

PREDICCIÓN MULTIVARIABLE EN LA GESTIÓN DE REDES Y SERVICIOS DE TELECOMUNICACIÓN EN COLOMBIA

Samuel A. Jaramillo Flórez

Facultad de Ingeniería Electrónica de la Universidad Pontificia Bolivariana y Facultad de Ingenierías de la Universidad de San Buenaventura, Medellín, Colombia, Apartado Aéreo 56006

RESUMEN

Se hace un estudio de las telecomunicaciones en Colombia, específicamente durante el periodo comprendido entre 1990 y 1999, mediante una recopilación sobre el Sector en el ámbito de los Planes y Políticas de Desarrollo. Tras valorar la política industrial y de telecomunicaciones de Colombia, se presentan suficientes datos para llegar a un conocimiento de su estado actual y se prevé la oferta y demanda de servicios por las redes de telecomunicaciones empleando un nuevo modelo predictivo.

1. INTRODUCCIÓN

Las actividades en comunicaciones ópticas en Colombia comenzaron en la década de los 80 y, así como en otros países, han experimentado un progreso admirable, tanto en los aspectos de investigación y desarrollo, como en su industrialización y aplicaciones en sistemas de baja, media y alta capacidad. La reserva de mercado y el apoyo gubernamental a algunas instituciones garantizaron un fuerte impulso y, además, estimularon la instalación de los sistemas de comunicaciones por fibras ópticas. Actualmente se encuentran en funcionamiento en Colombia varios sistemas de comunicaciones ópticas urbanos e interurbanos, y, en fase de diseño y/o de instalación, algunos sistemas interdepartamentales y aún internacionales vía fibras ópticas. Las redes de fibra óptica instalada ofrecen circuitos adicionales de larga distancia nacional para servicios básicos de telecomunicaciones y permite disponer de capacidad para la introducción de nuevos servicios de banda ancha para videocomunicaciones, transporte de multimedia y transmisión de datos a altas velocidades, permitiendo a los clientes realizar intercambios comerciales, científicos, culturales y de entretenimiento.

Las redes de fibra óptica colombianas están compuestas por nodos servidores de usuarios instalados en las ciudades principales como Santafé de Bogotá, Medellín y Cali, existiendo puntos de acceso vía red telefónica conmutada en las ciudades de Barranquilla, Medellín, Bucaramanga, Bogotá, Cali, Pereira y Manizales y acceso directo en las más importantes ciudades del país. Internacionalmente se tiene un circuito con los Estados Unidos a través del cable submarino de fibra óptica. Dada la creciente demanda, se ha proyectado la ampliación de la red en lo relativo a puntos de acceso y canal internacional, previéndose la necesidad de disponer de una infraestructura de mayor capacidad. Actualmente son desplegados nuevos servicios, los servicios existentes y las tecnologías de redes avanzan rápidamente, se intensifica la competencia entre los proveedores de servicios, y la demanda de los clientes para acceso a redes y de servicios contratados está aumentando.

Las exigencias crecientes para los planes y proyectos de telecomunicación hacen necesario que se planteen nuevas alternativas, dado que se requieren procesos de análisis más profundos para sobrellevar la complejidad inherente en la elaboración, operación y mantenimiento de los proyectos. La realización de una evaluación del sector de las telecomunicaciones en Colombia contribuirá a la mejora continua de la calidad de las redes y de los servicios y al aumento de su competitividad a corto, mediano y largo plazo, dentro del marco de la apertura y globalización que se presenta tanto en el ámbito nacional como a escala mundial. Para ello, se deben identificar y definir las alternativas en las redes y servicios, dentro de las tendencias mundiales que sean prioritarias para el país, de acuerdo a sus necesidades, oportunidades, recursos y su capacidad, buscando su optimización y mejoramiento.

Los nuevos datos suministrados por este trabajo permitirán a las Empresas de Telecomunicaciones estatales y privadas, gestionar costes de productos y servicios, prestaciones, cambios y niveles de servicios y proveer soluciones para un amplio rango de problemas de gestión de servicios de telecomunicaciones en Colombia [1]. Con esta propuesta se hace una aportación a las exigencias crecientes de planes y proyectos de telecomunicación en Colombia, puesto que los inconvenientes de los esquemas tradicionales de planificación conllevan a generar y planificar nuevos proyectos dinámicos de telecomunicaciones, para afrontar el desarrollo sostenible del sector en particular, de la región y del país en general.

2. LAS TELECOMUNICACIONES Y EL DESARROLLO ECONÓMICO

Es reconocido que el paso previo indispensable para cualquier desarrollo industrial y económico de un país es el equipamiento con un sistema moderno de telecomunicaciones. Las telecomunicaciones se convirtieron históricamente en una necesidad del sistema económico, al alcanzar el aparato productivo de éste un grado de desarrollo que, por su misma complejidad, hizo necesaria una división del trabajo dentro de la estructura tanto empresarial como del sistema.

El papel de los servicios de telecomunicaciones y su desarrollo están íntimamente ligados a su utilización en la distribución e intercambio de los productos de la industria. Por lo tanto, el desarrollo de los sectores industrial y de servicios hace imprescindible el crecimiento de los servicios de telecomunicaciones, en consonancia con el grado de desarrollo y especialización de las funciones dentro del sistema económico.

El sector de las telecomunicaciones está integrado por dos subsectores: el de la industria, que suministra los equipos, y el de la administración o empresa, que explota y presta los servicios. El primero de ellos, o subsector industrial, tiene como objetivo la fabricación de bienes de equipos de telecomunicaciones, basándose en la aplicación y desarrollo de tecnologías propias o derivadas de aplicaciones en otros sectores, o del desarrollo de la ciencia en general. En segundo lugar, el subsector de servicios de telecomunicaciones utiliza los productos del subsector industrial y ofrece servicios de telecomunicaciones, objeto luego de uso productivo o de consumo por el sistema económico y social.

A través de sus dos subsectores, las telecomunicaciones tienen fuertes repercusiones en el desarrollo y tecnología del sector industrial, incluida la manufactura, el comercio y el sistema financiero, y su función adquiere creciente importancia con los recientes avances tecnológicos y la cada vez mayor interrelación entre las telecomunicaciones y la informática. El subsector de servicios de telecomunicación contribuye a la economía en la medida en que cumple un objetivo: la prestación de buenos servicios, cuya variedad, rapidez y efectividad aumentan continuamente, estrechamente unidos a los cambios tecnológicos.

La expansión de las telecomunicaciones ha creado la base para perfeccionar la gestión y supervisión de las empresas industriales con establecimientos múltiples, y para mejorar el funcionamiento de los mercados y ahorrar recursos en la producción como consecuencia del intercambio más rápido de información, favoreciendo la expansión informática actual. El desarrollo de la economía, en segundo lugar, es parcialmente resultado del progreso tecnológico y del avance de la industria de las telecomunicaciones; el volumen y la calidad de los servicios dependen de las modalidades tecnológicas aplicadas en la fabricación de equipos y del ritmo a que éstas se introducen. Paralelamente, el desarrollo de las nuevas tecnologías y de la producción de bienes por la industria ha contribuido al aumento del empleo y de la producción nacional, directa e indirectamente.

La industria de las telecomunicaciones influye decisivamente en el desarrollo económico, bien por la mera creación de empleos y productos, bien por la transferencia e incorporación de nuevas tecnologías. Y es en este aspecto de la transferencia de tecnología donde radica la importancia estratégica de la industria de las telecomunicaciones, porque su repercusión en la posición económica y social de los países es indudable.

Solo unos pocos países pueden afrontar el reto innovador, y solo ellos son capaces de crear una tecnología para sus necesidades y para la exportación hacia otros mercados. De esta forma, día a día aumenta el desnivel entre países creadores y receptores de tecnología.

A pesar de su acceso formal a los últimos adelantos en materia de telecomunicaciones, la realidad de muchos de los países considerados hasta hace poco tiempo como subdesarrollados es de dependencia tecnológica absoluta frente a las grandes potencias económicas mundiales. Las telecomunicaciones dominan hoy el ámbito industrial, configurando, además, todo un entramado industrial de gran poder económico a escala mundial. Su faceta más conocida quizás sea la de fabricación de bienes de equipo para el avance de las comunicaciones.

Los efectos directos son los empleos creados y el valor añadido producido por la industria de equipos de telecomunicación, así como las repercusiones de la implantación de nuevas tecnologías que amplían las posibilidades y productividad de todo el sistema económico. Los efectos indirectos contribuyen al aumento de la producción y del empleo de muy distintas formas, sobre todo al requerir productos intermedios de la industria auxiliar y al sentar las bases para una adecuada asimilación y/o transferencia tecnológica. Es un axioma de la economía que este efecto innovador viene unido a una mayor rapidez en la expansión de las telecomunicaciones frente al conjunto de la industria y de los servicios. Solo una rápida evolución de las telecomunicaciones puede impedir futuros estrangulamientos en el sector servicios, con las consiguientes secuelas sociales que tal fenómeno generaría. El problema, sin embargo, no radica en el mayor o menor desarrollo de ese sector, sino, muchas veces, en que exista una industria de telecomunicaciones nacional capaz de aportar los equipos que el sector demanda para mantener su ritmo de expansión. La realidad muestra que solo pocos países son capaces de mantener el fuerte ritmo de innovación necesaria, y que cada día que pasa la fabricación de equipos se concentra en pocas empresas, que dedican cada vez mayores esfuerzos a desarrollar la "lógica" (el software) que optimice los equipos. Dentro de este contexto de creciente demanda de comunicaciones con tecnologías avanzadas desempeñan, de momento, un papel muy claro: sirven para aumentar la capacidad y la fiabilidad de las comunicaciones de larga distancias así como para interconectar las centrales situadas en las afueras de las grandes ciudades, y en otras ciudades y países.

3. LAS REDES DE TELECOMUNICACIÓN

Las compañías de telefonía local muy probablemente subsistan como entes independientes, así sea prestando servicios de interconexión. Sin embargo, se ha presentado una guerra entre operadores de larga distancia [2]. El proceso de desarrollo y modernización de las telecomunicaciones en Colombia ha sido singular respecto de la evolución que ha tenido el mismo negocio en América Latina, porque primero abrió la competencia y sólo hasta ahora se han dado algunas privatizaciones. Los países de la región pasaron de una empresa estatal monopólica a un monopolio privado a través de la privatización y, posteriormente, a la competencia. A la singularidad de Colombia, se añade el hecho de que, cuando en el país existía un monopolio en el servicio de la larga distancia, la telefonía local era prestada por distintas empresas. Colombia es un país con uno de los mercados de mayor crecimiento en productos y servicios de telecomunicaciones en América Latina. Mientras en 1994 el sector de las telecomunicaciones movía cerca de US\$ 600 millones, para 1998 se invirtieron cerca de US\$ 2.000 millones (\$3 billones). La participación del sector en el Producto Interno Bruto (PIB) pasará, para el año 2008, al 6%. Citando cifras del Ministerio de Comunicaciones, entre 1989 y 1994, el número de minutos de larga distancia nacional pasó de 1.700 millones a 3.692 millones. Colombia ocupaba en 1998 el tercer lugar en capacidad instalada de líneas telefónicas en América Latina, con 7,1 millones de líneas fijas.

En la Tabla 1. se muestran las variables económicas colombianas en 1999.

Hasta hace poco, las telecomunicaciones colombianas eran un monopolio natural, prestado por compañías estatales y, en algunos casos, con deficiencias en el servicio. Sin embargo, todo esto ha cambiado y en octubre/98 se calculaba que el 74% del tráfico de telefonía internacional estaba abierto a la competencia.

En Colombia, la telefonía local también está abierta a la libre competencia, tienen libre entrada los operadores, hay tarifas reguladas para los operadores que tenían más del 60% del mercado en el segundo semestre de 1998 y hay libertad para los operadores no dominantes. Operaban en la misma fecha 38 compañías, 13 de las cuales son privadas y sólo había competencia en Bogotá, Barranquilla y Popayán. La telefonía de larga distancia tiene tres operadores que están en competencia (*Telecom*, la *ETB* y *Orbitel*), que debieron pagar licencia y obtener un socio estratégico con más de 400 millones en tráfico anual, así como interconectarse con los locales. La telefonía celular funciona con seis firmas que tiene duopolios regionales, restricciones de entrada y tarifas libres.

Desde 1995 hasta 1999 se instalaron 3,5 millones de líneas locales, de las cuales el 25% correspondió a reposición de líneas existentes. Para 1998, se completaron 7 millones de líneas locales, de las cuales más del 85% corresponde a tecnología digital. A través del Fondo de Comunicaciones, se dieron servicio a 105.000 usuarios de menores recursos y se establecieron 5.000 puntos de Servicio de Telecomunicaciones de Atención al Público en zonas rurales. Con estas acciones, el número de líneas por habitante se ha incrementado de 12 líneas por cada 100 habitantes en 1994 a 18 en 1998. En octubre de 1998, el gobierno reiteró la decisión de no privatizar a *Adpostal* y a *Telecom* y de rescatar a *Audiovisuales*. También se comprometió oficialmente a retirar el Proyecto de Ley General de Telecomunicaciones presentado por la administración anterior (1994-1998).

El sector de las telecomunicaciones es uno de los más dinámicos de la economía nacional y las cifras así lo comprueban. Las empresas pueden clasificarse en tres grandes grupos así: empresas públicas, telefonía celular y telecomunicaciones en general, para establecer un *ranking* de liderazgo entre las mismas. En el renglón de la telefonía celular las líderes son *Celumóvil* y *Comcel*. En el caso de las empresas públicas de telecomunicaciones, las líderes son *Telecom*, *ETB*, *EPM*, *Emcali*, *EDT*, *Edatel*, *EP Bucaramanga*, *Telecartagena*, *EP Pereira* y *Teletolima*, que ocupan, en su orden, los primeros diez puestos.

Tabla 1. Variables económicas colombianas en 1999.

VARIABLE ECONÓMICA	1999
Inflación	16%
Crecimiento económico	4,5%
Gasto propio	18%
Déficit del sector público	3%
Pendiente de la banda cambiaria	13%
Base monetaria	16%
Déficit de la cuenta corriente de la balanza de pagos frente al PIB	4,2%

En el último caso, empresas de telecomunicaciones en general, se ubican las empresas en varias categorías tales como: empresas de soluciones integrales en comunicaciones cuyo líder es *Alcatel*; empresas de ingeniería de telecomunicaciones tipo *Colsago*; empresas de productos de comunicación tipo redes estructuradas, cuyo líder es *Nortel*; y empresas de buscapersonas con *Tas Comunicaciones* a la cabeza.

En la dinámica que ha mostrado el sector de las telecomunicaciones durante los últimos años, Colombia presentó un crecimiento anual de 14,9% en el período 1992-1996 y contribuyendo en 1996 al 2,13% del total del Producto Interno Bruto (PIB) nacional. De acuerdo con las cifras, el cubrimiento del servicio telefónico se ha incrementado anualmente en un promedio de 12,2% en ese mismo período, contando a diciembre 31 de 1996 con una capacidad instalada de 5'348.687 líneas. En cuanto a los circuitos de larga distancia, a la misma fecha, TELECOM contaba con 5.846 internacionales y 83.660 nacionales, presentando un crecimiento anual del 24% y del 25%, respectivamente en esos años. Por su parte, el servicio de telefonía móvil celular, prestado bajo duopolio en Colombia, dividido en tres regiones para esos efectos, se inició en 1994, y en junio de 1997 contaba con 738.669 abonados en servicio, presentando un aumento anual de cerca de 100% durante tres años de operación. Y los servicios de valor agregado que vienen prestándose desde 1991, bajo libre competencia, han contribuido para el surgimiento de aproximadamente 90 empresas proveedoras de estos servicios, entre las cuales cerca de 30 suministran el servicio de acceso a Internet [3].

4. SERVICIOS DE TELECOMUNICACIÓN

El negocio buscando la satisfacción del cliente es el parámetro más importante para el crecimiento y permanencia de las empresas, y para la prestación del servicio. La oferta no puede existir sin la demanda y esta última variable es el factor más importante del crecimiento del mercado.

La adquisición de las soluciones Hardware y Software depende de los negocios que se esperan realizar y de los servicios que se quieren prestar. Por este motivo, es necesario el conocimiento del comportamiento del mercado en los niveles agregados sectoriales y en los niveles detallados de las áreas urbanas.

La tecnología de servicios está reformando no sólo las industrias de servicios sino también la industria de la fabricación, los modelos generales de desarrollo de los países, las estructuras laborales, nacionales y regionales. El avance de la nueva conceptualización económica, y su referente a la vida real de los negocios ya ha hecho un recorrido importante tanto en la academia como en el sector de los negocios en Colombia. Se trata de una economía que, partiendo del talento humano apoyado, basado en la tecnología y en la alta movilidad de los factores tradicionales originada por los procesos de globalización, ha entrado a reconocer como elemento fundamental el conocimiento, el cual, como principal factor de generación de valor, ha conllevado igualmente a que la tradicional ley de los rendimientos decrecientes sea totalmente superada por la concepción renovada de una economía sustentada en rendimientos crecientes.

La educación, el sector agrícola, el sector bancario y financiero, el comercio en general, la política, los esquemas de evaluación y seguimiento de las diferentes actividades, el arte, la recreación, para citar sólo algunos, son sectores que inevitablemente entrarán en la senda de esta nueva visión de la economía en un muy corto plazo. La baja demanda en la densidad de teléfonos públicos y la implementación en el país de reglas de juego claras para el fomento del servicio de telefonía pública, se convirtieron en las principales razones para que la Comisión de Regulación de Telecomunicaciones (*RCT*) y el Ministerio de Comunicaciones se dieran a la tarea de expedir una resolución con la cual se garantizará la prestación del servicio. El proyecto de resolución que reglamenta el servicio señala que los operadores de servicio de telefonía pública conmutada local tienen derecho a instalar teléfonos públicos en las áreas cubiertas por éstos. Adicionalmente, los operadores garantizan la existencia de una oferta suficiente en función de la demanda de sus respectivos servicios. De igual manera, las empresas que ingresen al servicio de la telefonía pública deben ofrecer a los usuarios de forma gratuita el enrutamiento de las llamadas a los servicios de urgencias, bomberos policía y operadora, inclusive desde teléfonos públicos de pago. Igualmente, la resolución contempla los derechos de los usuarios, señalando que deben conocer las tarifas antes de utilizar el servicio, identificar el número telefónico del teléfono público, poder recibir llamadas y contar con un número suficiente de teléfonos públicos habilitados y en funcionamiento. Los operadores de telefonía pública básica conmutada pueden prestar sus servicios utilizando teléfonos públicos a través de comercializadores. Es decir, que pueden formar sociedades con éstos, siempre y cuando presten el servicio en las mismas condiciones que lo hacen los operadores y respeten los derechos de los usuarios. Con respecto a los cargos de acceso y el pago por el uso de las redes locales por concepto de llamadas salientes de larga distancia desde los teléfonos públicos, los pagos son de libre negociación bajo el principio de acceso igual, cargo igual. En materia de tarifas, están bajo el régimen de libertad vigilada de tarifas y sólo se puede cobrar al usuario por llamada completada. Sin embargo, la Comisión Reguladora de Telecomunicaciones ha anunciado que uno de los incentivos fundamentales para buscar el montaje masivo de teléfonos públicos en centros urbanos y rurales es el de otorgar libertad de tarifas a los operadores. Los teléfonos deben ser aptos no sólo para realizar las llamadas sino también para recibir las. Además, deben permitir llamadas gratuitas para servicios de emergencia e información, lo que significa que los teléfonos estarían programados para llamar gratuitamente a la policía, bomberos, Fiscalía, Das, Defensa Civil y Cruz Roja, entre otras. Se espera que para esta modalidad no sólo entren a operar empresas que prestan servicios de telefonía convencional, sino también nuevas compañías dedicadas exclusivamente a este segmento del mercado.

En septiembre/98 la comunidad disponía de teléfonos públicos inteligentes ya sea con base en monedas o tarjetas, que permitan las llamadas locales, de larga distancia y de celular, con la asistencia inmediata de operadoras que indiquen sus costos y entreguen instrucciones al instante, a fin de poder realizar eficazmente las llamadas.

5. INDICADORES DE CRECIMIENTO

Normalmente se considera que el crecimiento de un país en general, y de sus telecomunicaciones en particular, es proporcional al crecimiento de su PIB. Está demostrado que la mejor previsión del futuro crecimiento de la densidad telefónica de un país es la parte del producto interno bruto (*PIB*) puesto que existe una relación clara entre éste y la densidad telefónica en funcionamiento y el avance de las ciencias económicas permite establecer pronósticos a largo plazo, aceptablemente seguros, para el producto interno bruto. Indicadores de mayor poder explicativo serían: el número de usuarios por servicio y el total atendido por cualquier servicio, los cuales permitirán aproximarse a las tasas reales de penetración y cobertura. Según las proyecciones sobre el PIB en Colombia (Fig. 1), es posible regresar a un crecimiento de la economía colombiana del 6% a mediados de la presente década. Los datos revelan que la economía colombiana sufrió una seria contracción en el último trimestre del año 1998, según el análisis de la Asociación Nacional de Instituciones Financieras (*Anif*). Es así como al cierre del año pasado la cartera del sector financiero cayó en un 4,7% y el ahorro se redujo en un 7,2%. El consumo de energía eléctrica, que es un indicador clave del comportamiento general, bajó en un 9,9% frente a diciembre de 1997. Asimismo, la producción industrial caía hasta el mes de octubre/98 a un ritmo del 9,4%. La minería, las comunicaciones y en menor medida la agricultura, cerraron el año 1998 con crecimientos positivos. El desempeño del Producto Interno Bruto (*PIB*) para el cuarto trimestre del año 1998 estuvo entre -2% y -4%.

Colombia, junto con Chile y Uruguay, son los únicos países de esta región del mundo que gozan de grado de inversión. Los demás países (Brasil, Argentina, México, Perú y Venezuela), están calificados con grado especulativo. Quiere esto decir que es más probable que Colombia, Chile o Uruguay respondan por sus obligaciones en dólares en el exterior, que el resto de países mencionados. Lo que ha ocurrido en Colombia es distinto a lo que ha ocurrido en Latinoamérica. En los países más grandes de la región (Brasil, Argentina, Chile y México), los mercados accionarios caen mientras que las tasas de interés se mantienen estables o incluso caen levemente. Las telecomunicaciones en el comercio entre los países del Grupo Andino han ido adquiriendo mayor importancia, lo que ha permitido fortalecer la industria, generar un mayor valor agregado y contar con opciones diferentes a la dependencia de los productos primarios.

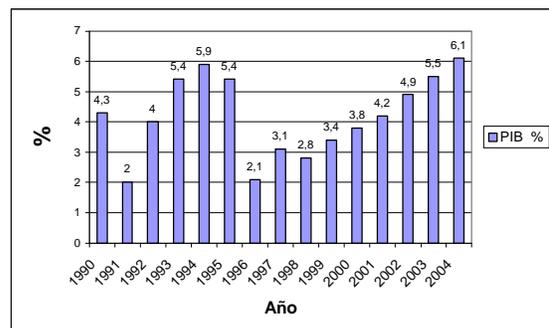


Figura 1. Proyecciones sobre el PIB en Colombia para el periodo 1999-2004.

En el caso colombiano, el mercado andino es el segundo para el país y el primero para los productos industriales. En el primer trimestre de 1998, por ejemplo, dicho comercio creció un 25%, y entre Colombia y Venezuela es de US\$2.500 millones al año. En otros indicadores que manifiestan los serios rezagos de los países en desarrollo se muestra que, para principios de los ochenta, se llegó a que la demanda de líneas telefónicas excedió a las instaladas. Los solicitantes frecuentemente permanecían esperando por años para obtener el servicio. Para 1988, entre los países con más largos períodos de espera para acceder a líneas telefónicas se encontraban casos dramáticos como los de Ghana, Jamaica y Argentina donde la espera llegó hasta 30 años en el primero y 22,3 y 21,9 en los otros dos, respectivamente. En Venezuela era de 8,1, Colombia con 4,3 años y Uruguay 2,8 [4].

En Méjico se llegó a situaciones donde miles de prospectos usuarios preferían no solicitar el servicio telefónico, pues la empresa se limitaba a contestar que no había líneas disponibles y la única esperanza de conseguir era de que quienes ya dispusieran de líneas las cancelaran. El proceso de regionalización y apertura de mercados, tomando como base *Mercosur*, es irreversible en Latinoamérica, aunque la crisis brasileña de comienzos de 1999 ha retrasado los plazos, según políticos de la región. La integración física, económica, comercial y eventualmente política es un proceso hacia el que avanza la región, aunque aún deba tomarse un tiempo para preparar esos pasos.

La Comisión Económica de la ONU para América Latina (*Cepal*), afirmó que el crecimiento económico de la región latinoamericana será del 1,1% para 1999. Si se excluye a Brasil, el crecimiento medio de la economía de la región será del 2,3 para el mismo año. Las economías de América Latina y Caribe crecieron en 1997 una media del 5,3% y en 1988 alrededor del 2,3%, cifras que incluyen a Brasil.

En la Fig. 3 se muestran las tendencias del crecimiento del tamaño del Estado colombiano como % del PIB y el crecimiento de dicho PIB durante los años 1994 a 1998. En dicha curva se aprecia un país en contravía, pues mientras el tamaño del estado ha pasado de un crecimiento del 27,6% en 1994 al 36% en 1998, el PIB lo ha hecho del 5,8% al 0,2%.

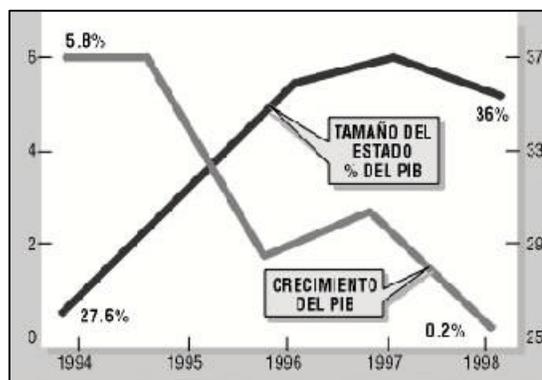


Figura 3. Crecimiento del PIB y tamaño del Estado Colombiano.

6. OFERTA Y DEMANDA DE SERVICIOS

La observación de la estructura del gasto de los hogares durante los últimos años indica que, como en todas las variables macroeconómicas, esta sólo presenta cambios significativos en el largo plazo. Se ve allí que los alimentos pasaron de representar el 45% en 1965 al 40% en 1993, pérdida de participación que se acompañó del aumento de los demás rubros como salud, muebles, transporte y diversión. Telecomunicaciones, con estos últimos rubros, son los que presentan los incrementos más dinámicos dentro de las compras de los hogares. Específicamente, el consumo de los hogares en telecomunicaciones pasó de un 0,4% (con \$703 millones de pesos constantes de 1975) en 1965 a un 1,6% (con \$ 8.836 millones de pesos constantes de 1975) en 1993, presentando una ganancia de 0,042 puntos porcentuales por año. Por otro lado, los alquileres y vestidos han presentado una leve tendencia a la baja.

Según la encuesta Nacional de Ingresos y Gastos realizada por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (*DANE*) (1994-1995), los hogares colombianos tenían un gasto mensual promedio en servicios de telecomunicaciones de US\$15. Este estudio corresponde a los resultados de la encuesta aplicada a una muestra de la población total de los hogares colombianos, donde el gasto mensual de los hogares en telecomunicaciones es un promedio de lo que gastan los hogares entre los diferentes servicios de telecomunicaciones. Dentro de estos servicios se encuentran: servicio de teléfono (local, larga distancia nacional e internacional), servicio de fax, teléfono público y correo. A la luz de estas cifras, es necesario entender que la medición del tamaño del mercado de nuevos servicios de telecomunicaciones en Colombia exige análisis más refinados, ya que es la demanda y su crecimiento la que permitirá alcanzar ritmos elevados en las ventas y no sólo las inversiones que generan la oferta de estos servicios. Los crecimientos rápidos de la demanda en países industrializados no se pueden trasladar mecánicamente a los países en vías de desarrollo. La Fig. 4 muestra la proyección de tendencia del gasto total de los hogares en telecomunicaciones, y cómo éste puede llegar en el 2007, a tener una participación del 2,5% dentro del consumo total [5].



Figura 4. Proyección de la tendencia del gasto total de los hogares colombianos en telecomunicaciones.

Entre las variables determinantes del crecimiento en las redes y servicios de telecomunicación por fibras ópticas en Colombia pueden incluirse las siguientes: PIB, Desempleo, Inflación, Índice de Miseria, Deuda Externa, Deuda Interna, Índice de Pobreza, Déficit fiscal, Devaluación, Importaciones, Exportaciones, Inversiones extranjeras, Inversiones Colombianas, Crecimiento de las ciudades, Industria de la construcción, Plan de Ordenamiento Territorial (POT), Crecimiento de la población, Esperanza de Vida, Índice GINI-Distribución del Ingreso y el Salario Mínimo. Como ejemplo de predicción de una variable, consideramos las siguientes variables correlacionadas: Consumo en los Hogares totales, Consumo en los Hogares en telecomunicaciones, PIB, PIB Servicios, PIB Energía, Energía Eléctrica, Importaciones, Exportaciones, Importaciones en telecomunicaciones, Exportaciones en telecomunicaciones y la Población del País. La variable a predecir es la densidad telefónica (# de líneas/100habitantes), utilizando el método de aproximación por mínimos cuadrados por un polinomio de dos dimensiones. Se observa en las Figs. 5 y 6 las variaciones temporales de dichas variables normalizadas, reales y calculadas, respectivamente y, en la Fig. 7, su evolución en el futuro próximo. Los resultados para la densidad telefónica para los próximos años mostrados en la Fig. 8 coinciden aproximadamente con los obtenidos utilizando el programa computacional NeuroGenetic Optimizer (NGO). La ecuación funcional utilizada para la aproximación de las variables determinantes de la oferta y la demanda de redes y servicios puede escribirse según la siguiente ecuación:

$$f(x, y) = \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^{i-n} a_{ij} x^i y^j$$

donde X es el número de la variable y Y es el año.

Los coeficientes a_{ij} se determinan con los valores de las variables consideradas. La curva ajustada de la Fig. 8 predice razonablemente la evolución temporal de la densidad telefónica teniendo en cuenta los efectos macroeconómicos del país y la introducción de nuevas tecnologías dentro de las redes de telecomunicaciones colombianas como son las fibras ópticas, las redes ópticas por las líneas de alta tensión.

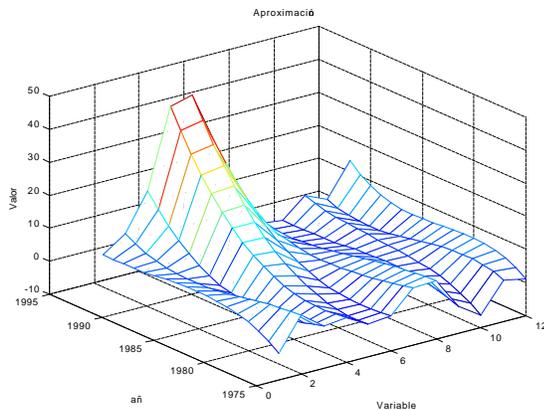


Figura 6. Datos calculados para las variables económicas.

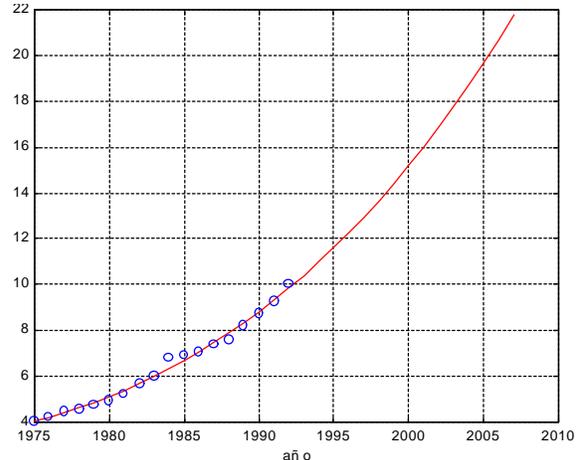


Figura 8. Predicción de la variable densidad telefónica.

7. CONCLUSIONES

Se ha presentado un método predictivo de las diferentes variables económicas que determinan el crecimiento de las redes y servicios de telecomunicación en Colombia, como una alternativa para estudiar los efectos que dichas variables tienen entre sí, lo que determina su comportamiento a corto y mediano plazo. Esto se ha conseguido mediante la creación de un algoritmo computacional basado en el cálculo de funciones bidimensionales que representan las variables correlacionadas y mediante aproximación polinomial bidimensional.

8. RECONOCIMIENTOS

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por COLCIENCIAS, y por las Universidades Pontificia Bolivariana (U.P.B) y San Buenaventura (U.S.B.) de Medellín, Colombia.

9. REFERENCIAS

- [1] Jaramillo S. Ángel, "Contribución a la Gestión de Nuevos Servicios en las Redes de Telecomunicación por Fibras Ópticas en Colombia", *Tesis Doctoral*, Depto. de Tecnología Fotónica, ETSIT, Universidad Politécnica de Madrid, 1999.
- [2] "Canales privados en guerra de sintonía", *Cultura y Sociedad*, *El Colombiano*, Medellín, Colombia, 9 de septiembre de 1998.
- [3] "14,9%, El Crecimiento en Telecomunicaciones", *Congreso de Telecomunicaciones organizado por el Centro de Investigación de las Telecomunicaciones, CINTEL*, , Cartagena de Indias, Colombia, octubre de 1996.
- [4] Ambrose W., Hennemeyer P. y Chapon J., "Privatizing Telecommunications Systems. Business Opportunities in Developing Countries", *The World Bank/International Finance Corp.*, Washington, D.C., 1990, página 13.
- [5] Estudio "Modelo Básico de Administración Aplicado al Sector de las Telecomunicaciones en Colombia", *Centro de Investigación de las Telecomunicaciones(CINTEL)*, Santafé de Bogotá, Colombia, 1997.