en el estudio de la demanda de tráfico telefónico. A efectos de su estudio, se pueden distinguir cinco dimensiones de las llamadas telefónicas:

1. Hora del día y día de la semana de la llamada.
2. Tipo de llamada (directa, persona a persona, cobro revertido, estación a estación, etc.).
3. Duración de la llamada.
4. Distancia de la llamada (local, interurbana e internacional).
5. Tipo de instalación de origen (particular, comercial y teléfono público).

La distancia de la llamada es una de las dimensiones principales, y las diferentes características y motivaciones de las llamadas según la distancia aconsejan su estudio desagregado.

En este trabajo centraremos nuestra atención en la modelización econométrica del tráfico telefónico particular desagregando por distancia de la llamada: llamadas interurbanas, internacionales y urbanas.

El estudio de la demanda de tráfico telefónico interesará a las compañías operadoras, a los organismos oficiales reguladores, a los potenciales competidores y a las compañías suministradoras de equipos por los cinco motivos siguientes, ligados íntimamente entre sí: previsión de ingresos, tamaño y diseño de la red, previsión de demanda de líneas comerciales, fijación de tarifas y modulación horaria.

1. La demanda de tráfico determinará el ingreso máximo y los beneficios de las compañías operadoras.
2. La demanda de tráfico determinará, en buena medida, las disponibilidades financieras para acometer inversiones en el presente y en el futuro.
3. La distribución espacial de la demanda de tráfico condicionará la política de inversiones en conmutación y líneas (diseño espacial de la red).
4. La distribución horaria del tráfico condicionará la dimensión de la red. Si se quiere atender el tráfico en horas puntas, su volumen determinará el tamaño de la red.
5. El estudio del comportamiento de la demanda de tráfico por tipos de instalación (residencial y empresarial) es importante porque las características económicas de las demandas de los mismos son diferentes.

El resto del trabajo se estructura de la forma siguiente: en la Sección 2 presentamos un modelo teórico de la demanda de tráfico telefónico. En la 3 hacemos una descripción de los datos españoles. En la 4 presentamos las estimaciones obtenidas y en la Sección 5 las principales conclusiones.

2. Un modelo teórico de la demanda de tráfico telefónico particular

Para desarrollar el modelo que presentamos en esta sección nos basamos en los trabajos de Artle y Averous (1973), Treadway (1974), Squire (1974), Von Rabenau y Stahl (1974) y Taylor (1980 y 1993) y nos centramos en la demanda de tráfico telefónico de un consumidor individual residencial (particular).

Consideramos un consumidor cuya cesta de consumo potencial se compone de dos vectores: un vector q de dimensión $I \times 1$ de servicios telefónicos y un vector x , de dimensión $J \times 1$ que representa todos los bienes y servicios no telefónicos.

Sea N el número de suscriptores (abonados) al sistema telefónico y definamos δ como

$$\delta = \begin{cases} 1 & \text{si el consumidor se abona al servicio telefónico} \\ 0 & \text{si no se abona} \end{cases}$$

Supondremos que el consumidor tiene una función de utilidad escalar U con q , x y N como argumentos.

$$U = U(\delta q, x, \delta N) \quad [1]$$

U es un índice escalar de utilidad, diferenciable dos veces con respecto a sus argumentos. Todas las derivadas parciales son positivas. En particular $\partial U / \partial N > 0$.

Además la restricción presupuestaria del consumidor la expresaremos como:

$$\delta(r + \pi q) + p x = y \quad [2]$$

donde:

- r : cuota de abono (cuota de alquiler de la línea)
- π : vector $1 \times I$ de precios de los servicios telefónicos
- p : vector $1 \times J$ de precios no telefónicos
- y : renta del consumidor

La función de utilidad [1] es diferente a la habitual. La aparición de N en la función de utilidad refleja la externalidad positiva debida al tamaño del sistema¹. Esto es lo que Artle y Averous (1973) llaman externalidad de acceso. Las externalidades de uso las introduce Rohlfs (1974). Estas externalidades positivas reflejan el aumento de la utilidad del consumidor que recibe una llamada y no paga por ella. Resulta razonable suponer que el tamaño de estos dos tipos de externalidades es proporcional al tamaño del sistema y es por lo que el número de suscriptores, N , podría recoger el efecto neto de ambas.

Partiendo de la función de utilidad anterior se puede derivar una función de demanda de servicios telefónicos de la forma $q_i = q_i(\pi, p, r, N, y)$, $i = 1, \dots, I$. Esta función de demanda individual sugiere que el comportamiento agregado puede venir descrito por una ecuación de la forma

$$Q_i = Q_i(\pi, p, r, N, Y) \quad i = 1, \dots, I \quad [3]$$

¹ En la literatura también se han considerado las externalidades negativas debidas a la congestión, aunque estarían más ligadas al volumen de tráfico telefónico que al número de líneas del sistema.

donde Y es el nivel de renta agregada y para cada servicio, tendremos que la derivada parcial de Q_i con respecto a su propio precio π_i , debía ser negativa y las derivadas parciales de Q_i con respecto a los precios de los otros bienes o servicios podrían ser positivas o negativas según se trate de bienes o servicios sustitutivos o complementarios. Las derivadas parciales de Q_i con respecto al número de abonados N y al nivel de renta Y debían ser positivas. La tarifa de abono, r , se ha incluido en la demanda agregada de forma separada de la renta, Y , aunque podría haberse especificado la renta agregada como $Y - rN$. El marco de análisis que hemos presentado es suficientemente general como para poder utilizarse para analizar las demandas de llamadas urbanas, interurbanas e internacionales identificándolas con algunos de los I diferentes tipos de servicios telefónicos que hemos considerado. Además, puede generalizarse para analizar la demanda de llamadas desde teléfonos públicos, a cobro revertido, persona a persona y para el caso de tarifas por tramos, tarifas con descuentos horarios y demanda punto a punto. Véase Taylor (1993).

3. Los datos españoles

Los datos telefónicos se han obtenido en Telefónica de España (1988b, 1990 y 1991a y b). Se parte de datos mensuales de impulsos telefónicos homogeneizados², desagregados por tipos de abonados particulares y comerciales. Asimismo dentro de cada tipo de abonado se desagrega por tipos de tráfico: urbano, interurbano e internacional. Además de esto hay datos de líneas facturables desagregados por tipos de abonados. Para las estimaciones se utilizan datos trimestrales de 1980:I a 1990:IV. Con respecto a las tarifas se han utilizado tanto los índices de Telefónica (1988b), como el precio del paso en términos reales, de elaboración propia. El precio del paso en términos reales es el precio nominal del paso con impuestos dividido por el índice de precios al consumo.

Los datos de población se han obtenido del INE (1990). El PIB trimestral real se ha obtenido extendiendo el de Mauleón (1989). Las variables de pagos por turismo, exportaciones, importaciones e índice de precios al consumo, se han extraído del Boletín Estadístico del Banco de España (1991). Las variables mensuales se han convertido a trimestrales mediante acumulación en el caso de flujos o hallando su media aritmética, en el caso de stocks. Las variables expresadas en pesetas corrientes se han deflactado por el índice de precios al consumo.

El tráfico telefónico representó en el año 1990 aproximadamente el 60 % de los ingresos por operaciones de Telefónica. A su vez, el tráfico particular representó el 37,6 % del tráfico total. Dentro del tráfico particular, el tráfico interurbano fue un 78,7 %, el internacional un 5,6 % y el urbano un 15,6 %.

² Los pasos homogeneizados o impulsos homogeneizados son el número de pasos que en cada mes de la muestra se hubieran facturado a la tarifa de 1990. La homogeneización se lleva a cabo en el Departamento de Marketing y Previsión de Demanda de Telefónica, y trata de hacer comparables las cantidades de pasos.

El tráfico particular medido en número de impulsos (o pasos) homogeneizados presenta un crecimiento entre los años 1980 y 1990 de un 179 %. Los componentes del tráfico particular, sin embargo, presentan un perfil de evolución temporal diferenciado. El tráfico particular internacional creció aproximadamente un 369 % entre 1980 y 1990, mientras que el tráfico interurbano y el urbano crecieron un 175 % y un 160 % respectivamente.

Las principales variables que, según el modelo teórico, podrían explicar esta evolución son: la evolución del PIB (para aproximar la renta), la evolución de las tarifas en términos reales, el número de líneas facturables particulares, y la población.

La cantidad de uso a la que se refiere la teoría se mediría por el número de minutos de conversación. Debido a la inexistencia de esta información para el período considerado se ha empleado el número de impulsos homogeneizados como medida de la cantidad de tráfico. Otra solución alternativa hubiese sido utilizar ingresos, deflactados por el IPC, como variable dependiente. Cuando existen pasos homogeneizados se prefiere esta medida a los ingresos deflactados.

Una vez corregidas las anomalías³ de los datos, se estimaron las siguientes ecuaciones:

4. Ecuaciones de tráfico particular interurbano, internacional y urbano

Las ecuaciones que se presentan se han especificado partiendo del modelo [3], adaptándolo a las disponibilidades de datos españoles y al tipo de tráfico estudiado. Una discusión más detallada de los modelos empíricos se puede encontrar en Garín (1992). Se ha utilizado un enfoque de cointegración, que ha sido el único que ha producido resultados satisfactorios de entre los varios enfoques considerados. Sobre el tema de cointegración se puede consultar Engle y Granger (1987) y Escribano (1990).

4.1. Tráfico particular interurbano

La ecuación de número de impulsos (pasos) homogeneizados interurbanos por línea facturable particular está estimada con datos trimestrales; las variables están expresadas en tasas de crecimiento. Debajo de cada coeficiente se presenta su desviación típica, entre paréntesis.

dliul: incremento porcentual del tráfico interurbano particular por línea.

dlpib: incremento porcentual del producto interior bruto en términos reales.

³ Las anomalías detectadas en cada serie han sido corregidas previamente a la modelización. En las series de tráfico Telefónico se han encontrado anomalías coincidentes con febrero de 1981 y con abril de 1984. Como se disponía de datos mensuales, los totales trimestrales se han reelaborado, partiendo de las interpolaciones de los datos mensuales obtenidos como media de los datos del mismo mes de los años anterior y posterior.

dlpr: incremento porcentual del precio del paso deflactado por el IPC.

mce: mecanismo de corrección del error.

$$dliul_t = 0,42 \, dlpi_{b,t} - 0,13 \, dlpr_t + 0,72 \, dliul_{t-4} - 0,43 \, mce_{t-1} \quad [4]$$

(0,17) (0,06) (0,08) (0,11)

$$R^2 = 0,83 \qquad F = 58,8$$

$$\hat{\sigma} = 0,019 \qquad DW = 2,17$$

$$DF = -5,74; DW = 2,10$$

Período de estimación 1981: II; 1990: IV; 39 observaciones; estimación por mínimos cuadrados ordinarios. El primer estadístico DW que se presenta se refiere a la ecuación [4], mientras que el segundo es el de la regresión utilizada para computar el estadístico Dickey-Fuller. Esta ecuación pasa una amplia batería de diagnósticos que se sintetizan en el Apéndice⁴. El mecanismo de corrección del error (*mce*), serían los residuos de la ecuación de cointegración (de equilibrio a largo plazo), estimada en niveles logarítmicos, que se presenta a continuación⁵.

liul: logaritmo del tráfico interurbano por línea particular.

lpib: logaritmo del producto interior bruto en términos reales.

llin: logaritmo del número de líneas particulares.

lpr: logaritmo del precio del paso deflactado por el ipc.

$$liul_t = -9,40 + 1,00 \, lpib_t + 0,11 \, llin_t - 0,36 \, lpr_t \quad [5]$$

(0,70) (0,15) (0,07) (0,09)

$$R^2 = 0,95 \qquad F = 243,5$$

$$\hat{\sigma} = 0,034 \qquad DW = 1,76$$

$$DF = -6,36; DW = 1,68$$

Período de estimación: 1980: I; 1990: IV, 44 observaciones; estimación por mínimos cuadrados ordinarios.

En la ecuación de cointegración se estima una elasticidad a largo plazo del tráfico telefónico interurbano por línea facturable particular con respecto al PIB igual a 1; se estima una elasticidad a las líneas del consumo medio por línea de 0,11 lo cual significa que el aumentar el número de líneas facturables, aumenta el tráfico interurbano por línea. Expresado de otra manera, la elasticidad del tráfico interurbano particular total al número de líneas sería de 1,11.

⁴ Se ha renunciado a especificar las ecuaciones en términos per cápita debido a la reciente controversia suscitada en torno a los censos del INE. La variable población ha resultado no significativa en las diferentes especificaciones.

⁵ El análisis del grado de integrabilidad, contrastes de raíces unitarias y especificación de modelos univariantes de las diferentes series ha sido realizado fundamentalmente por Francisco Alvarez, Gema de Cabo y Bernardo Moreno.

Si se utilizan las líneas como variable explicativa resulta equivalente estimar el tráfico por línea o el tráfico total. La única diferencia consiste en que en la ecuación de tráfico por línea el coeficiente de las líneas es el coeficiente de la de tráfico total menos uno.

La elasticidad precio estimada es de $-0,36$, lo cual sugiere una importante respuesta del tráfico a las tarifas, que ha de tomarse en cuenta tanto para las previsiones de tráfico como de ingresos. El índice de precios del servicio interurbano de Telefónica (1988b) y la cuota de abono no han resultado significativos en ninguna de las ecuaciones consideradas. La posible existencia de simultaneidad entre el tráfico y su precio queda descartada porque las tarifas telefónicas están reguladas, y su variación obedece a criterios diferentes de la cantidad de tráfico que se registra en un momento del tiempo.

La estimación conjunta no lineal en una sola etapa de las dos ecuaciones anteriores sería:

$$\begin{aligned}
 dliul_t = & 0,40 \, dlpib_t - 0,13 \, dlpr_t + 0,70 \, dliul_{t-4} - 0,45 \, (liul_{t-1} + 8,34 - \\
 & (0,20) \quad (0,08) \quad (0,09) \quad (0,12) \quad (1,07) \\
 & - 0,70 \, lpib_{t-1} - 0,28 \, llin_{t-1} + 0,33 \, lpr_{t-1}) \quad [6] \\
 & (0,29) \quad (0,17) \quad (0,17)
 \end{aligned}$$

$$R^2 = 0,84 \quad \hat{\sigma} = 0,02 \quad DW = 2,21$$

De la comparación de ambos modelos se desprende que los coeficientes no sufren grandes alteraciones. Los coeficientes a largo se estiman con mayor precisión con el método bietápico, ya que en la ecuación a largo se estima un menor número de coeficientes con un número de observaciones mayor que el método en una sola etapa.

Las diferencias que se observan entre las elasticidades a corto y a largo plazos se pueden deber a que los consumidores no ajustan completamente su consumo dentro de cada trimestre ante cambios en los valores de las variables explicativas, esto es, que se produce un ajuste parcial.

La modelización rigurosa de la demanda de tráfico interurbano requeriría el uso de una base de datos más rica que la utilizada en este trabajo. Sería necesario desagregar, al menos entre corta, media y larga distancia, contando con observaciones a nivel individual, y utilizando modelos específicos para tráfico interurbano, véase Garín (1992). Sería importante contar con datos de minutos de conversación y número de llamadas en vez de impulsos, y habría que elaborar índices de precios para las diferentes distancias consideradas.

En este trabajo, por limitaciones de los datos, no se han podido utilizar formas funcionales más flexibles, como la trascendental logarítmica o la de Fournier, que permitirían la estimación consistente de las elasticidades incluso desconociendo la forma funcional.

4.2. Tráfico particular internacional

La ecuación de tráfico internacional a corto plazo está estimada con datos trimestrales y las variables están expresadas en tasas de crecimiento. Los significados de las variables son como siguen:

dlint: incremento porcentual del tráfico internacional particular.

dleximp: incremento porcentual de exportaciones más importaciones en términos reales.

dlpatur: incremento porcentual de los pagos por turismo en términos reales.

D83II: variable ficticia que toma el valor 1 en 1983.II y cero en el resto.

$$\begin{aligned}
 dlint_t = & 0,035 + 0,29 dleximp_t + 0,09 dlpatur_t + 0,23 dlint_{t-4} - 0,25 mce_{t-1} \\
 & (0,008) \quad (0,07) \quad (0,03) \quad (0,11) \quad (0,12) \\
 & - 0,31 D83II \quad [7] \\
 & (0,05)
 \end{aligned}$$

$$R^2 = 0,73$$

$$F = 17,8$$

$$\hat{\sigma} = 0,046$$

$$DW = 2,22$$

$$DF = -6,86; DW = 1,97$$

Período de estimación 1981: II; 1990: IV; 39 observaciones; estimación por mínimos cuadrados ordinarios. Esta ecuación se ha sometido a una batería de contrastes similar a la de la ecuación [4], que no se incluye por razones de espacio⁶. El mecanismo de corrección del error (mce) consiste en los residuos de la ecuación de cointegración, de equilibrio a largo plazo, estimada en niveles logarítmicos, que se presenta a continuación, siendo:

lint: logaritmo del tráfico internacional particular.

D82II-83I: variable ficticia que vale 1 para el período 82.II-83.I y cero el resto.

$$\begin{aligned}
 lint_t = & -25,51 + 2,46 lpib_t + 1,23 llin_t - 0,42 lpr_t + 0,26 D82II-83I \quad [8] \\
 & (1,46) \quad (0,30) \quad (0,15) \quad (0,19) \quad (0,05)
 \end{aligned}$$

$$R^2 = 0,98$$

$$F = 560$$

$$\hat{\sigma} = 0,07$$

$$DW = 1,29$$

$$DF = -4,57; DW = 2,04$$

Período de estimación 1980:I - 1990:IV; 44 observaciones; estimación por mínimos cuadrados ordinarios. En la ecuación de cointegración se estima una elasticidad a largo plazo del tráfico telefónico particular internacional al PIB de 2,46; una elasticidad a las líneas particulares facturables de 1,23 y una elas-

⁶ Los residuos de esta ecuación presentan evidencia de no normalidad.

tividad precio de $-0,42$. Estos resultados sugieren que el tráfico telefónico internacional es un servicio de lujo para los particulares, y que reducciones de las tarifas tendrán un efecto importante de aumento del volumen de tráfico. Cabe destacar que es posible que haya efectos tendenciales como la mejora en la calidad del servicio cuyo efecto esté siendo recogido por los coeficientes estimados, en especial por el del PIB.

En la ecuación a corto las variables $dleximp$ y $dlpagtur$ estarían recogiendo cambios en las relaciones económicas internacionales que serían motivo de desviaciones de la demanda de tráfico internacional del nivel de equilibrio implicado por la ecuación a largo plazo.

La estimación no lineal en una etapa de las ecuaciones anteriores sería:

$$\begin{aligned}
 dlint_i = & 0,27 dleximp_i + 0,084 dlpagtur_i + 0,27 dlint_{i-4} - 0,32 D83II \\
 & (0,06) \quad (0,03) \quad (0,11) \quad (0,05) \\
 - & 0,23 (lint_{i-1} + 22,58 - 3,11 lpib_{i-1} - 0,34 llin_{i-1} + 1,18 lpr_{i-1}) \quad [9] \\
 & (0,08) \quad (4,77) \quad (1,18) \quad (0,73) \quad (0,75)
 \end{aligned}$$

$$R^2 = 0,77 \quad \hat{\sigma} = 0,04 \quad DW = 2,27$$

En esta ecuación se estiman bien los efectos a corto plazo, aunque la estimación de los efectos a largo es imprecisa. Esto podría deberse en parte al menor número de observaciones que se utilizan respecto de la ecuación a largo [8] y en parte al mayor número de parámetros estimados.

Tal y como señala un evaluador, las ecuaciones de tráfico internacional son las menos satisfactorias de las que se presentan en este trabajo. Esto se manifiesta en las diferencias entre los determinantes a corto y largo plazos y las diferencias entre las estimaciones en una y dos etapas. Los determinantes a largo plazo no han resultado significativos a corto plazo en ninguna de las versiones estimadas, por lo que se ha optado por mantener provisionalmente las variables $dleximp$ y $dlpagtur$ en la ecuación a corto. Las diferencias entre las especificaciones a largo y a corto plazo podrían subrayar la utilidad del enfoque de cointegración adoptado; la información más relevante de las variables económicas consideradas estaría en el largo plazo. Las ecuaciones presentadas se pueden considerar una primera aproximación susceptible de ser mejorada cuando se disponga de información más desagregada.

La demanda de tráfico telefónico internacional merece un análisis más detallado del que se le puede dedicar en este trabajo. Su dinamismo reciente, su rentabilidad, y la competencia futura así lo justifican. Además el estudio del tráfico telefónico a países con diferentes idiomas, relaciones económicas, distancias y ventanas horarias de comunicación hace que el agregado se componga de la suma de tráficos heterogéneos. Esto requeriría desagregar por países y permitir que las elasticidades precio variasen (y quizá aumentasen) con las tarifas.

La necesidad de saldar cuentas con otros países obliga, en general, a las compañías operadoras a registrar estadísticas de tráfico internacional más detalladas que de otros tipos de tráfico (número de minutos y número de llamadas desde cada provincia a distintos grupos de destinos), lo cual permitiría su estudio más detallado. Ese análisis permitiría diferenciar el efecto que tienen las variaciones de tarifas internacionales sobre el número de llamadas y sobre el número medio de minutos de conversación, efectos que en otros países han resultado ser muy diferentes entre sí.

4.3. Ecuación de tráfico particular urbano

En la ecuación de demanda de tráfico particular urbano la variable dependiente es el número total de impulsos (pasos) homogeneizados urbanos; está estimada con datos trimestrales y las variables están expresadas en tasas de crecimiento, donde:

dlurb: incremento porcentual del tráfico urbano particular.

dlapib: polinomio en PIB que consiste en 2/3 del incremento del PIB en el período *t* más 3/1 del incremento del PIB en el período *t*-1.

$$dlurb_t = 0,64 dlapib_t + 0,71 dlurb_{t-4} - 0,37 mce_{t-1} \quad [10]$$

(0,21) (0,08) (0,10)

$$R^2 = 0,79$$

$$F = 69,3$$

$$\hat{\sigma} = 0,02$$

$$DW = 1,81$$

$$DF = -5,05; DW = 1,88$$

Período de estimación 1981:II, 1990:IV; 39 observaciones; estimación por mínimos cuadrados ordinarios. Esta ecuación pasa una batería de contrastes similar a la que se muestra en el Apéndice. Los resultados son análogos y se omiten. Se ha encontrado una respuesta al PIB, tanto corriente como con un retardo, que se ha reparametrizado usando un polinomio de retardos sencillo. El mecanismo de corrección del error son los residuos de la ecuación de cointegración, esto es, de equilibrio a largo plazo, estimada en niveles logarítmicos, que se presentan a continuación.

$$lurb_t = -14,73 + 1,90 lpib_t + 0,66 llin_t - 0,15 lpr_t \quad [11]$$

(0,82) (0,17) (0,08) (0,10)

$$R^2 = 0,99$$

$$F = 1032$$

$$\hat{\sigma} = 0,04$$

$$DW = 1,44$$

$$DF = -4,68; DW = 2,17$$

Período de estimación 1980:I - 1990:IV; 44 observaciones; estimación por mínimos cuadrados ordinarios. En la ecuación de cointegración se estima una elasticidad a largo plazo del tráfico telefónico particular urbano al PIB de 1,9;

una elasticidad a las líneas particulares facturables de 0,66 y una elasticidad precio de $-0,15$. La elasticidad al PIB estimada parece elevada y es posible que esté recogiendo aparte del efecto renta, parte del efecto atribuible al aumento de líneas particulares, cuyo coeficiente es relativamente bajo, así como otros efectos tendenciales tales como la mejora de la calidad del servicio y el aumento de posibilidades de hacer gestiones y compras telefónicas producido en la última década⁷.

La elasticidad-precio estimada, aunque pequeña, sugiere que el uso local del teléfono responde ligeramente a su precio. Esto es consistente con la observación de que la tarifa constituye sólo una pequeña parte del coste total del uso local del teléfono, siendo mucho más importante en el coste total, el coste de oportunidad del tiempo empleado en hablar por teléfono, que no varía al variar las tarifas de uso local. Además, el coste total de los métodos de comunicación alternativos, tales como desplazamientos, suele ser superior al coste total de la llamada telefónica, por lo que variaciones de la tarifa local no supondrán, en general, sustitución de llamadas por otra forma de comunicación.

La estimación no lineal en una sola etapa de la demanda de tráfico urbano sería:

$$\begin{aligned}
 dlurb_t = & 0,63 \, dlapib_t + 0,67 \, dlurb_{t-4} - 0,44 \, (lurb_{t-1} + 12,99 - 1,34 \, lpib_{t-1} \\
 & (0,26) \qquad (0,09) \qquad (0,11) \qquad (1,23) \quad (0,32) \\
 & - 0,99 \, llin_{t-1} + 0,013 \, lpr_{t-1}) \qquad [12] \\
 & (0,19) \qquad (0,07)
 \end{aligned}$$

$$R^2 = 0,81 \qquad \hat{\sigma} = 0,022 \qquad DW = 1,9$$

La estimación resulta similar a la de dos etapas, excepto la menor elasticidad PIB a largo plazo obtenida (1,34), así como una elasticidad líneas a largo plazo unitaria, que resultan más acordes con lo que se espera a priori que las obtenidas en las ecuaciones en dos etapas. El estudio detallado de las cuestiones de este epígrafe requeriría contar con información más rica que la contenida en las series temporales de las que se dispone⁸. Sería conveniente contar con paneles de datos, similares a los que se utilizan en otros países.

5. Conclusiones

En este estudio se ha partido de un modelo teórico de la demanda de tráfico telefónico particular, que se ha elaborado en base a los desarrollos realizados

⁷ Esto también puede deberse a que los datos sobre tráfico interurbano y urbano se recogen de forma agregada, procediéndose posteriormente a su desagregación, «repartiendo» el total de pasos entre los dos tipos de tráfico.

⁸ Sería útil disponer de datos de número de llamadas y tiempo medio de cada llamada y estudiar el efecto de cambios en el precio sobre el número de llamadas y su duración.

por investigadores norteamericanos en los años setenta y ochenta. Utilizando datos mensuales españoles agregados a nivel trimestral, se han especificado ecuaciones de tráfico particular interurbano, internacional y urbano para el período 1980:I, 1990:IV.

Las ecuaciones se han estimado utilizando técnicas de cointegración y han sido sometidas a una batería de diagnósticos para comprobar la adecuación de los supuestos en los que se basa su estimación.

Aunque cada una de estas funciones de demanda requeriría un amplio estudio específico, especialmente las de tráfico internacional, las conclusiones que se obtienen en cuanto a elasticidades renta y precio son las siguientes:

- Las elasticidades precio de las demandas de tráfico crecen con la distancia de la llamada (con la tarifa), aunque son inferiores a la unidad en valor absoluto.
- Las elasticidades renta son altas, siendo mayores para el tráfico internacional que para los tráficos interurbano y urbano.

Estas ecuaciones pueden servir de base tanto para el análisis de las propuestas de modificaciones de tarifas como para realizar previsiones de tráfico e ingresos a medio plazo.

Apéndice

CUADRO A.1

Diagnósticos de la ecuación dinámica de tráfico particular interurbano, ecuación [4]

Diagnóstico	Computado	Crítico
1. Variables omitidas		
— población,	-0,61	$t_{38,5\%} = 1,69$
— líneas totales,	-0,46	$t_{38,5\%} = 1,69$
— índice tarifas interurbanas,	1,34	$t_{38,5\%} = 1,69$
2. Dinámica		
— mce_{t-2}	0,73	$t_{38,5\%} = 1,69$
— mce_{t-3}	-0,74	$t_{38,5\%} = 1,69$
— mce_{t-4}	-0,15	$t_{38,5\%} = 1,69$
— mce_{t-5}	-0,28	$t_{38,5\%} = 1,69$
— $dlpib_{t-1}$	-0,52	$t_{38,5\%} = 1,69$
— $dlpib_{t-2}$	0,03	$t_{38,5\%} = 1,69$
— $dlpib_{t-3}$	0,61	$t_{38,5\%} = 1,69$
— $dlpib_{t-4}$	-0,12	$t_{38,5\%} = 1,69$
— $dlpr_{t-1}$	-0,44	$t_{38,5\%} = 1,69$
— $dlpr_{t-2}$	0,84	$t_{38,5\%} = 1,69$
— $dlpr_{t-3}$	-0,60	$t_{38,5\%} = 1,69$
— $dlpr_{t-4}$	1,01	$t_{38,5\%} = 1,69$
— $dliul_{t-5}$	-0,25	$t_{38,5\%} = 1,69$
— $dliul_{t-6}$	0,19	$t_{38,5\%} = 1,69$
— $dliul_{t-7}$	0,56	$t_{38,5\%} = 1,69$
— $dliul_{t-8}$	-0,19	$t_{38,5\%} = 1,69$
3. Forma funcional-no linealidades		
— inverso de $dlpib_t$	1,85	$t_{38,5\%} = 1,69$
— inverso de $dlpr_t$	-1,56	$t_{38,5\%} = 1,69$
— cuadrado de $dlpib_t$	0,11	$t_{38,5\%} = 1,69$
— cuadrado de $dllin_t$	-0,61	$t_{38,5\%} = 1,69$
— cuadrado de $dlpr_t$	0,06	$t_{38,5\%} = 1,69$
— producto $dlpib_t dlpr_t$	-0,16	$t_{38,5\%} = 1,69$
— cuadrado de mce_{t-1}	0,27	$t_{38,5\%} = 1,69$
— cuadrado de $dliul_{t-4}$	0,28	$t_{38,5\%} = 1,69$
4. Heteroscedasticidad estática		
— mce_{t-1}	0,96	$t_{38,5\%} = 1,69$
— cuadrado de mce_{t-1}	0,82	$t_{38,5\%} = 1,69$
— $dllin_t$	1,53	$t_{38,5\%} = 1,69$
— cuadrado de $dllin_t$	1,35	$t_{38,5\%} = 1,69$
— $dlpib_t$	-0,05	$t_{38,5\%} = 1,69$
— cuadrado de $dlpib_t$	-0,70	$t_{38,5\%} = 1,69$
— $dlpr_t$	-0,39	$t_{38,5\%} = 1,69$
— cuadrado $dlpr_t$	-0,23	$t_{38,5\%} = 1,69$
— producto $dlpib_t dlpr_t$	0,08	$t_{38,5\%} = 1,69$
— White	0,30	$F_{5,33,5\%} = 2,51$

CUADRO A.1 (continuación)

Diagnósticos de la ecuación dinámica de tráfico particular interurbano, ecuación [4]

Diagnóstico	Computado	Crítico
5. Heteroscedasticidad dinámica		
— ARCH (1)	-0,38	$t_{98,5\%} = 1,69$
— ARCH (2)	-0,18	$t_{97,5\%} = 1,69$
— ARCH (3)	1,04	$t_{96,5\%} = 1,69$
— ARCH (4)	0,07	$t_{95,5\%} = 1,69$
— ARCH (5)	0,21	$t_{94,5\%} = 1,69$
— ARCH (1-5)	1,00	$F_{5,28,5\%} = 2,54$
6. Normalidad	2,85	$\chi^2_{2,5\%} = 5,99$
7. Chow (1985: IV)	0,02	$F_{4,31,5\%} = 2,68$
8. Dickey Fuller	-6,36	$DF_{1\%} = -4,07$

El cuadro sintetiza los resultados de los diagnósticos de la ecuación [4] de demanda de tráfico telefónico particular interurbano a corto plazo. Excepto el de Chow, los diagnósticos utilizados son del tipo de los multiplicadores de Lagrange, (véase Godfrey (1988)). Se ha elegido utilizar, siempre que ha sido posible, la versión de la t , que permite llevar a cabo contrastes unidireccionales y tiene un mejor comportamiento en muestras finitas que otras versiones. Las ecuaciones de tráfico urbano e internacional, [7] y [10] se han sometido cada una a una batería de diagnósticos similar con resultados análogos y no se presentan en el trabajo.

Referencias

- Artle, A. y Averous, C. (1973): «The Telephone System as a Public Good: Static and Dynamic Aspects». *Bell Journal of Economics and Management Science* 4, pp. 89-100.
- Bader, D. (1986): «Teoría de la demanda telefónica y análisis econométrico en las telecomunicaciones», en *Comunicaciones y Desarrollo*, Fundesco, pp. 123-136.
- Banco de España (1991): *Boletín Estadístico*.
- Barroso Gallego, F. (1985): «Sistema integrado de previsión de la demanda de servicios de telecomunicación», *Revista T 7*, pp. 39-50.
- Dickey y Fuller (1979): «Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root», *JASA* 74, pp. 427-431.
- Engle, R. F. y Granger, C. (1987): «Co-integration and Error Correction: representation, estimation and testing», *Econometrica* 55, pp. 251-276.
- Escribano, A. (1990): «Introducción al tema de cointegración y tendencias», *Cuadernos Económicos del ICE* 44, pp. 7-42.
- Garín, T. (1992): *Demanda de tráfico telefónico en España: modelos teóricos y empíricos y análisis descriptivo de los datos provinciales españoles 1985-1989*, Instituto de Estudios del Transporte y las Comunicaciones, Madrid.
- Godfrey, L. G. (1988): *Misspecification Tests in Econometrics*, Econometric Society Monographs 16.
- Hernández Navarro, F. (1988): «Un estudio econométrico de la demanda de líneas telefónicas en el mercado no residencial», en *Modelo econométrico nacional de peticiones registradas netas (1987-1990)*, Telefónica de España.
- INE (1990): *Boletín de Estadística* 485, Sept-Oct, Instituto Nacional de Estadística.
- INE (1991): *Contabilidad Regional de España (1985-1988)*, Instituto Nacional de Estadística.
- Littlechild, S. (1975): «Two Part Tariffs and Consumption Externalities», *Bell Journal of Economics and Management Science* 5, pp. 661-670.
- López García, A. (1988): «Un Estudio econométrico de la demanda telefónica del sector residencial», en *Modelo econométrico nacional de peticiones registradas netas (1987-1990)*, Telefónica de España.
- Martín Guzmán, P. (1985): *Modelos econométricos de demanda de líneas telefónicas*, Departamento de Estudios Económicos, Telefónica.
- Mauleón Torres, I. (1989): «La demanda de dinero y los objetivos de ALP», documento de trabajo, *Instituto de Estudios Fiscales*, Madrid.
- Mauleón Torres, I. (1991): «La demanda de teléfonos en España», *Investigaciones Económicas* 15, pp. 383-427.
- Ministerio de Transportes, Turismo y Comunicaciones (1990): *Informe Anual 1989: Los Transportes, el Turismo y las Comunicaciones*, Madrid.
- Rohlfis, J. (1974): «A Theory of Interdependent Demand for a Communications Service», *Bell Journal of Economics and Management Science* 5, pp. 16-37.
- Squire, L. (1974): «Some Aspects of Optimal Pricing for Telecommunications», *Bell Journal of Economics and Management Science* 4, pp. 515-525.
- Taylor, L. D. (1980): *Telecommunications Demand: A Survey and Critique*. Ballinger Publishing Company.
- Taylor, L. D. (1993): *A Revision of Telecommunications Demand: A Survey and Critique*, ed. Kluwer.
- Telefónica de España (1986): *Anuario Estadístico Telefónico Nacional*. Departamento de Estudios Económicos.
- Telefónica de España (1988a): *Modelo econométrico nacional de peticiones registradas netas (1987-1990)*, Subdirección General Residencial, Departamento de Marketing y Ventas.
- Telefónica de España (1988b): *Índices de precios de los servicios de telefonía en España*. Subdirección General de Intervención y Contabilidad, Departamento de Estudios Económicos.

- Telefónica de España (1990): *Homogeneización de las series de consumo telefónico*, Departamento de Marketing y Previsión. Subdirección de Previsión de la Demanda.
- Telefónica de España (1991a): *Homogeneización de las series de consumo telefónico, período 1980-1990*. Departamento de Marketing y Previsión. Subdirección de Previsión de la Demanda.
- Telefónica de España (1991b): *Memoria 1990*, Departamento Financiero.
- Torres Grajales, R. (1989): «Previsión de la demanda telefónica por el método matemático», *Revista T* 20, pp. 5-17.
- Treadway, A. (1974): *Previsión de la demanda telefónica*. Modelos Econométricos S. A., Madrid.
- Von Rabenau, B. y Stahl, K. (1974): «Dynamic Aspects of Public Goods: A further Analysis of the Telephone System», *Bell Journal of Economics and Management Science* 5, n. 2, pp. 651-669.

Abstract

In this paper we use a theoretical model of the demand of telecommunications services to derive an econometric model of the demand for residencial telephone traffic in Spain for the period 1980-1990, using quarterly data. We use cointegration techniques to obtain demand equations for residencial customers desaggregated by length of haul. A battery of diagnostics is applied to each of the equations. Price and income elasticities agree with the theory and could be used for analysing the effects of changes in tariffs and medium term forecasting of traffic and revenues.

Recepción del original, julio de 1992

Versión final, mayo de 1993

CONCURSO DE AYUDAS A LA INVESTIGACION DEL CENTRO DE ESTUDIOS BANCARIOS DE LA FUNDACION BBV

A partir del 15 de enero de 1993, el Centro de Estudios Bancarios de la Fundación BBV mantiene abierta una convocatoria de Ayudas a la Investigación en el campo de la Economía Financiera y Bancaria, de acuerdo con las siguientes condiciones:

1. Los investigadores que deseen solicitar una ayuda deberán enviar un proyecto de investigación a:

Luis A. Lerena
Director del Centro de Estudios Bancarios
FUNDACION BBV
Alcalá, 16
28014 MADRID

2. El proyecto de investigación desarrollará con precisión el tema a tratar y la metodología propuesta, así como los plazos en que se realizará. La extensión mínima del proyecto será de 5 páginas y la máxima de 10.
3. El importe de las ayudas por trabajo de investigación oscilará, en condiciones normales, entre 500.000 y 1.000.000 pta. Podrán, no obstante, considerarse peticiones de ayuda superiores si el interés y la complejidad del trabajo lo hacen conveniente.
4. Los autores podrán publicar libremente los resultados de la investigación en revistas académicas españolas o extranjeras con una mención expresa de que ha sido realizada con una ayuda de la Fundación BBV. La Fundación se reserva el derecho de publicar los trabajos financiados en su colección Documenta como papeles de trabajo, así como publicar colecciones de trabajos en forma de libro (con el visto bueno de las revistas académicas en las que se hubiera podido publicar).
5. La resolución de las Ayudas a la Investigación se realizará con periodicidad trimestral. El receptor de la ayuda se comprometerá a entregar el trabajo en el plazo acordado junto con un extracto de no más de 100 palabras y un resumen de 3 páginas que explique los resultados de la investigación de forma accesible para no especialistas en el tema.
6. Los investigadores que deseen solicitar una ayuda deberán estar en posesión del título de Doctor y ser miembros de un departamento universitario o centro de investigación.