

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE ECONOMIA Y PLANIFICACION



**“SITUACION DE LA TELEFONIA E INTERNET EN EL PERU:
EVALUACION DE LA DESREGULACION EN EL SECTOR
TELECOMUNICACIONES”**

Presentado por:

LUIS MANUEL LEDESMA GOYZUETA

TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE:

ECONOMISTA

Lima - Perú

2011

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE ECONOMÍA Y PLANIFICACIÓN

**“SITUACION DE LA TELEFONIA E INTERNET EN EL PERU:
EVALUACION DE LA DESREGULACION EN EL SECTOR
TELECOMUNICACIONES”**

**TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE:
ECONOMISTA**

LUIS MANUEL LEDESMA GOYZUETA

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

.....
M.A. Zósimo Juan Pichihua Serna
PRESIDENTE

.....
Dr. Luis Alberto Jiménez Díaz
PATROCINADOR

.....
Mg.Sc. Miguel Ángel Alcántara Santillán
MIEMBRO

.....
Mg.Sc. Raquel M. Gomez Ocorima
MIEMBRO

Índice

I.	Introducción	1
	Justificación de la investigación	1
	Planteamiento del problema	2
	Objetivos de la investigación	5
	Hipótesis planteadas	5
II.	Marco teórico	6
	Teoría de la regulación	6
	Modelo de difusión tipo Bass	17
III.	Metodología	22
	Análisis de series de tiempo	22
	Aplicación del modelo de difusión Bass	28
IV.	Resultados	29
	Análisis del mercado de telefonía	29
	Análisis de la situación del internet	37
	Resultados del modelo de difusión	40
	Observaciones y resumen de resultados	43
V.	Discusión	45
VI.	Conclusiones	46
VII.	Recomendaciones	47
VIII.	Referencias bibliográficas	48
IX.	Anexos	50

Índice de figuras

1.	Figura N°1: Función de costo medio	8
2.	Figura N°2: Función de costos subaditiva	9
3.	Figura N°3: Convexidad transrayo	10
4.	Figura N°4: Economía de ámbito	11
5.	Figura N°5: Ineficiencias	12
6.	Figura N°6: Mecanismos de regulación	13

Índice de Gráficos

1.	Gráfico N°1: Líneas fijas en servicio por mes	30
2.	Gráfico N°2: Líneas fijas en servicio por año	30
3.	Gráfico N°3: Tráfico local originado por mes	31
4.	Gráfico N°4: Participación de mercado en líneas fijas	32
5.	Gráfico N°5: Líneas móviles en servicio por mes	34
6.	Gráfico N°6: Líneas móviles en servicio por año	34
7.	Gráfico N°7: Tráfico local móvil por mes	35
8.	Gráfico N°8: Participación de mercado en líneas móviles	35
9.	Gráfico N°9: Distribución del servicio móvil	36
10.	Gráfico N°10: Conexiones a internet por acceso	37
11.	Gráfico N°11: Hogares con internet por cuartil de ingreso	39

Índice de Tablas

1.	Tabla N°1: Líneas fijas en servicio y el índice IHH	32
2.	Tabla N°2: Líneas móviles en servicio y el índice IHH	36
3.	Tabla N°3: Hogares con acceso a servicios de telecomunicaciones	37
4.	Tabla N°4: Presencia de internet en los hogares en el Perú	38
5.	Tabla N°5: Gasto en internet en los hogares por cuartil de ingreso	38
6.	Tabla N°6: Tenencia de internet en los hogares por cuartil de ingreso	39
7.	Tabla N°7: Número de computadoras en los hogares del Perú	40
8.	Tabla N°8: Resultados del modelo Bass para las PC's	41
9.	Tabla N°9: Resultados del modelo Bass para telecomunicaciones	41

Título

Situación de la telefonía e internet en el Perú: evaluación de la desregulación en el sector telecomunicaciones.

Resumen

El desarrollo y la innovación tecnológica en el sector de telecomunicaciones generan grandes cambios en el mercado y la necesidad de tomar diferentes posturas regulatorias. El objetivo principal del estudio es analizar el mercado de telefonía y describir el comportamiento del internet, para determinar el potencial impacto en el marco regulatorio del sector telecomunicaciones en el Perú. Utilizando técnicas estadísticas y la aplicación del modelo de difusión tipo Bass para el análisis de las variables relevantes del sector, se determinó que la expansión del internet no tendrá un impacto significativo como medio de comunicación, en el corto y mediano plazo. En principio, la gran concentración del mercado de telefonía fija y la reducida penetración del internet en el país (y por consiguiente de la telefonía IP y/o VoIP), evidencian que aún no es viable la desregulación en el sector.

Palabras Claves: internet, telefonía, regulación, pronósticos, modelo bass, bootstrap.

Abstract

The technological innovations in the telecommunications sector generate large changes in the market and the need to take different regulatory positions. The main objective of the study is to determine whether the development of broadband internet would cause a significant impact on telephone services in the country, giving rise to a process of deregulation in the sector. Using statistical techniques and the application of the Bass diffusion model for the analysis of relevant variables in the sector, it was determined that the internet expansion will not have, in the short and medium term, a significant impact on the fixed telephony market to generate a process of deregulation, due to its high concentration and low internet penetration.

Keywords: internet, telephony, regulation, forecasting, bass model, bootstrap.

I. Introducción

En la actualidad, existe una tendencia mundial conocida como el fenómeno de convergencia tecnológica; que consiste en la digitalización de servicios de telecomunicación sobre infraestructuras usando protocolo de internet. Esto permite que los servicios de voz, video y transferencia de datos sean brindados por un solo equipo terminal, como celulares o computadoras, con el uso de internet. El propósito de la investigación será determinar el potencial de la transmisión de voz por internet, como medio de comunicación, y su impacto tanto en el mercado telefónico como el marco regulatorio actual del sector. Se analizará la evolución en el tiempo de los principales indicadores del mercado de telefonía, y se aplicará el modelo de difusión tipo Bass para determinar la demanda de dichos servicios en el futuro.

1.1 Justificación de la Investigación

El sector de las telecomunicaciones, a diferencia de los demás sectores regulados, presenta una característica singular debido a los cambios rápidos y constantes en el entorno tecnológico al que está inmerso. Los avances en las tecnologías de la información y de las comunicaciones ocasionan o motivan el comienzo de un proceso de desregulación en ciertos segmentos del mercado. Estos vertiginosos cambios generan nuevos escenarios en el mercado y la necesidad de afrontar diferentes posturas regulatorias.

La función de las reguladoras es impulsar escenarios competitivos donde de manera natural no se presentan, debido a esto, cuando se logra cierto grado de competitividad causado por nuevas estructuras en el mercado, la regulación ya no sería necesaria. La desregulación se llevaría a cabo sólo si se logra verificar condiciones de competencia en dicho segmento de mercado.

El fenómeno de la convergencia presenta una nueva gama de servicios alternativos de comunicación, originándose un nuevo entorno en el mercado de las comunicaciones. En la mayoría de los países desarrollados, las tecnologías de Voz sobre Protocolo de Internet (VoIP o Telefonía IP) están ejerciendo una fuerte presión a la baja sobre los precios de todos los servicios de transmisión de voz.

Actualmente, en el mercado de telecomunicaciones a nivel mundial, existe una tendencia de evolución de las redes, servicios y dispositivos, conocida como el “Fenómeno de la Convergencia”, que consiste en el desarrollo y suministro de servicios de video, voz y datos de manera conjunta o individualmente sobre infraestructuras o redes usando el Protocolo de Internet (IP) ¹.

Uno de los servicios basados en el protocolo de internet es el VoIP². Este servicio podría simular un escenario de competencia en el mercado de telefonía fija, dado que al no presentar barreras de entrada y principalmente por su bajo precio, por no presentar costos hundidos, estimularía a la empresa dominante a bajar sus tarifas e invertir en infraestructura para aumentar su cobertura.

La presente investigación, a pesar de las limitaciones en disponibilidad de información y literatura, buscara describir el desarrollo del Internet en nuestro país, proyectar su nivel de expansión y determinar los posibles impactos que genere en el mercado de telecomunicaciones, principalmente en la telefonía fija.

1.2 Planteamiento del Problema

Según la teoría económica, cuando se presenta un esquema de mercado en donde resulta más barato para la sociedad, que determinados productos y/o servicios sean abastecidos por una sola empresa, se estaría hablando de la presencia de un monopolio natural³. Los servicios públicos, como los de telefonía, agua y electricidad, son ejemplos de mercados en los que se estructuran las condiciones de un monopolio natural, y en los que se justifica la intervención del Estado a través de la regulación económica.

En el mercado de telefonía fija, no tendría sentido tener dos empresas proveedoras que tiendan sus redes a cada casa en un área determinada. Adicionalmente, como un ejemplo de economía de red, los usuarios valorarían más el servicio telefónico si estos tienen acceso a todos los demás participantes sobre la red, es decir, no solamente se

¹ Las redes de banda ancha no se limitarían a brindar acceso a Internet, sino que además se presenta la capacidad de suministrar sobre ellas diversos servicios de video, voz y datos, los cuales provisionalmente podrían sustituir a los servicios tradicionales de televisión por suscripción y telefonía.

² *Voice over Internet Protocol* (Voz sobre protocolo de internet). Transmisión de audio que consiste en el envío de señales de voz que viaja a través del Internet empleando un protocolo IP.

³ Según Baumol (1982), una industria se define como un monopolio natural si sobre el rango completo de producción relevante, el costo de producción de la empresa es subaditiva.

valora el servicio *per se*, sino también a su alcance de conexión con otros usuarios. A dicho efecto se le denomina externalidades de red.

En el Perú, el mercado de telefonía fija se podría definir como un monopolio natural. Al presentarse esa estructura de mercado, el Organismo Supervisor de Inversiones Privadas en Telecomunicaciones (OSIPTEL) regula los precios y servicios en el sector, para impulsar y promover la competencia en el mercado de telecomunicaciones. La regulación permite crear un entorno de competencia a través del establecimiento de reglas con el objetivo que la empresa incumbente⁴ no abuse de su poder de mercado, y obtener de esa manera, mayor bienestar en la sociedad.

A diferencia del mercado de telefonía móvil que presenta cierto nivel de competencia, la telefonía fija se encuentra en una posición de dominio, liderado por la empresa Telefónica del Perú S.A.A, que presenta aproximadamente un 74% de participación de mercado. En los últimos años, los índices de penetración y el número de líneas en la telefonía fija han presentado un crecimiento relativamente bajo con tendencia decreciente en el tráfico de las líneas. Caso contrario es el escenario del mercado de telefonía móvil, que presenta un sostenido crecimiento y mayor dinamismo en el mercado. Esta diferencia de escenarios entre los mercados puede ser explicada por el distinto grado de competencia que presentan.

Como se mencionó anteriormente, el fenómeno de la convergencia presenta una nueva gama de servicios alternativos de comunicación, originándose un nuevo entorno en el mercado de las comunicaciones. En la mayoría de los países desarrollados, las tecnologías de Voz sobre Protocolo de Internet (VoIP o Telefonía IP) están ejerciendo una fuerte presión a la baja sobre los precios de todos los servicios de transmisión de voz, por lo que se genera la necesidad de plantear nuevos esquemas regulatorios.⁵

En la legislación peruana no existe un régimen regulatorio especial o específico para el servicio público de voz sobre el protocolo de Internet. Sin embargo, el Texto Único Ordenado de la Ley de Telecomunicaciones, en su artículo 53, inciso 1, el servicio telefónico se define como aquél que permite a los usuarios la conversación telefónica en tiempo real, en ambos sentidos de transmisión, a través de la red de telecomunicaciones.

⁴ En los negocios, el término "Incumbente" se utiliza para referirse a la compañía más grande en una industria determinada, en el caso de una compañía telefónica, normalmente se llamaría "operador dominante".

⁵ Ver Bijl y Peitz (2010).

Con lo anterior, se puede apreciar que en la definición del servicio telefónico no se toma en cuenta la tecnología que se utiliza para la prestación de tales servicios; es decir, se respeta y aplica el principio de neutralidad tecnológica⁶. Así, si un determinado servicio comienza a desarrollarse con una concreta tecnología disponible, la introducción de nuevas tecnologías, distintas de las existentes en el momento inicial, no puede ser impedida.

La regulación de este modo de telefonía, basado en el Protocolo de Internet, no cuenta con ley propia por el momento en nuestro país. El Ministerio de Transportes y Comunicaciones lo ha considerado como un servicio de valor añadido. La Ley de Telecomunicaciones menciona que todos los servicios de valor añadido están cubiertos por un régimen de libre competencia, lo que significa que OSIPTEL no puede, en principio, regular las tarifas de dichos servicios.

Este nuevo escenario de convergencia tecnológica, junto con la expansión y desarrollo de la banda ancha, generaría tendencias de cambio, tanto en el mercado de telecomunicaciones, como también en el marco regulatorio del sector. Con lo anterior, la investigación plantea la necesidad de responder a las siguientes interrogantes:

¿Cuál es la situación de la telefonía (fija y móvil) e Internet en el país y que impacto se ocasionaría en el marco regulatorio?, ¿Cómo ha sido la evolución del mercado de telefonía fija y móvil en el Perú?, ¿Cómo es la expansión del Internet y su incidencia en el mercado de telefonía fija? y ¿Se justificaría la desregulación en el mercado de telefonía fija dada la presencia del Internet como un servicio alternativo de comunicación?

⁶ El principio de neutralidad tecnológica es un precepto derivado del derecho a la igualdad y a la no discriminación, que considera al uso, la promoción y la adquisición de tecnologías de la información y comunicación en función de parámetros objetivos de valor y costo total de propiedad sin distinciones de origen, modelo de desarrollo, funcionalidades presentes o estructura.

1.3 Objetivos de la Investigación

1.3.1 Objetivo Principal

Analizar el mercado de la telefonía (móvil y fija) y describir el comportamiento del Internet, para determinar el potencial impacto en el marco regulatorio del sector telecomunicaciones en el Perú.

1.3.2 Objetivos Específicos

- a) Analizar y pronosticar la evolución del mercado de telefonía (móvil y fija) en el corto y mediano plazo, para describir su comportamiento futuro en el Perú.
- b) Describir el mercado del Internet (banda ancha) y su nivel de expansión en el mercado nacional, para evaluar su identificación como un mercado alternativo.
- c) Analizar las características actuales de la operación del mercado de telefonía fija local, con la finalidad de plantear su futura liberación o desregulación.

1.4 Hipótesis de la Investigación

1.4.1 Hipótesis Principal

El rápido crecimiento del internet (banda ancha), dado el contexto en el mercado de telefonía, es insuficiente para generar un impacto significativo y justificar el inicio de la desregulación en el mercado de telefonía fija.

1.4.2 Hipótesis Específicas

- a) El débil crecimiento de las líneas fijas, así como la caída de su tráfico, generará estancamiento de líneas en servicio en el corto y mediano plazo; a diferencia de la telefonía móvil, que presenta crecimiento sostenido en líneas y tráfico.

- b) Debido a que el servicio de Internet presenta un umbral de crecimiento tímido con baja penetración, no será considerado como un mercado alternativo.
- c) La alta concentración en el mercado de la telefonía fija y la no relevancia del Internet como mercado alternativo, no haría aplicable la desregulación en el corto o mediano plazo.

II. Marco teórico

Para el desarrollo de la investigación es necesario el entendimiento de algunas teorías y modelos. Para empezar, necesitamos definir qué se entiende por regulación económica y entender cómo dicha intervención mejora el bienestar en la sociedad; luego se revisará la formulación matemática y la definición del modelo de difusión tipo Bass.

2.1 Teoría Económica de la Regulación

La teoría económica plantea que cuando existe competencia perfecta la economía tiende a un equilibrio óptimo en el que la asignación de recursos es eficiente y se logra el máximo bienestar social. Cuando algunos de los supuestos del modelo de competencia no se cumplen, se presentan las llamadas fallas del mercado, las cuales llevan a una asignación ineficiente de recursos.

Dentro de la literatura económica, los desarrollos teóricos sobre regulación se han ocupado principalmente de establecer un cuerpo de principios normativos tendientes a guiar la intervención del Estado en ciertas industrias y mercados, con la finalidad de promover la eficiencia económica y/o de mejorar las condiciones de bienestar, buscando la eficiencia asignativa, mediante la regulación tarifaria y la eficiencia productiva⁷ mediante incentivos a las empresas reguladas para que produzcan al mínimo costo posible.

⁷ La eficiencia productiva se puede entender cuando la empresa está produciendo al mínimo costo posible, para una demanda determinada. La eficiencia asignativa, para una función de costos determinada, se entiende cuando los usuarios están adquiriendo los bienes o servicios al mínimo precio posible.

La teoría de los mercados contestables, desarrollada por Baumol, Panzar y Willig (1982 y 1986), expone que en industrias con tecnologías que presentan economías de escala, pero cuya inversión es de carácter reversible, no existirán barreras de entrada a la industria y el monopolio no podría establecer sus precios muy por encima del nivel de precios de competencia.

Sólo cuando una porción significativa de las inversiones tiene características de irreversible existirá un componente de costos hundidos que generará barreras a la entrada y, por tanto, la posibilidad de que ocurran precios monopólicos. Tal como lo argumentan Bitrán y Saavedra (1993), casi todas las industrias poseen un componente de costo hundido y, por ende, es factible la existencia de monopolios naturales que requieren de algún tipo de control por parte del Estado.

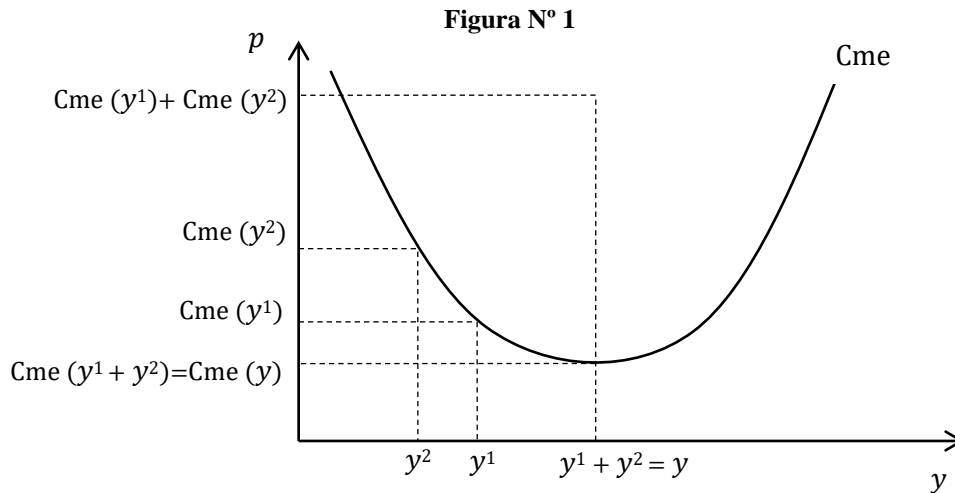
2.1.1 Monopolio Natural

Según Lasheras (1999), un monopolio es natural cuando una determinada tecnología impone una función de costes según la cual resulta más caro producir la cantidad demandada de un determinado bien o servicio por dos o más empresas que por una. Baumol, Panzar y Willig (1982) definen una industria como un monopolio natural si sobre el rango completo de producción relevante, el costo de producción de la empresa es subaditiva.

Usualmente se identifica al monopolio natural con la existencia de economías a escala o economías de diversificación, sin embargo, las economías a escala no son condición necesaria ni suficiente para la existencia de un monopolio natural en el caso general de varios bienes (monopolio multiproducto). Sólo en el caso de que la firma produzca un único bien, las economías a escala son condición suficiente (pero no condición necesaria) para la existencia de un monopolio natural. El concepto central en la definición de un monopolio natural es el de subaditividad de costos.

Según la definición de Baumol, Panzar y Willig (1982), la Subaditividad de Costos, en el caso uniproducto, se puede representar como:

$$C\left(\sum_{i=1}^n y^i\right) < \sum_{i=1}^n C(y^i), \quad \text{donde } y = \sum_{i=1}^n y^i$$



Fuente: Train (1991)

$$C(y^1 + y^2) < C(y^1) + C(y^2)$$

$$\left[\frac{C(y^1 + y^2)}{y^1 + y^2} \right] < \frac{C(y^1) + C(y^2)}{y^1 + y^2} = \frac{C(y^1)}{y^1 + y^2} + \frac{C(y^2)}{y^1 + y^2}$$

$$\left[\frac{C(y^1 + y^2)}{y^1 + y^2} \right] < \left(\frac{y^1}{y^1 + y^2} \right) \frac{C(y^1)}{y^1} + \left(\frac{y^2}{y^1 + y^2} \right) \frac{C(y^2)}{y^2} = \alpha \left(\frac{C(y^1)}{y^1} \right) + (1 - \alpha) \frac{C(y^2)}{y^2}$$

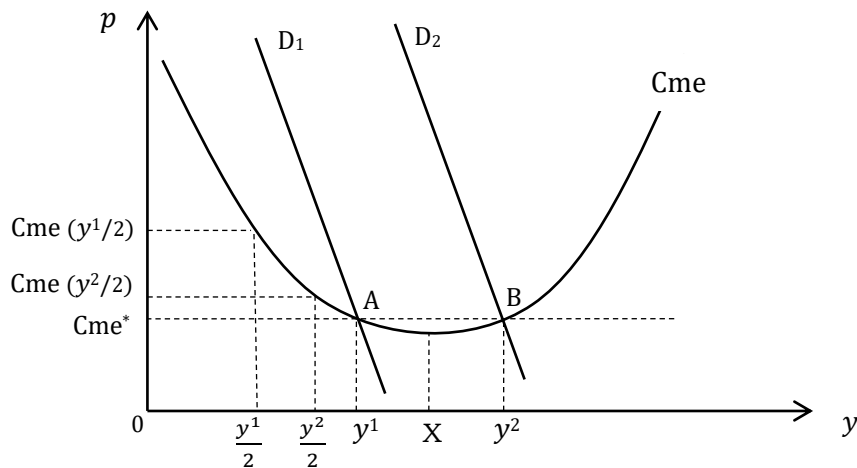
$$\frac{C(y^1 + y^2)}{y^1 + y^2} < \alpha \left(\frac{C(y^1)}{y^1} \right) + (1 - \alpha) \frac{C(y^2)}{y^2} < \frac{C(y^1)}{y^1} + \frac{C(y^2)}{y^2}, \quad \text{donde } \alpha < 1$$

$$Cme(y^1 + y^2) < \alpha Cme(y^1) + (1 - \alpha) Cme(y^2) < Cme(y^1) + Cme(y^2)$$

Se puede apreciar que la función de costos “C” es estrictamente subaditiva si el costo de producir “y” en una sola firma es menos al costo de producir el mismo nivel de producción con dos o más firmas o empresas con la misma tecnología. La Figura N° 1 nos muestra que el costo de producir “y” es más barato en una sola empresa que en dos produciendo y^1 e y^2 de manera individual respectivamente.

Como se mencionó anteriormente, no es necesario economías de escala en todo el rango de producción para que se presente las condiciones de monopolio natural, debido a que puede existir subaditividad de costos a pesar de su ausencia.

Figura N° 2



Fuente: Train (1991)

Según la Figura N° 2, hasta X existen economías de escalas. Para un tamaño de mercado D_1 , en A existen economías de escala y subaditividad de costos, mientras que para el tamaño de mercado D_2 , en B, no existen economías de escala pero sí subaditividad de costos; esto explicado debido al menor costo que se presenta si la producción está a cargo de una sola empresa, a pesar de tener costos medios crecientes. En conclusión, la condición de subaditividad no implica una curva de costos medios decrecientes necesariamente.

En el caso multiproducto, hay más de una forma de asegurar la existencia de subaditividad; a partir de la existencia de economías de escala, las condiciones suficientes para la existencia de un monopolio natural o subaditividad son:

- a) Costo Medio Multiproducto Decreciente (CMMD): El costo medio multiproducto es decreciente⁸ si su función es decreciente del escalar “t” cuando este toma el valor uno, es decir:

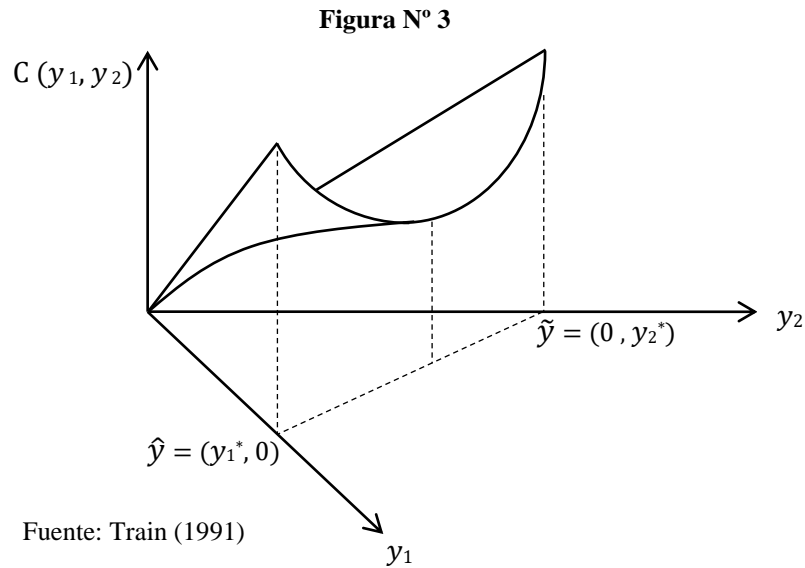
$$\text{Si } \text{CMM} = \frac{C(y_1, y_2, \dots, y_n)}{\sum_{i=1}^n a_i y_i}, \text{ siendo } a_i \text{ un ponderador}$$

$$\text{entonces, } \left. \frac{\partial \text{CMM}(t, y)}{\partial t} \right|_{t=1} < 0$$

⁸ Cuando el costo medio multiproducto (CMM) es decreciente a lo largo de un rayo se puede sostener que existe evidencia de economías a escala en la producción de la industria.

- b) Cuasi convexidad de la función de costos
- c) Convexidad Transrayo: Cuando el efecto de la producción conjunta es más grande que alguna economía de escala específica, se dice que la función de costos es convexa transrayo.

$$C[\lambda\tilde{y} + (1 - \lambda)\hat{y}] \leq \lambda C(\tilde{y}) + (1 - \lambda)C(\hat{y}) \quad \text{donde: } 0 < \lambda < 1$$



Aparte de las condiciones suficientes antes mencionadas, existen otras que garantizan la condición de subaditividad en la función de costos, pero a diferencia de las anteriores, éstas se generan a partir de la existencia de economías de diversificación:

- a) Costo Incremental Medio Decreciente: El costo incremental (CI_i) de producir el bien i se define como la diferencia entre el costo de producir todos los bienes y el costo de producir todos los bienes menos el bien i :

$$CI_i = C(y) - C(y_{-i})$$

A partir de la definición de costo incremental se define el costo incremental medio (CIM) de un bien i como:

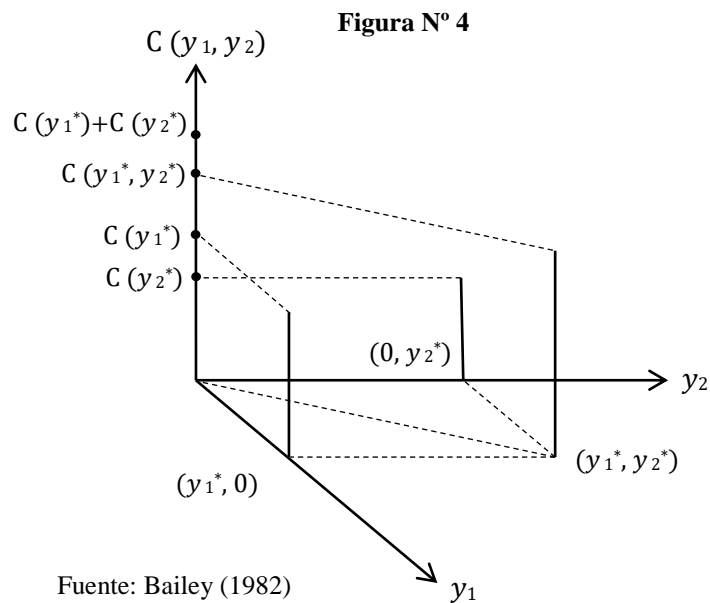
$$CIM_i = \frac{CI_i}{y_i}$$

El CIM será decreciente si cumple la siguiente condición: $\frac{\partial CIM_i}{\partial y_i} < 0$

- b) Economías de Ámbito o Diversificación: La producción de todos los bienes en una sola empresa es más eficiente que producirlos en empresas separadas especializadas.

$$C(y_1, y_2, \dots, y_N) < C(y_1, 0, \dots, 0) + C(0, y_2, 0, \dots, 0) + \dots + C(0, 0, \dots, y_N)$$

$$C(y_1, y_2, \dots, y_N) < \sum_{i=1}^N C(y_i)$$



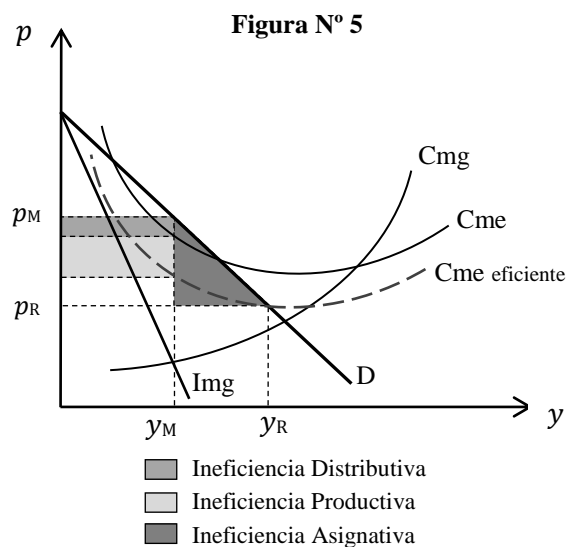
2.1.2 El Problema del Monopolio Natural

El monopolista busca maximizar sus beneficios eligiendo la cantidad que ofertará al mercado teniendo en cuenta el efecto que esta decisión tiene sobre la demanda del mercado. De acuerdo a su condición, el resultado es que se produce menos que en competencia perfecta y con un precio significativamente mayor, generándose así ineficiencias en el mercado.

En el caso de un monopolio natural sería conveniente regular la entrada para que exista un único operador; las economías a escala o de diversificación puede ser beneficioso debido a que el costo medio de producción con una única firma es menor que el costo medio de producción con dos o más firmas.

Pero, si bien es necesario regular la entrada para evitar ineficiencias productivas por la duplicación de inversión, esto puede generar los usuales problemas de un monopolio (Ver Gallardo, 1999):

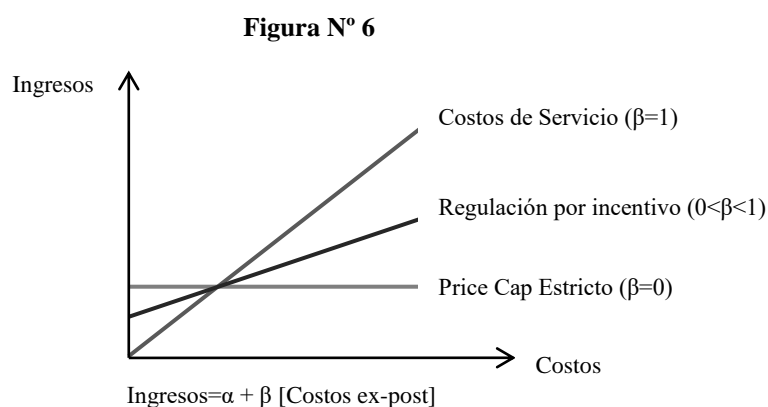
- a) Ineficiencias Asignativas: Pérdida de bienestar social debido a que los precios son mayores a los costos marginales.
- b) Ineficiencias Distributivas: Transferencia de excedente de consumidor hacia excedente del productor.
- c) Ineficiencias Productivas: Según Leibenstein (1966), son conocidas como “ineficiencia x” que surge cuando las firmas monopólicas no minimizan costos.



La ausencia de competencia relaja los incentivos para que las empresas destinen recursos a mejorar su productividad y eficiencia técnica. Como se aprecia en la Figura N° 5, el monopolista en verdad no está en su costo medio eficiente debido a la falta de presiones competitivas; una regulación adecuada eliminaría esta ineficiencia productiva adicional y sinceraría la magnitud de la pérdida de bienestar. Como se menciona en Train (1991), fijando un precio basado en el costo medio (segundo mejor) y no en el costo marginal, debido a que los costos totales no se cubrirían si $p=Cmg$, se reduciría la pérdida de bienestar.

2.1.3 Mecanismos de Regulación

De acuerdo a Bernstein (1999), se han aplicado básicamente dos grandes tipos de mecanismos: la regulación por costos (costo del servicio o tasa de retorno), ya sea con fijaciones tarifarias frecuentes o poco frecuentes, y la regulación por desempeño (performance based ratemaking), que abarca, por ejemplo, las Escalas deslizantes, Price Caps, Revenue Caps y el Yardstick Competition.



Fuente: Bernstein (1999), basado en Laffont y Tirole (1993)

Entre los esquemas o mecanismos de regulación más conocidos, se pueden destacar la regulación por Tasa de Retorno, Precios Topes (Price Cap), Precios Ramsey y el Benchmarking⁹.

a) Regulación por Tasa de Retorno: Consiste en el establecimiento de tarifas que cubran los costos históricos de la empresa y permitan obtener un retorno regulado por sus inversiones. Esquema intensivo en obtención de información, por ende, resulta un mecanismo regulatorio costoso.

En la práctica, se aplica un determinado rango dentro del cual puede fluctuar la tasa de retorno, de modo que, si la tarifa cae por encima o por debajo del rango, éstas pueden ser ajustadas. Por ejemplo, en nuestro país, la Ley de Concesiones Eléctricas señala que la tasa de retorno de la industria es de 12%¹⁰.

⁹ Conocido también como el esquema de Empresa Modelo Eficiente (Galetovic y Bustos, 2003).

¹⁰ Ver Bonifaz (2001).

La idea central es que los beneficios del monopolio deben igualar sus costos, de manera que se alcancen beneficios económicos iguales a cero. No requiere que los precios se asignen eficientemente, sino sólo que cubran los costos totales. En términos formales:

$$\sum_{i=1}^N p_i q_i = \text{Costos} + s(RB)$$

donde:

N : Número de servicios

S : Tasa de retorno “justa” sobre el capital

RB : medida de valor de las inversiones

Al relacionar ingresos y costos, el esquema busca obtener un resultado cercano a la solución de segundo mejor (eficiencia asignativa), sin embargo, este esquema es frágil en lo referente a la generación de eficiencia productiva, debido a que se presenta incentivos de sobrecapitalización, produciéndose así, ratios capital-trabajo ineficientes. Este efecto es conocido como el Efecto Averch-Johnson.

Para calcular la tasa de retorno “justa”, se utilizan modelos financieros, como CAPM y WACC. Este esquema es adecuado cuando existe incertidumbre o concesionarios muy adversos al riesgo, sin embargo, no provee incentivos suficientes para la reducción de costos e innovación (Ver Gallardo, 1999).

- b) Precios Topes o Price Caps: La regulación por price caps aplicada a servicios públicos fue propuesta por Littlechild (*Regulation of British Telecommunications Profitability, 1983*), explícitamente para evitar el sistema americano de regulación por tasa de retorno¹¹. Littlechild proponía que el principal propósito de la regulación era la protección de los consumidores.

La metodología consiste en fijar un precio máximo para los servicios que brinda la empresa, y así incentivarla a incrementar su tasa de ganancia como resultado de reducir costos por debajo del tope establecido; con un precio fijo, la rentabilidad de la empresa está directamente asociada a su capacidad para disminuir costos.

¹¹ La privatizada *British Telecom* (BT) fue regulada por precios topes después del reporte de Littlechild (1983), en donde se informaba que este mecanismo daría incentivos a BT para mejorar su eficiencia productiva reduciendo la carga de información regulatoria.

Este esquema regulatorio fija niveles iniciales de las tarifas y se establece una regla de cambio o ajuste para estas tarifas, que depende principalmente del nivel de inflación y de ganancias de productividad (Factor X):

$$\Delta\% \bar{p} = \pi - X$$

Al poner techo a los precios en vez de al retorno, se incentiva a la eficiencia de producción y se promueve la innovación. A diferencia de la regulación por tasa de retorno, el regulador presenta una menor carga, debido a que éste sólo debe calcular índices de precios, y no es necesario que valore activos ni calcule tasas de retorno.

Sin embargo, la determinación del factor X constituye un gran problema, debido a que se puede calcular de varias formas, y los cambios que presenta no necesariamente ocurren por cambios en la productividad de la empresa; también puede deberse a cambios en la demanda.

- c) Regulación por precios Ramsey: Según Baumol y Bradford (1970), los precios Ramsey pueden definirse como aquellos precios lineales¹² que maximizan la función del bienestar social bajo la restricción de que la firma regulada obtenga beneficios normales, es decir, ingresos totales iguales a los costos totales.

Si se define la función de bienestar social a los precios p_i , $W(p_i)$, como la suma del excedente del consumidor $V(p_i)$, y de una proporción α ¹³ de los beneficios de la empresa regulada $\pi(p_i)$, tal que:

$$W(p_i) = V(p_i) + \alpha\pi(p_i) = V(p_i)$$

$$\pi(p_i) = \sum_{i=1}^n p_i q_i(p_i) - c(q_i) \geq 0$$

El problema de optimización restringida se resuelve mediante el lagrangeano siguiente:

$$L(p_i, \lambda) = V(p_i) + \lambda \left[\sum_{i=1}^n p_i q_i(p_i) - c(q_i) \right]$$

¹² El hecho de que los precios sean lineales implica que se establece un precio distinto para cada producto, por lo que se descarta el establecimiento de tarifas múltiples.

¹³ Para este caso se considera que “ α ” es igual a cero.

$$L(p_i, \lambda) = \sum_{i=1}^n \int_{p_i^*}^{\infty} q_i(p_i) dp + \lambda \left[\sum_{i=1}^n p_i q_i(p_i) - c(q_i) \right]$$

$$\frac{\partial L}{\partial p_i} = -q_i(p_i) - \lambda \left[q_i(p_i) + p_i \frac{\partial q_i(p_i)}{\partial p_i} - \frac{\partial c(q_i)}{\partial q_i} \frac{\partial q_i(p_i)}{\partial p_i} \right] = 0$$

$$\frac{\partial L}{\partial p_i} = -q_i \left(\frac{1}{q_i} \right) - \lambda \left[\left(\frac{1}{q_i} \right) q_i + p_i \left(\frac{1}{q_i} \right) \frac{\partial q_i}{\partial p_i} - \frac{\partial c(q_i)}{\partial q_i} \frac{\partial q_i}{\partial p_i} \left(\frac{1}{q_i} \right) \left(\frac{p_i}{p_i} \right) \right] = 0$$

Reordenando e incluyendo elasticidades ε_i , se obtiene la condición del índice de Lerner:

$$\frac{p_i - cmg_i}{p_i} = \frac{1}{|\varepsilon_i|} \left(\frac{\lambda + 1}{\lambda} \right)$$

Esta condición nos menciona que se deben permitir mayores desviaciones proporcionales con respecto al costo marginal en los servicios o bienes que presentan menor elasticidad. Es decir, se debe discriminar precios cobrando un precio mayor al individuo que presenta menor elasticidad y uno menor al que presenta mayor elasticidad.

La aplicación de Precios Ramsey genera un resultado de equilibrio regresivo, en términos de la distribución de los ingresos, pues los pobres pagarán precios mayores que los ricos¹⁴.

- d) Empresa Modelo Eficiente: A partir de la construcción de los componentes de costos de una o varias empresas teóricas capaz de prestar el mismo servicio en la industria de manera eficiente, se estima el costo total de prestar el servicio¹⁵.

De acuerdo con Galetovic y Bustos (2003) se parte de la condición de sustentabilidad de la inversión a lo largo del tiempo, es decir que el valor presente de los ingresos menos los costos sea igual a cero (no existencia de beneficios extraordinarios):

$$VP_0 = \int_0^T (p_t - c) q(p_t) e^{-rt} dt - K(q) = 0$$

¹⁴ Una corrección a los Precios Ramsey lo constituye la regla Ramsey-Feldstein, la cual incorpora el efecto de la distribución de ingresos en la fijación de tarifas óptimas.

¹⁵ Este esquema es utilizado para calcular el Valor Agregado de Distribución, en la industria eléctrica peruana.

Un caso particularmente relevante es cuando $K(q) = k \cdot q$ y existen economías de escala constantes. En este caso una empresa que opera en un mercado competitivo tendrá la siguiente condición de “sustentabilidad”:

$$VP_0 = \int_0^T (p - c)q(p_t)e^{-rt} dt - k \cdot q = 0$$

$$VP_0 = \int_0^T (p - c)e^{-rt} dt - k = 0 \Rightarrow VP_0 = (p - c) \int_0^T e^{-rt} dt - k = 0$$

$$p = c + \frac{k}{\int_0^T e^{-rt} dt} = c + \left(\frac{1}{R}\right) k$$

Como se aprecia, el precio coincide con el costo medio de largo plazo (igual al costo marginal), lo cual indica el logro de eficiencia asignativa, la eficiencia productiva y sustentabilidad. El precio es independiente del tiempo.

La regulación por empresa modelo trata de simular la competencia, aunque considera la existencia de economías de escala, por lo que para que logre la sustentabilidad, el precio debe reflejar el costo medio de la forma¹⁶:

$$p = c + \frac{K(q)}{q(p) \cdot R}$$

2.2 Modelo de Difusión tipo Bass

En el modelo publicado por Frank Bass en 1969 en el trabajo titulado *A New Product Growth for Model Consumer Durables*, el autor se inspiró en la teoría de la difusión de la innovación de Everett Rogers (1962). En el trabajo de Bass (1969) se formalizó matemáticamente el modelo para luego testarlo con datos de once productos de consumo durables obteniendo resultados significativos.

Según el modelo de Bass, el cual nos permite estimar el número de consumidores que adoptarán un nuevo producto a lo largo del tiempo, existen dos grupos diferenciados. El primer grupo, los innovadores son aquéllos que, evaluando los beneficios y cualidades, adquieren el nuevo producto independientemente de lo que haga el resto de la sociedad.

¹⁶ El regulador debe estimar el c (costo de operación), K (costo de capital) y $1/R$ (factor de recuperación continuo).

El grupo restante, formado por los consumidores que comienzan a adquirir el producto una vez que han observado que otros ya lo consumen, son denominados imitadores.

La formulación matemática de Bass, en términos simples, dice que el número de consumidores que compran un nuevo producto en un momento determinado del tiempo, es función de la demanda de los individuos innovadores, y la demanda de los imitadores. El presente modelo considera que la trayectoria de difusión está descrita por una función sigmoïdal¹⁷; para abordar su análisis, a continuación se define las variables que incorpora:

$n(t)$ = Ventas del Producto realizada en el periodo t

$N(t)$ = Total de Ventas del producto acumuladas desde su lanzamiento hasta el periodo t

M = Mercado Potencial del Producto

Asumiendo que $n(t)$ y $N(t)$ son funciones continuas y derivables en todo su dominio, y que $n(t)$ tiene un único máximo, ha de cumplirse que:

$$n(t) = \frac{dN(t)}{dt} , n(t) > 0 \forall t > 0$$

$$N(t) = \int_0^t n(s)ds , \lim_{t \rightarrow \infty} N(t) = M$$

La probabilidad de adopción del producto en el momento t , considerando los dos canales de toma de decisiones de los adoptantes potenciales (innovadores e imitadores), se puede definir como:

$$P(Adop_t) = p + q \left(\frac{N(t)}{M} \right)$$

El primer elemento de la expresión (p) es la probabilidad de que un innovador compre o adopte el producto en el periodo t y se le conoce como el “*coeficiente de influencia externa*”. Por su parte, $q \left(\frac{N(t)}{M} \right)$ refleja la presión social ejercida por los agentes, que ya

¹⁷ La obtención de esta trayectoria requiere el cumplimiento de ciertos supuestos. Véase Gatignon y Robertson (1985) y Jensen (1983) para una descripción de los mismos.

han comprado el producto, hacia los imitadores. Al elemento q se le conoce como “coeficiente de influencia interna”¹⁸.

Si hay un total de $[M - N(t)]$ no adoptantes, el número de agentes que adoptará el producto en el momento t es:

$$n(t) = \left[p + \frac{q}{M} N(t) \right] \cdot [M - N(t)] , \quad p, q > 0 \text{ y constantes}$$

Entonces, el número acumulado de adoptantes sería:

$$N(t) = \int_0^t n(t) dt = \int_0^t \left[p + \frac{q}{M} N(t) \right] \cdot [M - N(t)] dt$$

$$N(t) = M \left[\frac{q - p e^{-(t+k)(p+q)}}{q(1 + e^{-(t+k)(p+q)})} \right]$$

Mientras que el pico de ventas (t^*) y la magnitud del pico de ventas $n(t^*)$ se expresan de la siguiente forma:

$$t^* = \left(\frac{1}{p + q} \right) \ln \left(\frac{q}{p} \right)$$

$$n(t^*) = \frac{M(q + p)^2}{4q}$$

En el modelo, la función de ventas acumuladas $N(t)$ presenta una forma sigmoideal simétrica, en donde el punto de inflexión es en el momento t^* ; debido a su forma simétrica, dicho punto nunca tiene lugar después de que la innovación haya alcanzado el 50% del mercado potencial. Si el efecto de innovación es igual a cero ($p=0$), el modelo queda reducido a una función logística; y si no hay efecto imitación ($q=0$), tenemos una función exponencial negativa.

Una de las limitaciones más resaltantes que presenta este modelo es que impone la simetría en el proceso de difusión, cuando éste no necesariamente tiene que alcanzar su punto de inflexión en la mitad de su desarrollo. Por otra parte, considera que el número máximo de adoptantes M es constante; al igual que los coeficientes p y q .

¹⁸ Tal como se menciona en Andonova y Ladrón (2006), el coeficiente de influencia externa (p) modeliza los factores externos o las comunicaciones independientes del nivel de difusión, como puede ser la publicidad, mientras que el coeficiente de influencia interna (q) modeliza los factores internos o las comunicaciones que se incrementan con el nivel de usuarios existentes, como puede ser la recomendación entre usuarios, o efecto “boca a boca”.

A pesar de algunas limitaciones, la sencillez del modelo permite la interpretación inmediata de sus parámetros, siendo de gran utilidad en la práctica. Una de las principales ventajas del modelo, es que permite utilizar datos de otros productos ya existentes como proxy para estimar la demanda que pueda tener el nuevo producto, cuando éste no presente información histórica suficiente. Es posible también utilizar un promedio ponderado de diferentes productos que tienen algún tipo de analogía con el producto que se pretende estimar.

En la presente investigación, se utilizó el método de mínimos cuadrados ordinarios para la estimación de los parámetros del modelo. Esta técnica, dada las observaciones o datos disponibles, nos permite la estimación de aquella combinación de parámetros que minimice la suma al cuadrado de todos los errores que el modelo cometerá.

Con la expresión de la función $n(t)$, se procede a reordenar:

$$n(t) = \left[p + \frac{q}{M} N(t) \right] \cdot [M - N(t)]$$

$$n(t) = pM - pN(t) + qN(t) - \frac{q}{M} N(t)^2 = pM + (q - p)N(t) - \frac{q}{M} N(t)^2$$

$$n(t) = \beta_0 + \beta_1 N(t) + \beta_2 N(t)^2, \text{ en donde } \beta_0 = pM, \beta_1 = q - p, \beta_2 = \frac{q}{M}$$

Ahora, para calcular los parámetros $\beta_0, \beta_1, \beta_2$, se utilizará el método mínimos cuadrados ordinarios:

$$n_i = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 N_i + \hat{\beta}_2 N_i^2 + \varepsilon_i, \text{ en donde } \varepsilon \sim RB(0, \sigma_\varepsilon^2)$$

Si se tiene k observaciones, matricialmente se podría expresar:

$$\underbrace{\begin{pmatrix} n_1 \\ n_2 \\ \vdots \\ n_k \end{pmatrix}}_{n \quad k \times 1} = \underbrace{\begin{pmatrix} 1 & N_1 & N_1^2 \\ 1 & N_2 & N_2^2 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & N_k & N_k^2 \end{pmatrix}}_{N \quad k \times 3} \underbrace{\begin{pmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \beta_2 \end{pmatrix}}_{\beta \quad 3 \times 1} + \underbrace{\begin{pmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_k \end{pmatrix}}_{\varepsilon \quad k \times 1}$$

$$n = N\beta + \varepsilon$$

$$\varepsilon = n - N\beta \Rightarrow \varepsilon'\varepsilon = \sum_{i=1}^k \varepsilon_i^2 = (n - N\beta)'(n - N\beta)$$

$$\text{Min} \sum_{i=1}^k \varepsilon_i^2 = \text{Min} (\varepsilon' \varepsilon)$$

$$\frac{\partial \varepsilon' \varepsilon}{\partial \beta} = 0 \Rightarrow \frac{\partial (n - N\beta)' (n - N\beta)}{\partial \beta} = \frac{\partial (n' - \beta' N') (n - N\beta)}{\partial \beta}$$

$$\frac{\partial (n'n - n'N\beta - \beta'N'n + \beta'N'N\beta)}{\partial \beta} = \frac{\partial (n'n - 2\beta'N'n + \beta'N'N\beta)}{\partial \beta}$$

entonces,

$$\frac{\partial (n'n - 2\beta'N'n + \beta'N'N\beta)}{\partial \beta} = 0$$

$$0 - 2N'n + 2N'N\beta = 0$$

$$\hat{\beta} = (N'N)^{-1}N'n$$

Con los valores de los parámetros estimados, se procede a calcular el tamaño del mercado potencial M . Para hallar dicho valor, se procederá a igualar $n(t)$ a 0, para que el valor de $N(t)$ sea igual a M , es decir:

$$\text{Si } n(t) = \left[p + \frac{q}{M}N(t) \right] \cdot [M - N(t)] = 0 \Rightarrow M = N(t)$$

entonces,

$$0 = \beta_0 + \beta_1 M + \beta_2 M^2$$

$$\beta_2 M^2 + \beta_1 M + \beta_0 = 0$$

Ahora la expresión presenta la forma de una ecuación de segundo grado igualada a cero, de esta manera, usando la ecuación de Baskara se podrá hallar el valor de M , y con éste, seguidamente se podrá calcular los coeficientes p y q :

$$M = \frac{-\beta_1 \pm \sqrt{\beta_1^2 - 4\beta_2\beta_0}}{2\beta_2}$$

$$p = \frac{\beta_0}{M}$$

$$q = -\beta_2 M$$

III. Metodología

La metodología de la investigación se basará en analizar indicadores y/o datos relevantes del sector de Telecomunicaciones, a través de técnicas estadísticas descriptivas, análisis de series de tiempo¹⁹ y la aplicación del modelo de difusión tipo Bass²⁰. Para analizar la concentración de mercado de los servicios de telefonía se utilizará el índice de Herfindahl e Hirschman.

3.1 Análisis de Series de Tiempo

Las técnicas de análisis de series de tiempo extraen información relevante de una serie histórica de datos, tanto referente a los orígenes o relaciones subyacentes, permitiéndonos tener la posibilidad de extrapolar y predecir su comportamiento en el futuro. Dentro de estas técnicas podemos resaltar los modelos ARIMA y el método de Suavizado Exponencial.

3.1.1 Modelos ARIMA (p,d,q)

Son técnicas cuantitativas de análisis univariante y paramétrico de naturaleza dinámica para realizar pronósticos y análisis de series de temporales (Uriel, 1985). El nombre de estos modelos ARIMA procede de las siglas en inglés de *Autoregressive, Integrated and Moving Average*; es decir, modelos integrados (I) autorregresivos (AR) y de medias móviles (MA). Según Box y Jenkins (1970), este enfoque parte del hecho que la serie temporal que se trata de predecir es generada por un proceso estocástico o aleatorio cuya naturaleza puede ser caracterizada mediante un modelo.

Un proceso autorregresivo de orden p , $AR(p)$, puede ser expresado como función de los p rezagos de la misma variable, de la siguiente manera:

$$Y_t = c + \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + \varepsilon_t$$

¹⁹ Los modelos ARIMA se utilizarán para analizar las series históricas que presenten mayor cantidad de datos, mientras que las variables que tengan un limitado rango, se usará las técnicas de alisado exponencial.

²⁰ El modelo aplicado a diversos productos o servicios relacionados con el VoIP, como computadoras o conexiones a Internet, nos permitirá estimar una demanda potencial aproximada y algunos indicadores relevantes como los efectos de innovación e imitación de dicho servicio.

Donde, c es una constante y ε_t es ruido blanco, con media cero, $E(\varepsilon_t) = 0$, varianza constante e igual a $V(\varepsilon_t) = \sigma^2$, y covarianzas igual a cero $Cov(\varepsilon_t, \varepsilon_{t-i}) = 0, \forall i \neq 0$. Utilizando operadores de rezago, el proceso AR(p) se puede expresar como:

$$(1 - \phi_1 L - \phi_2 L^2 - \dots - \phi_p L^p) Y_t = c + \varepsilon_t \Rightarrow \phi_q(L) Y_t = c + \varepsilon_t$$

Donde el polinomio $\phi_q(L)$ expresa las características del proceso autorregresivo, el mismo que puede descubrirse hallando sus p raíces características $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_p$.

$$\phi_q(L) = 1 - \phi_1 L - \phi_2 L^2 - \dots - \phi_p L^p = (1 - \lambda_1 L)(1 - \lambda_2 L) \dots (1 - \lambda_p L) = \prod_{i=1}^p (1 - \lambda_i L)$$

Para que el proceso AR(p) sea convergente es necesario que se cumpla la condición de estacionariedad; se debe cumplir que los $|\lambda_i| < 1$ ó $\left|L_i = \frac{1}{\lambda_i}\right| > 1$. Un proceso AR(p) puede ser expresado como un MA(∞) si se cumple la condición de estacionariedad.

Todo proceso estacionario tiene asegurado una media móvil. La media móvil es la representación de un proceso estocástico expresado solamente en términos de valores corrientes y rezagados de un ruido blanco. Un proceso de media móvil de orden q , MA(q), puede ser expresado de la siguiente manera:

$$Y_t = c + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q}$$

Donde, c es una constante y ε_t es ruido blanco, con media cero, $E(\varepsilon_t) = 0$, varianza constante e igual a $V(\varepsilon_t) = \sigma^2$, y covarianzas igual a cero $Cov(\varepsilon_t, \varepsilon_{t-i}) = 0, \forall i \neq 0$. Utilizando operadores de rezago, el proceso MA(q) se puede expresar como:

$$Y_t = c + (1 - \theta_1 L - \theta_2 L^2 - \dots - \theta_q L^q) \varepsilon_t \Rightarrow Y_t = c + \theta_q(L) \varepsilon_t$$

Un proceso MA(q) puede ser expresado como un proceso autorregresivo de orden infinito, AR(∞), si cumple con la condición de invertibilidad, para ello las raíces características, en L , del polinomio $\theta_q(L)$ deben caer fuera del círculo unitario, o también la inversa de la raíz debe caer dentro del círculo unitario:

$$\theta_q(L) = 1 - \theta_1 L - \theta_2 L^2 - \dots - \theta_q L^q = (1 - \lambda_1 L)(1 - \lambda_2 L) \dots (1 - \lambda_q L) = 0$$

Para que se cumpla la condición de invertibilidad las q raíces características del polinomio $\theta_q(L)$ deben caer dentro del círculo unitario, $|\lambda_i| < 1$ ó $\left|L_i = \frac{1}{\lambda_i}\right| > 1$.

El proceso Autorregresivo de Media Móvil, ARMA (p,q) , junta los modelos AR y MA, y se define como:

$$Y_t = c + \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q}$$

Utilizando operadores de rezago, podemos escribir un modelo ARMA de la siguiente manera:

$$\phi_p(L)Y_t = \theta_q(L)\varepsilon_t$$

Para que se cumpla con la condición de estacionariedad las raíces del polinomio $\phi_q(L)$ deben caer fuera del círculo unitario (o dentro del círculo unitario si se define la función inversa). Para que se cumpla con la condición de invertibilidad del MA las raíces del polinomio $\theta_q(L)$ deben caer fuera del círculo unitario (o dentro del círculo unitario si se define la función inversa). Si se cumplen estas condiciones, un ARMA (p, q) puede ser expresado como un modelo AR(∞) o un modelo MA(∞), esto es:

$$\theta_q(L)^{-1} \cdot \phi_p(L)Y_t = \varepsilon_t, \text{ AR}(\infty), \text{ o también}$$

$$Y_t = \theta_q(L) \cdot \phi_p(L)^{-1} \varepsilon_t, \text{ MA}(\infty)$$

Finalmente, el proceso Autorregresivo de Media Móvil Integrado, es un proceso ARMA que ha sido diferenciada una cantidad necesaria de veces hasta convertirla en estacionaria.

$$\Delta Y_t = Y_t - Y_{t-1}$$

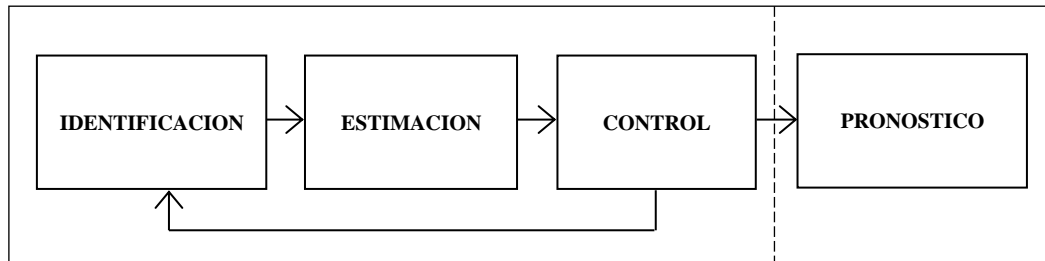
$$\Delta^2 Y_t = \Delta Y_t - \Delta Y_{t-1}$$

$$\Delta^d Y_t = \Delta^d Y_t - \Delta^d Y_{t-1}$$

En consecuencia, un modelo ARIMA (p,d,q) se expresa de la siguiente manera:

$$\Delta^d Y_t = c + \sum_{i=1}^p \phi_i \Delta^d Y_{t-i} - \sum_{i=1}^q \theta_i \varepsilon_{t-i} + \varepsilon_t$$

Box y Jenkins (1970) propusieron un proceso compuesto en 3 etapas para abordar los modelos ARIMA (Identificación, Estimación y Control), luego de los cuales puede utilizarse el modelo estimado con fines de pronóstico.



- a) Identificación: Si la serie de tiempo analizada Y_t es estacionaria, se debe identificar los órdenes de los procesos autorregresivo, p , y de media móvil, q , que represente la serie de tiempo analizada.

Si la serie de tiempo no es estacionaria, debe hallarse previamente el número de diferencias d necesarias para que se transforme en una serie estacionaria. En todos estos casos los correlogramas para la función de autocorrelación simple y parcial permiten identificar los valores para p, d, q .

- b) Estimación: Consiste en utilizar el método adecuado para estimar los parámetros de la representación $ARMA(p,q)$. En el caso de los modelos AR, es suficiente utilizar el método de mínimos cuadrados ordinarios. Sin embargo, en los modelos MA y ARMA requieren ser estimados por el método de Máxima Verosimilitud o cualquier alternativa de estimación no lineal.
- c) Control: Consiste en verificar que los residuos, $\hat{\varepsilon}_t$, de la estimación anterior se comportan como ruido blanco. Para esto se debe utilizar el correlograma (función de autocorrelación simple y función de autocorrelación parcial) para los residuos.

3.1.2 Método de Suavizado Exponencial

Los métodos de alisado o suavización de series de tiempo son técnicas univariante no paramétricas, que sostienen que los datos presentan una estructura de comportamiento subyacente afectada por fluctuaciones aleatorias. El objetivo es eliminar la parte aleatoria y obtener la estructura subyacente por medio de alisados.

El método de alisado exponencial opera suavizando la serie para eliminar el componente aleatorio, pero a diferencia de otras técnicas de alisado como el de promedios móviles, se consideran todos los datos previos al periodo de previsión disponibles otorgándoles pesos decrecientes exponencialmente según se distancian de dicho periodo.

Si se tienen los valores de una serie original $y_1, y_2, y_3, \dots, y_t$, entonces los valores alisados definidos por $E_1, E_2, E_3, \dots, E_t$ son:

$$E_1 = y_1$$

$$E_2 = \alpha y_2 + (1 - \alpha) E_1$$

$$E_3 = \alpha y_3 + (1 - \alpha) E_2$$

...

$$E_t = \alpha y_t + (1 - \alpha) E_{t-1}$$

Con $0 < \alpha < 1$, la ecuación del pronóstico será: $\hat{y}_{t+1} = E_t$, entonces:

$$\hat{y}_{t+1} = \alpha y_t + \alpha(1 - \alpha)y_{t-1} + \alpha(1 - \alpha)^2 y_{t-2} + \alpha(1 - \alpha)^3 y_{t-3} + \dots$$

$$\hat{y}_{t+1} = \alpha y_t + (1 - \alpha)\hat{y}_t = \hat{y}_t + \alpha(y_t - \hat{y}_t)$$

De esta manera, la predicción en el periodo $t+1$ se puede interpretar como una combinación convexa entre el valor de la serie y el valor del pronóstico del periodo anterior. Cuanto más cercano a uno este α , mayor importancia cobran los datos de los periodos inmediatamente anteriores.

El método descrito anteriormente es conocido como suavizado exponencial simple. Este modelo asume que los datos fluctúan alrededor de una media estable, es decir, que no presentan tendencia o patrón de crecimiento alguno, y es usado para pronósticos de corto rango; generalmente para predecir sólo un periodo adicional de la serie histórica.

En el caso de que los datos presenten tendencia, el método de suavizado exponencial doble, propuesto por Holt (1957), será el más adecuado a utilizar, debido a que agrega un componente de tendencia T_t que ajusta el nivel de suavización:

$$E_t = \alpha y_t + (1 - \alpha)(E_{t-1} + T_{t-1}) \quad 0 < \alpha < 1$$

$$T_t = \gamma(E_t - E_{t-1}) + (1 - \gamma)T_{t-1} \quad 0 < \gamma < 1$$

Los valores de inicio para E_t y T_t juega un papel importante en la estimación de los subsiguientes valores. Usualmente, al igual que en el alisado exponencial simple, el valor de inicio de E_t es generalmente el primer valor de la serie²¹, es decir $E_1 = y_1$. Para escoger el valor inicial de T_t , existen varios métodos, como por ejemplo:

$$T_1 = y_2 - y_1$$

$$T_1 = [(y_2 - y_1) + (y_3 - y_2) + (y_4 - y_3)]/3$$

$$T_1 = (y_n - y_1)/(n - 1)$$

Siendo F la variable de predicción y m el número de periodos adelantados a t , la ecuación para obtener los pronósticos es:

$$F_{t+m} = E_t + mT_t$$

Como se menciona en Makridakis y Wheelwright (1978), después de seleccionar y especificar un modelo, se debe verificar o validar su desempeño a través de la comparación de los pronósticos con los datos históricos. Los indicadores más conocidos para medir la capacidad de predicción de los modelos son el MAPE, MAD y MSD²².

El MAPE proporciona un indicio de que tan grandes son los errores de pronósticos comparados con los valores reales de la serie, y se utiliza también para comparar la precisión de la misma u otra técnica sobre dos series completamente diferentes.

$$MAPE = \left(\sum_{t=1}^n \frac{|y_t - \hat{y}_t|}{y_t} \right) / n$$

El MAD mide la precisión de un pronóstico mediante el promedio de la magnitud de los errores de pronóstico (valores absolutos de cada error). Este indicador resulta de gran utilidad cuando el analista desea medir el error de predicción en las mismas unidades de la serie original.

$$MAD = \left(\sum_{t=1}^n |y_t - \hat{y}_t| \right) / n$$

²¹ Según Montgomery, Johnson, y Gardiner (1990), otra posibilidad de estimar el valor inicial de E_t , en el método de alisado simple, puede ser el promedio de los primeros cuatro o cinco observaciones de la serie.

²² MAPE = Mean Absolute Percentage Error, MAD = Mean Absolute Deviation, MSD = Mean Square Deviation.

El MSD penaliza los errores mayores de pronóstico ya que eleva cada uno al cuadrado. Esto es importante pues en ocasiones pudiera ser preferible una técnica que produzca errores moderados a otra que por lo regular tenga errores pequeños, pero que ocasionalmente arroje algunos en extremo grandes.

$$MSD = \left(\sum_{t=1}^n (y_t - \hat{y}_t)^2 \right) / n$$

3.2 Aplicación del Modelo de difusión tipo Bass

El modelo de difusión tipo Bass será aplicado para estimar el tamaño potencial de mercado de los servicios telefonía fija, móvil e internet (Banda Ancha Fija). Con este resultado se podrá tener un valor aproximado de la demanda en los próximos años de dichos servicios, permitiéndonos determinar el grado de expansión que podrían tener. Adicionalmente al análisis de los servicios de telecomunicaciones, se procederá también a analizar el mercado de computadoras en el país²³.

En la sección 3.2, se presentó la formalización matemática del modelo suponiendo que el tiempo (t) era una variable continua, pero para su utilización práctica, el tiempo (t) se presentará como una variable discreta. Esto es debido a que los datos se presentan de manera anual. Ahora la fórmula o expresión de $n(t)$ será:

$$n(t) = \left[p + \frac{q}{M} N(t-1) \right] \cdot [M - N(t-1)] \quad (1)$$

Que se puede re-expresar como:

$$n(t) = pM + (q - p)N(t-1) - \frac{q}{M} N(t-1)^2 \quad (2)$$

O simplificando

$$n(t) = \beta_0 + \beta_1 N(t-1) + \beta_2 N(t-1)^2 \quad (3)$$

²³ Para determinar la expansión que podría tener el VoIP, se analiza los datos del Internet y PC's. Esto debido a que son productos y/o servicios convergentes o complementarios. El VoIP se establece sobre redes basadas en el protocolo IP, necesiándose del internet para su transmisión, y este a su vez necesita un equipo terminal (Computador) en donde instalarse. En Ladrón, Elberse y Putsis (2007) se utilizó un modelo Bass generalizado para evaluar la difusión de las PC's e internet, como productos complementarios, bajo la influencia de la externalidad de red que presentan; teniéndose como resultado evidencias de la existencia de interacciones multiproducto entre ellos.

Siendo β_0 , β_1 y β_2 los parámetros a estimar por medio del método de mínimos cuadrados ordinarios. Teniendo los parámetros calculados, se procederá a obtener el valor del tamaño potencial de mercado “ M ”, y con éste, los coeficientes de innovación “ p ” e imitación “ q ”.

$$M = \left[-\beta_1 \pm \sqrt{\beta_1^2 - 4\beta_2\beta_0} \right] / 2\beta_2 \quad (4)$$

$$p = \beta_0 / M \quad (5)$$

$$q = -\beta_2 M \quad (6)$$

IV. Resultados

4.1 Análisis del mercado de Telefonía

En el presente acápite se procederá a analizar las variables relevantes de los mercados de telefonía fija y móvil; esto con el fin de determinar ciertos patrones y tendencias que nos permita entender la dinámica del mercado en las telecomunicaciones y su situación actual en el país.

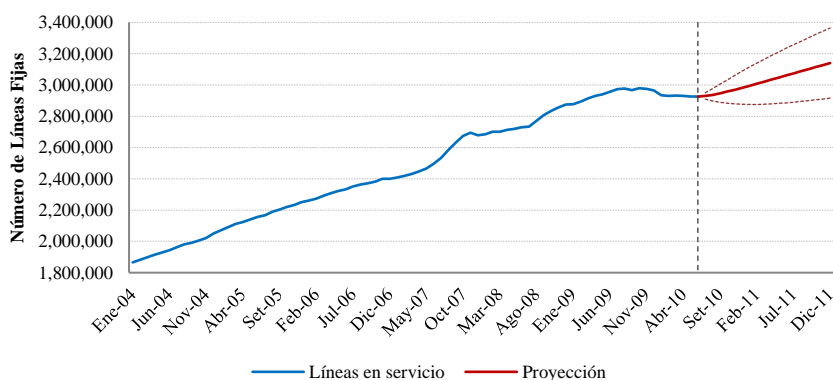
4.1.1 Telefonía Fija

De junio del 2006 a junio del 2010, el número de líneas fijas en servicio tuvo un incremento del 25.41%, pasando de 2'332,545 a 2'925,380 líneas. De esta manera, la penetración fija pasó de 8.5 líneas por cada 100 habitantes en junio del 2006 a 10.3 por cada 100 habitantes en junio del 2010.

En cuanto a la distribución territorial del suministro del servicio, el departamento de Lima, incluida la provincia del Callao, concentra el 63.11% del total nacional, presentando así una densidad de 19.7 líneas por cada 100 habitantes. Le siguen en orden los departamentos de Arequipa y la Libertad con densidades telefónicas iguales a 11.5 y 10.0 respectivamente.

En el gráfico N° 1, se ilustra la evolución de la telefonía fija, desde enero del 2004 hasta junio del 2010, junto con el pronóstico estimado hasta diciembre del 2011. El crecimiento de las líneas en servicio ha tenido una tendencia creciente, aunque a partir de setiembre del 2009 se presentan tasas de crecimiento no significativas, incluso reduciéndose el número de líneas en algunos meses.

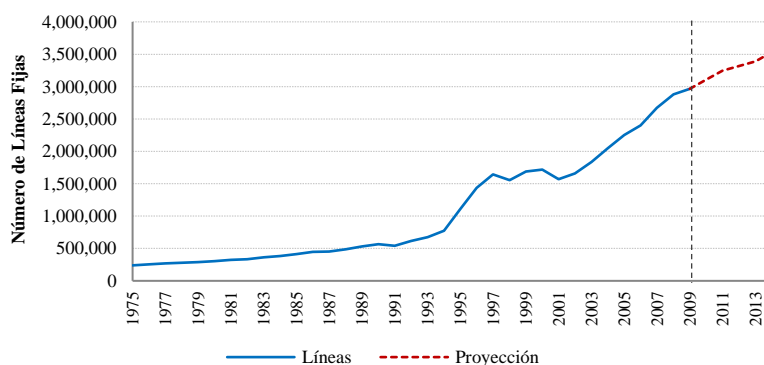
Gráfico N° 1: Líneas Fijas en Servicio por mes



Elaboración: Propia
Fuente: OSIPTEL (hasta julio del 2010)

Según la proyección estimada, de junio del 2010 a diciembre del 2011, las líneas en servicio presentarían un crecimiento del 7.3%, pasando del 2'925,380 a 3'140,000 líneas aproximadamente²⁴. Complementando el análisis anterior se puede aplicar un método no paramétrico para proyectar el número de líneas telefónicas hasta el periodo 2014, contando con una serie anual a partir de 1975 hasta 2009²⁵.

Gráfico N° 2: Líneas telefónicas por año



Elaboración: Propia
Fuente: Banco Mundial (hasta el 2009)

²⁴ El intervalo de confianza es de 2'915,926 a 3'364,157 líneas en servicio.

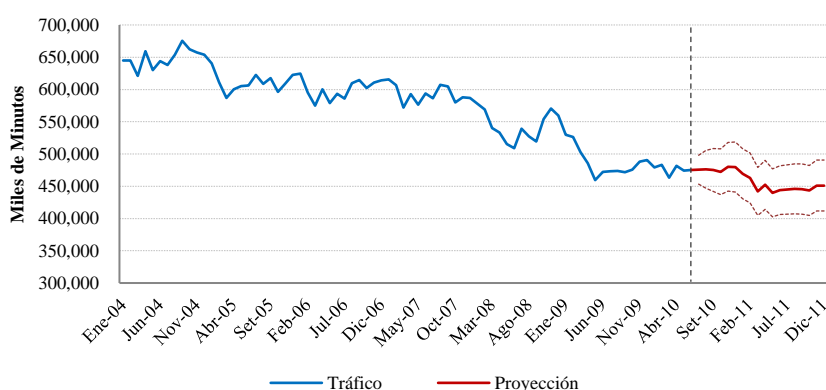
²⁵ La Técnica de Holt-Winters, por su naturaleza no paramétrica, no presenta en su pronóstico un espectro de valores posibles, es decir, la estimación es puntual y no por intervalos (como los pronósticos en los modelos ARIMA).

Con esta técnica, se calcula un aproximado de 3'240,000 líneas telefónicas a fines del 2011, siendo un valor que se encuentra dentro del rango del pronóstico anterior. Para fines del 2014 se proyecta que las líneas sean aproximadamente de 3'530,000 en el mercado.

Otro indicador importante en el sector es el tráfico²⁶ o la duración de las comunicaciones. El tráfico local tiene una participación cercana al 86% del tráfico total, siguiéndole el de larga distancia nacional con 8% y el internacional con 6% aproximadamente.

El tráfico local ha presentado una tendencia decreciente en los últimos años. En el mes de junio del 2010, el tráfico local fue de 475,367 miles de minutos, acumulándose 2'933,820 de miles de minutos hasta ese periodo del año. A fines de junio del 2009, el tráfico hasta ese periodo fue de 2'976,671 de miles de minutos.

Gráfico N° 3: Tráfico Local Originado por mes



Elaboración: Propia
Fuente: OSIPTEL (hasta julio del 2010)

Para fines del año 2011, se proyecta que el tráfico local sea alrededor de 5'391,697²⁷ de miles de minutos. Comparado con los 5'849,789 de miles de minutos a fines del 2009, habría una reducción de aproximadamente del 7.83%.

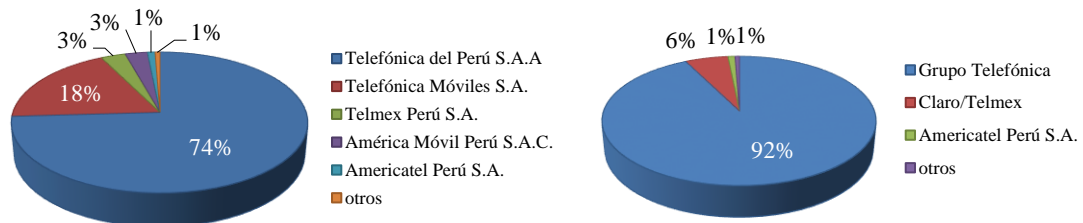
Respecto a la estructura del mercado, la empresa Telefónica del Perú S.A.A. cuenta con la mayor participación con el 74.08% de líneas en servicio, el porcentaje restante se

²⁶ Tiempo de comunicación efectiva, sin incluir cargo por establecimiento de llamada, expresado en minutos tasados al segundo, o en su defecto, en minutos redondeados. El tráfico total está conformado por el tráfico local y el de larga distancia (Nacional e Internacional)

²⁷ El intervalo de confianza es de 4'930,937 a 5'852,459 de miles de minutos.

encuentra distribuido entre 14 operadores, entre los que destacan Telefónica Móviles S.A. con el 18.48% del total de líneas y Telmex Perú S.A. con el 3.1%.

Gráfico N° 4: Participación de Mercado en Líneas Fijas



Fuente: OSIPTEL (a julio del 2010)

Teniendo en cuenta los niveles de participación de los operadores de telefonía fija, se puede obtener el grado de concentración del mercado, con el uso del índice de Herfindahl e Hirschman (IHH)²⁸.

Tabla N° 1: Líneas en Servicio y el índice IHH

	Líneas en Servicio	S_i	S_i^2
Telefónica del Perú S.A.A.	2,167,211	74.08%	5,488.2997
Telefónica Móviles S.A.	540,530	18.48%	341.4091
Telmex Perú S.A.	90,589	3.10%	9.5893
Americatel Perú S.A.	28,006	0.96%	0.9165
América Móvil Perú S.A.C.	81,254	2.78%	7.7148
Perusat S.A.	7,661	0.26%	0.0686
Impsat Perú S.A.	5,633	0.19%	0.0371
Gilat To Home Perú S.A.	1,732	0.06%	0.0035
Rural Telecom S.A.C.	932	0.03%	0.0010
Infoductos Telecomunicaciones S.A	636	0.02%	0.0005
Convergía Perú S.A.	751	0.03%	0.0007
Valtron E.I.R.L.	208	0.01%	0.0001
Telefónica Multimedia S.A.C.	50	0.00%	0.0000
Gamacom S.A.C.	41	0.00%	0.0000
Nextel del Perú S.A.	146	0.00%	0.0000
		IHH	= 5,848

Elaboración: Propia
Fuente: OSIPTEL (a julio del 2010)

²⁸ El índice de Herfindahl e Hirschman se expresa como $IHH = \sum_{i=1}^n s_i^2$, siendo s_i la participación de mercado de cada empresa y n el número total de empresas.

El grado de concentración resultante es de 5,848 a junio del 2010. Sin embargo, el valor del índice²⁹ se incrementa a 8,586 si se considera a los operadores del Grupo Telefónica como una sola unidad empresarial³⁰.

Con los resultados obtenidos se puede afirmar que el mercado de telefonía fija local presenta un nivel de concentración muy alto de acuerdo con el estándar establecido por la Guía de Análisis de Fusiones Horizontales (Horizontal Mergers Guidelines) desarrollada por la Comisión Federal de Comercio (Federal Trade Commission) y el Departamento de Justicia (Department of Justice) en los Estados Unidos.

4.1.2 Telefonía Móvil

De junio del 2006 a junio del 2010, el número de líneas móviles en servicio tuvo un incremento del 300.98%, pasando de 6'758,254 a 27'099,375 líneas. De esta manera, la penetración móvil paso de 24.7 líneas por cada 100 habitantes en junio del 2006 a 95.5 por cada 100 habitantes en junio del 2010.

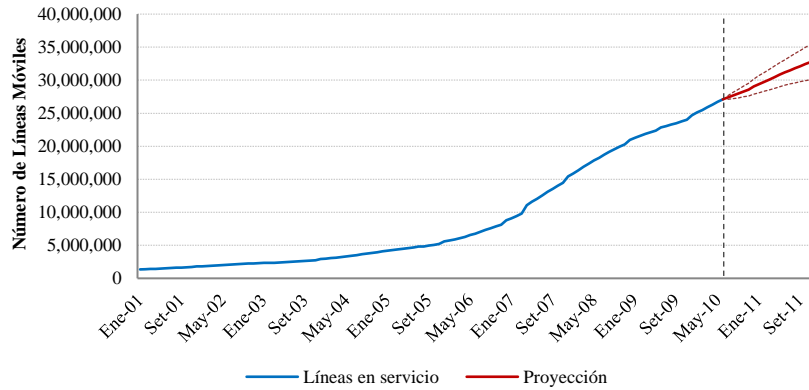
En relación a la distribución geográfica, el departamento de Lima, incluida la provincia del Callao, concentra el 47.61% del total de líneas, presentando así una densidad de 137.9 líneas por cada 100 habitantes. Le siguen en orden los departamentos de la Libertad y Arequipa con 5.55% y 5.47% del total líneas a nivel nacional, con densidades de 91.4 y 119.3 líneas por cada 100 habitantes, respectivamente.

En el gráfico N° 5, se ilustra la evolución de las líneas móviles, desde enero del 2001 hasta junio del 2010, junto con el pronóstico estimado hasta diciembre del 2011. El crecimiento de las líneas en servicio ha tenido una tendencia marcadamente creciente.

²⁹ Si el valor del índice IHH es menor a 1,000 se entendería como un mercado competitivo; si se encuentra entre 1,000 y 1,800 se consideraría como moderadamente competitivo, y concentrado si está por encima de 1,800. Cuando solo hay una empresa en el mercado (Monopolio), el índice toma el valor de 10,000. (Casanova, 2002)

³⁰ En el año 1998 se inició la apertura a la competencia en los servicios de telefonía fija, después de 4 años de la privatización de CPT S.A. y Entel Perú S.A., siendo en el año 2001 el ingreso del primer competidor (Telmex S.A.) al mercado.

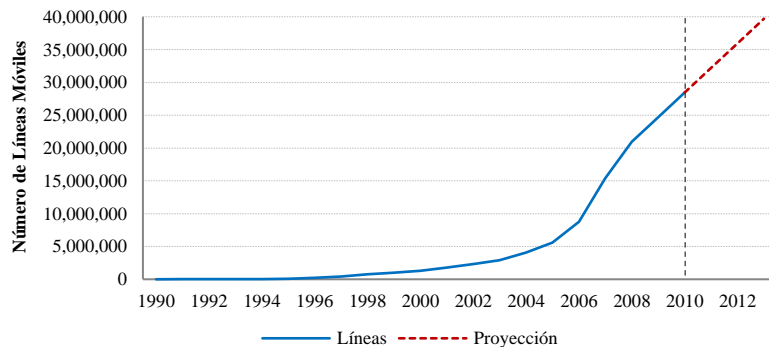
Gráfico N° 5: Líneas Móviles en Servicio por mes



Elaboración: Propia
Fuente: OSIPTEL (hasta julio del 2010)

Según la proyección estimada, de junio del 2010 a diciembre del 2011, las líneas en servicio presentarían un crecimiento cercano del 22%, pasando del 27'099,375 a 33'120,000 líneas aproximadamente³¹. Adicionalmente, se puede aplicar el método de Holt-Winters para proyectar el número de líneas móviles hasta el periodo 2013, contando con una serie anual a partir de 1990 hasta 2009.

Gráfico N° 6: Líneas Móviles por año



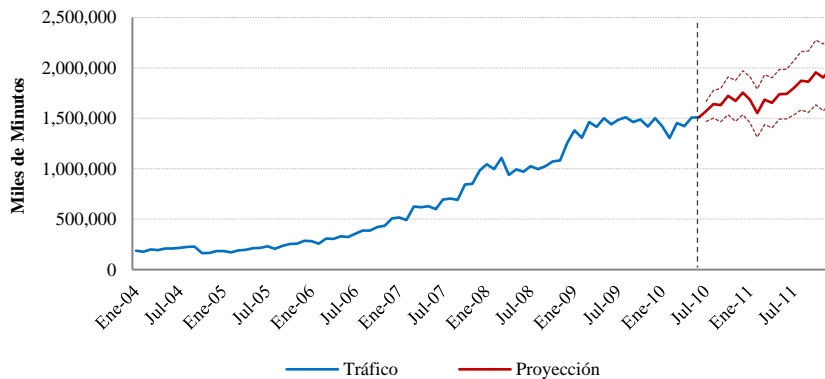
Elaboración: Propia
Fuente: Banco Mundial (hasta el 2009)

Según los resultados, se calcula un aproximado de 32'190,000 líneas telefónicas a fines del 2011, siendo un valor que se encuentra dentro del rango del pronóstico anterior. Para fines del 2013 se proyecta que las líneas sean aproximadamente de 39'690,000 en el mercado. A pesar que esa cifra pueda ser un poco alta contrastando con el número de la población en el país, más que todo refleja la gran expansión que tiene este servicio en el mercado.

³¹ El intervalo de confianza es de 30'294,957 a 35'952,801 líneas en servicio.

El tráfico local, a diferencia de la telefónica fija, ha presentado una tendencia creciente en los últimos años. En el mes de junio del 2010, el tráfico local fue de 1'510,509 miles de minutos, acumulándose 8'621,962 de miles de minutos hasta ese periodo del año. A fines de junio del 2009, el tráfico hasta ese periodo fue de 8'509,116 de miles de minutos.

Gráfico N° 7: Tráfico Local Móvil por mes

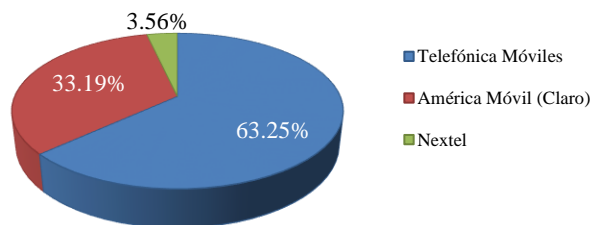


Elaboración: Propia
Fuente: OSIPTEL (hasta julio del 2010)

Para fines del 2011, se proyecta que el tráfico local anual sea alrededor de 21'436,138 de miles de minutos. Comparado con los 17'377,848 de miles de minutos a fines del 2009, habría un crecimiento de aproximadamente del 23%.

Respecto a la estructura del mercado, hay 3 compañías móviles operando, entre las cuales la empresa Telefónica Móviles S.A. cuenta con la mayor participación con el 63.28% de líneas en servicio, seguida de América Móvil Perú S.A.C con el 33.19% del total de líneas y Nextel del Perú S.A. con el 3.56%.

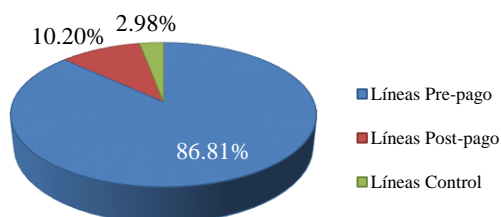
Gráfico N° 8: Participación de Mercado



Fuente: OSIPTEL (a julio del 2010)

En servicio Pre-pago, Telefónica Móviles cuenta con el 64.65% de las líneas, seguida de América Móvil con el 33.91% y Nextel con el 1.44%. En servicio Post-pago, también Telefónica Móviles presenta la mayor participación con el 59.70% de líneas, seguida de América Móvil con el 35% y Nextel con el 5.30%.

Gráfico N° 9: Distribución del Servicio Móvil



Fuente: OSIPTEL (a julio del 2010)

El índice de IHH para el mercado de servicio móvil resulta 5,115. Este valor expresa la alta concentración existente en el sector, esto debido a que sólo hay 3 operadores que brindan el servicio. A diferencia de la telefónica fija, en este servicio existe una gran competencia entre las dos operadoras líderes del mercado.

Tabla N° 2: Líneas en Servicio y el índice IHH

	Líneas en Servicio	S_i	S_i^2
Telefónica Móviles S.A.	17,139,925	63.25%	4000.36
América Móvil Perú S.A.	8,994,400	33.19%	1101.60
Nextel del Perú S.A.	965,050	3.56%	12.68
		IHH	= 5,115

Elaboración: Propia

Fuente: OSIPTEL (a julio del 2010)

4.2 Análisis de la situación del Internet

Según la Encuesta Nacional de Hogares³², el 30.33% de hogares en Lima Metropolitana cuentan con internet. En la Costa, alrededor de 13.84% de los hogares presentan acceso al servicio. El escenario es aún más desalentador en la Sierra y en la Selva, contando sólo con el 5.21% y 4.52% de hogares con internet, respectivamente. A nivel nacional, sólo el 14.74% de los hogares cuentan con dicho servicio.

Tabla N° 3: Hogares con acceso a servicios de Telecomunicaciones

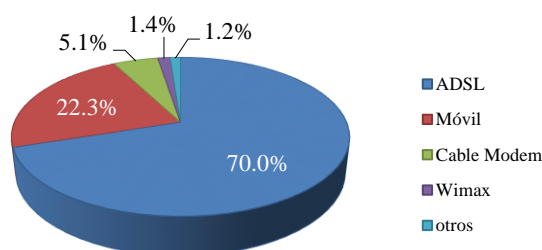
	Teléfonos Fijos		Celulares		Internet	
	Si	No	Si	No	Si	No
Lima Metropolitana	52.86%	47.14%	85.25%	14.75%	30.33%	69.67%
Costa	34.72%	65.28%	81.08%	18.92%	13.84%	86.16%
Sierra	10.57%	89.43%	63.13%	36.87%	5.21%	94.79%
Selva	17.76%	82.24%	65.16%	34.84%	4.52%	95.48%
TOTAL	29.86%	70.14%	74.28%	25.72%	14.74%	85.26%

Elaboración: Propia

Fuente: ENAHO 2011- Primer Trimestre

A fines del año 2010, el número de suscriptores de internet fue de 1'199,261, existiendo un crecimiento del 31.47% con respecto a fines del anterior. Según la estructura del mercado, Telefónica del Perú S.A.A presenta una participación del 90%, siguiéndole Telmex Perú S.A. con el 7% del mercado. Los principales medios de conexión a internet son el ADSL (70%), móvil (22%) y cable modem (5%).³³

Gráfico N° 10: Conexiones a Internet por Medio de Acceso



Fuente: MTC

³² Al primer trimestre del 2011.

³³ Fuente: Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones (MTC) – Oficina de Estadística.

Analizando los datos de las Encuestas Nacional de Hogares del 2006 hasta el 2010³⁴, se puede apreciar que la tenencia de Internet en los hogares en el país ha aumentado aproximadamente 2 puntos porcentuales por año, de 4.69% de hogares con internet en el 2006 a 13.03% en el 2010.

Tabla N° 4: Evolución de la presencia de Internet en los Hogares en el Perú

	2006	2007	2008	2009	2010
Sin Internet	95.31%	93.36%	91.37%	88.97%	86.97%
Con Internet	4.69%	6.64%	8.63%	11.03%	13.03%

Elaboración: Propia

Fuente: ENAHO 2006-2010

Con respecto al consumo del servicio, el gasto promedio en Internet en los hogares ha ido disminuyendo; esto debido a la existencia de mayores planes tarifarios y/o empaquetamientos de servicios, que permiten adquirir el servicio dentro de un plan más accesible³⁵. Por otro lado, los hogares que gastan más en el servicio de internet son los que precisamente tienen mayores ingresos. Pero en los últimos años, el nivel de gasto en internet se ha emparejado ligeramente entre los hogares con diferente nivel de ingresos, es decir el gasto en el servicio está siendo menos polarizado entre los hogares con ingresos más altos con respecto a los que presentan ingresos más bajos.

Tabla N° 5: Evolución del gasto promedio en Internet en los Hogares por cuartil de ingreso total

Ingreso total neto (cuartiles)	Promedio del último gasto en Internet (Imputado, deflactado, Anualizado)				
	2006	2007	2008	2009	2010
Q1	835.33	1285.25	813.11	653.33	738.00
Q2	1111.50	1038.82	951.75	781.15	773.57
Q3	1114.00	1017.21	967.60	902.66	823.20
Q4	1180.04	1130.73	1096.36	1031.41	1004.93
Total	1170.59	1112.57	1066.54	987.47	939.89

Elaboración: Propia

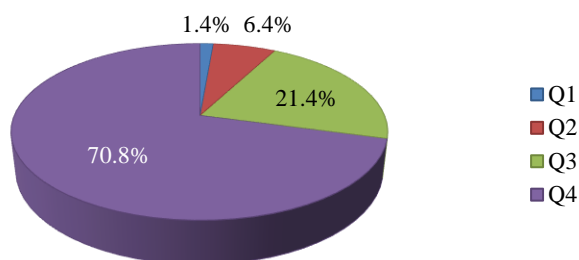
Fuente: ENAHO 2006-2010

³⁴ A fines de periodo.

³⁵ Algunos ejemplos de empaquetamientos de servicios o productos, son los dúos o tríos en los servicios de Telefonía fija, Internet y Cable. La combinación de estos servicios, a conveniencia del usuario, y dependiendo del paquete, permitiría el acceso a una tarifa preferencial.

A finales del año anterior, los hogares con mayor ingreso en promedio son los que en mayor proporción cuentan con el servicio. Como se aprecia en el gráfico N° 11, los hogares ubicados en el 4to cuartil de ingresos representan aproximadamente el 70.8% de los hogares que tienen internet; mientras que solo el 1.4% están ubicados en el 1er cuartil de ingresos³⁶.

Gráfico N° 11: % de Hogares con Internet por cuartil de Ingreso - 2010



Elaboración: Propia
Fuente: ENAHO 2010

Si bien es cierto que existe una polarización marcada en la tenencia de Internet de acuerdo al nivel de ingresos, en los últimos años los hogares con menores ingresos están comenzando a adquirir dicho servicio, reduciéndose poco a poco la brecha existente. En conclusión, los hogares que presentan mayores ingresos son los que gastan en promedio más por el servicio y son los que presentan mayor participación en el mercado.

Tabla N° 6: Evolución de la tenencia de Internet en los Hogares por cuartil de ingreso total

Ingreso total neto (cuartiles)	Proporción de Hogares que tienen el servicio de Internet				
	2006	2007	2008	2009	2010
Q1	0.23%	0.33%	0.75%	0.70%	1.35%
Q2	0.68%	1.72%	2.63%	4.93%	6.40%
Q3	8.31%	12.82%	14.64%	18.31%	21.42%
Q4	90.78%	85.13%	81.97%	76.06%	70.83%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

Elaboración: Propia
Fuente: ENAHO 2006-2010

³⁶ Ver en Anexos (pág. 59) la distribución del gasto en Internet por cuartil de ingreso de los hogares.

4.3 Resultados del modelo de difusión

Para analizar el mercado de las computadoras en el país, se extrajeron los datos de las Encuestas Nacional de Hogares. Usando el factor de expansión³⁷ dentro de las encuestas, se puede estimar el número aproximado de computadoras en el país³⁸.

Tabla N° 7: Número de Computadoras en los hogares del Perú.

Año	PC's
1997	171,946
1998	271,199
1999	303,754
2000	283,252
2001	359,980
2002	429,198
2003	468,498
2004	517,087
2005	596,044
2006	760,465
2007	1,159,970
2008	1,352,815
2009	1,691,490
2010	2,058,788

Elaboración: Propia
Fuente: ENAHO 1997-2010

Según los datos extraídos, en el año 2000 se tiene un valor menor al año anterior. Para no tener un valor $n(t)$ negativo en ese año, se procederá a reemplazar ese valor con uno obtenido mediante interpolación numérica³⁹, para que cumpla con las condiciones del modelo. Como se mencionó anteriormente, evaluar la expansión del internet (banda ancha fija) y de computadoras en el país, nos brindaría un panorama cercano del entorno y la condiciones para la difusión de las comunicaciones vía internet, como son los servicios de VoIP y/o Telefonía IP.

³⁷ El factor de expansión se interpreta como la cantidad de personas en la población, que representa una persona en la muestra.

³⁸ El valor calculado será subestimado, esto debido a que el parque de computadoras en el país no solo se encuentra en los hogares. Para fines prácticos, se realizará el análisis Bass con los datos obtenidos.

³⁹ Se utilizó la fórmula de interpolación de Newton para el caso de espaciamentos diferentes con $k = 8$, que se expresa como: $f(x) = f_0 + \{x_0, x_1\}(x - x_0) + \{x_0, x_1, x_2\}(x - x_0)(x - x_1) + \dots + \{x_0, x_1, \dots, x_k\}(x - x_0)(x - x_1) \dots (x - x_k)$, siendo $\{x_0, x_1\} = [f(x_0) - f(x_1)] / (x_0 - x_1)$ y $\{x_0, x_1, \dots, x_k\} = [\{x_0, x_1, \dots, x_{k-1}\} - \{x_0, x_1, \dots, x_k\}] / (x_0 - x_k)$, resultando el valor de 318,451 para el año 2000.

Tabla N° 8: Resultados del Modelo Bass para las PC's

	Periodo	β_0	β_1	β_2	M	p	q
Modelo Bass	1997 - 2010	-64810.27	0.4207	-9.982E-08	4055116	-0.015982	0.40477
Modelo Bass (Bootstrap)	1997 - 2010	22360.33	0.4207	-9.982E-08	4267724	0.005239	0.42599

Elaboración: Propia

Como se muestra en la Tabla N° 8, en los resultados del modelo existen ciertas inconsciencias teóricas, como el valor negativo de p . Este valor es causado por la negatividad del intercepto β_0 del modelo; teniendo este que ser positivo. Para corregir esto, se utilizará la técnica del Bootstrapping (Efron, 1979)⁴⁰, que permitirá calcular el valor del intercepto considerando solo los valores positivos estimados en el proceso de remuestreo.

Según los nuevos resultados, el mercado potencial de computadoras es de 4'267,724 equipos, es decir, el mercado esperaría tener 2'208,936 de nuevos equipos. El coeficiente de innovación resulta aproximadamente 0.005, siendo un valor muy bajo, mientras que el coeficiente de imitación resulta cerca de 0.425.

Tabla N° 9: Resultados del Modelo Bass para los servicios de Telecomunicaciones

	Periodo	β_0	β_1	β_2	M	p	q
Telefonía Fija							
Modelo Bass	1975 - 2009	-11660.38	0.1373	-2.934E-08	4592943	-0.00254	0.13478
Modelo Bass (bootstrap)	1975 - 2009	9409.69	0.1373	-2.934E-08	4747007	0.00198	0.13930
Telefonía Móvil							
Modelo Bass	1990 - 2009	-301220.7	0.8443	-3.046E-08	27355387	-0.01101	0.83332
Modelo Bass (bootstrap)	1990 - 2009	12128.99	0.8443	-3.046E-08	27731214	0.00044	0.84477
Internet (Banda Ancha Fija)							
Modelo Bass	1999 - 2009	26687.50	0.5428	-6.436E-07	889954	0.029987	0.57279
Modelo Bass (bootstrap)	1999 - 2009	26242.97	0.5428	-6.436E-07	889216	0.029512	0.57232

Elaboración: Propia

⁴⁰ El Bootstrap es un método computacional propuesto por Bradley Efron en 1979, que consiste en estimar medidas de precisión de estimadores estadísticos, a través de la generación de replicaciones bajo un muestreo con reemplazo (Ver Efron, 1979, y Efron y Tibshirani, 1993). Para fines del estudio, se generaron 10,000 replicaciones bootstrap del modelo, para después ajustar la estimación del coeficiente del intercepto a un valor no negativo.

En los servicios de telecomunicaciones, el que presenta mayor expansión, en términos absolutos, es la telefonía móvil, con un crecimiento potencial de 3'030,854 nuevas suscripciones a líneas móviles, presentando un coeficiente de innovación muy bajo, comparado con el 0.84477 de coeficiente de imitación. El concepto de externalidad de red, podría verse reflejado en el gran valor estimado de coeficiente de imitación que presenta la telefonía móvil. En cambio, la telefonía fija presenta una expansión promedio de 1'714,738 nuevas líneas en el mercado. El coeficiente de imitación de 0.139, es el menor de los tres servicios analizados, reflejándose así su poco dinamismo presentado en el mercado.

El servicio de internet de banda ancha fija, presenta los coeficientes de innovación más alto de los tres servicios, pero aun así es considerado bajo en términos absolutos. En contraste, el coeficiente de imitación estimado presenta un valor de 0.5723, siendo este una cifra acorde a la evolución que presenta este mercado. Con relación al tamaño de mercado potencial, se estima un nivel de 889,216 suscripciones, teniendo un crecimiento de 76,195 nuevos abonados al servicio.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se podría afirmar que la función del modelo Bass, para los tres servicios analizados, quedaría reducido aproximadamente a una función logística; esto debido a que los valores estimados de los coeficientes de innovación p son cercanos a cero. Esto refleja, que un consumidor promedio no adquiere el servicio de manera inmediata por el hecho de ser nuevo o innovador, sino espera un periodo determinado para obtenerlo, cuando éste sea más difundido.

4.4 Observaciones y resumen de resultados

En las proyecciones obtenidas de las líneas fijas en servicio (anual y mensual), reflejan un continuo crecimiento, pero esto podría ser contradictorio con la tendencia decreciente del tráfico que presentan. Lo más probable sea un estancamiento o incluso una reducción de las líneas en servicio en adelante, como ya ha estado sucediendo.⁴¹

El gran crecimiento de las líneas móviles en los últimos años, es reflejado también en las proyecciones optimistas que se estiman. Teniendo en cuenta el número de la población en el país, según los pronósticos cada habitante en promedio tendría acceso a más de una línea en servicio en el corto y/o mediano plazo. Si bien es cierto que muchos usuarios presentan más de una línea operativa, mayor es la rotación de equipos o la migración de planes, que la adquisición de líneas adicionales en el mercado.

Según el modelo Bass, las líneas en servicio de telefonía fija, a pesar de su baja penetración, presentará un crecimiento máximo del 60% en el mercado. Este resultado tendría coherencia si las líneas móviles “canibalizan” las líneas fijas. Las líneas móviles, presentando una mayor cobertura y alta penetración, se expandiría aún 13% más⁴². El débil umbral de crecimiento del internet de banda ancha fija, a pesar de su baja penetración, es causado por la rigidez del modelo en que la variable analizada alcanza su mayor expansión cuando presenta una curva de forma sigmoïdal simétrica.

Teniendo en consideración los subcapítulos anteriores, se puede resumir los resultados de los análisis realizados en tres puntos:

- 1) El mercado más sólido en el sector de telecomunicaciones, es la telefonía móvil, que ha presentado un crecimiento exponencial. Según las proyecciones estimadas, el crecimiento de la telefonía móvil seguirá en expansión, al igual que su tráfico. En contraste, la telefonía fija ha presentado una desaceleración en el crecimiento de las líneas en servicio; según las proyecciones se estima una tendencia creciente en el futuro, a pesar de la tendencia decreciente de su tráfico. Comparando el mercado potencial de dichos servicios, la telefonía móvil presentará un escenario más optimista que la telefonía fija.

⁴¹ En el caso del pronóstico mensual en la telefonía fija, los valores calculados en el límite inferior parecerían tener mayor concordancia como proyección; debido a la tendencia decreciente del tráfico que se presenta en las líneas fijas.

⁴² Los equipos móviles, en cambio, tendrían un crecimiento sostenido en los próximos años, debido a su constante innovación y accesos a diferentes plataformas o aplicaciones tecnológicas.

- 2) En nuestro país, la penetración de internet es muy baja, y por consiguiente los servicios derivados, como el VoIP, no presentan una participación significativa actual en el mercado de telecomunicaciones, como medio alternativo telefónico⁴³. También hay que considerar el bajo nivel de cobertura de computadoras; según la Encuesta Nacional de Hogares, uno de cada cinco hogares aproximadamente presenta al menos una computadora (el 20.49% de hogares presentan PC's)⁴⁴. Pero, según el resultado del modelo Bass, el mercado de PC's presentará un aumento de casi el 100%, en contraste con el internet de banda ancha fija que solo tendría una expansión del 10%.
- 3) Finalmente, según los resultados del nivel de participación en el mercado, la telefonía fija presenta una gran concentración en el sector, siendo Telefónica del Perú S.A.A la empresa con más cobertura. Esto demuestra la ausencia de un mercado competitivo, y por ende, el poco incentivo del regulador de “desregular” el sector, a pesar de la presencia de empresas competidoras y la posibilidad de acceder a otro tipo de tecnología, como la internet, para establecer las comunicaciones.

⁴³ En el Perú hay dos medios masivos de acceso: acceso indirecto y acceso DIY. Actualmente, Perusat es el único operador que ofrece servicios VoIP que usan un modelo de acceso indirecto, con un poco más de 5,000 líneas activas, siendo así una cobertura relativamente pequeña. El acceso DIY (Do it Yourself, o hágalo usted mismo) consiste en un servicio que brinda un medio barato de comunicación de voz de PC a PC, como por ejemplo a través del Skype. (Fuente: Analysys Mason, 2009)

⁴⁴ Fuente: ENAHO 2010 (modulo 18)

V. Discusión

El modelo de difusión tipo Bass, desde sus inicios, ha tenido una gran influencia en la estimación de la demanda de nuevos productos. Algunos estudios, como el de Prince (2008) utilizan el modelo Bass para el análisis de la difusión y adopción de PC's en Argentina, y Weissmann (2008) utilizó el modelo para analizar la demanda de telefonía celular, acceso a Internet y acceso a Internet por banda ancha en Argentina y EE.UU.

En el trabajo de Prince (2008), se utilizó la suavización de las ventas, la no inclusión de algunos datos en el periodo de análisis, y en algunos casos el ajuste de la serie con el PBI y/o Consumo. Estas medidas fueron realizadas, de manera individual y conjunta, para obtener un conjunto de modelos, y de estos, se eligió el que presentó los parámetros estimados más coherentes. El mejor modelo o el escogido fue la serie suavizada de ventas desde 1984 a 2004 (no incluyendo los años 2005, 2006 y 2007).

En el presente estudio, el intercepto β_0 resulta negativo para los diferentes servicios analizados (excepto las suscripciones de Internet de banda ancha fija). La negatividad de β_0 provoca que al estimar la probabilidad de que un innovador compre o adopte el producto, o el coeficiente de influencia externa “ p ”, sea negativa, debido a que $p = \beta_0/M$.

Para corregir la inconsistencia de obtener un valor negativo para una probabilidad, se ha utilizado la técnica de remuestreo llamada bootstrapping; esto para evitar la estimación de muchos modelos por cada producto que genera la metodología utilizada por Prince⁴⁵. La técnica del bootstrapping estima los parámetros una cierta cantidad de veces con los mismos datos que se presenta, debido a la técnica selecciona submuestras (con reemplazo) y se procese a calcular los parámetros en cada submuestra.

Dentro del algoritmo del bootstrapping se puede adicionar una sentencia que recoja sólo los valores positivos que tome β_0 en cada caso; en cambio, si el valor es negativo, se reemplazaría con el valor de cero. De esta manera se procede a obtener un valor final de β_0 no negativo (el promedio de los β_0 's calculados) y, por consiguiente, un valor p positivo. De esta manera el cálculo de los demás coeficientes se hace con normalidad.

⁴⁵ Cada modelo estimado, para el caso de las PC's, presenta una dispersión significativa entre los valores calculados de p , q y M entre ellos. Ver Prince (2008) pág. 49.

VI. Conclusiones

- 1) La telefonía móvil presenta un gran crecimiento en términos de líneas en servicio como en tráfico realizado, presentando también proyecciones con esas mismas tendencias. En cambio, la telefonía fija presenta cierto nivel de estancamiento en su expansión a pesar de su baja teledensidad, presentando en sus proyecciones un nivel decreciente en el tráfico y con una débil tendencia de crecimiento en las líneas de servicio; lo más probable sea un estancamiento o incluso una reducción de las líneas en servicio en adelante.
- 2) El servicio de internet en el país presenta una baja penetración, aproximadamente sólo el 15% de los hogares cuenta con el servicio. A pesar de su rápido crecimiento en los últimos años, dicho servicio no presenta una participación significativa aún en el mercado. El internet de banda ancha fija, a pesar de tener un crecimiento sostenido, será el segmento menos dinámico (de acuerdo con los resultados del modelo de difusión), siendo el internet móvil probablemente el mayor impulsor de crecimiento en las conexiones de banda ancha en adelante. En el corto y mediano plazo, los servicios derivados, como el VoIP, no parecen estar listos para tener un impacto considerable en la telefonía en el Perú.
- 3) A pesar de la expansión y desarrollo de otras tecnologías, como el internet de banda ancha, y sobre todo el ingreso de nuevos operadores al mercado que brindan el servicio de telefonía fija local, el sector presenta aún una gran concentración. La expansión del VoIP y/o telefonía IP en los próximos años no será suficiente para abarcar un segmento significativo en el mercado. La desregulación del sector regulado es todavía no aplicable como medida de política regulatoria en el corto y mediano plazo, debido a la no existencia de competencia en el mercado.

VII. Recomendaciones

Debido a que no se presentan de manera libre datos específicos sobre la evolución de los servicios de telecomunicaciones derivados del internet o banda ancha, el presente estudio analizó la evolución de conexiones de internet de banda ancha fija y el número de computadoras como variables proxy. Esta limitación se podría solucionar solicitando información a las empresas operadoras que brindan el servicio de telefonía IP y/o VoIP, sobre la evolución del tráfico y el número suscriptores.

Para complementar los análisis realizados usando el modelo de difusión, se podría usar datos obtenidos de las importaciones anuales de artículos como equipos móviles celulares, computadoras personales y laptops, para obtener una mayor exactitud en la estimación. También se puede contrastar los resultados obtenidos aplicando otros modelos de difusión como el de Weibull, Floyd, Sharif-Kabir, etc⁴⁶.

De acuerdo al contexto actual, el organismo regulador, sobre todo en el sector de telecomunicaciones, debe tener presente que su intervención no es perpetua o indefinida, sino transitoria hasta que se demuestran las condiciones de competencia en el mercado. La desregulación del sector es un tema que no debería revisarse dentro de los próximos años o hasta que se demuestre la desconcentración del mercado de telefonía fija; las decisiones de políticas regulatorias deben estar siempre regidas por criterios técnicos y no políticos.

⁴⁶ Ver Gómez y Carmona (2002).

VIII. Referencias bibliográficas

- [1] Analysys Mason. 2009. Diseño de políticas óptimas en un entorno de convergencia de los medios de comunicación y las telecomunicaciones. Informe final para OSIPTEL.
- [2] Andonova, V; Ladrón, A. 2006. Interacciones tecnológicas y efectos red: claves para predecir el impacto del VoIP sobre la industria de las telecomunicaciones. *Universia Business Review, Actualidad Económica*.
- [3] Baumol, W; Panzar, J; Willig, R. 1982. *Contestable marketstand: theory of industry structure*. Harcourt Brace Jovanovich.
- [4] Baumol, W; Bradford, D. 1970. Optimal departures from marginal cost pricing. *The American Economic Review*, 60 (3): 265-283.
- [5] Bailey, E; Friedlaender, A. 1982. Market structure and multiproduct industries. *Journal of Economic Literature*, 20 (3): 1024-1048.
- [6] Bass, F. 1969. A new product growth model for consumer durables. *Management Science*, 15 (5): 215-227.
- [7] Bernstein, J; Sappington, D. 1999. Setting the X factor in price cap regulation plans. *Journal of Regulatory Economics*, 16 (1): 5-26.
- [8] Bijl, P; Peitz, M. 2010. Regulatory legacy, VoIP adoption and investment incentives. *Telecommunications Policy*, 34 (10): 596-605.
- [9] Bitrán, E; Saavedra, E. 1993. *Algunas reflexiones en torno al rol regulador y empresarial del Estado*. CIEPLAN, Santiago de Chile.
- [10] Bonifaz, J. 2001. *Distribución eléctrica en el Perú: regulación y eficiencia*. Centro de Investigación CIES - Universidad del Pacífico.
- [11] Box, G; Jenkins, G. 1970. *Time series analysis: forecasting and control*. San Francisco, Holden-Day.
- [12] Bustos, A; Galetovic, A. 2003. Vertical integration and sabotage in regulated industries. *Documentos de Trabajo 164*, Centro de Economía Aplicada, Universidad de Chile.
- [13] Casanova, M. 2002. *Comercialización de soja y sus sub-productos: concentración de las compras en el mercado FAS e integración vertical*. Ediciones Departamento de Capacitación Bolsa de Comercio de Rosario. Lectura 5: 13-42.
- [14] Efron, B. 1979. Bootstrap methods: another look at the jackknife. *The Annals of Statistics*, 7 (1): 1-26.
- [15] Efron, B; Tibshirani, R. 1993. *An introduction to the bootstrap*. Chapman & Hall/ CRC Press Company.

- [16] Gallardo, J. 1999. Disyuntivas en la teoría normativa de la regulación: el caso de los monopolios naturales. Documento de Trabajo N° 164, CISEPA - Pontificia Universidad Católica del Perú.
- [17] Gatignon, H., Robertson, T. 1985. A propositional inventory for new diffusion research. *Journal of Consumer Research*, 11 (4): 849-867.
- [18] Gómez, J; Carmona, M. 2002. Modelos de difusión de innovaciones, aplicación a la agricultura ecológica en España. Universidad de Murcia.
- [19] Holt, C. 1957. Forecasting trends on seasonals by exponentially weight moving averages. *Carnegie Institute of Technology, Pennsylvania*.
- [20] Jensen, R. 1983. Innovation adoption and diffusion when there are competing innovations. *Journal of Economic Theory*, 29 (1): 161-171.
- [21] Ladrón, A; Elberse, A; Putsis, W. 2007. Diffusion of complementary products with network effects: a model and application.
- [22] Laffont, J; Tirole, J. 1993. A theory of incentives in procurement and regulation. MIT Press. Cambridge, Massachusetts.
- [23] Lasheras, M. A. 1999. La regulación económica de los servicios públicos. Editorial Ariel S.A.
- [24] Leibenstein, H. 1966. Allocative efficiency vs X-efficiency. *American Economic Review*, 56 (3): 392-415.
- [25] Littlechild, S. 1983. Regulation of british telecommunications profitability. Report to the Secretary of State. Department of Industry, Great Britain.
- [26] Makridakis, S; Wheelwright, S. 1978. Forecasting: methods and applications. Wiley.
- [27] Montgomery, D; Johnson, L; Gardiner, J. 1990. Forecasting and time series analysis. Mc Graw-Hill, 2nd Edition.
- [28] Prince, A. 2008. Análisis de la difusión y adopción de microcomputadores en Argentina. ESEADE, Buenos Aires.
- [29] Rogers, E. 1962. Diffusion of innovation. Free Press of Glencoe.
- [30] Train, K. 1991. Optimal regulation. The MIT Press. Cambridge, Massachusetts.
- [31] Uriel, E. 1985. Análisis de serie temporales: modelos ARIMA. Editorial Paraninfo.
- [32] Weissmann, V. 2008. Difusión de nuevas tecnologías y estimación de la demanda de nuevos productos: un análisis comparativo entre Argentina y EEUU. *Palermo Business Review*.

IX. Anexos

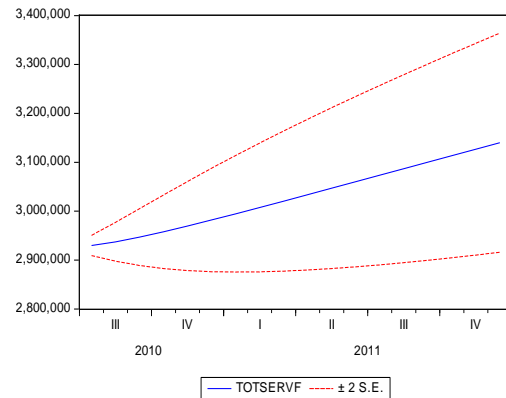
9.1 Salidas de E-Views – Pronósticos Mensuales (ARIMA)

- Líneas fijas en servicio**

Variable: D(TOTSERV,1,0)
 Method: Least Squares
 Sample (adjusted): 2004M03 2010M06
 Included observations: 76 after adjustments
 Convergence achieved after 4 iterations

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	13328.928	3288.2557	4.0534949	0.0001234
AR(1)	0.6444137	0.0900941	7.1526715	5.10E-10

R-squared	0.4087601	Mean dependent var	13729.842
Adjusted R-squared	0.4007704	S.D. dependent var	13152.889
S.E. of regression	10181.641	Akaike info criterion	21.320523
Sum squared resid	7.671E+09	Schwarz criterion	21.381859
Log likelihood	-808.17989	Hannan-Quinn criter.	21.345036
F-statistic	51.160709	Durbin-Watson stat	2.0374093
Prob(F-statistic)	5.10E-10		

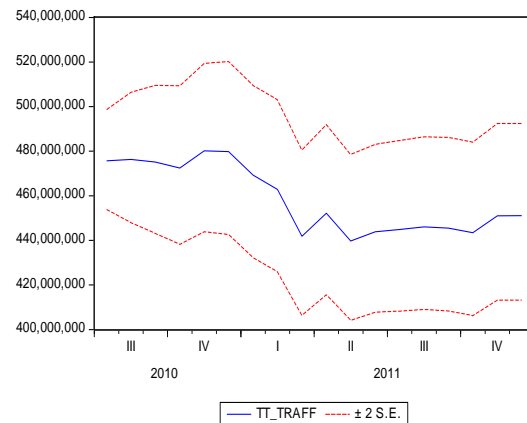


- Tráfico local originado en Red Fija**

Dependent Variable: DLOG(TT_TRAFF,0,12)
 Method: Least Squares
 Sample (adjusted): 2005M02 2010M06
 Included observations: 65 after adjustments
 Convergence achieved after 10 iterations
 MA Backcast: 2004M02 2005M01

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.058158	0.0108022	-5.3838950	1.19E-06
AR(1)	0.8393494	0.0651843	12.876541	3.55E-19
MA(12)	-0.9039149	0.0440584	-20.516249	2.49E-29

R-squared	0.77784154	Mean dependent var	-0.0564653
Adjusted R-squared	0.77067514	S.D. dependent var	0.04819864
S.E. of regression	0.02308130	Akaike info criterion	-4.6545324
Sum squared resid	0.03303030	Schwarz criterion	-4.5541761
Log likelihood	154.272304	Hannan-Quinn criter.	-4.6149354
F-statistic	108.540040	Durbin-Watson stat	2.07070043
Prob(F-statistic)	5.58E-21		

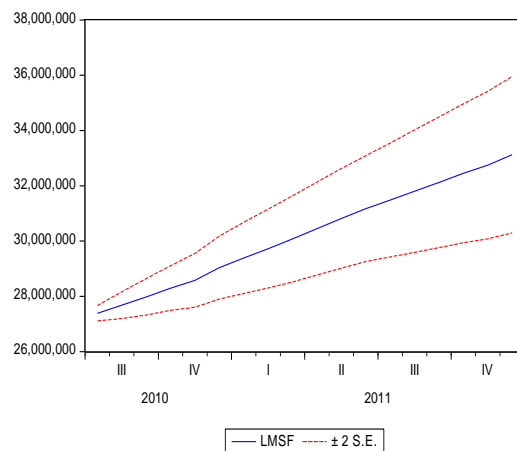


- Líneas móviles en servicio**

Dependent Variable: D(LMS,1,0)
 Method: Least Squares
 Sample (adjusted): 2002M03 2010M06
 Included observations: 100 after adjustments
 Convergence achieved after 10 iterations

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	311729.95	76599.107	4.0696289	9.67E-05
AR(1)	0.4298365	0.0969939	4.4315824	2.48E-05
SAR(4)	0.2620041	0.1019917	2.5688758	0.011743258
SAR(12)	0.4074255	0.1004658	4.0553638	0.000101847

R-squared	0.611728752	Mean dependent var	252294.9
Adjusted R-squared	0.599595276	S.D. dependent var	215407.129
S.E. of regression	136304.3356	Akaike info criterion	26.5223459
Sum squared resid	1.78357E+12	Schwarz criterion	26.6265527
Log likelihood	-1322.117296	Hannan-Quinn criter.	26.5645203
F-statistic	50.41660999	Durbin-Watson stat	2.20805247
Prob(F-statistic)	1.18E-19		

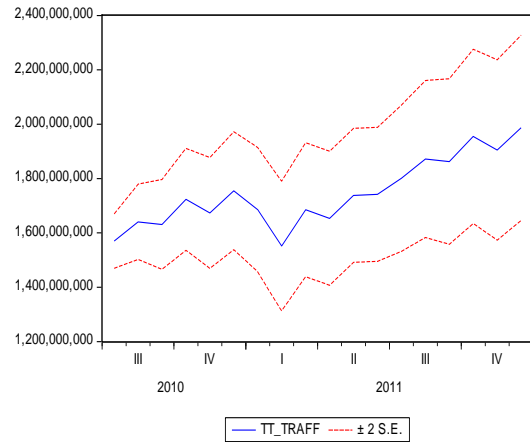


- **Tráfico local móvil**

Dependent Variable: D(TT_TRAFF,0,12)
 Method: Least Squares
 Sample (adjusted): 2005M02 2010M06
 Included observations: 65 after adjustments
 Convergence achieved after 8 iterations
 MA Backcast: 2004M05 2005M01

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	232828625.6	72479142.7	3.2123534	0.002089093
AR(1)	0.947798531	0.03589833	26.402299	1.98E-35
MA(9)	-0.530859833	0.11485799	-4.6218797	1.98E-05

R-squared	0.915819	Mean dependent var	232827001
Adjusted R-squared	0.913103	S.D. dependent var	167719701
S.E. of regression	49440765	Akaike info criterion	38.3155035
Sum squared resid	1.52E+17	Schwarz criterion	38.4158599
Log likelihood	-1242.253	Hannan-Quinn criter.	38.3551005
F-statistic	337.2542	Durbin-Watson stat	1.73467492
Prob(F-statistic)	4.80E-34		



9.2 Valores de los Pronósticos mensuales

- **Líneas en Servicio**

	Telefonía Fija			Telefonía Móvil		
	$\theta - 2(S.E.)$	θ	$\theta + 2(S.E.)$	$\theta - 2(S.E.)$	θ	$\theta + 2(S.E.)$
jul-10	2,909,060	2,929,724	2,950,388	27,105,877	27,383,194	27,660,511
ago-10	2,897,541	2,937,263	2,976,984	27,195,803	27,678,317	28,160,831
sep-10	2,888,748	2,946,861	3,004,973	27,319,957	27,976,914	28,633,871
oct-10	2,882,498	2,957,785	3,033,072	27,488,910	28,295,132	29,101,353
nov-10	2,878,427	2,969,564	3,060,702	27,602,113	28,577,287	29,552,461
dic-10	2,876,162	2,981,895	3,087,627	27,900,709	29,039,569	30,178,430
ene-11	2,875,377	2,994,580	3,113,783	28,098,288	29,387,783	30,677,279
feb-11	2,875,805	3,007,495	3,139,185	28,298,689	29,724,374	31,150,059
mar-11	2,877,231	3,020,556	3,163,882	28,518,528	30,076,282	31,634,036
abr-11	2,879,487	3,033,713	3,187,939	28,764,404	30,449,038	32,133,672
may-11	2,882,441	3,046,931	3,211,422	29,013,606	30,816,933	32,620,260
jun-11	2,885,985	3,060,189	3,234,392	29,256,186	31,170,633	33,085,079
jul-11	2,890,036	3,073,471	3,256,906	29,421,384	31,481,518	33,541,652
ago-11	2,894,527	3,086,771	3,279,014	29,588,364	31,802,471	34,016,577
sep-11	2,899,403	3,100,080	3,300,758	29,757,961	32,123,565	34,489,170
oct-11	2,904,619	3,113,397	3,322,175	29,938,351	32,448,935	34,959,518
nov-11	2,910,137	3,126,718	3,343,299	30,079,979	32,748,394	35,416,809
dic-11	2,915,926	3,140,042	3,364,158	30,294,957	33,123,879	35,952,801

- **Tráfico Local Originado (minutos)**

	Telefonía Fija			Telefonía Móvil		
	$\theta - 2(S.E)$	θ	$\theta + 2(S.E)$	$\theta - 2(S.E)$	θ	$\theta + 2(S.E)$
jul-10	453,303,385	475,692,298	498,081,211	1,469,822,244	1,569,845,262	1,669,868,280
ago-10	447,014,386	476,270,028	505,525,671	1,501,812,103	1,640,444,148	1,779,076,192
sep-10	441,991,542	475,154,380	508,317,219	1,465,508,573	1,630,880,900	1,796,253,226
oct-10	436,914,178	472,415,044	507,915,909	1,535,622,620	1,723,321,293	1,911,019,967
nov-10	442,441,455	480,146,386	517,851,317	1,469,259,492	1,673,228,209	1,877,196,926
dic-10	441,111,153	479,849,956	518,588,759	1,537,798,252	1,755,069,166	1,972,340,079
ene-11	430,670,014	469,243,393	507,816,771	1,456,269,065	1,684,888,547	1,913,508,028
feb-11	424,315,079	462,844,231	501,373,383	1,313,356,634	1,551,671,172	1,789,985,710
mar-11	404,837,677	441,886,220	478,934,762	1,438,200,004	1,684,916,945	1,931,633,886
abr-11	414,072,712	452,171,524	490,270,336	1,406,821,285	1,653,526,461	1,900,231,637
may-11	402,541,777	439,714,017	476,886,256	1,491,275,277	1,737,969,836	1,984,664,394
jun-11	406,213,798	443,830,017	481,446,235	1,494,995,937	1,741,680,911	1,988,365,885
jul-11	406,664,209	444,882,756	483,101,303	1,531,788,565	1,801,103,301	2,070,418,038
ago-11	407,385,713	446,053,392	484,721,071	1,582,845,741	1,871,784,174	2,160,722,607
sep-11	406,670,704	445,537,036	484,403,369	1,557,302,634	1,862,298,633	2,167,294,632
oct-11	404,552,342	443,409,977	482,267,612	1,634,219,569	1,954,812,678	2,275,405,787
nov-11	411,478,244	451,043,642	490,609,041	1,572,989,245	1,904,789,400	2,236,589,554
dic-11	411,534,341	451,081,669	490,628,997	1,645,506,035	1,986,696,518	2,327,887,000

9.3 Salidas de R – Pronósticos Anuales (Holt-Winters)

- **Líneas fijas en servicio**

telf=ts(data\$Telefonos, start=1975, freq=1)

HoltWinters(x = telf, gamma = FALSE)

Smoothing parameters:

alpha: 1

beta : 0.5723937

gamma: FALSE

Coefficients:

[,1]

a 2965297

b 141509

Time Series:

Start = 2010

End = 2014

Frequency = 1

fit

[1,] 3106806

[2,] 3248315

[3,] 3389824

[4,] 3531333

[5,] 3672842

- **Trafico Local (miles de minutos)**

TF=ts(data\$TF, start=1995, freq=1)

HoltWinters(x = TF, gamma = FALSE)

Smoothing parameters:

alpha: 0.9863625

beta : 0.5621495

gamma: FALSE

Coefficients:

[,1]

a 5945666.2

b -543903.9

Time Series:

Start = 2010

End = 2012

Frequency = 1

fit

[1,] 5401762

[2,] 4857858

[3,] 4313954

- **Líneas Móviles en servicio**

```
cel=ts(data$Celulares, start=1990, freq=1)
```

```
HoltWinters(x = cel, gamma = FALSE)
```

```
Smoothing parameters:
```

```
alpha: 1
```

```
beta : 1
```

```
gamma: FALSE
```

```
Coefficients:
```

```
[,1]
```

```
a 24700360
```

```
b 3748526
```

```
Time Series:
```

```
Start = 2010
```

```
End = 2013
```

```
Frequency = 1
```

```
fit
```

```
[1,] 28448886
```

```
[2,] 32197412
```

```
[3,] 35945938
```

```
[4,] 39694464
```

- **Trafico Móvil (miles de minutos)**

```
TM=ts(data$TM, start=1995, freq=1)
```

```
HoltWinters(x = TM, gamma = FALSE)
```

```
Smoothing parameters:
```

```
alpha: 1
```

```
beta : 1
```

```
gamma: FALSE
```

```
Coefficients:
```

```
[,1]
```

```
a 17377848
```

```
b 4862745
```

```
Time Series:
```

```
Start = 2010
```

```
End = 2012
```

```
Frequency = 1
```

```
fit
```

```
[1,] 22240593
```

```
[2,] 27103337
```

```
[3,] 31966082
```

9.4 Salidas de STATA – Encuesta Nacional de Hogares

- **Numero de PC's**

```
/*1997*/
```

```
use summ_97, clear
```

```
sort con viv hog
```

```
save summ_97, replace
```

```
use con viv hog cuatiene p612n using modulo18_97 if p612n==17,clear
```

```
sort con viv hog
```

```
merge con viv hog using summ_97
```

```
keep con viv hog cuatiene factorho _merge
```

```
keep if(_merge==3)
```

```
gen compu=cuatiene*factorho
```

```
mata
```

```
factor=st_data(.,("factorho"))
```

```
ncompu=st_data(.,("compu"))
```

```
ntotal=sum(ncompu)
```

```
/*1998*/
```

```
use summ_98,clear
```

```
sort conglome vivienda hogar
```

```
save summ_98,replace
```

```
use conglome vivienda hogar p612a_16 using modulo18_98
```

```
sort conglome vivienda hogar
```

```
merge conglome vivienda hogar using summ_98
```

```
keep conglome vivienda hogar p612a_16 factorto _merge
```

```
keep if(_merge==3)
```

```
gen compu=p612a_16*factorto
```

```
mata
```

```
factor=st_data(.,("factorto"))
```

```
ncompu=st_data(.,("compu"))
```

```
ntotal=sum(ncompu)/10
```

```
/*1999*/
```

```
use modulo18_99,clear
```

```
keep conglome vivienda hogar p612a_16 factor
```

```
gen compu=p612a_16*factor
```

```
mata
```

```

factor=st_data(.,("factor"))
ncompu=st_data(.,("compu"))
ntotal=sum(ncompu)

/*2000*/
use modulo18_00,clear
keep conglome vivienda hogar p612a_16 factor
gen compu=p612a_16*factor
mata
factor=st_data(.,("factor"))
ncompu=st_data(.,("compu"))
ntotal=sum(ncompu)

/*2001*/
use modulo18_01 if p612n==20, clear
keep conglome vivienda hogar p612a p612n factor
gen compu=p612a*factor
mata
factor=st_data(.,("factor"))
ncompu=st_data(.,("compu"))
ntotal=sum(ncompu)

/*2002*/
use modulo18_02 if p612n==20, clear
keep conglome vivienda hogar p612a p612n factor
gen compu=p612a*factor
mata
factor=st_data(.,("factor"))
ncompu=st_data(.,("compu"))
ntotal=sum(ncompu)

/*2003*/
use modulo18_03 if p612n==20, clear
keep a_o conglome vivienda hogar p612a p612n f_anual
gen compu=p612a*f_anual if a_o==2003
mata
factor=st_data(.,("f_anual"))
ncompu=st_data(.,("compu"))
ntotal=sum(ncompu)

/*2004*/
use modulo18_04 if P612N==20, clear
keep CONGLOME VIVIENDA HOGAR P612A P612N FACTOR
gen compu=P612A*FACTOR
mata
factor=st_data(.,("FACTOR"))
ncompu=st_data(.,("compu"))
ntotal=sum(ncompu)

/*2005*/
use modulo18_05 if P612N==20, clear
keep CONGLOME VIVIENDA HOGAR P612A P612N FACTOR
gen compu=P612A*FACTOR
mata
factor=st_data(.,("FACTOR"))
ncompu=st_data(.,("compu"))
ntotal=sum(ncompu)

/*2006*/
use modulo18_06 if P612N==20, clear
keep CONGLOME VIVIENDA HOGAR P612A P612N FACTOR
gen compu=P612A*FACTOR
mata
factor=st_data(.,("FACTOR"))
ncompu=st_data(.,("compu"))
ntotal=sum(ncompu)

```

```

/*2007*/
use modulo18_07 if P612N==7, clear
keep CONGLOME VIVIENDA HOGAR P612A P612N FACTOR
gen compu=P612A*FACTOR
mata
factor=st_data(.,("FACTOR"))
ncompu=st_data(.,("compu"))
ntotal=sum(ncompu)

/*2008*/
use modulo18_08 if P612N==7, clear
keep CONGLOME VIVIENDA HOGAR P612A P612N FACTOR
gen compu=P612A*FACTOR
mata
factor=st_data(.,("FACTOR"))
ncompu=st_data(.,("compu"))
ntotal=sum(ncompu)

/*2009*/
use modulo18_09 if P612N==7, clear
keep CONGLOME VIVIENDA HOGAR P612A P612N FACTOR
gen compu=P612A*FACTOR
mata
factor=st_data(.,("FACTOR"))
ncompu=st_data(.,("compu"))
ntotal=sum(ncompu)

/*2010*/
use modulo18_10 if P612N==7, clear
keep CONGLOME VIVIENDA HOGAR P612A P612N FACTOR07
gen compu=P612A*FACTOR07
mata
factor=st_data(.,("FACTOR07"))
ncompu=st_data(.,("compu"))
ntotal=sum(ncompu)

use modulo18_10 if P612N==7, clear
svyset [pweight=FACTOR], strata(ESTRATO) psu(CONGLOME)
replace P612A=0 if P612A==.
replace P612A=1 if P612A>=1
svy: tabulate P612A

```

Number of strata	=	8	Number of obs	=	21496
Number of PSUs	=	3406	Population size	=	7481486.1
			Design df	=	3398

```

-----
¿Cuántos
tiene? | proportions
-----
    0 | .7951
    1 | .2049
      |
  Total | 1
-----

```

Key: proportions = cell proportions

- **Servicios de Telecomunicaciones**

```
use Enaho01-2011-100, clear
recode DOMINIO (8 = 1 "Lima Metropolitana")(1 2 3 = 2 "Costa")(4 5 6 = 3 "Sierra")(7 = 4 "Selva"),
gen(dominio2)
svyset [pweight=FACTOR], strata(ESTRATO) psu(CONGLOME)
svy: tabulate dominio2 P1141
```

```
Number of strata = 8          Number of obs   = 6041
Number of PSUs  = 996       Population size = 7388096.8
                                   Design df        = 988
```

```
-----
RECODE of | Su hogar tiene : Teléfono
DOMINIO | (fijo)
(Dominio) | Pase Telefono Total
-----
Lima M. | .1419 .1591 .301
Costa | .1542 .082 .2362
Sierra | .3071 .0363 .3434
Selva | .0982 .0212 .1194

Total | .7014 .2986 1
-----
```

Key: cell proportions

```
Pearson:
Uncorrected chi2(3) = 893.5517
Design-based F(2.68, 2651.98)= 105.8044 P = 0.0000
```

```
svy: tabulate dominio2 P1142
```

```
Number of strata = 8          Number of obs   = 6041
Number of PSUs  = 996       Population size = 7388096.8
                                   Design df        = 988
```

```
-----
RECODE of |
DOMINIO | Su hogar tiene : Celular
(Dominio) | Pase Celular Total
-----
Lima M. | .0443 .2566 .301
Costa | .0447 .1915 .2362
Sierra | .1266 .2168 .3434
Selva | .0416 .0778 .1194

Total | .2572 .7428 1
-----
```

Key: cell proportions

```
Pearson:
Uncorrected chi2(3) = 315.3643
Design-based F(2.83, 2799.76)= 44.4609 P = 0.0000
```

svy: tabulate dominio2 P1144

Number of strata	=	8	Number of obs	=	6041
Number of PSUs	=	996	Population size	=	7388096.8
			Design df	=	988

 RECODE of |
 DOMINIO | Su hogar tiene : Internet
 (Dominio) | Pase Internet Total

Lima M.		.2097	.0913	.301
Costa		.2035	.0327	.2362
Sierra		.3255	.0179	.3434
Selva		.114	.0054	.1194
Total		.8526	.1474	1

 Key: cell proportions

Pearson:
 Uncorrected chi2(3) = 562.1885
 Design-based F(2.41, 2385.76)= 77.8942 P = 0.0000

- **Situación del Internet**

```
use summ_2010,clear
sort CONGLOME VIVIENDA HOGAR
save summ_2010, replace
```

```
use mod_2010, clear
sort CONGLOME VIVIENDA HOGAR
merge CONGLOME VIVIENDA HOGAR using summ_2010
keep CONGLOME VIVIENDA HOGAR ESTRATO FACTOR FACTOR07 DOMINIO P1144 I1172_14
INGHOG2D GASHOG2D _merge
keep if(_merge==3)
svyset [pweight=FACTOR07], strata(ESTRATO) psu(CONGLOME)
```

```
xtile qgasto = GASHOG2D [w=FACTOR07], nq(4)
svy: tabulate P1144 qgasto
```

Number of strata	=	8	Number of obs	=	21496
Number of PSUs	=	3406	Population size	=	7365223.5
			Design df	=	3398

 Su hogar |
 tiene : | 4 quantiles of GASHOG2D
 Internet | 1 2 3 4 Total

 Pase | .2494 .2448 .2249 .1506 .8697
 Internet | 6.8e-04 .0052 .0251 .0993 .1303
 Total | .2501 .25 .25 .2499 1

Key: cell proportions

Pearson:
 Uncorrected chi2(3) = 4764.5748
 Design-based F(2.82, 9583.12)= 827.7400 P = 0.0000

xtile qingreso = INGHOG2D [w=FACTOR07], nq(4)
 svy: tabulate P1144 qingreso

Number of strata	=	8	Number of obs	=	21496
Number of PSUs	=	3406	Population size	=	7365223.5
			Design df	=	3398

Su hogar						
tiene :		4 quantiles of INGHOG2D				
Internet		1	2	3	4	Total

Pase		.2483	.2417	.2222	.157	.8697
Internet		.0018	.0083	.0279	.0923	.1303

Total		.25	.25	.25	.25	1

Key: cell proportions

Pearson:
 Uncorrected chi2(3) = 3892.2181
 Design-based F(2.97, 10095.78)= 619.3193 P = 0.0000

svy: tabulate P1144 qingreso if P1144==1

Number of strata	=	8	Number of obs	=	1794
Number of PSUs	=	1098	Population size	=	959737.49
			Design df	=	1090

4		
quantiles		
of		
of		
proportions		
INGHOG2D		

1		.0135
2		.064
3		.2142
4		.7083

Total		1

Key: proportions = cell proportions

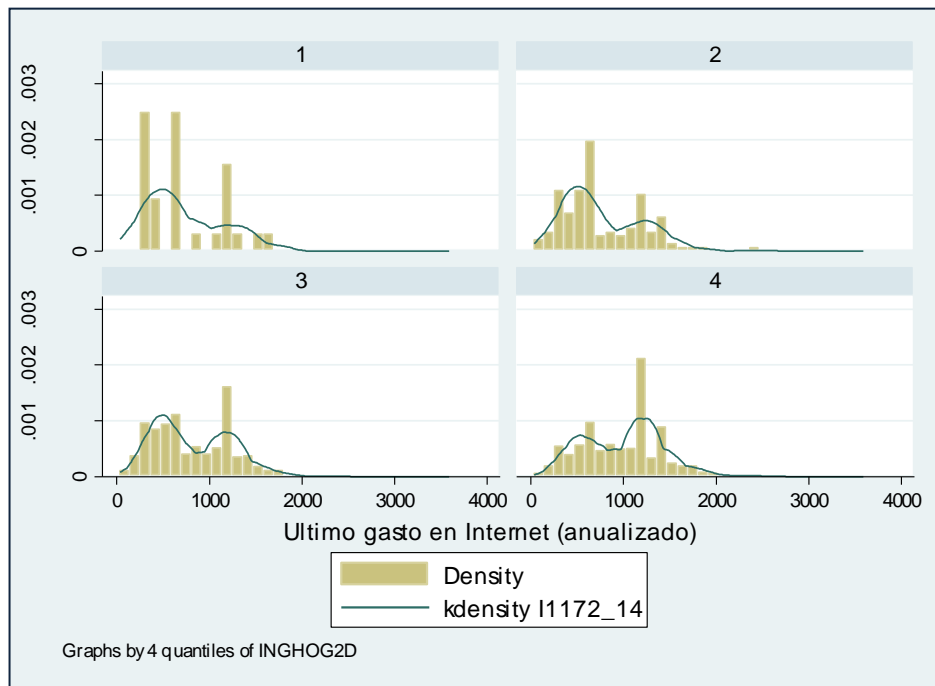
tabulate qingreso if I1172_14>0 & P1144==1, sum(I1172_14)

4 quantiles		Summary of (Imputado, deflactado,	
of		anualizado) El último gasto	
of		mensual de: Internet, paga	
INGHOG2D		Mean	Std. Dev.

1		738.0000	401.98632
2		773.57143	430.87726
3		823.2005	416.74789
4		1004.9342	455.1452

Total		939.89483	453.23874

histogram I1172_14 if I1172_14>0 & P1144==1, kdensity xtitle(Ultimo gasto en Internet (anualizado)) by(ingreso)



9.5 Modelo Bass con Bootstrapping (código en R)

```
#código bootstrap
data<-read.table("data.txt",header=TRUE)
N=data$N
n=data$np
Nsq=N^2
model=lm(n ~ N + Nsq)
summary(model)

betas=lm(n ~ N + Nsq)$coef
B=10000
data=as.matrix(data)
n=dim(data)[1]
p=dim(data)[2]
coef.boot=matrix(0,B,3)
for(i in 1:B){
  indices=sample(1:n,n,replace=T)
  np=data[indices,2]
  N=data[indices,1]
  Nsq=N^2
  coef.boot[i,]=lm(np~N+Nsq)$coef
  if(coef.boot[i,1]<0) coef.boot[i,1]=0
}
betas.boot=apply(coef.boot,2,mean)
boot.sd=apply(coef.boot,2,sd)
betas[1]=betas.boot[1]

M=as.vector((-betas[2]-sqrt(betas[2]^2-4*betas[3]*betas[1]))/(2*betas[3]))
p=as.vector(betas[1]/M)
q=as.vector(-betas[3]*M)
```


#Computadoras

```
Call:
lm(formula = n ~ N + Nsq)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-96096 -47108  -9400  13908 202074

Coefficients:
            Estimate      Std. Error    t value Pr(>|t|)
(Intercept) -6.481e+04  8.452e+04  -0.767   0.461
N            4.207e-01  2.500e-01   1.683   0.123
Nsq         -9.982e-08  1.354e-07  -0.737   0.478

Residual standard error: 84210 on 10 degrees of freedom
Multiple R-squared: 0.6881,    Adjusted R-squared: 0.6258
F-statistic: 11.03 on 2 and 10 DF,  p-value: 0.00295
```

#coeficientes bass - PC (bootstrap)

```
> M
[1] 4267724

> p
[1] 0.005239404

> q
[1] 0.4259892
```

#Internet (banda Ancha fija)

```
Call:
lm(formula = n ~ N + Nsq)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-53241 -19541    105   9844  61717

Coefficients:
            Estimate      Std. Error    t value Pr(>|t|)
(Intercept)  2.669e+04  1.824e+04   1.463   0.1868
N            5.428e-01  1.632e-01   3.325   0.0127 *
Nsq         -6.436e-07  2.409e-07  -2.672   0.0319 *
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 35790 on 7 degrees of freedom
Multiple R-squared: 0.6781,    Adjusted R-squared: 0.5861
F-statistic: 7.372 on 2 and 7 DF,  p-value: 0.01893
```

#coeficientes bass - Internet BA (bootstrap)

```
> M
[1] 889216.1

> p
[1] 0.02951248

> q
[1] 0.572315
```

#Telefonía Fija - Líneas en servicio

```
Call:
lm(formula = n ~ N + Nsq)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-283769 -18654  -7777   28895  259945

Coefficients:
            Estimate      Std. Error  t value Pr(>|t|)
(Intercept) -1.166e+04   4.498e+04  -0.259   0.797
N            1.373e-01   9.063e-02   1.515   0.140
Nsq         -2.934e-08   3.292e-08  -0.891   0.380
```

#coeficientes bass – Telefonía Fija (bootstrap)

```
> M
[1] 4747007
```

```
> p
[1] 0.001982237
```

```
> q
[1] 0.1393003
```

#Telefonía Móvil - Líneas en servicio

```
Call:
lm(formula = n ~ N + Nsq)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-1153243 -271298   59261   300834  1883824

Coefficients:
            Estimate      Std. Error  t value Pr(>|t|)
(Intercept) -3.012e+05   2.133e+05  -1.412   0.177
N            8.443e-01   9.846e-02   8.575   2.23e-07 ***
Nsq         -3.046e-08   5.110e-09  -5.962   1.99e-05 ***
```

#coeficientes bass – Telefonía Móvil (bootstrap)

```
> M
[1] 27731214
```

```
> p
[1] 0.0004373767
```

```
> q
[1] 0.844771
```

9.6 Datos Utilizados

- **Líneas Fijas en Servicio**

ene-04	1865713
feb-04	1881912
mar-04	1899472
abr-04	1914446
may-04	1929186
jun-04	1943490
jul-04	1962869
ago-04	1980947
sep-04	1990639
oct-04	2005068
nov-04	2021627
dic-04	2049915
ene-05	2071533
feb-05	2091724
mar-05	2110807
abr-05	2123498
may-05	2140844
jun-05	2156441
jul-05	2166832
ago-05	2189197
sep-05	2204438
oct-05	2219606
nov-05	2232536
dic-05	2250991
ene-06	2261625
feb-06	2272653

mar-06	2291900
abr-06	2308759
may-06	2322534
jun-06	2332545
jul-06	2350637
ago-06	2362198
sep-06	2371892
oct-06	2380695
nov-06	2399857
dic-06	2400603
ene-07	2408346
feb-07	2418819
mar-07	2431212
abr-07	2447858
may-07	2466081
jun-07	2496542
jul-07	2533132
ago-07	2584736
sep-07	2632209
oct-07	2675276
nov-07	2695502
dic-07	2677847
ene-08	2684927
feb-08	2700737
mar-08	2700586
abr-08	2712771

may-08	2718587
jun-08	2730198
jul-08	2734252
ago-08	2769939
sep-08	2806313
oct-08	2834533
nov-08	2855635
dic-08	2875385
ene-09	2875951
feb-09	2893763
mar-09	2912932
abr-09	2929526
may-09	2940807
jun-09	2957268
jul-09	2972200
ago-09	2978122
sep-09	2967776
oct-09	2978842
nov-09	2975860
dic-09	2965283
ene-10	2933480
feb-10	2930022
mar-10	2931262
abr-10	2930440
may-10	2925994
jun-10	2925380

Fuente: OSIPTEL

1975	239000
1976	254000
1977	267300
1978	279800
1979	287000
1980	302815
1981	321651
1982	331497
1983	361620
1984	384281
1985	412819
1986	445317

1987	454100
1988	489400
1989	530674
1990	564504
1991	539914
1992	613711
1993	673021
1994	772390
1995	1109231
1996	1435147
1997	1645920
1998	1555093

1999	1688000
2000	1717117
2001	1570956
2002	1656624
2003	1839165
2004	2049822
2005	2250922
2006	2400604
2007	2673352
2008	2878205
2009	2965297

Fuente: Base de Datos del Banco Mundial

- **Tráfico Total originado por red fija (minutos)**

ene-04	645159634
feb-04	645062907
mar-04	620860990
abr-04	659332258
may-04	630184698
jun-04	643846714
jul-04	638043660
ago-04	653701972
sep-04	675481889
oct-04	662067671
nov-04	657451405
dic-04	653901498
ene-05	640414241
feb-05	611391120
mar-05	587100835
abr-05	600307035
may-05	605343099
jun-05	606051734
jul-05	622733306
ago-05	608636109
sep-05	617567211
oct-05	596099159
nov-05	609385658
dic-05	622760954
ene-06	624650906
feb-06	595290200

mar-06	575109719
abr-06	600325658
may-06	579146588
jun-06	593371227
jul-06	586093265
ago-06	609470330
sep-06	614413437
oct-06	602400733
nov-06	610781000
dic-06	613939481
ene-07	615625749
feb-07	606669103
mar-07	571762931
abr-07	592926687
may-07	576250183
jun-07	593834062
jul-07	586434655
ago-07	607383124
sep-07	604949724
oct-07	580078409
nov-07	588040169
dic-07	586889526
ene-08	577954977
feb-08	569077087
mar-08	540154263
abr-08	533098611

may-08	515372285
jun-08	509188894
jul-08	539325298
ago-08	527525298
sep-08	519417171
oct-08	554287169
nov-08	570702466
dic-08	559557433
ene-09	529671742
feb-09	526451788
mar-09	503223184
abr-09	485540133
may-09	459524048
jun-09	472260573
jul-09	473191548
ago-09	473771788
sep-09	471880191
oct-09	475626327
nov-09	488038364
dic-09	490609805
ene-10	479198673
feb-10	482909528
mar-10	463232657
abr-10	481547695
may-10	474049935
jun-10	475366865

Fuente: OSIPTEL

• **Líneas Móviles en Servicio**

ene-01	1355280
feb-01	1385674
mar-01	1422837
abr-01	1446125
may-01	1489589
jun-01	1536636
jul-01	1567543
ago-01	1603989
sep-01	1634699
oct-01	1670235
nov-01	1707918
dic-01	1793284
ene-02	1834577
feb-02	1869885
mar-02	1902532
abr-02	1946701
may-02	2006347
jun-02	2049357
jul-02	2108609
ago-02	2165170
sep-02	2206182
oct-02	2247198
nov-02	2270238
dic-02	2306944
ene-03	2347925
feb-03	2365073
mar-03	2359613
abr-03	2391495
may-03	2451315
jun-03	2492788
jul-03	2546655
ago-03	2604508
sep-03	2639569
oct-03	2705326
nov-03	2757993
dic-03	2930343
ene-04	2998093
feb-04	3056069
mar-04	3142889

abr-04	3220403
may-04	3333219
jun-04	3414590
jul-04	3529757
ago-04	3637755
sep-04	3769608
oct-04	3862917
nov-04	3950010
dic-04	4092558
ene-05	4172107
feb-05	4272294
mar-05	4365053
abr-05	4460968
may-05	4567893
jun-05	4655214
jul-05	4805648
ago-05	4833854
sep-05	4952484
oct-05	5081268
nov-05	5229351
dic-05	5583356
ene-06	5757160
feb-06	5899733
mar-06	6092382
abr-06	6289032
may-06	6550264
jun-06	6758254
jul-06	7058788
ago-06	7346297
sep-06	7574119
oct-06	7851442
nov-06	8132286
dic-06	8772479
ene-07	9089860
feb-07	9417330
mar-07	9823002
abr-07	11050633
may-07	11613600
jun-07	12057300

jul-07	12566194
ago-07	13082138
sep-07	13539494
oct-07	14009911
nov-07	14440550
dic-07	15417368
ene-08	15883438
feb-08	16364000
mar-08	16897451
abr-08	17363776
may-08	17833086
jun-08	18233529
jul-08	18715003
ago-08	19150009
sep-08	19572603
oct-08	19940977
nov-08	20290598
dic-08	20951834
ene-09	21300580
feb-09	21596449
mar-09	21874216
abr-09	22095781
may-09	22353556
jun-09	22858680
jul-09	23033286
ago-09	23273214
sep-09	23480447
oct-09	23752696
nov-09	24010026
dic-09	24702060
ene-10	25111827
feb-10	25480423
mar-10	25909795
abr-10	26274497
may-10	26700620
jun-10	27099375

Fuente: OSIPTEL

1990	1650
1991	5700
1992	21550
1993	36300
1994	52200
1995	73543
1996	200972
1997	421814
1998	742642
1999	1013314

2000	1273857
2001	1793284
2002	2306943
2003	2930343
2004	4092558
2005	5583356
2006	8772154
2007	15417247
2008	20951834
2009	24700360

Fuente: Base de Datos del Banco Mundial

• **Trafico Saliente por Operador (Minutos)**

ene-04	187409693
feb-04	177941021
mar-04	198350488
abr-04	193509199
may-04	210566092
jun-04	209083964
jul-04	217284804
ago-04	224869548
sep-04	228444948
oct-04	163983808
nov-04	164368229
dic-04	185372377
ene-05	183164668
feb-05	170986949
mar-05	191267438
abr-05	195491371
may-05	213814940
jun-05	216572659
jul-05	230268006
ago-05	207601320
sep-05	233597008
oct-05	253625219
nov-05	258632371
dic-05	284551178
ene-06	283097259
feb-06	257746291

mar-06	306812556
abr-06	303800830
may-06	330089339
jun-06	324839282
jul-06	354523533
ago-06	386099253
sep-06	386969948
oct-06	422729183
nov-06	434889058
dic-06	509214830
ene-07	518897920
feb-07	491921220
mar-07	626549477
abr-07	617718725
may-07	628246118
jun-07	598799704
jul-07	695961960
ago-07	703193393
sep-07	691197505
oct-07	843969209
nov-07	850954338
dic-07	982958949
ene-08	1044020120
feb-08	995488078
mar-08	1109319229
abr-08	939042482

may-08	992611588
jun-08	970497291
jul-08	1026710066
ago-08	996257101
sep-08	1025547063
oct-08	1072643638
nov-08	1083366473
dic-08	1259599645
ene-09	1381984972
feb-09	1307863317
mar-09	1461805105
abr-09	1417312082
may-09	1500154285
jun-09	1439996142
jul-09	1486422360
ago-09	1510195114
sep-09	1464500489
oct-09	1489519988
nov-09	1417799478
dic-09	1500294341
ene-10	1423036358
feb-10	1304950136
mar-10	1454034565
abr-10	1422542484
may-10	1506889565
jun-10	1510509374

Fuente: OSIPTEL

- **Abonados a Internet por banda ancha fija**

1998	0
1999	75
2000	1078
2001	22799
2002	37401
2003	93908
2004	227610
2005	352622
2006	484899
2007	570218
2008	725563
2009	813021

Fuente: Base de Datos del Banco Mundial