



EL COLEGIO DE MÉXICO

CENTRO DE ESTUDIOS ECONÓMICOS

MAESTRÍA EN ECONOMÍA

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN
ECONOMÍA

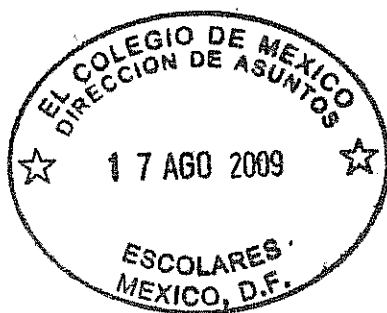
**UN ANÁLISIS DE LA DEMANDA DE LA
INDUSTRIA DE TELECOMUNICACIONES
EN MÉXICO: SERVICIO MÓVIL**

SAIDE ARANZAZÚ SALAZAR ALTAMIRANO

PROMOCIÓN 2007 - 2009

ASESOR: DR. ALEJANDRO CASTAÑEDA SABIDO

Julio 2009



A mi hermano Vladimir por su inspiración, apoyo y buenos consejos.

A mis padres Anélida y Ramón por su incondicional respaldo en todo momento.

A mi asesor Alejandro Castañeda por todo su tiempo y experiencia transmitida.

A Ernesto Piedras por su invaluable aportación para la realización de este trabajo.

A Rafael del Villar por su interés y valiosos comentarios.

Muchas gracias.

RESUMEN

Se analiza la demanda de minutos por usuario en México empleando información del mercado total y específica de cada firma. La estimación por mínimos cuadrados en dos etapas arroja una elasticidad de largo plazo en la industria de -1.18, indicando que la demanda de mercado es elástica. Se estima que la elasticidad de corto plazo de la industria se ha reducido de manera importante en los últimos años, llegando a -0.44 en el 2008. Desde 1999 hasta 2008 el excedente del consumidor en la industria asciende a 13 277 millones de pesos.

Con respecto al resto de los determinantes de la demanda, se encuentra que el ingreso ha dejado de ser decisivo en el consumo del servicio móvil. Asimismo, los hallazgos indican que los consumidores adicionales, *relative late adapters*, demandan menos minutos que los *early adapters*. La estimación revela que dicho efecto domina cualquier efecto positivo que pudiera tener el efecto del tamaño de la red.

El análisis realizado por firma, apunta hacia una demanda inelástica (muy similar) para las dos principales empresas del sector, Telcel y Telefónica Movistar, indicando poder de mercado de estas compañías. En el largo plazo podemos esperar dos operadores grandes en la industria, penetrando todos los niveles de ingreso.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	5
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	7
3. MARCO TEÓRICO.....	9
3.1 Modelo de demanda	9
3.2 Excedente del consumidor	12
4. METODOLOGÍA ECONOMETRICA Y DESCRIPCIÓN DE DATOS.....	14
4.1 Metodología econométrica.....	14
4.1.1 Demanda de mercado.....	14
4.1.2. Demanda por firma: Telcel y Telefónica MoviStar	14
4.1.3. <i>Polynomial Distributed Lags</i>	16
4.1.4. Variables instrumentales	18
4.2. Descripción de datos	19
5. RESULTADOS.....	21
5.1 Demanda de mercado.....	21
5.2 Excedente del consumidor	29
6. CONCLUSIONES	35
BIBLIOGRAFÍA	37

1. INTRODUCCIÓN

Hasta antes de 1970, las características del proceso de producción definían al mercado de telecomunicaciones en la mayoría de los países como un monopolio natural verticalmente integrado: servicio local, larga distancia y otros, todos controlados por un único vendedor, administrado por el gobierno federal o algún órgano regulatorio¹.

El avance tecnológico de las décadas subsecuentes modificó la configuración del mercado. Las mejoras tecnológicas disminuyeron los costos de la construcción de redes, originando nuevos productos e incrementando el tamaño del mercado (Mariscal, 2003). En 1990 México inició la reforma privatizando la compañía telefónica nacional, Telmex, y para 1996 el mercado se abrió a la competencia.

A mediados de 1999 se detona el crecimiento vertiginoso del sector de telefonía móvil con la reducción en costos generada por el avance tecnológico y la integración de nuevos participantes en el mercado. Actualmente, la penetración de la telefonía móvil representa más del doble de la alcanzada por la telefonía fija en México. Mientras el lento crecimiento de la telefonía fija no permitía vislumbrar en los años noventa siquiera un acercamiento al servicio universal, la explosión de la telefonía celular apunta actualmente a la creciente posibilidad de tender a ello (Piedras & Bonina, 2006).

En los últimos años se ha observado una rápida disminución en el precio por minuto como resultado de un mayor número de oferentes. Actualmente son cuatro las compañías que dominan casi la totalidad del mercado: Telcel, Telefónica Movistar, Iusacell y Unefon. De ellas sólo Telcel y Movistar representan más del 90 por ciento del mercado total. La rápida reducción en las tarifas ha permitido la expansión del servicio a todos los niveles de ingreso, al mismo tiempo que genera un mayor beneficio en términos de bienestar del consumidor.

Bajo este contexto, el presente estudio tiene como objetivo estimar la elasticidad de corto y largo plazo de la demanda del servicio de telefonía móvil en México, así como la elasticidad de la demanda de las dos principales compañías que operan en el mercado, Telcel y Telefónica Movistar. Se enfatiza el efecto del ingreso y tamaño de la red sobre la cantidad demandada. Asimismo, se calcula el excedente del consumidor en la industria con

¹ x

el propósito de aproximar el beneficio que ha generado la reducción de la tarifa por minuto. El período de estudio es 1999-2008.

Al igual que en otros países, la industria de telefonía móvil en México no está sujeta a un alto grado de competencia, debido a la tendencia del mercado hacia una configuración oligopólica. Como lo mencionan Dewenter y Haucap (2004), además de factores tales como el número de operadores, barreras a la entrada, diferenciación del producto, estructuras de costos y transparencia en el mercado, un indicador de los incentivos que tienen las firmas para involucrarse en conductas de colusión es la elasticidad de la demanda del mercado y la elasticidad de la demanda que enfrenta cada empresa. Si la demanda de mercado es relativamente inelástica, el beneficio que obtiene la firma de involucrarse en conductas de colusión es alto, en la medida en que los precios pueden incrementarse sin perder un gran porcentaje de clientes. En contraste, una demanda de mercado relativamente elástica implica que las ganancias adicionales provenientes de la colusión son relativamente bajas. Adicionalmente, una alta elasticidad de la demanda específica a cada firma implica que el desviarse del acuerdo de colusión es relativamente rentable (en la medida en que una reducción en el precio genera un incremento relativamente alto en la cantidad vendida), de tal forma que la conducta de colusión pierde sentido debido a este problema de “engaño” (*cheating problem*) (Dewenter y Haucap, 2004).

La información que resulte de este análisis de demanda es de relevancia para el gobierno, el ente regulador y las empresas. Se intenta con ello, cerrar la brecha de información entre los agentes participantes en el sector, coadyuvando así a la creación de un mercado más competitivo. La pérdida de competitividad en nuestro país tiene su origen en problemas de carácter estructural y en problemas que dependen de enormes ineficiencias en los mercados, que a diferencia de los problemas estructurales pueden corregirse con cambios en la regulación y una apertura real que permita mayor competencia (IMC, 2006).

De acuerdo al Informe sobre el Desarrollo Humano 2001, el acceso a las innovaciones tecnológicas en telecomunicaciones, constituyen un medio para lograr el desarrollo humano, debido a sus repercusiones en el crecimiento económico gracias al aumento de productividad que generan (PNUD, 2001). De ahí la relevancia en lograr un incremento en la competitividad del sector.

La estructura del trabajo es la siguiente. En la primera parte se realiza una breve revisión de literatura sobre las estimaciones realizadas para otros países, así como la metodología empleada en cada caso. Posteriormente se describe el marco teórico de referencia, haciendo especial énfasis en los supuestos empleados. Se sigue la descripción de los datos y la metodología econométrica. En la sección 5 se muestran las estimaciones obtenidas así como la interpretación de los resultados. Finalmente, se presentan las conclusiones.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

A lo largo de los últimos años se han realizado diversos estudios sobre la demanda en el sector telecomunicaciones en otros países, tanto de telefonía fija como del servicio móvil. Entre los principales análisis se encuentra el de Michael Ward (1995) quien estima la elasticidad de largo plazo del servicio de larga distancia para AT&T y sus competidores en EEUU. El autor emplea información mensual y trimestral para el período 1988-1991. Dado el problema de endogeneidad en el precio observado, su análisis emplea la metodología de variables instrumentales y regresión inversa. Encuentra una elasticidad de largo plazo de la industria entre -0.71 y -0.89. En el caso de las especificaciones por firma estima un límite inferior entre -5.3 y -6.3 para AT&T y entre -15 y -18 para las OCC's (*Other Common Carriers*), bajo el supuesto de que la demanda se ajusta inmediatamente ante cambios en el precio.

Jerry A. Hausman (1997) estima la curva de demanda del servicio de mensajes de voz en EEUU para el período 1991-1994. El servicio de mensajes de voz incluye la posibilidad de recibir mensajes mientras la línea está en uso, el poder crear un buzón de voz para cada miembro de la familia, y facilidades de emisión en grupo (*broadcast facility*). El estudio emplea un panel de datos con información de 18 estados. Se incluyeron efectos fijos para cada unidad de observación, así como una tendencia temporal por estado dado que el servicio de mensajes de voz no se introdujo simultáneamente en todos los estados analizados. La elasticidad-precio estimada empleando variables instrumentales es de -1.61.

Ralf Dewenter y Justus Haucap (2004) analizan la elasticidad de la demanda del servicio de telefonía móvil en Austria utilizando datos mensuales desde enero de 1998 hasta marzo de 2002. Con información a nivel firma para distintas tarifas construyen cuatro

muestras diferentes. Los autores llevan a cabo la estimación empleando metodología de panel estático y dinámico. La elasticidad de largo plazo oscila entre -0.19 y -3.56 bajo el modelo de panel estático, y entre -0.61 y -1.05 bajo el modelo de panel dinámico, dependiendo de la muestra empleada.

Atsushi Iimi (2005) analiza la demanda de telefonía celular en Japón, encontrando una elasticidad de largo plazo entre -1.3 y -2.43 para el período de estudio. El autor utiliza un modelo de elección discreta, específicamente un modelo logit anidado. La base de datos para el análisis incluye observaciones mensuales por firma desde 1996 hasta 1999. El estudio se concentra en el efecto de la diferenciación del producto y las externalidades de red.

Duk Hee Lee y Dong Hee Lee (2006) estiman la elasticidad de largo plazo del servicio de telefonía móvil en Corea y realizan un cálculo del excedente del consumidor en la industria. Los datos empleados en su estudio comprenden información mensual de enero de 1996 a diciembre de 2004. Dividen su periodo de estudio en pre-competencia y pos-competencia, y utilizando variables instrumentales encuentran una elasticidad casi unitaria para el primero de estos períodos (entre -0.922 y -0.941), mientras que para el período de competencia la elasticidad se reduce para encontrarse entre -0.482 y -0.643.

Christos Agiakloglou y Demetrius Yannelis (2006) examinan la elasticidad de corto y largo plazo de las llamadas internacionales desde Grecia hacia cinco países: Australia, EEUU, Canadá, Gran Bretaña y Alemania. Su base de datos está conformada por información trimestral desde 1997 hasta 2003. Llevan a cabo la estimación para el total de llamadas salientes, realizadas por todos los proveedores móviles y el operador predominante, así como considerando únicamente las llamadas realizadas por este último. Se concluye que el precio por minuto explica mejor la demanda de llamadas internacionales a medida que la distancia entre origen y destino se incrementa.

En similitud con algunos de estos estudios, el presente análisis ocupa información trimestral desde 1999 hasta 2008, tanto del mercado total como a nivel firma. La metodología empleada es mínimos cuadrados en dos etapas (variables instrumentales) como se describirá con mayor detalle en la sección 4.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 *Modelo de demanda*

En un mercado perfectamente competitivo, cada firma tiene los mismos costos, el precio se iguala al costo marginal, y cada empresa en la industria enfrenta una curva de demanda perfectamente elástica a dicho precio. En este tipo de industria, cualquier empresa que intente incrementar su precio por arriba del costo marginal perderá todos sus consumidores. Sin embargo, en industrias donde los productos son diferenciados o las firmas tienen distintos costos marginales, una empresa que establezca su precio por arriba del costo marginal perderá parte de sus consumidores, pero no todos. En este caso, la empresa enfrenta una curva de demanda con pendiente negativa y elasticidad finita. En general, la firma encuentra una demanda más elástica a medida que los productos de sus competidores se vuelven más sustitutos y a medida que los costos de los competidores caen (Ward, 1995).

El mercado de telefonía móvil en México puede considerarse como un mercado con productos diferenciados. Cada operador dentro del sector busca distinguir su producto del resto mediante la calidad de las llamadas, servicio al cliente, cobertura de la red, sistema de recarga, equipos de telefonía disponibles, etc., de tal forma que cada firma sea capaz de establecer su precio por arriba del costo marginal, sin perder un amplio número de consumidores. Así como cada empresa se distingue de las demás, también es posible distinguir el servicio de telefonía móvil del resto de los bienes y servicios que se venden en la economía.

Siguiendo a Michael Ward (1995), se empleó el enfoque de dos niveles: el *nivel superior* determina la demanda de minutos de telefonía móvil, mientras que el *nivel inferior* determina cómo la demanda se distribuye entre los distintos operadores del mercado. Este enfoque separa el efecto de una reducción en el precio general de la industria, de las diferencias en precios *dentro* de la industria: se puede inspeccionar así la decisión del individuo sobre cuántos minutos de telefonía móvil consumir, y la decisión con respecto a qué compañía va a elegir como proveedora.

En el *nivel superior* la demanda por minutos de telefonía móvil se determina por el precio por minuto, el precio de otros bienes y servicios, y el ingreso. Supongamos que la canasta de bienes del consumidor representativo consiste de minutos de telefonía móvil (q)

y un bien compuesto (z) que representa el resto de los bienes y servicios (Hee Lee & Hee Lee, 2006). De esta forma el problema que resuelve el individuo está dado por:

$$\begin{aligned} \max U &= U(q, z) \\ \text{s.a. } p_c q + p_z z &= y \end{aligned}$$

donde y es el ingreso del consumidor, p_c es el precio por minuto y p_z es el precio del bien compuesto z (suponemos que la función de utilidad del individuo es separable)². La demanda individual por minutos de servicio móvil se deriva de la solución óptima al problema de maximización,

$$\begin{aligned} q^* &= q(p_c, p_z, y) \\ z^* &= z(p_c, p_z, y) \end{aligned}$$

Si extendemos el análisis para la demanda agregada obtenemos

$$Q = Q(p_c, p_z, I), \quad (1)$$

donde I denota el ingreso de todos los individuos (Hee Lee & Hee Lee, 2006).

En el *nivel inferior* los consumidores eligen el operador móvil a quien comprar con base en los precios relativos y su nivel de ingreso:

$$Q_i = Q_i(p_1, p_2, p_3, \dots, p_N, p_z, I), \quad (2)$$

siendo N el número de empresas de telefonía móvil ($i = 1, 2, \dots, N$). La elasticidad de la demanda del mercado se calcula diferenciando la ecuación (1) con respecto a la variable p_c , mientras que la elasticidad de cada empresa n se estima diferenciando la ecuación (2) con respecto a p_n ,

$$\eta = \frac{\partial q}{\partial p} \frac{p}{q}$$

De acuerdo con Agiakloglou & Yannelis (2006), cuando nos enfrentamos a una estimación de demanda, es importante considerar la forma estructural de la función de demanda a partir de la cual se derivan las elasticidades. Así, es importante especificar el *tipo* de elasticidad: constante vs variable en el tiempo.

Consideremos la demanda en el *nivel superior* $Q = Q(p_c, p_z, I)$; si asumimos que el bien agregado z es el bien numerario entonces podemos normalizar el precio por minuto (p_c) y el ingreso (I) con respecto a p_z . El supuesto de función de utilidad separable justifica la

² Una interpretación simple de la *separabilidad* nos permite escribir la función de utilidad como $U(q_z, z) = U(q_z, g(z))$ (Hausman, 1981).

especificación de curvas de demanda que incluyen un solo precio (Hausman, 1981). Siguiendo a Agiakloglou & Yannelis (2006) la ecuación demanda con elasticidad constante en el tiempo tendría la siguiente forma:

$$Q_t = e^{\alpha_0} P_t^{\alpha_1} Y_t^{\alpha_2}, \quad (3)$$

donde $P_t = \left(\frac{P_{ct}}{P_{zt}} \right)$ y $Y_t = \left(\frac{y_t}{p_{zt}} \right)$.

La ecuación (3) sugiere que la elasticidad de la demanda puede ser estimada mediante el siguiente modelo log-lineal:

$$\ln Q_t = \alpha_0 + \alpha_1 \ln P_t + \alpha_2 \ln Y_t + \varepsilon_t, \quad (4)$$

donde ε_t es la perturbación aleatoria. Asimismo, se asume que el término de error satisface el supuesto $\varepsilon_t \sim iid \ N(0, \sigma_\varepsilon^2)$.

Si el supuesto de elasticidad constante no es válido, entonces se aplica el siguiente modelo, con elasticidad variable en cada período (Agiakloglou & Yannelis, 2006):

$$Q_t = \Delta e^{\gamma_1 P_t} Y_t^{\gamma_2}, \quad (5)$$

Donde Δ y γ son parámetros constantes. En este caso, la elasticidad precio de la demanda η_t se determina por la magnitud del parámetro γ_1 multiplicada por el precio en un período específico:

$$\eta_t = \gamma_1 P_t. \quad (6)$$

La estimación de la ecuación (5) se obtiene mediante el siguiente modelo de regresión lineal:

$$\ln Q_t = \gamma_0 + \gamma_1 P_t + \gamma_2 \ln Y_t + u_t \quad (7)$$

De la misma manera que en la ecuación (4) el término de error u_t satisface $u_t \sim iid \ N(0, \sigma_\varepsilon^2)$.

La decisión sobre el modelo óptimo a elegir no puede determinarse *a priori*. Ello depende del tipo de datos y el periodo de estudio. Por ejemplo, una estimación con datos anuales para un período amplio es menos probable que apoye el modelo con elasticidad constante, mientras dicho supuesto puede no rechazarse para otro tipo de datos, como mensuales o trimestrales, para un período corto de tiempo (Agiakloglou & Yannelis, 2006).

3.2 Excedente del consumidor

El excedente del consumidor es una herramienta muy empleada al estimar el bienestar de los consumidores frente a los precios actuales; dado que un cambio en precios afecta el excedente del consumidor, la evaluación de esta medida de bienestar es información relevante a tomar en cuenta en la implementación de políticas regulatorias.

Citando a Hausman (1981), existe un amplio consenso sobre el objetivo de la medición: la cantidad de dinero que el consumidor pagaría (o la cantidad de dinero que habría que pagarle) para obtener la misma utilidad después del cambio en precios que antes del cambio en precios. Esta cantidad monetaria corresponde a la variación compensatoria desarrollada por John Hicks. Una medida alternativa que toma como base la utilidad del individuo después del cambio en precios es la variación equivalente, también desarrollada por Hicks. La controversia surge con respecto a cómo medir estas cantidades. El procedimiento usual es emplear el área a la izquierda de la demanda marshalliana (de mercado) entre los dos niveles de precio. La principal condición para que el área a la izquierda de la curva corresponda a la variación compensatoria es que la utilidad marginal del ingreso sea constante. Si esta condición se cumple, entonces el área a la izquierda de la demanda marshalliana será igual al área a la izquierda de la curva de demanda compensada (Hicksiana). Así, la utilidad marginal constante del ingreso es condición suficiente para que el excedente de consumidor de Marshall sea igual al de Hicks (Hausman, 1981).

Willig (1976) derivó límites para la diferencia porcentual entre la medida correcta de la variación compensatoria y equivalente y la medida derivada de la demanda marshalliana. Dichos límites (que dependen de la elasticidad-ingreso de la demanda para el bien en cuestión, así como de la proporción del ingreso que el consumidor gasta en el bien) demostraron que el excedente del consumidor de la demanda marshalliana es una buena aproximación de la demanda del excedente del consumidor proveniente de la demanda hicksiana (Hausman, 1981).

En 1981, Hausman desarrolla una metodología para calcular de manera exacta (sin aproximaciones) la variación compensatoria y equivalente ante un cambio en precios, y aplica dicha metodología al caso de la demanda de trabajo y gasolina. Encuentra que para bienes que conforman una pequeña proporción del ingreso (como la gasolina), el área debajo de la demanda marshalliana es una muy buena aproximación de la variación

compensatoria; ello sucede porque una disminución en el precio de este tipo de bienes incrementa el ingreso en una pequeña proporción de tal forma que el efecto ingreso ante un cambio en precios es reducido (Willig, 1976)³.

Así, bajo el supuesto de que la utilidad marginal del ingreso es constante, el área a la izquierda de la demanda marshalliana de mercado genera una buena aproximación del excedente del consumidor. De este modo, el cambio en el excedente del consumidor en un momento particular del tiempo (ΔCS_t) está dado por (Hee Lee & Hee Lee, 2006):

$$\Delta CS_t = \int_{P_{t-1}}^{P_t} Q_t(P_t, Y_t) dx = \int_{P_t}^{P_t} e^{\alpha_0} x^{\alpha_1} Y^{\alpha_2} dx = \frac{e^{\alpha_0} (P^{1+\alpha_1} - P^{1+\alpha_1}) Y^{\alpha_2}}{1 + \alpha_1} \quad (8)$$

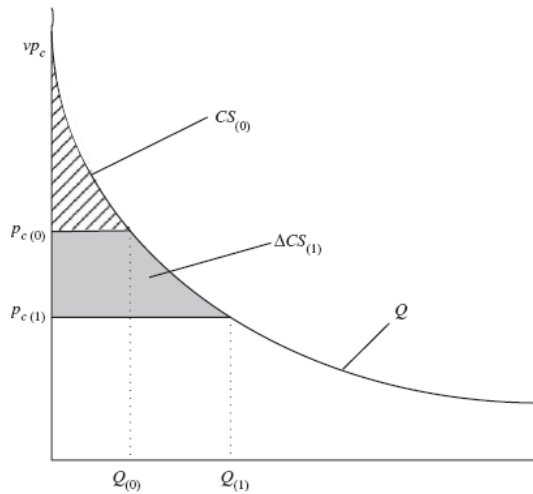
En el período t , el excedente del consumidor total (S_t) está dado por:

$$S_t = CS_0 + \sum_{T=1}^t \Delta CS_T \quad (9)$$

Donde $CS_0 = \int_{P_0}^{PV} Q_t(P_t, Y_t) dx$, donde PV representa un precio virtual, que es el máximo

precio que los consumidores están dispuestos a pagar por un minuto de telefonía móvil cuando $Q = 0$ (Hee Lee & Hee Lee, 2006). A continuación se muestra una figura con los conceptos empleados, tomada de Hee Lee & Hee Lee (2006).

Figura 1



³ Cuando realiza la estimación de la variación compensatoria y la aproximación mediante la demanda marshalliana, encuentra que ambas medidas sólo difieren en 3.2 por ciento (Hausman, 1981).

4. METODOLOGÍA ECONOMETRICA Y DESCRIPCIÓN DE DATOS

4.1 Metodología econométrica

4.1.1 Demanda de mercado

Para estimar la elasticidad de largo plazo de la demanda de mercado (elasticidad constante en el tiempo), se estimó la transformación logarítmica de la ecuación (3), a la que se le añadió una tendencia temporal y el número de suscriptores en cada periodo (como variable que incorpora información sobre el tamaño de la red),

$$\ln Q_t = \alpha_0 + \alpha_1 \ln P_t + \alpha_2 \ln Y_t + \alpha_3 \ln N_t + \alpha_4 \text{tiempo} + \varepsilon_t \quad (10)$$

donde α_0 es constante, α_1 representa la elasticidad-precio de la demanda, α_2 indica la elasticidad-ingreso de la demanda, α_3 el efecto del tamaño de la red y α_4 la tendencia en el tiempo. Se espera que la cantidad demandada disminuya ante incrementos en el precio ($\alpha_1 < 0$) y que un incremento en el ingreso genere un aumento de Q_t (elasticidad ingreso positiva). El precio de los equipos telefónicos y computadoras que pueden pensarse como complementos del servicio de telefonía móvil, ha disminuido con el tiempo; así, se introduce un término de tendencia temporal para capturar estos posibles desplazamientos de la demanda, esperando que el coeficiente α_4 sea positivo (Ward, 1995).

Asimismo, se estimó la transformación logarítmica de la ecuación (5) para aproximar la elasticidad de corto plazo de la demanda de mercado (elasticidad variable en cada período),

$$\ln Q_t = \gamma_0 + \gamma_1 P_t + \gamma_2 \ln Y_t + \gamma_3 \ln N_t + \gamma_4 \text{tiempo} + u_t \quad (11)$$

Es de esperarse que los coeficientes estimados tengan signos idénticos a los descritos para la ecuación (10).

4.1.2. Demanda por firma: Telcel y Telefónica Movistar

Como se mencionó en la sección 1 las cuatro principales compañías que proveen el servicio de telefonía móvil en México son Telcel, Telefónica Movistar, Iusacell y Unefon, con una participación de mercado de 74.43% y 20.07% para Telcel y Telefónica respectivamente, y 5.5% para Iusacell y Unefon en conjunto (COFETEL, 2008). De las cuatro compañías, la

Global Wireless Matrix sólo contiene información completa para Telcel y Telefónica que en conjunto representan cerca de 95% del mercado total.

Así, se estimó la elasticidad de largo plazo de la firma i empleando la transformación logarítmica de la ecuación (3), a la que se le añadió el logaritmo del precio de la empresa j para capturar la magnitud de la elasticidad cruzada. Se agregó también una tendencia temporal y el número de suscriptores de cada empresa en cada periodo (como variable que incorpora información sobre el tamaño de la red),

$$\ln Q_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln P_{it} + \beta_2 \ln P_{jt} + \beta_3 \ln Y_t + \beta_4 \ln N_{it} + \beta_5 \ln N_{jt} + \beta_6 \text{tiempo} + \varepsilon_t \quad (12)$$

donde β_0 es constante, β_1 representa la elasticidad-precio de la demanda de la empresa i , β_2 indica la elasticidad-cruzada de la demanda de la empresa i con respecto a un cambio en el precio de la empresa j , β_3 indica la elasticidad-ingreso de la demanda, β_4 el efecto de un incremento en el tamaño de la red propia, β_5 el efecto de un incremento en el tamaño de la red de la empresa j , y β_6 la tendencia en el tiempo. Como en el caso de la demanda de mercado, se espera que la cantidad demandada disminuya ante incrementos en el precio ($\beta_1 < 0$) y que un incremento en el ingreso genere un aumento de Q_t (elasticidad ingreso positiva). Un signo negativo de la elasticidad cruzada indicaría que los consumidores perciben los servicios que prestan ambas firmas como sustitutos cercanos. Un signo positivo de la elasticidad cruzada lleva a pensar que los individuos llevan a cabo sus decisiones de consumo considerando los servicios de Telcel y Telefónica como complementarios en algún sentido.

Para estimar la elasticidad de corto plazo se empleó la transformación logarítmica de la ecuación (5) bajo el supuesto de elasticidad variable en cada período,

$$\ln Q_t = \delta_0 + \delta_1 P_t + \delta_2 P_{jt} + \delta_3 \ln Y_t + \delta_4 \ln N_{it} + \delta_5 \ln N_{jt} + \delta_6 \text{tiempo} + u_t \quad (13)$$

Se esperan coeficiente con los mismos signos que los mencionados para la ecuación (12)

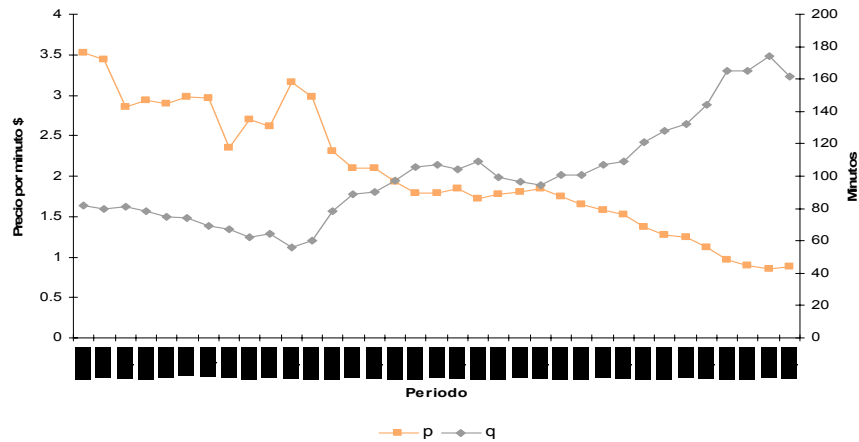
4.1.3. *Polynomial Distributed Lags*

La estimación de la elasticidad de largo plazo implica permitir que los agentes ajusten su conducta en el tiempo. De acuerdo a Michael R. Ward (1995) la información imperfecta con respecto al precio y los denominados *switching costs* son los principales responsables de la duración del ajuste del comportamiento de los individuos. Los consumidores reaccionan ante el nuevo precio sólo cuando se vuelven conscientes del cambio, en algunos casos varios meses después. Los principales mecanismos para obtener información concerniente al precio son los medios publicitarios y la experiencia personal al momento de recibir la cuenta pertinente. Aún si los individuos están conscientes del cambio, puede que no respondan en ese período debido a los costos que implica dejar de consumir dicho bien y consumir en su lugar algún sustituto cercano (*switching costs*). Si el ajuste de la demanda toma tiempo, entonces la cantidad demandada actualmente es una función de todos los precios en el período de ajuste (Ward, 1995).

Desde su aparición, el segmento de telecomunicaciones móviles se consolidó como el más dinámico de la industria gracias a su rápido crecimiento tanto en número de usuarios como en términos de ingreso (CIU, 2008). Una característica de este sector es el alto nivel de inversión en publicidad por parte de los principales operadores del sector, que han buscado retener a los clientes de cada uno, así como atraer nuevos clientes estimulados por precios más bajos. Cada firma se encarga de garantizar que los nuevos precios sean conocidos prontamente por los consumidores, de tal forma que los individuos ajustan su conducta de manera rápida⁴. La siguiente gráfica muestra que el ajuste de la cantidad demandada ante cambios en el precio es casi simultáneo.

⁴ Por ejemplo, para el segundo trimestre del 2008, Iusacell registró un OPEX de 65.17 millones de dólares, 21% más que el mismo período del año pasado. El incremento se derivó de gastos de publicidad superiores relacionados con importantes campañas para el lanzamiento de nuevos precios, productos y servicios (CIU, 2008).

Gráfica 1. Precio y cantidad de minutos demandada por usuario



Elaboración propia con información de Merrill Lynch.

Bajo el supuesto de que los consumidores ajustan su comportamiento durante el mismo periodo en el que ocurrió el cambio en el precio, se realiza la estimación econométrica incluyendo únicamente el precio contemporáneo, dejando de lado el precio en periodos previos. No así en el caso del ingreso per cápita: es de esperarse que la demanda de los consumidores no se ajuste de forma inmediata ante una modificación en el nivel de ingreso del hogar. La inclusión de los rezagos apropiados, en lugar de incluir sólo el nivel actual de ingreso, incorpora el ajuste de la demanda de largo plazo. En este ámbito, es importante tomar en cuenta que no es práctico incluir un número grande de rezagos debido a la alta probabilidad de correlación entre ellos, generando gran imprecisión en los estimadores (Ward, 1005).

Para resolver el problema de colinealidad de los valores rezagados del ingreso se impone un determinado patrón a los coeficientes de dichas variables, de tal forma que se reduce el número de parámetros a ser estimados. Siguiendo a Michael R. Ward (1995) existen dos potenciales métodos a emplear: una estructura de decadencia exponencial (*exponential decay structure*), y una estructura de rezagos polinomial (*polynomial distributed lag structure*). El esquema de decadencia exponencial asume que el efecto futuro sobre la demanda que tendrá un cambio en el ingreso es una fracción del efecto que tuvo en el periodo previo. Econométricamente, este esquema se implementa incluyendo un rezago de la variable dependiente como un regresor exógeno. El coeficiente de esta variable provee un estimador de la tasa de decadencia exponencial. Este esquema impone fuertes

restricciones sobre la estructura de rezagos del ingreso, a pesar de que permite la estimación de un amplio número de rezagos con la inclusión de una sola variable adicional.

Comparada con la estructura de decadencia exponencial, la estructura de rezagos polinomial (*polynomial distributed lag*) es más flexible debido a que permite a más de una variable describir la estructura de rezagos. Suponiendo que la estructura de rezagos sigue la forma de un polinomio de segundo grado, sólo se requiere estimar tres parámetros para todo el conjunto de rezagos (se eligieron 4 rezagos, debido a la periodicidad trimestral de los datos). Incrementar el orden del polinomio permite una estructura de rezagos más generalizada a un costo de incrementar la probabilidad de reintroducir multicolinealidad, generando así estimadores poco precisos (Ward, 1995). Adicionalmente se puede imponer la condición de que los coeficientes de los rezagos más lejanos tiendan a cero, de tal forma que el nivel de ingreso de periodos más distantes tiene cada vez menor impacto sobre la cantidad demandada.

4.1.4. Variables instrumentales

El problema más común en los análisis de demanda es que los precios y cantidades observados son resultado de los efectos combinados de la oferta y la demanda. Si se lleva a cabo la estimación sin considerar este aspecto, se obtendrán estimadores sesgados de mínimos cuadrados ordinarios (MCO). La inconsistencia de MCO se debe al carácter endógeno del precio, de tal forma que cambios en el precio no sólo están asociados con cambios en la cantidad demandada (Q), sino también con cambios en el error. Para enfrentar este problema, se empleará la metodología de variables instrumentales. El método de variables instrumentales aísla las variaciones exógenas en el precio (Cameron & Trivendi, 2005) y provee así estimadores consistentes de los regresores: se aísla el efecto del precio sobre la demanda, eliminando cualquier efecto de los desplazamientos de la curva de oferta sobre el precio observado

Sea z un vector de instrumentos $r \times 1$ ($r >$ número de regresores endógenos). Se deben cumplir las siguientes condiciones: 1) z no debe estar correlacionado con el error (validez del instrumento), y 2) z debe estar correlacionado con el vector de regresores x (relevancia del instrumento).

Siguiendo diversos estudios sobre la estimación de la ecuación de demanda de mercado en telecomunicaciones tales como los realizados por Ward (1995), Hee Lee & Hee Lee (2006), Hausman (1997), etc. se instrumentó el precio observado con variables relacionadas a los costos que enfrentan las empresas, en específico, el precio de los principales insumos (una descripción más detallada de los instrumentos empleados en la ecuación de mercado se presenta en la sección 4.2). Se asume que las empresas no ajustan inmediatamente su oferta ante modificaciones en el precio de los insumos, por lo que se empleó la estructura de rezagos polinomial. Se emplearon 4 rezagos bajo la estructura de un polinomio de segundo grado, bajo el supuesto de que el impacto de los rezagos más lejanos tiende a cero.

Para estimar la elasticidad de la demanda de cada firma, se requieren instrumentos que desplacen la curva de oferta de cada empresa pero no del resto de las empresas. El precio de un factor de producción puede funcionar como instrumento si el factor es único a cada firma. No obstante, si un factor representa un bien común a todas las firmas, entonces cambios en el precio de dicho factor distinguirán desplazamientos de la oferta específicos a cada firma sólo en la medida en que las empresas usen el factor en diferentes proporciones (Ward, 1995). Así, una primera opción es instrumentar el precio observado de cada firma con una variable *proxy* del costo de su capital financiero, debido a que ese costo es distinto para cada empresa. Una segunda opción es emplear el precio rezagado como instrumento. Dadas las características del mercado es razonable suponer que las decisiones de compra que los consumidores realizan en el presente no están correlacionadas con el precio del período anterior, ya que como se mencionó en la sección 4.1.3, la reacción de los usuarios ante cambios en el precio es casi simultánea.

4.2. Descripción de datos

La estimación de la demanda de largo plazo del mercado de telefonía móvil se llevó a cabo empleando fundamentalmente la *Global Wireless Matrix 3Q08* generada por Merrill Lynch, que posee datos trimestrales desde 1999 hasta el tercer trimestre del 2008. Las variables de interés fueron el ingreso promedio mensual por usuario (*average revenue per user – ARPU*), el número de minutos mensuales utilizados por cada usuario en promedio (*minutes of use per subscriber – MOU*), y el número de suscriptores en cada período.

El ingreso promedio mensual por usuario (*ARPU*) se obtiene dividiendo el ingreso por servicios entre el número de suscriptores en promedio durante el trimestre. “*Service revenues include monthly service charges and usage fees, roaming, long distance, and subscriptions to mobile data services*” (Merrill Lynch, 2008).

El número de minutos mensuales utilizados por cada usuario (*MOU*) se calcula dividiendo el total de minutos utilizados entre el promedio de suscriptores durante el trimestre. Usualmente excluye el tráfico relacionado al servicio de datos móviles. Se incluyen tanto minutos de entrada como de salida (Merrill Lynch, 2008).

La matriz global de Merrill Lynch reporta los cálculos del *ARPU* y *MOU* por empresa y presenta un promedio nacional que se obtiene ponderando los datos de cada firma por su participación en el mercado. Es esta última información (el promedio nacional) la que se empleó para estimar las ecuaciones 10 y 11. Se generó la variable precio de la siguiente manera:

$$P = \frac{ARPU}{MOU}.$$

El precio estimado incorpora información de todas las estructuras tarifarias que manejan las distintas firmas, tanto de prepago como de pospago así como de minutos de entrada y salida. De esta manera, permite realizar comparaciones en el tiempo a pesar de que ocurran numerosos cambios en los planes tarifarios por operador.

Como *proxy* del ingreso individual se empleó el PIB per cápita correspondiente a cada período. La información provino de las cuentas nacionales reportadas por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI).

Como se reportó en la sección 4.1.4, para la estimación de la ecuación de demanda de mercado se emplearon como variables instrumentales los índices de precios de los principales insumos de la industria de telecomunicaciones, en particular: 1) maquinaria y aparatos eléctricos, 2) equipo y aparatos electrónicos y 3) equipos y aparatos eléctricos. Toda esta información es reportada periódicamente por Banco de México.

En cuanto a la estimación de la demanda por firma, se utilizó como instrumento el precio observado en el período anterior. La estimación también se llevó a cabo considerando como instrumento el precio real de las acciones de cada empresa, como *proxy* del costo del

capital financiero de la firma, sin embargo, dicha variable demostró ser un instrumento débil, por lo que los resultados no fueron satisfactorios.

Como se especifica en la ecuación de demanda (3) todos los valores monetarios son deflactados por el índice de precios del resto de los bienes de la economía, en este caso el Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC) que da a conocer Banco de México (base 2002).

5. RESULTADOS

5.1 Demanda de mercado

La Tabla 1 presenta los resultados de la estimación de la demanda de mercado, asumiendo elasticidad constante en el tiempo (ecuación 10). Se muestran los resultados que arroja el método de mínimos cuadrados ordinarios así como los coeficientes obtenidos mediante el uso de variables instrumentales. Se reportan errores estándar consistentes ante heteroscedasticidad, bajo Newey-West.

Las columnas 1 y 2 muestran los resultados obtenidos bajo el supuesto de que la demanda se ajusta inmediatamente ante cambios en el ingreso. Las columnas 3-7 presentan las estimaciones bajo el supuesto de que la demanda se va ajustando de manera parcial ante modificaciones en el ingreso, bajo la estructura polinomial de rezagos (la Tabla 2 muestra los ajustes parciales de los rezagos del ingreso, así como el coeficiente total implicado).

La columna 4 considera como instrumentos las tres variables descritas en la sección 4.2: los índices de precios de maquinaria y aparatos eléctricos, equipo y aparatos electrónicos, y equipos y aparatos eléctricos. Las columnas 5-7 muestran que los resultados son robustos ante el uso de un conjunto más limitado de instrumentos. La columna 5 considera como instrumentos sólo los índices de maquinaria y aparatos eléctricos, y equipos y aparatos electrónicos. Los resultados de la columna 6 se generan empleando como instrumentos los índices de maquinaria y aparatos eléctricos y equipos y aparatos electrónicos. Finalmente la columna 7 incluye como variables instrumentales únicamente los índices de equipos y aparatos electrónicos, y equipos y aparatos eléctricos. La prueba de Hausman rechaza la hipótesis nula de consistencia de los estimadores MCO, justificando la utilización de variables instrumentales.

Se encuentra que un incremento de 1% en el precio del minuto de servicio móvil genera una reducción de la cantidad demandada de 1.12% (columna 4), es decir, la demanda de minutos de telefonía móvil es elástica con respecto al precio. El resultado es estadísticamente significativo al 1%. Por otra parte, la elasticidad-ingreso de la demanda no es distinta de cero, al 95% de confianza.

Con respecto a la variable del tamaño de la red (número de suscriptores) el resultado es contraintuitivo: el coeficiente es negativo, de gran magnitud y significativo al 1%, implicando que un incremento de 1% en el tamaño de la red genera una reducción de 1.07% en la cantidad de minutos demandada por usuario.

Tabla 1⁵

Tabla 1

Variable dependiente: lnQ							
	Ajuste inmediato del ingreso		Ajuste parcial del ingreso				
	(1) MCO	(2) VI	(3) MCO	(4) VI	(5) VI	(6) VI	(7) VI
C	27.668 (3.207)**	30.325 (3.324)**	25.147 (6.127)**	27.882 (4.767)**	28.593 (4.610)**	27.298 (4.829)**	29.047 (4.589)**
lnP	-0.895 (0.116)**	-1.147 (0.132)**	-0.884 (0.116)**	-1.118 (0.126)**	-1.179 (0.132)**	-1.068 (0.125)**	-1.218 (0.136)**
lnI ^a	-0.460 (0.163)**	-0.684 (0.188)**	-0.219 (0.537)	-0.456 (0.375)	-0.517 (0.517)	-0.406 (0.389)	-0.557 (0.339)
lnN	-1.073 (0.108)**	-1.065 (0.117)**	-1.080 (0.109)**	-1.070 (0.120)**	-1.067 (0.127)**	-1.072 (0.115)**	-1.065 (0.132)**
Trend	0.054 (0.006)**	0.047 (0.008)**	0.053 (0.007)**	0.046 (0.009)**	0.044 (0.010)**	0.048 (0.008)**	0.043 (0.010)**
R ²	0.971	0.964	0.970	0.964	0.960	0.966	0.958
Obs.	35.000	35	35	35	35	35	35

^aPara el caso de ajuste parcial del ingreso: coeficientes implicados por la estructura de rezagos, ver Tabla 2.

⁵ Se llevaron a cabo las mismas estimaciones añadiendo una variable que capturara el nivel de precios de la telefonía fija, con el propósito de estimar el grado de sustitución entre el servicio móvil y fijo. La variable empleada fue el costo de la renta mensual del servicio de telefonía fija, sin embargo, dado que dicha tarifa no refleja el precio por minuto (debido a que el pago de la renta contempla alrededor de 200 llamadas, cada una con tiempo ilimitado), la comparación con el precio empleado para servicio móvil no sería válida. Aunado a ello, la renta mensual del servicio fijo presenta muy poca variación, principalmente durante los últimos años del estudio.

Tabla 2

Ajuste parcial del ingreso: Distribución de los rezagos lnI					
	(3) MCO	(4) VI	(5) VI	(6) VI	(7) VI
Rezago 0 trimestres	-0.407 (0.169)*	-0.537 (0.186)**	-0.570 (0.189)**	-0.509 (0.191)**	-0.592 (0.186)**
Rezago 1 trimestre	-0.125 (0.095)	-0.199 (0.073)**	-0.218 (0.070)**	-0.183 (0.074)**	-0.230 (0.068)**
Rezago 2 trimestres	0.056 (0.192)	0.024 (0.140)	0.016 (0.131)	0.031 (0.146)	0.011 -0.128
Rezago 3 trimestres	0.138 (0.217)	0.132 (0.166)	0.130 (0.158)	0.133 (0.174)	0.129 -0.155
Rezago 4 trimestres	0.119 (0.153)	0.123 (0.120)	0.125 (0.115)	0.123 -0.126	0.125 -0.113
Total	-0.219 (0.537)	-0.456 (0.375)	-0.517 (0.348)	-0.406 0.389)	-0.557 (0.339)

Existen dos razones que nos dejan ver por qué el nivel de ingreso per cápita no tiene efecto estadísticamente significativo sobre la demanda de minutos de telefonía móvil. Por un lado, para el año 2007 el ingreso per cápita real en nuestro país se había incrementado cerca de 35 por ciento desde 1999, mientras que la demanda de minutos de telefonía móvil (por usuario) se elevó alrededor de 500 por ciento en el mismo período. Por otro lado, como lo mencionan Ernesto Piedras y Carla Bonina (2007) resulta relevante estudiar cómo se está difundiendo el uso de teléfonos celulares entre los grupos de menores ingresos en México, para lo que se utilizará el concepto de “niveles socioeconómicos” que define la Asociación Mexicana de Agencias de Investigación de Mercado y Opinión Pública (AMAI). Los estratos se dividen en cinco grupos: A/B, C+, C, D y E, donde el nivel A/B es el estrato que contiene a la población con el más alto nivel de vida e ingresos del país, mientras que en el E se encuentra la gente con menores ingresos y menor nivel de vida (Piedras & Bonina, 2007). A continuación se reproduce el cuadro presentado por Ernesto Piedras y Carla Bonina en su estudio del 2007, con las características de cada grupo:

Cuadro1

Niveles socioeconómicos de México					
Nivel A/B	Nivel C+	Nivel C	Nivel D+	Nivel D	Nivel E
10.8%		9.1%	23.8%	56.3%	
Estrato que contiene a la población con el más alto nivel de vida e ingresos del país.	En este segmento se consideran a las personas con ingresos o nivel de vida ligeramente superior al medio.	En este segmento se consideran a las personas con ingresos o nivel de vida medio.	En este segmento se consideran a las personas con ingresos o nivel de vida ligeramente por debajo del nivel medio, es decir, es el nivel bajo que se encuentra en mejores condiciones.	El nivel D está compuesto por personas con un nivel de vida austero y bajos ingresos.	El nivel E se compone de la gente con menores ingresos y nivel de vida de las zonas urbanas de todo el país.

A partir de los datos aportados por una encuesta realizada por Telefónica Movistar de México (TEMM) a más de 20 mil individuos en el 2003 y 2005, Piedras y Bonina (2007) construyeron dos cuadros de información estadística que se replican aquí.

Cuadro 2

Niveles socioeconómicos y penetración móvil en México 2003			
	Nivel A/B - Nivel C+	Nivel C - Nivel D+	Nivel D – Nivel E
Distribución de la población	10.8%	32.9%	56.3%
Postpago	19%	8%	6%
Prepago	81%	92%	94%
Total Usuarios (sobre total grupo)	85%	43%	9%

Cuadro 3

Niveles socioeconómicos y penetración móvil en México 2005					
	Nivel A/B	Nivel C+	Nivel C	Nivel D+	Nivel D – Nivel E
Distribución de la población	10.8%		9.1%	23.8%	56.3%
Postpago	28%	12%	6%	6%	4%
Prepago	72%	88%	94%	94%	96%
Total Usuarios (sobre total grupo)	89%	75%	67%	42%	27%

Como se puede apreciar, la evolución de la penetración en el período 2003-2005 es muy reveladora. Según los datos presentados en los cuadros 2 y 3, el teléfono celular se ha convertido en una herramienta de uso popular entre los sectores de bajos ingresos. Mientras que en el 2003 sólo un 9% de las personas ubicadas en los niveles socioeconómicos D y E

eran usuarias de teléfono celular, para 2005 la cifra se había triplicado, llegando a 27% de la población de esos estratos. En los sectores de mayores ingresos, por su parte, la cifra no se ha modificado mucho, lo que era de esperarse ya que la proporción de la población usuaria de teléfonos celulares en esos deciles ya era considerablemente alta (Piedras y Bonina, 2007).

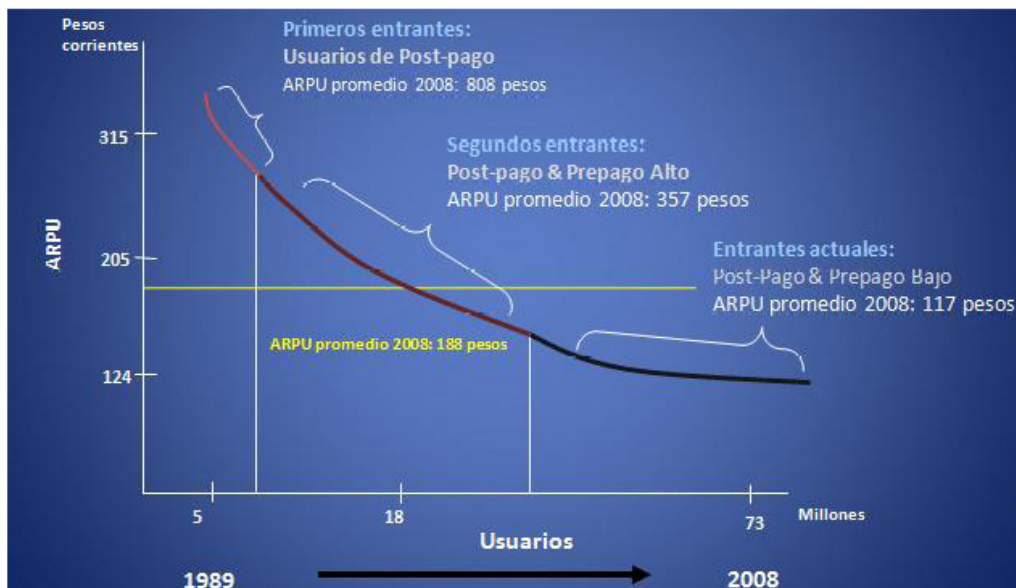
Tenemos entonces lento crecimiento del ingreso per cápita en el período de estudio en conjunto con un rápido crecimiento de la penetración del servicio móvil en los niveles socioeconómicos más bajos del país, de lo cual se deriva que el nivel de ingreso no es un determinante primordial del rápido crecimiento de la demanda de minutos de telefonía móvil que se observa en el periodo que cubre el presente estudio. La difusión del servicio móvil dentro de los estratos más bajos se debe, en gran medida, al bajo costo de acceso y uso que brindan al usuario el sistema de prepago y la modalidad de “el que llama paga” (Piedras & Bonina, 2007). En los cuadros 2 y 3 puede apreciarse que de todos los niveles socioeconómicos, son los niveles D y E los que tienen mayor porcentaje de usuarios de prepago.

La posibilidad de tener un dispositivo para las comunicaciones personales brinda a los individuos de los sectores menos ricos autonomía respecto a otros tipos de acceso a las comunicaciones. Asimismo, se debe tener en cuenta que la posibilidad de ser localizado juega papel de suma importancia en términos de empleo, si se toma en cuenta que entre los sectores de menores ingresos los trabajos temporales suelen ser los que prevalecen (Piedras & Bonina, 2007).

Observando los coeficientes presentados en la Tabla 1, otro resultado que salta a la vista es el coeficiente negativo y significativo del tamaño de la red. El servicio de telefonía móvil genera externalidades, particularmente el denominado *efecto de red* que depende del número de usuarios: mientras más grande sea la red mayor la utilidad que puede ofrecer la red a quienes se conectan. Ello implicaría hallar un impacto positivo y significativo del número de usuarios sobre la cantidad de minutos demandada, sin embargo, lo que se observa en el período de estudio es exactamente lo contrario. Es importante subrayar aquí dos aspectos: 1) la dinámica de la penetración del servicio móvil en México y 2) el hecho de que se está tomando como variable dependiente la cantidad de minutos demandada *por*

usuario. Para profundizar en estos temas, se reproduce una gráfica sobre la evolución de la demanda por servicios móviles elaborada por José Carlos Méndez y Diego Gamboa (2008).

Gráfica 2



Se puede apreciar que históricamente los primeros usuarios de telefonía móvil en México (como todos los *early adopters* de tecnología) estuvieron dispuestos a pagar una tarifa elevada por contar con el servicio antes que la mayoría de los usuarios y por consiguiente suelen ser más intensivos en la utilización de servicios de telecomunicaciones (generando un ingreso promedio por usuario de 808 pesos en el 2008); los segundos entrantes son una combinación de usuarios pos-pago y prepago alto (generando un ingreso promedio por usuario de 188 pesos); y por último se encuentran los nuevos entrantes actuales cuyo perfil es de individuos de bajo poder adquisitivo (generando un ingreso promedio de 117 pesos), como adultos de bajos recursos económicos, el segmento de niños y jóvenes, así como el de personas mayores (Méndez & Gamboa, 2008).

Así pues, dada la evolución de la demanda por servicios móviles, puede concluirse que la gran expansión que ha experimentado este segmento de telefonía en los últimos años se debe principalmente a la rápida penetración de este servicio en los niveles socioeconómicos bajos (recordemos de los cuadros 2 y 3 que los sectores de mayores ingresos no han presentado un incremento significativo en la penetración de telefonía móvil). Así, potencialmente, cada nuevo integrante de la red demandará menos minutos de

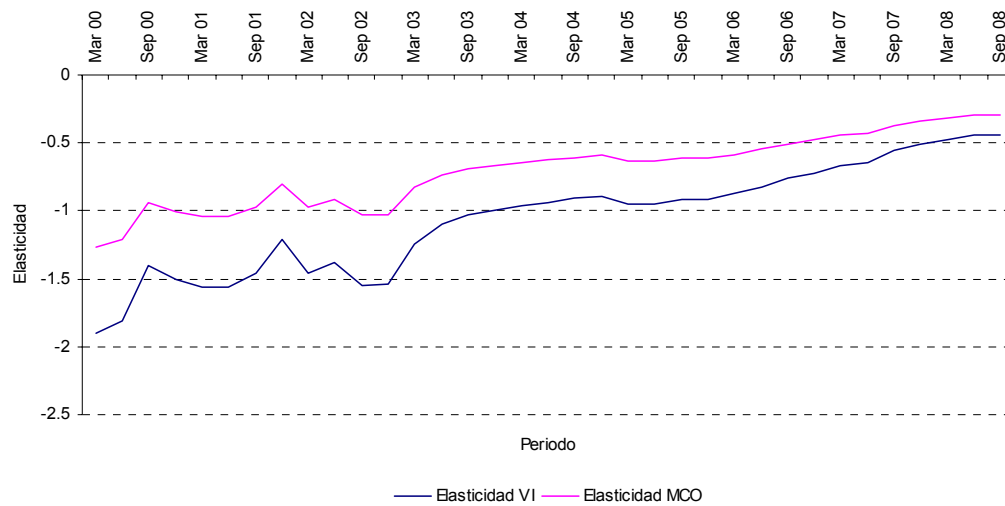
telefonía móvil que el promedio. Ello refleja que un incremento en el tamaño de la red reduce el número de minutos de telefonía móvil demandados por cada usuario en promedio, que es la variable dependiente en el presente estudio. De acuerdo a Méndez y Gamboa (2008) del total de usuarios de telefonía móvil en el 2008, 5% provienen del segmento socioeconómico alto, 16% del segmento medio y 79% del segmento bajo.

En cuanto a la tendencia en el tiempo, el coeficiente positivo y significativo indica una disminución en el precio de los bienes y/o servicios complementarios, principalmente los aparatos telefónicos o *handsets*. De ello resulta una disminución de los costos en los que el usuario debe incurrir para dar de alta el servicio móvil.

De acuerdo a lo especificado en la sección 4, además de estimar la demanda de largo plazo también se llevó a cabo la estimación para la demanda de corto plazo que por su naturaleza es distinta en cada unidad de tiempo. La Gráfica 2 nos muestra la evolución de la elasticidad-precio de la demanda del servicio de telefonía móvil (ecuación 11), tanto de mínimos cuadrados ordinarios como de variables instrumentales. El coeficiente γ_1 de la ecuación 11 estimado por MCO es igual a -0.344716, significativo al 1%, mientras que el símil estimado por variables instrumentales es de -0.516197, también significativo al 1%.

Observando la Gráfica 2 se aprecia que la elasticidad de corto plazo ha mostrado mucho dinamismo en el período de estudio. En el año 2000, la elasticidad-precio de la demanda (estimada con variables instrumentales, bajo ajuste parcial del ingreso) es cercana a dos. Ello implicaba que la sensibilidad de la cantidad demandada con respecto a una variación en el precio era más que proporcional. A partir de ese momento la elasticidad disminuye paulatinamente hasta alcanzar una elasticidad de -0.44 para el 2008.

Gráfica 3. Elasticidad variable en el tiempo



Elaboración propia a partir de los resultados econométricos obtenidos.

Recordemos que la demanda de cualquier bien o servicio tiende a ser más elástica mientras mayor sea el número de bienes sustitutos, la proporción de su ingreso que el individuo gasta en el bien sea mayor, y los consumidores tengan más tiempo para ajustarse ante cualquier cambio (por esta última razón, la elasticidad-precio de la demanda de cualquier bien o servicio será más alta en el largo plazo que en el corto plazo) (Frank & Bernanke, 2007).

La reducción de las tarifas y precios de los equipos, junto con la popularización del sistema de prepago y el que llama paga, generó que los sectores económicos menos favorecidos incrementaran ampliamente su participación en el mercado. Para el 2008 este sector conformaba 79% del mercado, y con una elasticidad de -0.44 para ese año es de suponerse que el consumo de este servicio no representa para este sector un porcentaje muy alto de su ingreso.

Aunado a lo anterior, a comienzos de la presente década es muy factible que el servicio de telefonía fija se considerara el sustituto más cercano de la telefonía celular (ya que generalmente sólo existía servicio móvil donde ya había telefonía fija). A medida que la telefonía móvil se hizo más accesible para todos los estratos sociales y se incrementó el alcance de la señal en todo el país, la telefonía móvil se presentó como la única opción para quienes no contaban con otro tipo de acceso a las telecomunicaciones, convirtiéndose en este sentido en un servicio *distinto* (no sustituto de la telefonía fija) para este tipo de

individuos. Para ilustrar este punto, imaginemos una comunidad con nulo acceso a la telefonía fija o pública, para quienes está disponible el servicio móvil. Para estos individuos cualquier cambio en el precio de la llamada de telefonía fija no tendrá un efecto sobre su consumo de dicho servicio, ya que no tienen acceso a él. De acuerdo a estadísticas de COFETEL (2008) la penetración del servicio móvil en México es 70 usuarios por cada 100 habitantes, mientras que sólo existen 20 líneas de telefonía fija por cada 100 personas, por lo que es razonable pensar que hay una gran proporción de la población que solo cuenta con acceso a las telecomunicaciones vía celular o móvil, para quienes, por lo tanto, no está disponible un sustituto⁶. Ello se reflejaría en una demanda menos elástica para los últimos años del estudio, tal y como lo muestra la Gráfica 3.

Finalmente, como lo mencionan Frank y Bernanke (2007) es de esperarse que la demanda de largo plazo sea más elástica que la demanda de corto plazo, ya que en el primer caso los individuos tienen un mayor margen para ajustar sus preferencias y por lo tanto su comportamiento. Esta afirmación coincide con los resultados hallados, que muestran una elasticidad de largo plazo igual a -1.118 y una elasticidad de corto plazo estimada para el 2008 de -0.44.

5.2 Excedente del consumidor

Para estimar el excedente del consumidor se calcula la ecuación (8) a la que se le ha agregado el número de suscriptores en cada período para incorporar el efecto del tamaño de la red:

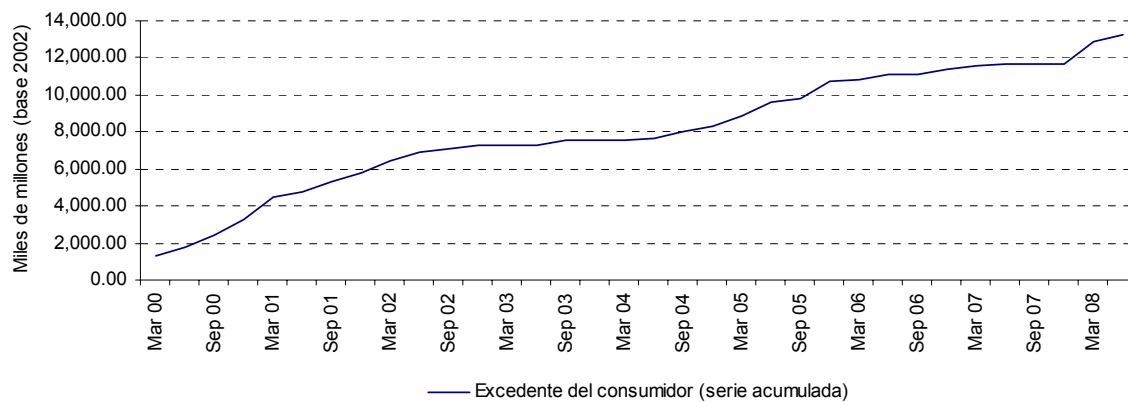
$$\Delta CS_t = \frac{e^{\alpha_0} (P_t^{1+\alpha_1} - P_{t-1}^{1+\alpha_1}) Y^{\alpha_2} N_t^{\alpha_3}}{1 + \alpha_1} \quad (12)$$

Así el cambio total en el excedente del consumidor $\left(\sum_{t=1999.1}^{2008.3} \Delta CS_t \right)$ asciende a 11,954 millones de pesos para el intervalo de tiempo estudiado. Se aproxima el precio virtual (CS_0 de la

⁶ De hecho, actualmente es probable que el servicio móvil sea considerado como un servicio *distinto*, no sustituto de la telefonía fija, para la mayor parte de los usuarios sin considerar su nivel económico. Ello debido principalmente a la característica que le da el nombre: la movilidad, que incluye la capacidad de marcar o ser localizado en cualquier parte a cualquier hora. El servicio móvil sería así un complemento del la telefonía fija.

ecuación 9) empleando una línea tangente a la curva de demanda en el nivel de precio observado más alto bajo las siguientes condiciones: punto de contacto en $(P, Q) = (\$3.68458, 803\ 120\ 528.2)$ y elasticidad constante en el tiempo $\alpha_1 = -1.118$. El precio virtual estimado es \$6.98 el minuto por lo tanto la aproximación de CS_0 es alrededor de 1,323 millones de pesos. Así, el excedente acumulado del consumidor asciende a 13,277 millones de pesos durante el período 1999-2008. La siguiente gráfica muestra la evolución de este indicador en el tiempo, por consumidor.

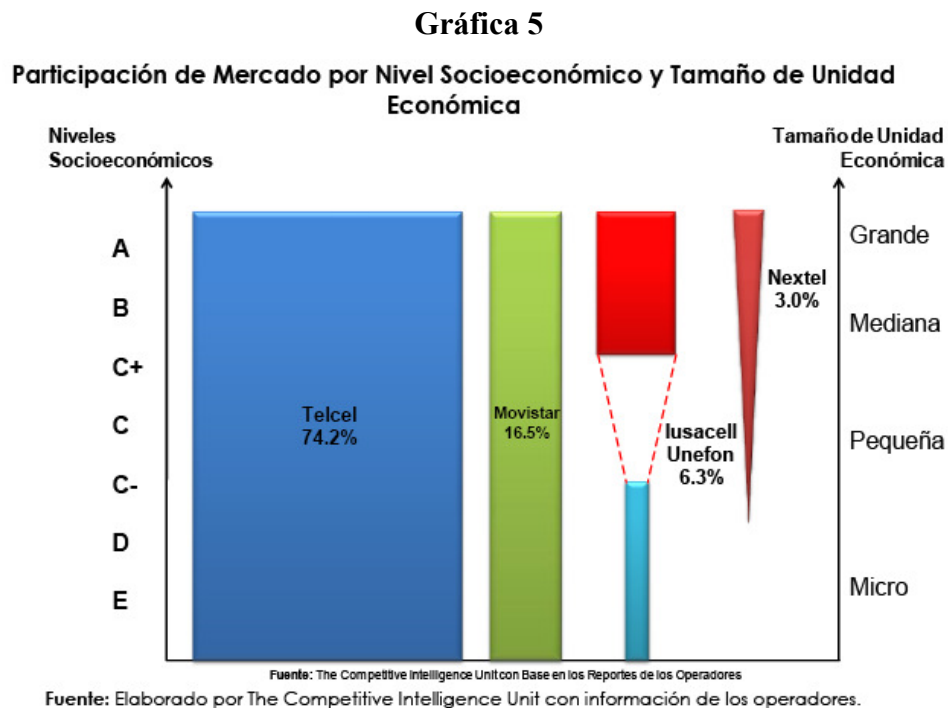
Gráfica 4. Excedente del consumidor



Elaboración propia a partir de los resultados econométricos obtenidos.

5.3 Demanda por firma: Telcel y Telefónica Movistar

Telcel y Movistar sostienen un enfrentamiento vertical en el mercado de telefonía móvil, es decir, en todos los niveles de ingreso, mientras que Iusacell y Nextel son más operadores de nicho de alto consumo (CIU, 2007). A continuación se reproduce un gráfico presentado por *The Competitive Intelligence Unit* en su estudio de 2007.



Se llevó a cabo la estimación de la ecuación (12) para Telcel y Telefónica Movistar, con el objetivo de calcular la elasticidad de largo plazo de estas empresas. Los resultados se muestran a continuación.

Tabla 3

Variable dependiente: lnQ Telcel				
	Ajuste inmediato del ingreso		Ajuste parcial del ingreso	
	(1) MCO	(2) VI	(3) MCO	(4) VI
C	24.083 (3.841)**	28.866 (3.430)**	17.584 (8.131)**	19.077 (8.153)**
lnP_Telcel	-0.504 (0.164)**	-0.772 (0.318)**	-0.644 (0.139)**	-0.962 (0.427)**
lnP_Telefonica	-0.033 (0.024)	-0.010 (0.032)	-0.010 (0.024)	0.021 (0.045)
lnI	-0.064 (0.190)	-0.304 (0.248)	0.575 (0.676)	0.594 (0.709)
lnN	-1.160 (0.120)**	-1.274 (0.096)**	-1.177 (0.088)**	-1.257 (0.079)**
Trend	0.065 (0.006)**	0.063 (0.012)**	0.057 (0.007)**	0.050 (0.019)**
R2	0.983	0.982	0.986	0.984
Obs.	35	35	35	35

^aPara el caso de ajuste parcial del ingreso: coeficientes implicados por la estructura de rezagos, ver Tabla 4

Tabla 4

Telcel		
Ajuste parcial del ingreso: Distribución de los rezagos lnI		
	(3) MCO	(4) VI
Rezago 0 trimestres	-0.358 (0.163)*	-0.629 (0.438)
Rezago 1 trimestre	0.043 (0.120)	-0.007 (0.109)
Rezago 2 trimestres	0.280 (0.234)	0.367 (0.314)
Rezago 3 trimestres	0.351 (0.258)	0.493 (0.391)
Rezago 4 trimestres	0.258 (0.180)	0.370 (0.288)
Total	0.575 (0.676)	0.594 (0.709)

Tabla 5

Variable dependiente: lnQ Telefónica				
	Ajuste inmediato del ingreso		Ajuste parcial del ingreso	
	(1) MCO	(2) VI	(3) MCO	(4) VI
C	33.669 (8.782)**	49.277 (19.992)**	41.711 (8.978)**	48.407 (16.952)**
lnP_Telcel	-1.913 (0.522)**	-2.956 (1.126)**	-1.658 (0.503)**	-2.789 (1.056)**
lnP_Telefonica	-0.552 (0.113)**	-0.533 (0.131)**	-0.581 (0.115)**	-0.530 (0.150)**
lnI	-1.521 (0.447)**	-2.533 (1.155)**	-2.334 (0.799)**	-2.488 (1.146)*
lnN	-0.616 (0.320)	-0.816 (0.498)	-0.588 (0.328)	-0.806 (0.468)
Trend	-0.028 (0.027)	-0.048 (0.034)	-0.015 (0.024)	-0.043 (0.039)
R2	0.854	0.827	0.856	0.828
Obs.	35	35	35	35

^aPara el caso de ajuste parcial del ingreso: coeficientes implicados por la estructura de rezagos, ver Tabla 6.

Tabla 6

Telefónica		
Ajuste parcial del ingreso: Distribución de los rezagos lnI		
	(3) MCO	(4) VI
Rezago 0 trimestres	-0.619 (0.494)	-1.62 (0.916)
Rezago 1 trimestre	-0.591 (0.151)**	-0.822 (0.289)**
Rezago 2 trimestres	-0.514 (0.328)	-0.261 (0.447)
Rezago 3 trimestres	-0.391 (0.406)	0.064 (0.581)
Rezago 4 trimestres	-0.219 (0.299)	0.150 (0.438)
Total	-2.334 (0.799)**	-2.488 (1.146)*

La prueba de Hausman no rechaza la hipótesis nula de consistencia de los estimadores MCO, tanto en el caso de Telcel como en el de Movistar. De acuerdo a Baum y Schaffer (2002) “...under the null hypothesis that OLS is an appropriate estimation technique, only efficiency should be lost by turning to IV”. Los estimadores de MCO son entonces consistentes y eficientes⁷.

Bajo MCO y ajuste parcial del ingreso se encuentra una elasticidad de -0.644 para Telcel y de -0.581 para Telefónica. La elasticidad de la demanda representa el efecto del precio sobre la cantidad demandada cuando el precio de los competidores se mantiene constante. Bajo dicho supuesto, la elasticidad de cada firma podría proveer información sobre su poder de mercado: una demanda altamente inelástica indica que la empresa enfrenta competidores con mayores costos marginales y/o los servicios prestados por las otras empresas no se consideran sustitutos cercanos. El recíproco de la elasticidad precio de la demanda de cada empresa, conocido como el Índice de Lerner, proporcionaría en ese caso una estimación de la medida en que el precio que establece la firma excede su costo marginal:

$$L_i = \frac{P_i - CM}{P_i} = \frac{1}{|\varepsilon_{ii}|}$$

(13)

Las demandas inelásticas de Telcel y Movistar indicarían que ambas compañías poseen poder de mercado (y que de hecho es relativamente el mismo, dada la similitud de elasticidades). De continuar la tendencia, el mercado móvil podría llegar a tener dos operadores grandes, Telcel y Movistar, y dos operadores de nicho que serían Nextel y Iusacell si no existe alguna consolidación entre empresas o un nuevo entrante (Méndez & Gamboa, 2008).

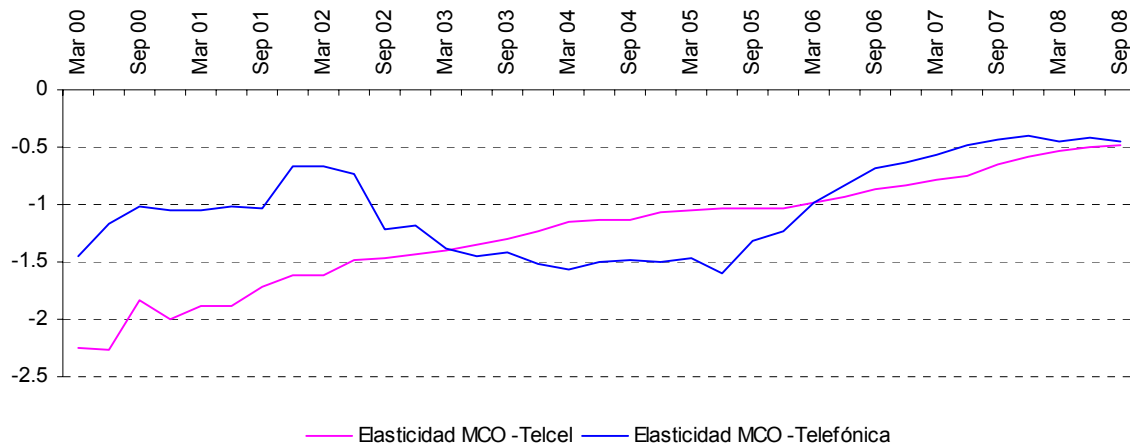
Con respecto a la elasticidad cruzada, para Telcel ésta resulta significativamente no distinta de cero, mientras que para Movistar el coeficiente es de -1.658 significativo al 1%.

⁷ Los instrumentos resultaron ser significativos al 1% en las estimaciones de la primera etapa. La R^2 de la primera etapa para Telcel resulta de 0.99, mientras que la respectiva para Movistar es 0.92.

Es necesario interpretar este resultado con cautela debido a que la variable de precio empleada integra información sobre las tarifas *on-net* y *off-net*.

Finalmente se calculó la elasticidad de corto plazo para ambas compañías, encontrándose los siguientes patrones bajo MCO y ajuste parcial del ingreso.

Gráfica 6



Elaboración propia a partir de los resultados econométricos obtenidos.

Como puede apreciarse en la Gráfica 6, la elasticidad de la demanda que enfrenta cada empresa se ha reducido ampliamente en el período de estudio, al mismo tiempo que ambas elasticidades convergen. Es de esperarse que para los años durante los cuales la tarifa por minuto era relativamente alta, los consumidores eran muy sensibles ante cambios en el precio, sin embargo, a medida que los precios se fueron reduciendo, consumidores de todos los niveles de ingreso tuvieron acceso al servicio, de tal forma que lo que se observa hoy en día es una menor sensibilidad de la demanda ante variaciones en la tarifa por minuto.

6. CONCLUSIONES

Se ha analizado la demanda de telefonía móvil en México empleando información del mercado total y específica de cada firma. La estimación por mínimos cuadrados en dos etapas arrojó una elasticidad de largo plazo en la industria de -1.18, indicando que la demanda de mercado es elástica. Así, a pesar de la tendencia hacia una configuración oligopólica, se ha observado una reducción en tarifas provocada por el cambio tecnológico y

la actividad regulatoria en el país, todo ellos a favor del bienestar de los consumidores. Una demanda de mercado elástica reduce los incentivos a la conducta de colusión, debido a que un incremento en el precio genera una disminución en la demanda más que proporcional.

Con respecto al resto de los determinantes de la demanda, de acuerdo a los resultados obtenidos el ingreso ha dejado de ser decisivo en el consumo del servicio móvil. En la última década se ha observado un rápido crecimiento del número de consumidores de bajos ingresos, principalmente generado por el bajo costo de acceso y uso que brindan al usuario el sistema de prepago y la modalidad de “el que llama paga”. Asimismo, los hallazgos indican que los consumidores adicionales (*relative late adapters*) demandan menos minutos que los *early adapters*. La estimación revela que dicho efecto domina cualquier efecto positivo que pudiera tener el efecto del tamaño de la red.

El análisis realizado por firma, apunta hacia una demanda inelástica (muy similar) para las dos principales empresas del sector, Telcel y Telefónica Movistar, indicando poder de mercado de estas compañías. En el largo plazo podemos esperar dos operadores grandes en la industria, penetrando todos los niveles de ingreso.

Desde una perspectiva de implementación de políticas, a pesar de que el acelerado desarrollo tecnológico junto con el deseo de las empresas por incrementar su participación en el mercado ha conducido a las firmas a operar bajo tarifas más bajas, debe seguir priorizándose el interés del regulador en promover medidas que favorezcan la competencia en el sector, ya que ello promovería un aumento en el bienestar de la población.

BIBLIOGRAFÍA

- Agiakloglou, C. y D. Yannelis. 2006. Estimation of price elasticities for international telecommunications demand. *International Advances in Economic Research* 12: 131-137.
- Aldebert M., M. Ivaldi y C. Roucolle. 2004. Telecommunications demand and pricing structure: An econometric analysis. *Telecommunications Systems* 25: 89-115.
- Banco de México. Índice Nacional de Precios Productor. Nota Metodológica. México. <http://www.banxico.org.mx/> (accesado febrero 10, 2009).
- Banerjee A. y A. J. Ross, 2002. *Drivers of demand growth for mobile telecommunications services: Evidence from international panel data*. NERA Economic Consulting. <http://www.nera.com/> (accesado enero 15, 2009).
- Baum, C., M.E. Schaffer y S. Stillman. 2002. Instrumental variables and GMM: Estimation and testing. *Boston College Economics Working Paper* 545.
- Camarena B., 2007. *Unbundling path dependence: A case study of telecommunications reform in Mexico (1990-2006)*. Dissertation, School of Law, Stanford University. <http://www.law.stanford.edu/> (accesado enero 15, 2009).
- CIU. 2007. *Mercado de telecomunicaciones al 3er trimestre de 2007*. <http://www.the-ciu.net/> (accesado enero 15, 2009).
- COFETEL. 2008. *Estadística e Información de Mercados*. <http://www.cft.gob.mx/> (accesado enero 15, 2009).
- Das P. y P. V. Srinivasan. 1999. Demand for telephone usage in India. *Information Economics and Policy* 11: 177-194.
- Dewenter, R. y J. Haucap. 2004. Estimating demand elasticities for Mobile telecommunications in Austria. *University of the Federal Armed Forces Discussion paper* 33.
- Fildes, R. y V. Kumar. 2008. Telecommunications demand forecasting- A review. *Telecommunications Forecasting* 18 (4): 489-522.
- Frank, Robert H. y Ben Bernanke. 2006. *Principles of Economics*. McGraw Hill.
- Gassner, K. *An estimation of UK telephone access demand using pseudo-panel data*. Lausanne. Cahier de recherches économiques du DEEP 9817. <http://www.hec.unil.ch/deep/textes/9817.pdf> (accesado enero 15, 2009).
- Hausman, J. 1981. Exact consumer's surplus and deadweight loss. *The American Economic Review* 71 (4): 662-676.

- Hausman, J. 1997. Valuing the effect of regulation on new services in telecommunications. *Brookings Papers on Economic Activity. Microeconomics* 1997: 1-54.
- Hee Lee, Duk y D. Hee Lee. 2006. Estimating consumer surplus in the Mobile telecommunications market: The case of Korea. *Telecommunications Policy* 30: 605-621.
- Iimi, A. 2005. Estimating demand for cellular phone services in Japan. *Telecommunications Policy* 29: 3-23.
- IMC. 2006. *Visión México 2020*. Instituto Mexicano para la Competitividad – CIDE.
- Majumdar, Sumit K., Ingo Vogelsang y Martin E., eds. 2002. *Handbook of Telecommunications Economics Vol. I*. Oxford. North-Holland.
- Mariscal, J. 2003. Telecommunications Reform in Mexico from a Comparative Perspective. *Latin American Politics & Society* 46 (3): 83-114.
- Mariscal, J. y C. Bonina. 2006. *Mobile phone usage in Mexico: Policy and popular dimensions*. México. TELECOM CIDE. <http://www.telecom.cide.edu/home.html> (accesado enero 15, 2009).
- Mariscal, J. y E. Rivera. 2006. *The growth of Mobile Communications in Mexico*. México. TELECOM CIDE. <http://www.telecom.cide.edu/home.html> (accesado enero 15, 2009).
- Méndez, J.C. y D. Gamboa. 2008. *El segmento de telefonía móvil*. México. The Competitive Intelligence Unit. <http://www.the-ciu.net/> (accesado enero 15, 2009).
- Merrill Lynch. 2008. *Global Wireless Matrix 3Q08: Summary*. United Kingdom.
- OECD, 1996. *Competition in Telecommunications*. París. www.oecd.org/ (accesado enero 15, 2009).
- OECD, 1998. *Mexico-Regulatory Reform in the Telecommunications Industry*. París. www.oecd.org/ (accesado enero 15, 2009).
- Piedras, E. y C. Bonina. 2006. *Contribuciones sociales y económicas de la telefonía móvil en México*. México. TELECOM CIDE. <http://www.telecom.cide.edu/home.html> (accesado enero 15, 2009).
- Piedras, E. 2007. *Corte de caja del Mercado móvil a mediados del 2007: Resultados positivos*. México. The Competitive Intelligence Unit. <http://www.the-ciu.net/> (accesado enero 15, 2009).
- PNUD. 2001. *Informe sobre Desarrollo Humano*. hdr.undp.org/ (accesado enero 15, 2009).

Ward, M. 1995. *Measurements of market power in long distance telecommunications*.
Washington, D.C.: Bureau of Economics Staff Report. Federal Trade Commission.

Willig, R. 1976. Consumer's surplus without apology. *The American Economic Review* 66:
589-97.

Zong, P. y B. Anderson. 2006. Modelling and Forecasting UK Telecommunications
Expenditure Using Household Microdata. *University of Essex Chimera Working Paper* 14.