

PRONÓSTICOS DE LOS SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES

Este informe fue elaborado por la Coordinación General de Planeación Estratégica (CGPE) con base en la información estadística que proporcionan los Operadores de Telecomunicaciones en cumplimiento de sus obligaciones; las tendencias globales identificadas a través de estudios especializados; así como las herramientas de análisis económico y pronósticos realizados por consultorías especializadas.

Este documento es producto del análisis de pronósticos realizado por la CGPE y no prejuzga sobre la opinión del Pleno del Instituto o de cualquier otra autoridad sobre el particular. El documento pretende proporcionar indicios sobre el comportamiento futuro de los principales servicios de telecomunicaciones en México, con base en la información disponible y apegado a las metodologías más robustas y confiables disponibles.

Estudio elaborado por:

- **Pedro Javier Terrazas Briones**, Coordinador General de Planeación Estratégica
- **Rodrigo Guarneros Gutiérrez**, Director General Adjunto de Prospectiva y Análisis de Impacto Económico
- **Jorge Eduardo Ponce Leyva**, Director de Prospectiva
- **Raúl Esqueda Martínez**, Subdirector de Modelos Econométricos
- **Sandra Araceli Martínez Ruiz**, Enlace de Análisis de Bases de Datos de Telecomunicaciones

ÍNDICE

Abreviaturas, siglas y acrónimos	4
Infografía	5
Resumen Ejecutivo	6
Pronósticos de los Servicios de Telecomunicaciones	10

Servicios Móviles 11



Pronóstico de Líneas del Servicio Móvil de Acceso a Internet	13
Pronóstico de Líneas del Servicio Móvil de Telefonía	15
Servicios Móviles: Tendencias Globales	17

Servicios Fijos 19



Pronóstico de Accesos del Servicio Fijo de Internet	21
Pronóstico de Líneas del Servicio Fijo de Telefonía	23
Pronóstico de Accesos del Servicio de Televisión Restringida	25
Comparativo de los pronósticos respecto a otras consultorías especializadas	29

Anexos 30

Anexo I. Metodología 30

¿Por qué y cómo realizar pronósticos? 30

Revisión de la literatura	34
Metodologías para la elaboración de pronósticos	36

Anexo II. Análisis Estadístico de los Pronósticos 39

Variables utilizadas 39

Análisis econométrico de los pronósticos de los servicios de telecomunicaciones	41
Pruebas y resultados de las estimaciones para los pronósticos de telecomunicaciones	42
Líneas del servicio fijo de telefonía	43
Accesos del servicio fijo de Internet	46
Accesos del servicio de televisión restringida	49
Líneas del servicio móvil de telefonía	52
Líneas del servicio móvil de acceso a Internet	55

ABREVIATURAS, SIGLAS Y ACRÓNIMOS

Backhaul: Red de retorno	IFT o Instituto: Instituto Federal de Telecomunicaciones	OCDE: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
BIT: Banco de Información de Telecomunicaciones	IGAE: Índice Global de Actividad Económica	OMVs: Operadores Móviles Virtuales
BS: Estación base, por sus siglas en inglés	IHH: Índice de Herfindahl-Hirschman, que mide la concentración de mercado	OTT: Servicios <i>Over The Top</i>
CAGR: Tasa de crecimiento anual compuesto, por sus siglas en inglés	IMT: Telecomunicaciones Móviles Internacionales, por sus siglas en inglés, término general para los sistemas y servicios móviles	PB: Petabyte, unidad de medida de almacenamiento de datos. Equivale a 10^{15} bytes
CDMA: Acceso múltiple por división de código, por sus siglas en inglés	IMTS: Servicio de Telefonía Móvil Mejorada, por sus siglas en inglés	PIB: Producto Interno Bruto
CFE: Comisión Federal de Electricidad	INEGI: Instituto Nacional de Estadística y Geografía	PSTN: Red telefónica pública conmutada, por sus siglas en inglés
CGPE: Coordinación General de Planeación Estratégica	IoT: Internet de las Cosas, por sus siglas en inglés	SMS: Servicio de Mensajes Cortos, por sus siglas en inglés
CNBV: Comisión Nacional Bancaria y de Valores	INPC: Índice Nacional de Precios al Consumidor	Streaming: retransmisión o emisión en continuo
CONAPO: Consejo Nacional de Población	IPCOM: Índice de Precios de Comunicaciones	TB: Terabyte, equivalente a 1,000 Gigabytes
CONEVAL: Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social	ITU, UIT: Unión Internacional de Telecomunicaciones, por sus siglas en inglés	TCP: Protocolo de control de transmisión
ECM: Modelos de corrección de error, por sus siglas en inglés	LDN: Larga Distancia Nacional	TDMA: Acceso por División Múltiple de Tiempo, por sus siglas en inglés
ENDUTIH: Encuesta de Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares	LDI: Larga Distancia Internacional	Tecnología 1G: Tecnologías de telefonía móvil de primera generación
Exabytes: Unidad de medida de almacenamiento de datos cuyo símbolo es el EB. Equivale a 10^{18} bytes	M2M: Conectividad Máquina a Máquina, por sus siglas en inglés	Tecnología 2G: Tecnologías de telefonía móvil de segunda generación
FCC: Comisión Federal de Comunicaciones de EE.UU.	MB: Megabyte, unidad de información, equivale a 10^6 bytes	Tecnología 3G: Tecnologías de telefonía móvil de tercera generación
FDMA: Acceso múltiple por división de frecuencia, por sus siglas en inglés	Mbps: Megabits por segundo	Tecnología 4G/LTE: Tecnologías de telefonía móvil de cuarta generación
FWA: Internet Inalámbrico Fijo, por sus siglas en inglés	MHz: Mega Hertz, unidad de medida de la frecuencia, equivale a 10^6 hercios.	Tecnología 5G: Tecnologías de telefonía móvil de quinta generación
GB: Gigabyte, unidad de almacenamiento de información. Equivale a 10^9 bytes	MOU: Minutos de Uso, por sus siglas en inglés	TIC: Tecnologías de la Información y la Comunicación
GSMA: Asociación para el Sistema Global de Comunicaciones Móviles	NCP: Protocolo de control de red, por sus siglas en inglés	VoIP: Voz sobre Protocolo de Internet, por sus siglas en inglés
IEPS: Impuesto Especial sobre Producción y Servicios	NGA: Redes de Nueva Generación, por sus siglas en inglés	



Servicio Móvil de Internet

En 2020 **10.5**
millones de líneas más

Factores que podrían aumentar el número de líneas



El despliegue de infraestructura



Nuevas ofertas y necesidades de conectividad

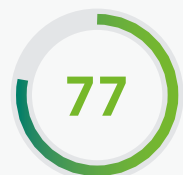


La nueva tecnología que estará disponible

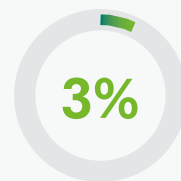
Tasa de crecimiento*



Teledensidad por cada 100 personas



Tasa de crecimiento*



Teledensidad por cada 100 personas



Servicio Móvil de Telefonía

En 2020 **3.3**
millones de líneas adicionales

Factores que podrían aumentar el número de líneas



Entrada de nuevos competidores



La adopción de teléfonos inteligentes



Servicios empaquetados con servicios OTT y datos incluidos



Servicio Fijo de Internet

En 2020
Se suman **2.2**
millones de accesos

Factores que podrían aumentar el número de accesos



Aumento en la tendencia global de consumo de datos



Características técnicas de la banda ancha fija ideales para transmitir grandes volúmenes de datos (velocidad y estabilidad)

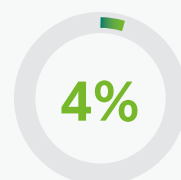
Tasa de crecimiento*



Penetración por cada 100 hogares



Tasa de crecimiento*



Penetración por cada 100 hogares



Servicio Fijo de Telefonía

En 2020
Se suman **874**
mil líneas nuevas

Factores que podrían aumentar el número de líneas



Aumento en la tendencia a consumir servicios empaquetados. Durante 2018, la modalidad de contratación *double play* del servicio fijo de telefonía y del servicio fijo de Internet fue la principal forma de contratación del servicio fijo de telefonía.



Servicio de Televisión Restringida

En 2020 habrá un total de
18,750,465
de accesos

Factores que podrían aumentar el número de accesos



Estrategias que incluyen el lanzamiento de sus propias plataformas de video bajo demanda que se incluyen sin costo

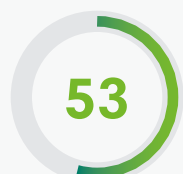


Incluir en sus ofertas comerciales servicios OTT de terceros en una única factura

Tasa de crecimiento*



Penetración por cada 100 hogares



Conceptos Clave



Televisión Restringida

Redes neuronales

5G

Tráfico de Datos

Banda Ancha

Convergencia Tecnológica

Servicios Over The Top (OTT)

IoT

Servicios Fijos

Tendencia

Cobertura y Dispositivos

Empaquetamiento y nuevos modelos de negocio

ARIMA

Servicios Móviles

Datos y Contenidos

Tendencia Globales

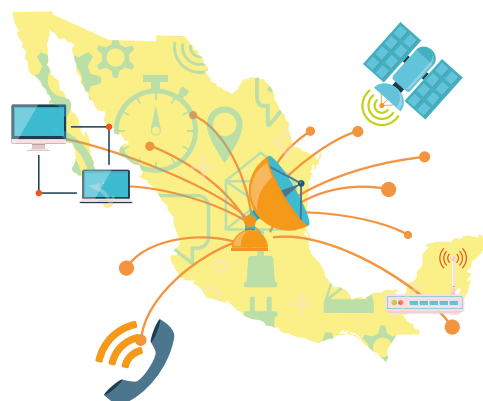
Expectativas

RESUMEN EJECUTIVO

La Coordinación General de Planeación Estratégica del IFT (CGPE) presenta la primera edición del documento de Pronósticos de los Servicios de Telecomunicaciones. Se trata de un ejercicio sobre el análisis de las relaciones económicas de las variables que inciden en la dinámica experimentada por los accesos y líneas de los servicios básicos de telecomunicaciones en México, identificando las tendencias, catalizadores y retos que experimentan estos servicios, con el fin de explicar los movimientos en las series estadísticas publicadas por el Instituto mediante el Banco de Información de Telecomunicaciones (BIT).

Este informe está motivado por la necesidad de hacer un análisis sistemático de la evolución del número de líneas o accesos de los servicios móviles y fijos en México a fin de entender su dinámica, explicada a partir de dos elementos fundamentales: (i) la información histórica que proporcionan los datos públicos disponibles y (ii) la interrelación que tienen con otras variables explicativas que generalmente se utilizan para pronosticar la disponibilidad de los referidos servicios, tales como los índices de precios de los servicios de telecomunicaciones, el PIB *per cápita* real, la cantidad de líneas o accesos de otros servicios asociados, los impuestos aplicables, el grado de concentración del mercado, entre otros.

En este reporte, la CGPE presenta los pronósticos sobre accesos/líneas de los siguientes servicios de telecomunicaciones¹:



Servicios Móviles

- Líneas del servicio móvil de acceso a Internet
- Líneas del servicio móvil de telefonía



Servicios Fijos

- Accesos del servicio fijo de Internet
- Líneas del servicio fijo de telefonía
- Accesos del servicio de televisión restringida

Así, en este documento se analiza y pronostica el comportamiento de estas variables para efectos de conocer su naturaleza e identificar aquellas variables que podrían determinar sus fluctuaciones y tendencias de mediano y largo plazo (*v.gr.* predictores).

Las herramientas utilizadas para realizar los pronósticos consisten en metodologías formales y rigurosas que permiten un análisis sistemático, una aproximación ordenada que, a pesar de estar limitada por la información pública disponible, permite evaluar las posibles variables que afectan la dinámica de los servicios fijos y móviles, permitiendo realizar conclusiones sobre el valor esperado de los accesos y las líneas de los servicios, así como inferir tendencias que promueven la planeación y realización de estudios más profundos y específicos para los siguientes años.

¹ Para mayor detalle: IFT (2018), *Manual de Definiciones de los Indicadores Estadísticos de Telecomunicaciones*. Disponible en: <http://www.ift.org.mx/sites/default/files/contenido/general/estadisticas/manualdefinicionesmarzo2018.pdf>

En este sentido, cada una de las variables a pronosticar fue sometida a un tamiz de diversas metodologías para la estimación de su valor al cierre de 2020, contrastando los resultados de cada modelo y evaluando la precisión del pronóstico a través de las pruebas de los errores y pruebas *out-of-sample*, donde se elige un subconjunto de entrenamiento y otro de prueba para determinar su precisión.

Destaca además, que los pronósticos aquí presentados son producto de la aplicación de técnicas tradicionales como Box-Jenkins (1970) para series de tiempo ARIMA y de vanguardia como es el caso de las redes neuronales artificiales, cuya aplicación se ha generalizado gracias al poder computacional existente y a su poder predictivo que parte de un algoritmo de aprendizaje cuya función objetivo es reducir los errores definidos, como la diferencia entre el valor estimado y el observado (para mayor detalle, véase el Anexo del presente informe).

Además de la información relativa a la naturaleza de las series de tiempo y su comportamiento histórico, un elemento adicional fundamental en el análisis de cada servicio tiene que ver con las tendencias globales identificadas y con sus características técnicas, elementos que no deben pasar desapercibidos cuando se hacen valoraciones sobre el futuro de alguna variable del mercado. No obstante que los pronósticos se acompañan de una valoración conceptual y tecnológica, así como de anotaciones sobre los patrones globales, se reconoce que estos aspectos son únicamente indicativos y que su exposición detallada queda fuera del alcance de este informe por lo que se abordan de manera general.

Derivado de lo anterior, los pronósticos son acompañados de una breve descripción sobre lo que se debe de entender por el servicio que se está analizando y sus características técnicas más importantes. Adicionalmente, se incluye para cada servicio el panorama actual y algunas tendencias que desde el punto de vista de la CGPE vale la pena seguir para futuros informes.

Entre los resultados encontrados en este reporte destacan los siguientes:

- Las **líneas del servicio móvil de acceso a Internet** aumentarán 12% del cierre de 2018 al cierre de 2020 lo que implicaría una teledensidad de 77 líneas por cada 100 personas. Ello, en virtud de la senda de crecimiento sostenido del número de líneas que pasarían de 88.3 millones al cierre de 2018 a 98.8 millones al cierre del presente año (10,476,823 líneas adicionales).
- A diciembre de 2018 las **líneas del servicio móvil de telefonía** llegaron a 120,168,414, y se espera que al cierre de 2020 se acumulen 123,447,303 líneas, lo que representaría una tasa de crecimiento anual de 3% con respecto a 2018 y una teledensidad de 97 líneas por cada 100 personas al cierre de 2020 (3,278,889 líneas adicionales).



- Los **accesos del servicio fijo de Internet** a diciembre de 2018 se registraron en 18,478,088; se espera que estos servicios registren un incremento del 12% con respecto a 2018 al cierre de 2020, para sumar 20,739,782 (2,261,694 accesos fijos adicionales durante el periodo de referencia).
- Al cierre de 2018, México contaba con 20,962,615 **líneas del servicio fijo de telefonía**, se espera que el número de líneas de este servicio lleguen a 21,837,457 al cierre de 2020, con una tasa de crecimiento de 4%. Cabe señalar que la dinámica de las líneas del servicio fijo de telefonía se atribuye más al empaquetamiento con otros servicios que a las características del propio servicio.
- Los accesos del **servicio de televisión restringida** fueron 21,982,899 al cierre de 2018; se espera que este número muestre una reducción para ubicarse en 18,750,465 al cierre de 2020. Lo anterior representaría una disminución del 15% en dicho periodo (una reducción de 3,232,434 accesos de televisión restringida).

Es importante señalar que la naturaleza de estos pronósticos es indicativa; se trata de un análisis que permite a la CGPE analizar el comportamiento de variables básicas. En este sentido, el pronóstico es una proyección realizada sobre supuestos razonables y aceptables. Representa un escenario bajo el cual las tendencias actuales, posibles impactos y resultados pueden ser analizados y discutidos. Se trata de un punto de referencia que aunado con otros indicadores económicos y del sector complementan el acervo de información disponible para los participantes en el sector de telecomunicaciones.

En la experiencia internacional, particularmente para los reguladores, se ha constatado que entre los beneficios de tener una visión sobre el futuro se encuentran los siguientes:

- Reduce la incertidumbre de los tomadores de decisión en la industria.
- Permite contar con información para contrastar las expectativas de la CGPE sobre las variables básicas del sector con las de oficinas especializadas en generar pronósticos para los mismos mercados.
- Establece un análisis de tendencias general sobre el futuro de los accesos/líneas para los diferentes servicios de telecomunicaciones.
- Proporciona indicios sobre la relación estadística de diversas variables y los patrones económicos potenciales a efectos de realizar análisis más profundos.



Los pronósticos aquí presentados son consistentes con las tendencias globales identificadas, toda vez que, si bien las líneas del servicio móvil de Internet crecen a una tasa anual promedio similar a la de los accesos del servicio fijo de Internet, se espera que el crecimiento de los servicios móviles sea mayor en el mediano plazo en función del despliegue de redes de nueva generación en México, que permiten incluso igualar las velocidades y la estabilidad de transmisión de la banda ancha fija (*i.e.* redes de fibra óptica). Este efecto podría verse reforzado por la dificultad y el costo de desplegar fibra óptica o cable coaxial, en tanto que el acceso móvil es relativamente más fácil de desplegar considerando elementos tales como la Red Compartida, haciendo de la tecnología móvil la única forma de tener acceso a Internet en las regiones más alejadas del país.

En este contexto, la CGPE considera al nuevo concesionario **CFE Telecomunicaciones e Internet para Todos** como un factor relevante en el comportamiento de mediano plazo de las variables ya señaladas. Esta empresa conformará una red de telecomunicaciones sin fines de lucro, tomando en cuenta las capacidades de la Red Nacional de Fibra Óptica, la infraestructura activa y pasiva de que disponga la CFE y, en su caso, el uso de tecnologías inalámbricas en las bandas de uso libre.

Por último, el documento se divide en dos secciones. En la primera se presenta una introducción y las estimaciones correspondientes a los servicios de telecomunicaciones móviles (líneas del servicio móvil de telefonía y del servicio móvil de acceso a Internet); y la segunda se enfoca en los servicios de telecomunicaciones fijas (las líneas del servicio fijo de telefonía, accesos del servicio fijo de Internet y del servicio de televisión restringida). Ambas secciones presentan además una sección de análisis de las tendencias internacionales.

De igual forma, el estudio se acompaña de un resumen con el comparativo de los pronósticos del IFT y los presentados por otros especialistas del sector de las telecomunicaciones.

Adicionalmente, se presenta un Anexo general con la metodología, el análisis estadístico y la especificación de todas las variables que se probaron en los modelos utilizados en el documento, así como los resultados de las diversas pruebas estadísticas a las que se sometieron los modelos econométricos presentados.

Este Anexo general también incluye dos secciones que contienen:

- Una descripción de las metodologías utilizadas y la revisión de la literatura especializada en pronósticos para servicios de telecomunicaciones, y
- El Anexo de los Pronósticos que incluye los resultados obtenidos y el comparativo detallado de los pronósticos realizados por la CGPE con respecto a otras consultorías especializadas.





● PRONÓSTICOS DE LOS SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES



Servicios Móviles

¿Qué es un servicio móvil?

De acuerdo con la Sección III, Artículo 1.19, del Reglamento de Radio de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT)², el servicio de radiocomunicación es definido como un servicio que involucra la transmisión, emisión y recepción de ondas radioeléctricas para fines específicos de telecomunicación. En específico, los servicios de radiocomunicación se consideran móviles cuando se realizan entre estaciones móviles y estaciones terrenas o únicamente entre estaciones móviles. Es decir, cuando el emisor, el receptor o alguno de los dos se encuentran en movimiento se considera que la comunicación es móvil; en el caso de los sistemas de telecomunicaciones, la comunicación móvil se refiere al tipo de enlace entre la red del proveedor de servicios y el usuario, basado en técnicas de transmisión de radio que permiten la movilidad del usuario.

Las cinco generaciones de sistemas de comunicación inalámbrica tienen capacidades y funcionalidades diferentes:

Primera generación (1G):

Fue desplegada en los años setenta, basada en una tecnología analógica de acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA), con servicios exclusivamente para voz y un núcleo de red telefónica pública conmutada (PSTN).

Segunda generación (2G):

Fue desplegada en los años ochenta y permitía enviar correos con una velocidad de acceso a Internet de bajada de 384kbps y 60Kbps de subida³, basada en una tecnología digital de multiplexación por división de tiempo (TDMA) o multiplexación por división de código (CDMA), con servicios de voz digital y mensajes cortos, latencia de 629ms y un núcleo de red PSTN.

Tercera generación (3G):

Fue desplegada en los años noventa, con una velocidad de acceso a Internet de bajada de 56Mbps y 22Mbps de subida⁴, basada en una tecnología digital de multiplexación por división de código (CDMA), con servicios de audio integrado de alta calidad, video y datos, latencia de 212ms, así como un núcleo de red empaquetado.

Cuarta generación (4G):

Comenzó su despliegue en el año 2000, con una velocidad de acceso a Internet de bajada de 1Gbps y 60Mbps de subida⁵, basada en una tecnología digital de multiplexación por división de código (CDMA), con servicios de audio integrado de alta calidad, video, datos, acceso dinámico de información y soporte de diferentes dispositivos, latencia de 60-98 ms y con un núcleo de red basado en protocolo IP.

Quinta generación (5G):

Comenzó su despliegue en el año 2018, con una velocidad de acceso a Internet de bajada de 20Gbps y 10Gbps de subida⁶, basada en una tecnología digital de multiplexación por división de código (CDMA), con servicios de audio integrado de alta calidad, video, datos, acceso dinámico de información, soporte de diferentes dispositivos con capacidades de inteligencia artificial, latencia menor a 1ms y con un núcleo de red basado en protocolo IP.

Esencialmente, los servicios de telecomunicaciones móviles que prestan los operadores con fines comerciales al público en general utilizan alguna de estas tecnologías para proveer los servicios de redes móviles privadas, la radio mensajería, la radiolocalización móvil, el servicio móvil de telefonía y el servicio móvil de acceso a Internet.



Servicios móviles



La Unión Internacional de las Telecomunicaciones (UIT) desarrolla y adopta estándares para las redes IMT. La UIT está desarrollando el IMT estándar para 5G (IMT-2020), en colaboración con la industria y otros grupos de interés. A pesar de la dificultad de clasificar las tecnologías, el estándar IMT-2020 se considera como el siguiente paso para las redes móviles inalámbricas 5G.

² ITU (2016), *Reglamento de Radiocomunicaciones*. Página (8). Disponible en: <http://search.itu.int/history/HistoryDigitalCollectionDocLibrary/1.43.48.es.301.pdf>

³ Techspot (2010). *Everything you need to know about 4G wireless technology*. Disponible en: <https://www.techspot.com/guides/272-everything-about-4g/>

⁴ Ídem

⁵ Ídem

⁶ Lifewire (2019), *5G Speed: How to understand the numbers*. Disponible en: <https://www.lifewire.com/5g-speed-4180992>



La cobertura de la red 4G
a nivel nacional es de

87.9%



Un usuario consume en
promedio



2.9 GB

mensuales, lo que equivale
a visualizar 5 videos
diarios en promedio.

⁷ IFT (2019), *Banco de Información de Telecomunicaciones*. Disponible en: <https://bit.ift.org.mx/BitWebApp/>

⁸ IFT (2019), *Comportamiento de los Indicadores de los Mercados Regulados 2019*. Disponible en: <http://www.ift.org.mx/sites/default/files/contenidogeneral/transparencia/Indicadores2019.pdf>

⁹ IFT (2019), *Comportamiento de los Indicadores de los Mercados Regulados 2019*. Disponible en: <http://www.ift.org.mx/sites/default/files/contenidogeneral/transparencia/Indicadores2019.pdf>

¹⁰ IFT (2016), *¿Cuántos datos consumes en tu celular?* Disponible en: <http://www.ift.org.mx/sites/default/files/consumo-datos.pdf>

¹¹ IFT (2019), *Panorama del espectro radioeléctrico en México para servicios móviles de quinta generación*. Página (46). Disponible en: <http://www.ift.org.mx/sites/default/files/panoramadespectroradioelectricoenmexicopara5g.pdf>

Panorama Actual

En México las líneas del servicio móvil de telefonía han presentado una tasa de crecimiento anual compuesta de 2.4% entre 2013 y 2018, que se ha visto acompañada de la reducción en los precios del servicio de 40.6% y ofertas agresivas que incluyen llamadas ilimitadas y SMS, donde la base de suscriptores se concentra en el esquema de prepago (83.3% del total de líneas móviles para el 2018)⁷.

Por su parte, las líneas del servicio móvil de acceso a Internet aumentaron de 34.6 millones de líneas en 2013 a 88.3 millones en el cuarto trimestre de 2018. El 72.3% del tráfico total de datos cursado es por medio de tecnología 4G; esto se debe a la cobertura de las redes 4G/LTE (87.9% a nivel nacional⁸) y a las velocidades que demanda el uso intensivo de datos móviles para servicios innovadores, como los servicios OTT de video y audio en *streaming*. Para 2018, el tráfico total gestionado por las redes móviles alcanzó 2,092 Petabytes (PB)⁹, es decir, una línea consume en promedio 23.7 GB anuales y la tendencia es que siga aumentando. Si se considera que un video de 5 minutos en YouTube con una resolución de 1080p (también conocida como Full HD) equivale a 13.6MB de consumo¹⁰, entonces el consumo anual equivale a 1,798 videos con las características antes señaladas; es decir, 5 videos diarios.

Tendencias de los servicios móviles de telecomunicaciones

El desarrollo del Internet de las Cosas (IoT, por sus siglas en inglés), aunado al incremento de los dispositivos que se conecten a las redes móviles insertados en multitud de objetos de uso frecuente, aumentará el tráfico entre máquinas conectadas (M2M, por sus siglas en inglés), lo cual trae como consecuencia la necesidad de disponer de redes con gran capacidad de transporte y de *backhaul*, así como una densa cobertura geográfica de redes inalámbricas en todo el país. Cabe mencionar que el IFT tiene previsto destinar una mayor cantidad de frecuencias de espectro para cubrir las demandas de las redes de nueva generación (NGA). De acuerdo con datos de la Unidad de Espectro Radioeléctrico del Instituto, en México se cuenta con un espectro radioeléctrico disponible de hasta 11,190 MHz para sistemas de quinta generación en diversas bandas¹¹. Con las redes 5G se podrían conectar personas, dispositivos, sensores, datos, aplicaciones, sistemas automatizados, ciudades inteligentes, entre otros.



Pronóstico de Líneas del Servicio Móvil de Acceso a Internet

La dinámica mostrada por las líneas del servicio móvil de acceso a Internet presenta una desaceleración a partir del primer semestre de 2017, donde se observa una tasa de crecimiento promedio anual de 4.7% que contrasta con la tasa experimentada durante el periodo comprendido entre junio de 2013 y diciembre de 2016 (15.5%). En este sentido, el proceso de competencia y libre concurrencia, el nivel de precios, la actividad económica, el régimen fiscal que se aplica a la telefonía móvil (v.gr. Impuesto Especial sobre Producción y Servicios) y el empaquetamiento de los servicios están directamente relacionados con el crecimiento del servicio móvil de acceso a Internet.

Los precios de las comunicaciones (IPCOM), en específico las telecomunicaciones, en su conjunto se han reducido en los últimos cinco años, sobre todo, los precios de telefonía móvil, los cuales reportan una tasa de -40.6% en dicho periodo. Sin embargo, los precios ya no presentan la misma dinámica descendente que en años anteriores¹².

La actividad económica tiene una relación positiva con la dinámica de las líneas del servicio móvil de acceso a Internet, tal y como se observa en el diagrama de dispersión del IGAE de la Figura 1.2. En este sentido, el pronóstico de líneas para este servicio considera las expectativas de crecimiento de la actividad económica al momento de realizar este documento.

Un mayor grado de competencia tiene un efecto positivo en los accesos móviles a Internet que se refleja en la relación negativa que existe entre la variable de interés con respecto del IHH.

Por sus características técnicas, el servicio móvil de acceso a Internet regularmente se adopta con el servicio móvil de telefonía, por lo que los impuestos indirectos al consumo como el IEPS muestran un efecto negativo en ambos servicios, encareciendo el precio final.

Figura 1.1 Pronóstico de líneas del servicio móvil de acceso a Internet

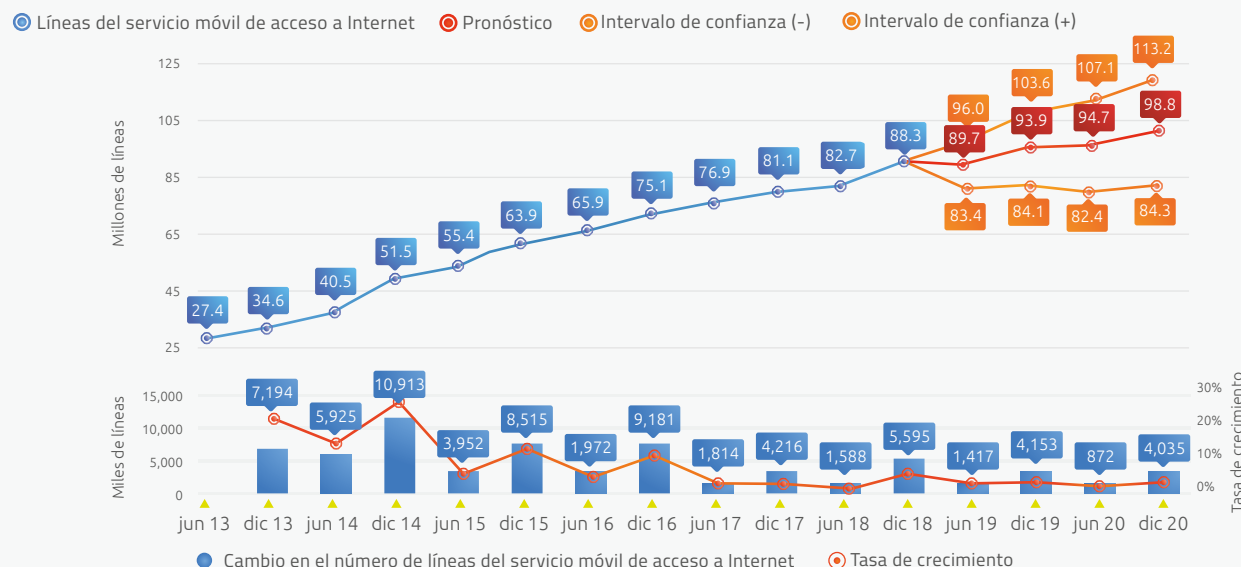
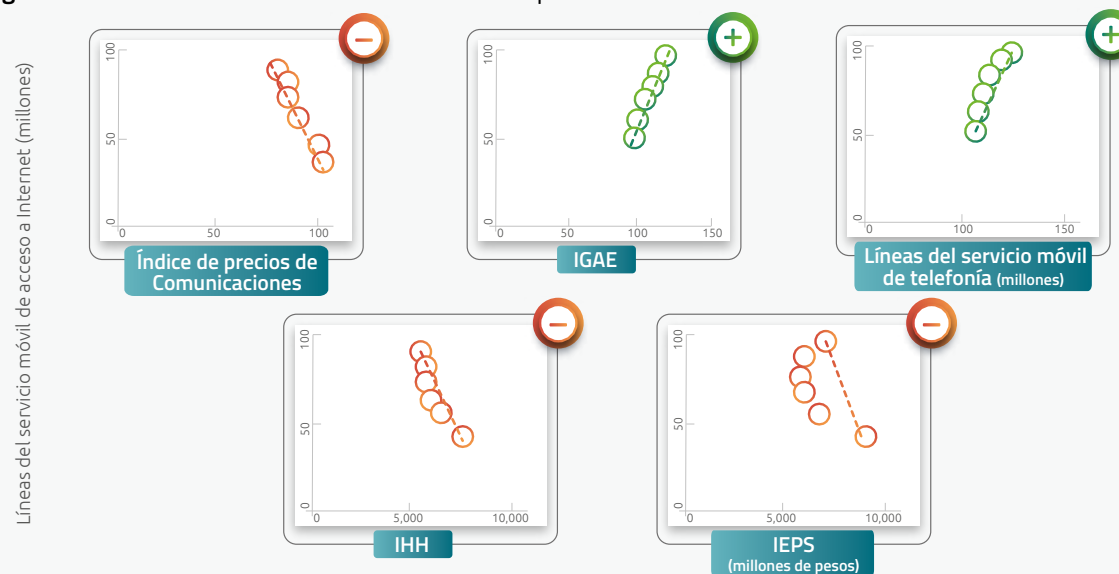


Figura 1.2 Relación Estadística de las Variables Explicativas



¹² IFT (2019), *Comportamiento de los Indicadores de los Mercados Regulados 2019*. Disponible en: <http://www.ift.org.mx/sites/default/files/contenidogeneral/transparencia/Indicadores2019.pdf>



El modelo de pronóstico utilizado para las líneas del servicio móvil de acceso a Internet es consistente con la relación lineal que se esperaba que tuvieran las variables fundamentales previamente descritas. El modelo estima un incremento de líneas móviles de 10,476,823; es decir, un incremento de 12% de 2018 a 2020 y una teledensidad de 77 líneas por cada 100 personas al cierre de 2020.

En 2020

 **12%**
Tasa de crecimiento anual

 **77**
Teledensidad por 100 personas

Expectativas del Servicio Móvil de Acceso a Internet en México

El pronóstico sobre el número de líneas del servicio móvil de acceso a Internet podría verse impulsado en el corto plazo debido a: los planes de despliegue y prestación de servicios por parte de la Red Compartida Mayorista; la innovación alrededor de las nuevas ofertas de conectividad y las nuevas tecnologías que estarán disponibles, lo que podría generar futuras reducciones en los precios finales de los servicios; si se favorece fiscalmente al consumidor de servicios de acceso móvil a Internet con la posible reducción o eliminación de la carga impositiva conocida como IEPS¹³; y a la esperada mejora de la actividad económica en los próximos meses.

De acuerdo a la Primera Encuesta Dirigida a los Operadores Móviles Virtuales en México en 2019¹⁴, el 90% de los entrevistados identifican impactos positivos derivados de la Red Compartida Mayorista a cargo de Altán Redes, cuyo compromiso es garantizar cobertura del 50% de la población en enero de 2020. Esto puede traer cambios positivos, como puede ser una mayor competencia en el mercado de líneas móviles a Internet con nuevas ofertas de conectividad.

En México, se despliegan nuevas tecnologías inalámbricas para servicios IMT, como la Red Compartida Mayorista que utiliza la banda de 700 MHz y nuevas licitaciones para bandas de frecuencia propicias para el despliegue de redes de nueva generación, como la banda de 2.5GHz. No obstante, llegar a nuevos usuarios será cada vez más costoso para los operadores en función del crecimiento exponencial de los costos de cobertura, aunado al horizonte temporal necesario para que las redes de nueva generación sean desplegadas, razón por la cual el efecto de la innovación no es significativo en el corto plazo por la naturaleza de las inversiones en telecomunicaciones. Por ejemplo, los últimos cálculos de despliegue para la tecnología 5G en Inglaterra señalan que el 90% de la población contará con cobertura en 2027 con 50Mbps de velocidad de bajada, en tanto que el 10% de la población restante no contará con esa cobertura derivado de los costos exponenciales que representa llegar a las regiones más alejadas y con menor densidad poblacional¹⁵.

ALTAN

ALTAN
REDES

Para 2021, la Red Compartida deberá cumplir con una cobertura de al menos **70%** a nivel nacional

OMVs



90%
De los OMVs encuestados por el IFT identifican impactos positivos derivados de la Red Compartida

¹³ OCDE (2018), *México debe seguir consolidando los avances en los sectores de telecomunicaciones y radiodifusión*. Disponible en: <https://www.oecd.org/centrodemexico/medios/mexico-debe-seguir-consolidando-los-avances-en-los-sectores-de-telecomunicaciones-y-radiodifusion.htm>

¹⁴ IFT (2019), *Análisis sobre el Mercado de Operadores Móviles Virtuales (OMVs) 2019*. Disponible: <http://www.ift.org.mx/sites/default/files/contenidogeneral/estadisticas/analisisomvs2019acc.pdf>

¹⁵ Oughton, E. y Frias, Z. (2018), *The cost, coverage and rollout implications of 5G infrastructure in Britain*. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308596117302781>.

Pronóstico de Líneas del Servicio Móvil de Telefonía

El crecimiento de la base de líneas del servicio móvil de telefonía se ha mantenido constante al alza: entre el periodo de junio de 2013 a diciembre de 2018, se registra una tasa de crecimiento promedio anual de 2.4%. El pronóstico establece una relación positiva con la asequibilidad para contratar el servicio, el empaquetamiento con el servicio móvil de Internet y con el proceso de competencia y libre concurrencia.

Si aumenta el PIB *per cápita* o el precio del servicio disminuye (*IPC Tel. Móvil*) se espera que las líneas aumenten, pues el servicio se vuelve más asequible. Asimismo, el aumento del IEPS encarece este servicio y, por consiguiente, pueden reducirse el número de líneas totales.

La concentración del mercado, medida a través del IHH, presenta una relación inversa con respecto a las líneas totales. Una baja concentración del mercado, implicaría mejores ofertas para el usuario final del servicio, estimulando el crecimiento de las líneas del servicio móvil de telefonía.

Como se mencionó previamente, los servicios móviles de telefonía presentan una adopción conjunta con el servicio móvil de acceso a Internet. De acuerdo a los datos de la ENDUTIH, en 2015 el 67.1%¹⁶ de los usuarios en México disponían de un teléfono inteligente con servicio de voz y con conexión a Internet, mientras que para el 2018 esta proporción aumentó a 93.4%¹⁷.

Figura 2.1 Pronóstico de las Líneas del Servicio Móvil de Telefonía

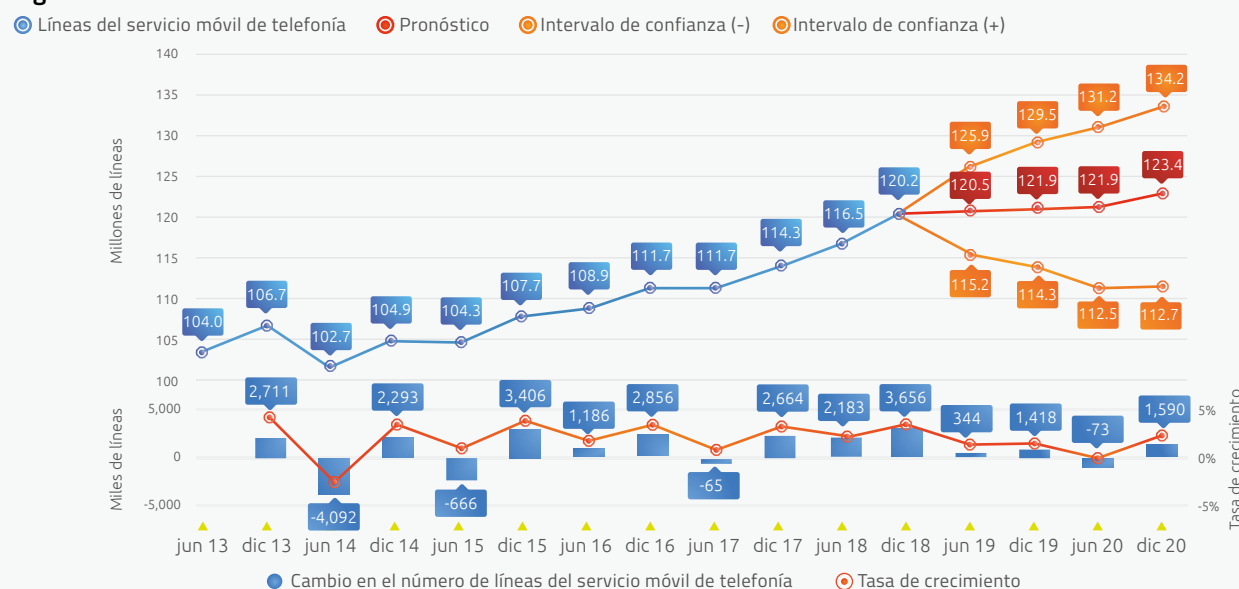
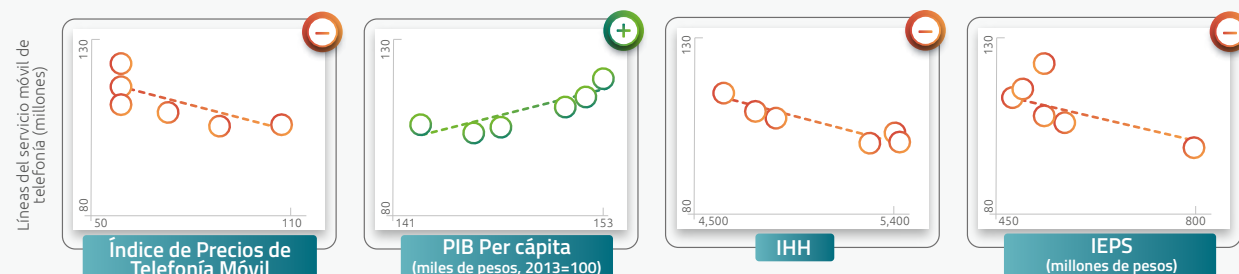


Figura 2.2 Relación Estadística de las Variables Explicativas



¹⁶ INEGI (2016), *Estadísticas a propósito del Día Mundial de Internet (17 de mayo)*. Disponible en: http://www.diputados.gob.mx/sedia/biblio/usieg/comunicados/educ_cien_tec1.pdf

¹⁷ IFT (2019), *En México hay 74.3 millones de usuarios de internet y 18.3 millones de hogares con conexión a este servicio: ENDUTIH 2018*. Disponible en: <http://www.ift.org.mx/comunicacion-y-medios/comunicados-ift/es/en-mexico-hay-743-millones-de-usuarios-de-internet-y-183-millones-de-hogares-con-conexion-este>



De acuerdo a los datos del Instituto, a diciembre de 2018 las líneas del servicio móvil de telefonía llegaron a 120,168,414 y se espera que al cierre de 2020 se acumulen 123,447,303 líneas, lo que representa una tasa de crecimiento de 3% de 2018 a 2020 y una teledensidad de 97 líneas por cada 100 personas.

En 2020

3%
Tasa de crecimiento anual

97
Teledensidad por 100 personas

Expectativas del Servicio Móvil de Telefonía en México

Algunos de los hitos más importantes en el mercado de telefonía móvil en México han sido determinantes del crecimiento sostenido de las líneas del servicio móvil de telefonía. En particular, la entrada de nuevos competidores (*i.e.* OMVs, AT&T), la creciente adopción de teléfonos inteligentes y la oferta de servicios empaquetados con una mayor bolsa de minutos y Megabytes (MB).

En nuestro país se ha incrementado el número de usuarios de teléfonos celulares y la adopción de teléfonos inteligentes. Según los datos de la ENDUTIH¹⁸, en 2015 habían 77.7 millones de usuarios de teléfono celular móvil, de los cuales el 65.1% tenían un teléfono inteligente, el 33.7% tenía un celular común y el 1.2% contaba con ambos. Para 2018, se incrementó el número de usuarios de teléfono celular móvil a 83.1 millones, los usuarios que tenían un teléfono inteligente representaron el 83.8%, los que tienen un celular común sólo representan el 15.4% y aquellos que cuentan con un teléfono inteligente y otro celular común representan el 0.8%. La adopción de los teléfonos inteligentes se ha dado de manera acelerada lo que ha permitido que los usuarios puedan disfrutar de aplicaciones y del servicio móvil de Internet.

En cuanto a los esquemas de pago de telefonía móvil, en el caso de pospago se han registrado incrementos en la canasta de datos (MB) incluida, y en algunos casos reducción de la renta mensual nominal; mientras que en prepago se registró un incremento en la canasta incluida de datos (MB) para navegación libre y MB para redes sociales por cada recarga¹⁹. Las ofertas comerciales ya incluyen una canasta de minutos ilimitados, por lo que se espera que el diferenciador que incrementa las líneas del servicio móvil de telefonía sea una mayor canasta de datos móviles.

¹⁸ Véase: INEGI (2019), *Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares 2018*. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/programas/dutih/2018/>

¹⁹ IFT (2018), *Reporte de Evolución de Planes y Tarifas de Servicios de Telecomunicaciones Móviles 2017-2018*. Página (7). Disponible en: <http://www.ift.org.mx/sites/default/files/contenidogeneral/usuarios-y-audencias/21-reporte-evolucion-telecom-movil-vf12112018.pdf>

Servicios Móviles: Tendencias Globales

Las expectativas para los servicios móviles son positivas derivado de las condiciones de mercado, en particular, si se considera la oferta de nuevas tecnologías, como las redes 5G, así como los crecientes requerimientos de tecnologías de red ágiles y flexibles²⁰ que cuiden aspectos tales como la velocidad de transmisión, escalabilidad, rendimiento de datos, capacidad para la gestión de servicios de redes, ubicuidad, interoperabilidad y menor latencia de los datos móviles para las actividades de consumo, producción y distribución de bienes y servicios.

Se estima que para 2024 existirán 8.8 mil millones de suscripciones móviles a nivel mundial, de los cuales el 20% (1.9 mil millones) serán suscripciones de 5G, mientras que el número de suscriptores únicos se estima que alcancen los 6.2 mil millones para 2024²¹. Por su parte, GSMA estima que en 2025 habrá 5.8 mil millones de suscriptores móviles en total; es decir, 71% de la población mundial, lo que implica 700 millones de nuevos suscriptores a nivel mundial en los próximos años²².

La brecha entre el servicio móvil de telefonía y el servicio móvil de acceso a Internet continuará reduciéndose. Las estimaciones de Ericsson indican que, del total de suscripciones del servicio móvil de telefonía para 2024, aproximadamente el 95% contarán con el servicio móvil de acceso a Internet²³. Lo anterior implica que se abonarán aproximadamente 1.4 mil millones de suscriptores que usarán Internet móvil por primera vez, sumando un total de 5 mil millones de suscriptores en 2025, lo que representa una tasa de crecimiento compuesta de 4.8% en el periodo comprendido entre 2018 y 2025²⁴.

²⁰ Ericsson (2019), *Network Evolution*. Disponible en: <https://www.ericsson.com/en/mobility-report/mobile-network-evolution>

²¹ Ericsson (2019), *Ericsson Mobility Report. June 2019*. Página (7). Disponible en: <https://www.ericsson.com/49d1d9/assets/local/mobility-report/documents/2019/ericsson-mobility-report-june-2019.pdf>

²² GSMA (2019), *The Mobile Economy 2019*. Página (4). Disponible en: <https://www.gsmainelligence.com/research/?file=b9a6e6202ee1d5f787cfebb95d-3639c5&download>

²³ Ericsson (2019), *Ericsson Mobility Report. June 2019*. Página (7). Disponible en: <https://www.ericsson.com/49d1d9/assets/local/mobility-report/documents/2019/ericsson-mobility-report-june-2019.pdf>

²⁴ GSMA (2019), *The Mobile Economy 2019*. Página (6). Disponible en: <https://www.gsmainelligence.com/research/?file=b9a6e6202ee1d5f787cfebb95d-3639c5&download>

En la medida en que estas tendencias sean adoptadas en el mercado mexicano se esperaría que continúe el crecimiento de los servicios:



IoT

Entre 2018 y 2025, el número global de conexiones IoT se triplicará, mientras que los ingresos se cuadruplicarán, principalmente por la aplicación de soluciones IoT en casas inteligentes y ciudades inteligentes²⁵. Dentro de la cadena de valor del IoT se identifican 3 niveles: la conectividad, los servicios profesionales y las aplicaciones o plataformas. Los operadores móviles buscan expandir su rol en la cadena de valor para convertirse en proveedores de soluciones IoT de extremo a extremo. Los requisitos de conectividad para el IoT varían de solución a solución, hoy en día las redes 2G y 3G mantienen y han permitido el desarrollo de diversas aplicaciones de IoT²⁶.



Datos
y contenidos

Los usuarios demandan cada vez una mayor cantidad de datos móviles. Cisco estima que en 2022 el tráfico móvil alcanzará los 77.5 Exabytes/mes a nivel mundial³⁰. El consumo de contenido digital, particularmente video, está creciendo en la mayoría de los mercados del mundo: se estima que para 2024 el 74% del tráfico total se dedique a video³¹. La tendencia de consumo ha propiciado que los operadores de telecomunicaciones opten por una integración vertical, asociaciones con proveedores de servicios de video OTT o crear contenido ellos mismos para incluirlos dentro de sus ofertas.



5G

Estados Unidos y Corea del Sur ya han lanzado redes comerciales 5G y 16 países más habrán lanzado redes 5G a finales de 2019. Por otro lado, durante la primera mitad de 2019 se comercializaron los primeros teléfonos que soportan la red 5G²⁷. Esta red se posiciona como una red inteligente que permitirá el desarrollo de nuevos servicios y hacer un mejor uso de las nuevas tecnologías como la AI, nube informática, M2M y el análisis de datos²⁸. En el corto plazo, se identifican 3 usos principales: primero, mediante teléfonos inteligentes como habilitadores de conectividad móvil; en segundo lugar, para conectar dispositivos como hotspots y módems; y finalmente, mediante dispositivos que provean de Internet inalámbrico (FWA, por sus siglas en inglés) como alternativa a las conexiones fijas²⁹.



Cobertura
y dispositivos

La cobertura poblacional de LTE era de alrededor 75% a finales de 2018 y se pronostica que alcanzará alrededor del 90% en 2024³². El uso de las redes 4G se ha estandarizado incluso en mercados en desarrollo; de acuerdo a un análisis de OpenSignal la disponibilidad 4G promedio está cerca del 80% en una muestra de 87 países³³. Este cambio en el uso de las redes se debe principalmente al incremento en la posibilidad de acceder a teléfonos inteligentes. Se estima que para 2025, los teléfonos inteligentes representen el 79% de las conexiones³⁴.

²⁵ GSMA (2019), *The Mobile Economy 2019*. Página (35). Disponible en: <https://www.gsmaintelligence.com/research/?file=b9a6e6202ee1d5f787cfbb95d-3639c5&download>

²⁶ Ericsson (2019), *Ericsson Mobility Report*. June 2019. Página (8). Disponible en: <https://www.ericsson.com/49d1d9/assets/local/mobility-report/documents/2019/ericsson-mobility-report-june-2019.pdf>

²⁷ GSMA (2019), *The Mobile Economy 2019*. Página (4). Disponible en: <https://www.gsmaintelligence.com/research/?file=b9a6e6202ee1d5f787cfbb95d-3639c5&download>

²⁸ GSA (2016), *Building 5G: Data Analytics and Artificial Intelligence*. Disponible en: <https://gsacom.com/building-5g-data-analytics-artificial-intelligence/>

²⁹ Deloitte (2019), *Technology, Media and Telecommunications Predictions 2019*. Página (5). Disponible en: https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ua/Documents/technology-media-telecommunications/DI_TMT-predictions_2019.pdf

³⁰ CISCO (2019), *Cisco Visual Networking Index: Forecast and Trends, 2017-2022*. Página (2). Disponible en: <https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/visual-networking-index-vni/white-paper-c11-741490.pdf>

³¹ Ericsson (2019), *Ericsson Mobility Report*. June 2019. Página (15). Disponible en: <https://www.ericsson.com/49d1d9/assets/local/mobility-report/documents/2019/ericsson-mobility-report-june-2019.pdf>

³² Ericsson (2019), *Ericsson Mobility Report*. June 2019. Página (18). Disponible en: <https://www.ericsson.com/49d1d9/assets/local/mobility-report/documents/2019/ericsson-mobility-report-june-2019.pdf>

³³ Open Signal (2019), *The State of Mobile Network Experience*. Página (3). Disponible en: https://www.opensignal.com/sites/opensignal-com/files/data/reports/global/data-2019-05/the_state_of_mobile_experience_may_2019_0.pdf

³⁴ GSMA (2019), *The Mobile Economy 2019*. Página (8). Disponible en: <https://www.gsmaintelligence.com/research/?file=b9a6e6202ee1d5f787cfbb95d-3639c5&download>



Servicios Fijos

¿Qué es un servicio fijo?

Los servicios fijos se remontan a los primeros intentos para transmitir voz, atribuidos inicialmente a Robert Hooke en 1672, quien descubrió que el sonido se puede transmitir a través de teléfonos mecánicos que se encontraban unidos por un cable; a Antonio Meucci que en 1871 dio a conocer su invención para la transmisión de la voz a través de medios eléctricos; y a Alexander Graham Bell en 1876, a quien se le atribuye la primera patente del teléfono fijo. En 1915, se realizó la primera llamada telefónica transcontinental, considerada la primera llamada de larga distancia hecha en la historia. Las conexiones de telefonía fija se realizaban mediante alambre de metal, cobre y finalmente en 1964, Charles Kao y George Hockham publicaron un documento que demostró que la comunicación por fibra óptica era posible.

Para 1969, los primeros datos viajaron entre los nodos de ARPANET, el predecesor de Internet, conocida por ser la primera red informática. En 1983, ARPANET cambió oficialmente sus protocolos de control de red (NCP) a la familia de protocolos de control de transmisión/Protocolo de Internet (TCP/IP), dando origen a Internet³⁵.

El origen del servicio de televisión restringida se remonta a 1940, derivado de la mala y en ocasiones nula recepción de la señal de televisión abierta fuera de las grandes ciudades. Su origen se atribuye a John Walson, propietario de una tienda de electrónicos quien instaló una antena en lo alto de una torre que le permitió recibir la señal radiodifundida, para después transportarla mediante el uso de un cable coaxial y amplificadores de señal. En los años cincuenta se empezó a experimentar con las señales de microondas que permitían llevar las señales desde ciudades distantes, lo que aumento potencialmente la oferta de contenidos y permitió la evolución del servicio hasta como lo conocemos³⁶.



Servicios
fijos



³⁵ MITEL (2019), *The history of telecommunication*. Disponible en: <https://www.mitel.com/articles/history-telecommunication>

³⁶ TV y video (2001), *Historia de la televisión por cable: Amenazas convertidas en oportunidades*. Disponible en: <https://www.tvyvideo.com/200112214066/noticias/empresas/historia-de-la-televisor-cable-amenazas-convertidas-en-oportunidades.html>

Panorama Actual

Las compañías que proveen servicios fijos de telecomunicaciones han sabido adaptarse al crecimiento de las redes de banda ancha fija con protocolo IP, a partir del acelerado despliegue de fibra óptica, pasando de un despliegue de 11.5 mil kilómetros por año entre 1992 a 2009, a 31.7 mil kilómetros por año entre 2010 y 2016³⁷, así como la escalabilidad de las redes fijas para incrementar sus velocidades.

Al igual que las redes móviles, las redes fijas se están transformando y se hacen cada vez más complejas; los cambios tecnológicos han transformado el uso de los servicios fijos. En México las líneas del servicio fijo de telefonía han crecido a una tasa anual compuesta de 1.6% entre 2013 y 2018, motivado en parte por la eliminación del costo del servicio de larga distancia nacional (LDN), la disminución de los costos de la larga distancia internacional (LDI), así como por el creciente empaquetamiento con el servicio fijo de Internet y la televisión restringida debido a la convergencia tecnológica, que permite la provisión de los servicios fijos de manera conjunta.

El servicio de televisión restringida, al cierre de 2018, registró un total de 21,982,899 accesos, donde el 57% de los accesos son provistos mediante tecnología satelital, mientras que el cable coaxial provee el 38% de los accesos. En este sentido, y debido a sus características técnicas y a su cobertura nacional, la tecnología de acceso Satelital podría seguir abonando nuevos accesos, principalmente en las localidades de menor tamaño donde los operadores terrestres no cuentan con cobertura.

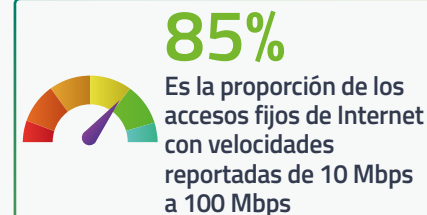
Finalmente, el servicio fijo de acceso a Internet ha transitado por cambios tecnológicos que han permitido que las velocidades anunciadas de bajada aumenten en los últimos años lo que ha generado que el número de accesos se incremente; del periodo comprendido entre 2013 y 2018, se generaron 5.7 millones de nuevos accesos. Destaca que la proporción de los accesos del servicio fijo de Internet con velocidades de entre 10 Mbps y 100 Mbps se incrementó de 9% a 85% en sólo cinco años³⁸.

Tendencias de los servicios fijos de telecomunicaciones

De acuerdo con la UIT, los servicios OTT compiten con los servicios de voz (ofreciendo servicios *VoIP*) a través de los SMS (con servicios de mensajería), las video conferencias, los contenidos audiovisuales y el video sobre demanda (mediante servicios de *streaming*, como Netflix o HBO-GO), donde incluso se presentan efectos de sustitución⁴⁰.

Sin embargo, el número de líneas de telefonía fija podría mantenerse o incluso incrementarse debido al empaquetamiento con otros servicios. Es justamente por este empaquetamiento que este servicio ya es considerado en otros países como un servicio complementario y no el servicio principal de las ofertas comerciales de los concesionarios. En cuanto al servicio fijo de acceso a Internet, se prevé también un crecimiento sostenido derivado del creciente uso de tecnología Wi-Fi y de la capacidad de los dispositivos móviles para seleccionar la alternativa de conexión más eficiente y menos costosa, como es el caso de Google-Fi y su tecnología de adaptación automática.

Por su parte, el servicio de televisión restringida afronta a dos condiciones que podrían contraer su base de accesos; por un lado, el grado de sustitución con la señal radiodifundida que ha aumentado sustancialmente la calidad de las transmisiones a raíz de la transición a la TDT, y por otro, la generación y distribución de contenidos audiovisuales por canales alternativos como los OTTs. Sin embargo, la tendencia puede revertirse debido a la incorporación de servicios OTT sin costo a las ofertas de los operadores de televisión restringida o el empaquetamiento esbelto (*skinny bundling*). En la actualidad, la creciente demanda de datos es el factor relevante tanto para servicios fijos, como para los móviles. Para el caso de las redes fijas, se espera que, con el aumento de la demanda de tráfico de datos, muchos proveedores de servicios desplieguen redes de nueva generación que incrementen la cobertura y la velocidad ofrecidas, tal y como señala la UIT⁴¹.



La Comisión de Estudio 3 de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT)³⁹, dedicado a procesos de estandarización, aprobó una serie de recomendaciones sobre la definición de servicios que se prestan a través de Internet, conocidos como *Over the Top* (OTT). Donde definió a las OTT como aplicaciones a las que se accede o que se entregan en la red pública y que pueden sustituir de forma directa o funcional a los servicios de telecomunicaciones tradicionales.

³⁷ The CIU (2017), *Despliegue de Infraestructura de Fibra Óptica en México*. Disponible en: <https://www.theciui.com/publicaciones-2/2017/9/12/despliegue-de-infraestructura-de-fibra-optica-en-mexico>

³⁸ IFT (2019), *Banco de Información de Telecomunicaciones*. Disponible en: <https://bit.ift.org.mx/BitWebApp/>

³⁹ ITU (2018), *Determined Recommendation ITU-T D-262 (D: OTT)*, "Collaborative Framework for OTTs". Disponible en: <http://handle.itu.int/11.1002/1000/13595-en?locatt=format:pdf&auth>

⁴⁰ ITU (2017), *Economic Impact of OTTs: Technical Report 2017*. Disponible en: https://www.itu.int/dms_pub/itu-t/ops/tut/T-TUT-ECOPO-2017-PDF-E.pdf

⁴¹ ITU (2019), *Redes de la próxima generación*. (Disponible en: <https://www.itu.int/itu-news/manager/display.asp?lang=es&year=2009&issue=03&ipage=24&ext=html>)

Pronóstico de Accesos del Servicio Fijo de Internet

El comportamiento de la base de accesos del servicio fijo de Internet muestra una tasa de crecimiento promedio de 7.7% durante el periodo comprendido entre 2013 y 2018. Los accesos de este servicio fijo presentan una relación negativa con respecto al precio del servicio móvil de telefonía, lo anterior muestra indicios de un posible efecto de sustitución debido a que si se incrementa el precio del servicio móvil de telefonía (que incluye generalmente una oferta de datos móviles limitados), las personas podrían optar por sustituir su consumo por el servicio fijo de acceso a Internet que generalmente no restringe el volumen de datos.

Por sus características técnicas, descritas previamente, los servicios fijos son altamente susceptibles de empaquetarse⁴². De acuerdo con la OCDE, las ofertas integradas de servicios fijos como *triple play* son las más comunes debido al reducido costo incremental asociado al empaquetamiento de los tres servicios en una sola oferta, haciendo este tipo de empaquetamiento el más común en los países de la OCDE. En este sentido, se reconoce que un número creciente de operadores están haciendo ofertas innovadoras como video bajo demanda o *streaming* asociado a OTTs⁴³.

El incremento en las suscripciones de OTTs y el incremento en la demanda de consumo de datos impulsa positivamente el incremento en el número de personas que se deciden a contratar el servicio fijo de Internet.

Finalmente, un mercado altamente concentrado puede reducir la cantidad de ofertas lo que dificulta el acceso al servicio; una baja concentración del mercado, implica una mayor oferta del servicio, lo que finalmente reduce los precios por un proceso de competencia y aumenta los accesos al servicio.

Figura 3.1 Pronóstico de Accesos del Servicio Fijo de Internet

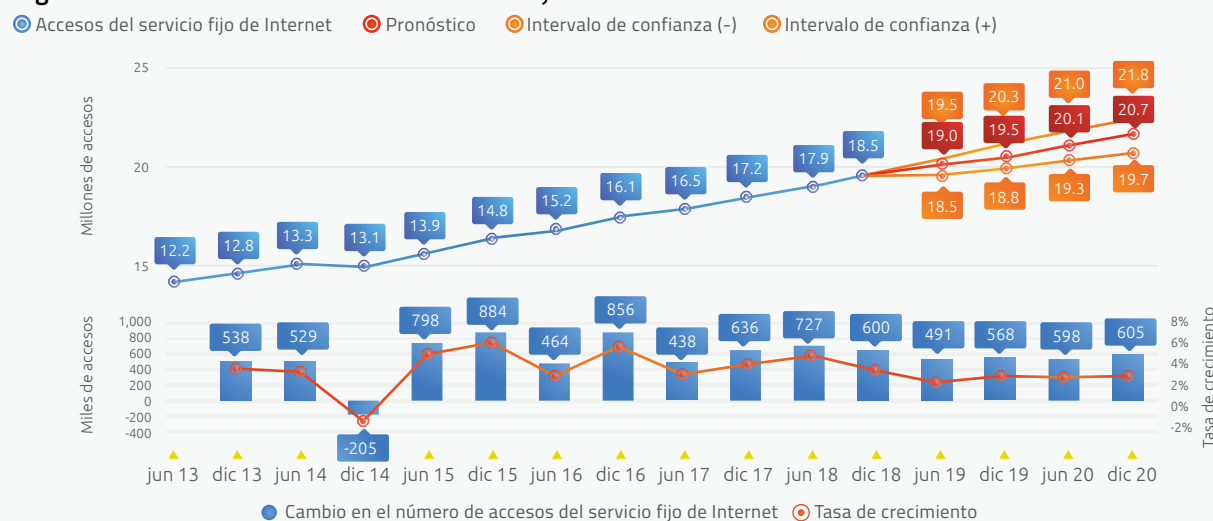
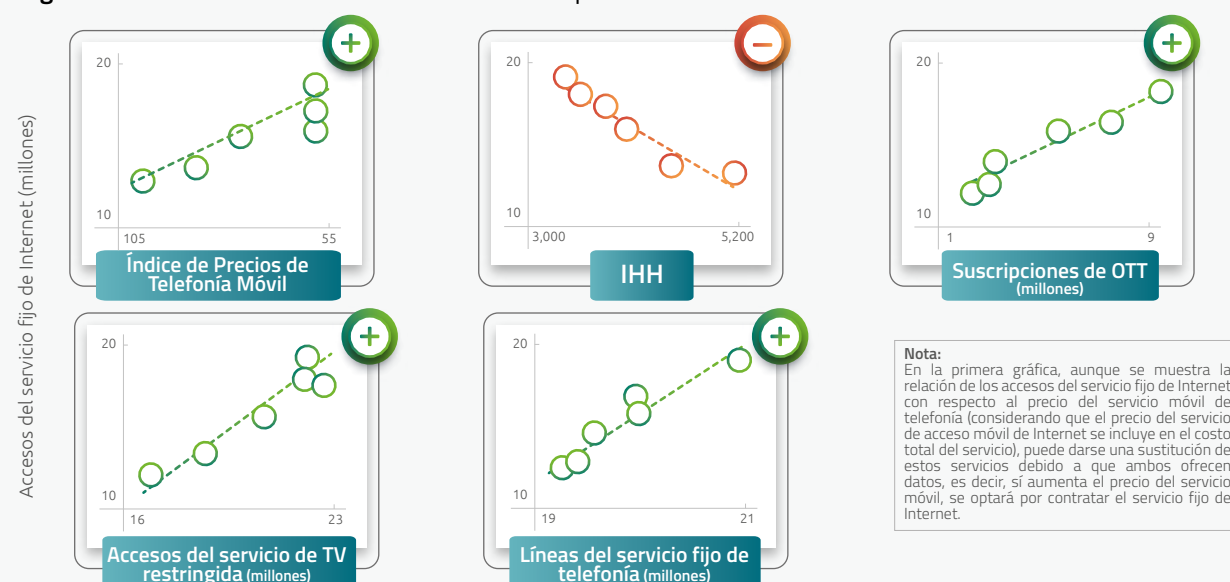


Figura 3.2 Relación Estadística de las Variables Explicativas



⁴² La provisión de paquetes integrados se caracteriza, por lo general, por la convergencia tecnológica, a través de la cual se pueden ofrecer varios servicios por un mismo canal de transmisión. Fuente: IFT (2018), *Estudio sobre Empaquetamiento y Descuento de los Servicios Fijos de Telecomunicaciones*. Página (10). Disponible en: <http://www.ift.org.mx/sites/default/files/contenidogeneral/autoridad-investigadora/estudiosobrepaketamientoydescuentodelosserviciosfijosdetelecomunicaciones-1.pdf>

⁴³ OECD (2015), *Triple and Quadruple Play Bundles of Communication Services*. Disponible en: https://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/triple-and-quadruple-play-bundles-of-communication-services_5js04dp2q1jc-en



El número de accesos del servicio fijo de Internet a diciembre de 2018 fue de 18,478,088 y se espera que este número ascienda a 20,739,782 en 2020, lo que representaría una tasa de crecimiento del 12%. Este crecimiento en gran medida puede deberse a un incremento en el uso de servicios que demandan un mayor consumo de datos, como los servicios OTT y los juegos en tiempo real.

En 2020



12%

Tasa de crecimiento anual



58

Penetración por 100 hogares

Expectativas del Servicio Fijo de Acceso de Internet en México

Es importante reconocer que el servicio fijo que podría experimentar el mayor crecimiento será el de acceso a Internet. Lo anterior tiene que ver con la tendencia global en el consumo de datos y las características técnicas de la banda ancha fija (cobre, coaxial y fibra óptica, principalmente), que en comparación con las tecnologías móviles que se utilizan actualmente, 3G y 4G/LTE, las primeras alcanzan conexiones de mucha mayor velocidad y estabilidad que las móviles, razón por la cual se utilizan para transportes de datos que requieren alta capacidad. Por ejemplo, en agosto de 2019 la página speedtest.net⁴⁴ reportó que las velocidades globales promedio de bajada y subida para redes móviles era de 28.02Mbps y 10.87Mbps, respectivamente; en tanto que, para las redes fijas se registró una velocidad global promedio de bajada de 66.52Mbps y de subida de 35.09Mbps.

Por otro lado, de acuerdo con la ENDUTIH, en México hay 15.9 millones de hogares que disponen de Internet mediante conexión fija, lo que representa el 46%⁴⁵ del total de hogares de 2018.

Un elemento fundamental a considerar en el mercado de servicios fijos se refiere a la estrategia del Gobierno Federal para garantizar el pleno cumplimiento del derecho constitucional establecido por el artículo 6° de la Carta Magna, razón por la cual se otorgó la concesión única para uso público sin fines de lucro a CFE Telecomunicaciones e Internet para Todos, empresa productiva subsidiaria de la Comisión Federal de Electricidad. Lo anterior, con el objetivo de garantizar el derecho de acceso a las telecomunicaciones e Internet a la población que no cuenta con dicho servicio. Para cumplir con su objeto, CFE Telecomunicaciones e Internet para Todos pretende conformar una red de telecomunicaciones sin fines de lucro, contemplando las capacidades de la Red Nacional de Fibra Óptica, la infraestructura activa y pasiva de que disponga la CFE y, en su caso, el uso de tecnologías inalámbricas en las bandas de uso libre⁴⁶.



El **46%** de los hogares en México disponen de Internet mediante conexión fija

⁴⁴ SPEEDTEST (2019), *Speedtest Global Index*. Disponible en: <https://www.speedtest.net/global-index>

⁴⁵ Se refiere a los hogares que cuentan con conexión a Internet fija y fija o móvil. Véase: INEGI (2019), *Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares 2018*. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/programas/dutih/2018/>

⁴⁶ IFT (2019), *El IFT otorga concesión única para uso público a CFE Telecomunicaciones e Internet para Todos* (Comunicado 41/2019) 28 de agosto. Disponible en: <http://www.ift.org.mx/comunicacion-y-medios/comunicados-ift/es/el-ift-otorga-concesion-unica-para-uso-publico-cfe-telecomunicaciones-e-internet-para-todos>

Pronóstico de Líneas del Servicio Fijo de Telefonía

La serie histórica de las líneas del servicio fijo de telefonía muestra tasas de crecimiento variables a lo largo del periodo de 2013 a 2018 (ver Figura 4.1); sin embargo, la tendencia de crecimiento es positiva.

El comportamiento de las líneas del servicio fijo de telefonía está relacionado positivamente con el número de accesos del servicio fijo de Internet, debido al empaquetamiento de los servicios fijos: usualmente al contratar un acceso del servicio fijo de acceso de Internet se incluye una línea del servicio fijo de telefonía, lo que indirectamente estimula el crecimiento del servicio.

De acuerdo con el modelo utilizado, existe una relación positiva con el grado de adopción de los servicios inalámbricos (medido mediante el número de líneas del servicio móvil de telefonía). Esto es, los servicios fijo y móvil tienden a ser bienes complementarios, lo que es consistente con los resultados encontrados en los estudios de adopción de servicios inalámbricos en otros países⁴⁷.

Asimismo, existe una relación negativa con los precios de telefonía fija. Es decir, a medida que los precios disminuyen, se espera que las líneas se incrementen.

Figura 4.1 Pronóstico de Líneas del Servicio Fijo de Telefonía

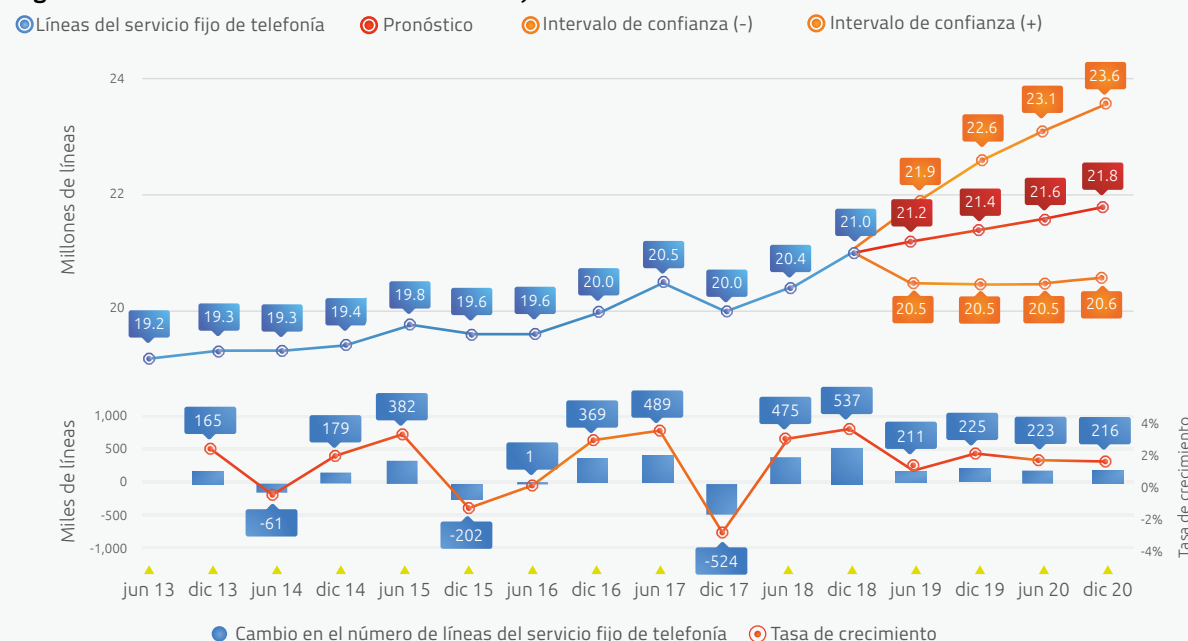
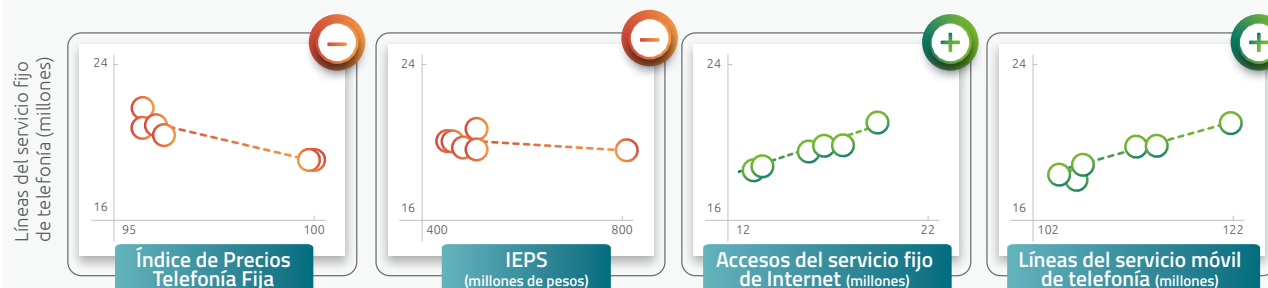


Figura 4.2 Relación Estadística de las Variables Explicativas



⁴⁷ Frank, L.D. (2004), *An analysis of the effect of the economic situation on modelling and forecasting the diffusion of wireless communications in Finland*. (Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S004016250200392X>)

Las líneas del servicio fijo de telefonía llegaron a los 20,962,615 al cierre de 2018 y se espera que éstas lleguen a 21,837,457 en 2020, lo que representaría una tasa de crecimiento del 4% en dicho periodo. Este crecimiento esperado puede deberse principalmente al incremento en la demanda de servicios fijos y móviles con los que regularmente se incluye una línea fija, aunque en una proporción menor que la experimentada en otros servicios.

En 2020



4%

Tasa de crecimiento anual



61

Penetración por 100 hogares

Expectativas del Servicio Fijo de Telefonía en México

El servicio de telefonía fija pasó de ser el principal negocio de los operadores tradicionales a convertirse en un servicio agregado. Principalmente por el uso de llamadas mediante aplicaciones o servicios OTT. Para 2017, el número de usuarios de Internet que declararon haber realizado alguna llamada mediante aplicaciones o servicios OTT fue de 44.8 millones de personas⁴⁸, mientras que para 2018 fue de 51.2 millones de personas de acuerdo con la ENDUTIH⁴⁹, por lo que se espera que el uso de aplicaciones o servicios OTT continúe creciendo.

El incremento marginal de las líneas del servicio fijo de telefonía se puede explicar por la tendencia a consumir servicios empaquetados. De acuerdo con los datos del Informe anual sobre los derechos, riesgos, intereses, preferencias, tendencias o patrones de consumo de los usuarios 2018 del IFT⁵⁰, la modalidad de contratación *doble play* del servicio fijo de telefonía y del servicio fijo de acceso a Internet fue la principal forma de contratación del servicio fijo de telefonía durante 2018, con el 48% del total de las contrataciones. Por su parte, la modalidad de contratación *doble play* de telefonía fija y televisión restringida no ha cambiado, manteniéndose en el 1%. Por último, la modalidad de contratación *triple play* presentó un aumento, pasando del 20% en 2017 al 26% en 2018.



Del total de contratos del servicio fijo de telefonía, el

48%

son contratos *doble play* (servicio de telefonía y del servicio fijo de Internet)



⁴⁸ Véase: INEGI (2018), *Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares 2017*. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/programas/dutih/2017/>

⁴⁹ Véase: INEGI (2019), *Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares 2018*. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/programas/dutih/2018/>

⁵⁰ IFT (2019), *Derechos, Riesgos, Intereses, Preferencias, Tendencias o Patrones de Consumo de los Usuarios*. Disponible en: http://www.ift.org.mx/sites/default/files/contenido/general/usuarios-y-audiencias/informea-nualacc_1.pdf

Pronóstico de Accesos del Servicio de Televisión Restringida

Los accesos del servicio de televisión restringida tuvieron una tasa de crecimiento anual promedio de 10.7% entre el 2013 y 2016. Sin embargo, durante el periodo de 2016-2018 el número de accesos se ha reducido 1.5%, debido probablemente al incremento en la oferta de contenidos audiovisuales vía *streaming* y al aumento de los precios. De acuerdo con el modelo elaborado, el crecimiento de la base de los accesos del servicio de televisión restringida está relacionado positivamente con el número de líneas del servicio fijo de telefonía y de los accesos del servicio fijo de Internet, debido al empaquetamiento de los servicios fijos.

También está relacionado con la asequibilidad del servicio; es decir, a medida que el ingreso de la población aumente (PIB *per cápita*) o los precios del servicio disminuyan (IPC Televisión Restringida) se esperaría que los accesos del servicio aumenten.

De acuerdo con las relaciones estadísticas identificadas en los diagramas de dispersión de la Figura 5.2 se puede ver que las suscripciones de servicios OTT inicialmente tenían una relación positiva con los accesos del servicio de televisión restringida, esto probablemente se deba a que en un inicio los servicios OTT se demandaban de manera complementaria por parte de los suscriptores de servicios fijos empaquetados que incluían televisión restringida y servicio fijo de acceso a Internet.

No obstante, esta tendencia se revirtió en enero de 2017 cuando los precios del servicio de TV restringida se incrementaron significativamente, reforzando un posible efecto sustitución entre ambos servicios.

Figura 5.1 Pronóstico de Accesos del Servicio de Televisión Restringida

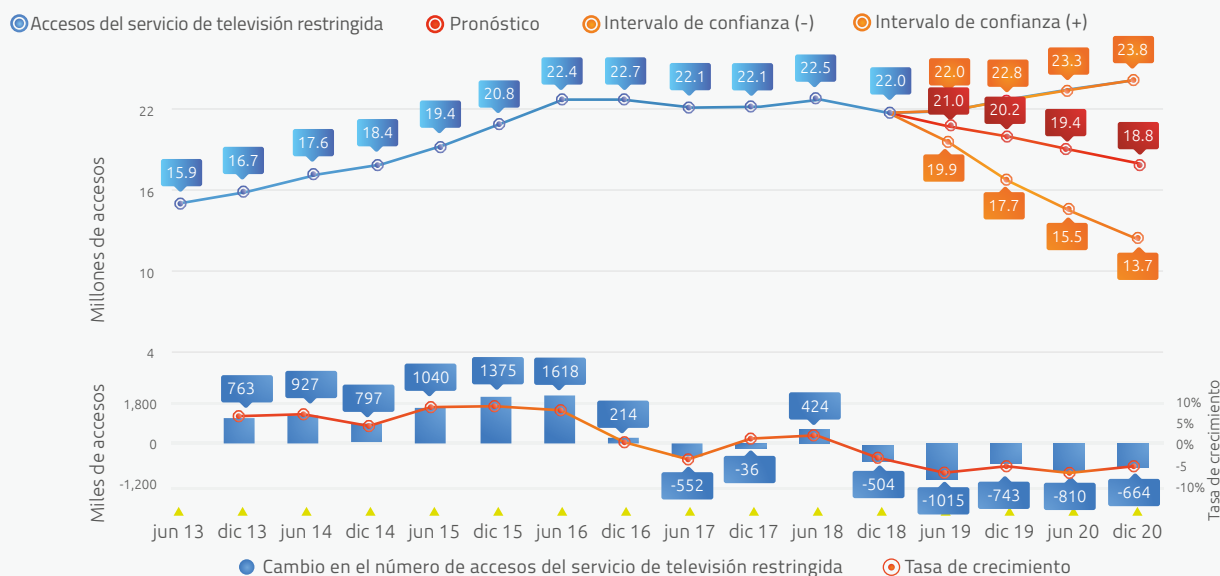
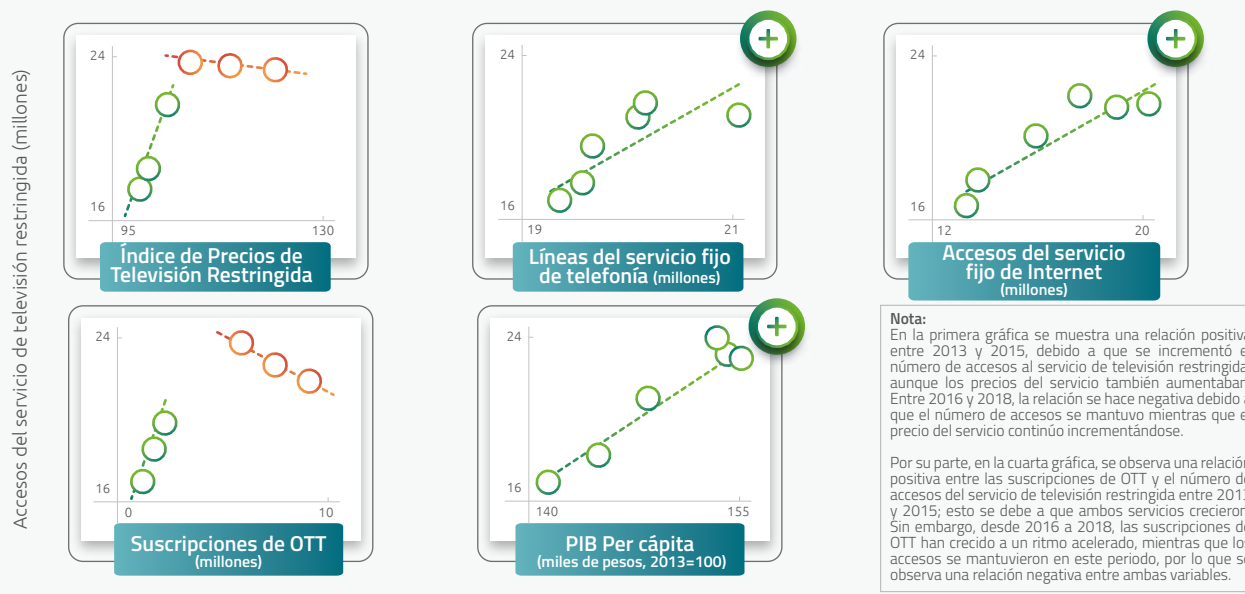


Figura 5.2 Relación Estadística de las Variables Explicativas





Los accesos del servicio de televisión restringida llegaron a los 21,982,899 al cierre de 2018. Se espera que este número se reduzca a 18,750,465 al cierre de 2020. Lo anterior representa una disminución del 15% en este periodo. Esta contracción probablemente se deba al incremento en los costos del servicio y a la creciente oferta de contenidos por parte de los OTTs de TV a la carta o *streaming* vía Internet. La tendencia puede cambiar a medida que los operadores del sector incluyan en sus ofertas servicios OTTs empaquetados propios y de terceros.

En 2020



Tasa de crecimiento anual



53

Penetración por 100 hogares

Expectativas del Servicio de Televisión Restringida en México

La reducción en el número de suscriptores de este servicio es un patrón que se está replicando en otros países. Por ejemplo, en EE.UU. se ha mostrado que cada minuto seis personas están abandonando sus suscripciones de TV restringida ("*cut the cord*"), explicado esencialmente por el precio relativo que guarda con respecto a otras alternativas en línea. El éxito de los modelos de negocio de los OTT se refleja en la creciente generación de contenidos a nivel internacional por parte de los principales agentes como Google, Amazon, Apple, Fox Inc., Netflix, entre otros. Sin embargo, la dispersión de los contenidos en diferentes plataformas representa una oportunidad para los operadores de TV restringida⁵¹, que para hacer frente a los OTT de TV a la carta o *streaming* vía Internet, han implementado estrategias que incluyen el lanzamiento de sus propias plataformas de video bajo demanda que se incluyen sin costo en la contratación del servicio de televisión restringida. Otra opción adicional ha sido incluir en sus ofertas comerciales servicios OTT de terceros ofreciendo la posibilidad de contar con diferentes OTTs en una única factura, lo que a su vez representa oportunidades para revertir la tendencia en el número de suscriptores y aumentar sus ingresos.

De acuerdo a datos de OVUM, los servicios empaquetados de televisión restringida con algún OTT representan cerca del 20% del total de las suscripciones a OTTs en América Latina, por lo que se espera que esta tendencia se consolide en el mercado mexicano⁵².

OTTs Cerca del **20%** del total de las suscripciones a OTTs en América Latina, se empaquetan junto con el servicio de televisión restringida.

⁵¹ Telesemana (2017), ¿Es la dispersión de servicios OTT de video una oportunidad para los operadores?. Disponible en: <https://www.telesemana.com/blog/2017/08/15/es-la-dispersion-de-servicios-ott-de-video-una-oportunidad-para-los-operadores/>

⁵² Ovum (2019), *Reinventing Pay TV for the 2020s*. Disponible en: <https://www.ovumkc.com/Products/Consumer-and-Entertainment-Services/Media-and-Entertainment/Reinventing-Pay-TV-for-the-2020s/Summary>

Servicios Fijos: Tendencias Globales

Las tendencias en cuanto al servicio fijo de telefonía prevén que las suscripciones a nivel global alcancen los 544 millones, lo que representa una CAGR negativa de 2.7%, de 2018 a 2023. Mientras que en América Latina y el Caribe se prevé que lleguen a 63.6 millones de suscripciones, lo que representa una CAGR negativa de 2.83%, en el mismo periodo. Esta tendencia hacia la baja se explica debido a que a nivel global el servicio móvil de telecomunicaciones ha cobrado mayor relevancia, en virtud de su capacidad y la facilidad de acceder a Internet y a servicios de voz, lo que ha sustituido el uso de la telefonía fija⁵³. En Europa Occidental, por ejemplo, se presenta una caída de los ingresos de los servicios de voz que son compensados con el crecimiento de los ingresos de los servicios de acceso fijo a Internet, los cuales son sostenidos por el despliegue a gran escala de redes de acceso con fibra óptica en la región, además de un crecimiento en el número de suscriptores de servicios fijos.⁵⁴

A nivel global, la consultoría OVUM estima que a finales de 2023 la base de suscriptores del servicio fijo de Internet alcanzará aproximadamente 1,234 millones lo que representa una CAGR de 3% desde 2018, de los cuales América Latina y el Caribe acapararán aproximadamente el 7.8% del total. La penetración a nivel global se estima en 58.5% de los hogares, mientras que en América Latina se espera una penetración de 47.2%⁵⁵.

Respecto del servicio de televisión restringida a nivel global se observa una desaceleración. En mercados maduros con alta penetración del servicio, la tendencia apunta hacia un crecimiento marginal, seguido de estancamiento y en algunos casos disminución, mientras que en mercados con baja penetración se esperan crecimientos marginales⁵⁶. En Estados Unidos, donde se encuentra el mercado más grande de televisión restringida, los principales operadores que representan el 93% del mercado de televisión restringida, perdieron aproximadamente 1,530,000 suscriptores para el segundo trimestre de 2019⁵⁷. Mientras que el contenido en *streaming* se ha convertido rápidamente en el preferido de las personas: 69% declara tener al menos una suscripción para ver contenido en *streaming* y 65% cuenta con una suscripción de TV restringida⁵⁸.

⁵³ Ovum (2019), *Consumer Fixed Voice Subscription and Revenue Forecast: 2018-2023*. Consultado en agosto de 2019.

⁵⁴ Etno (2019), *The State of Digital Communications 2019*. Pág. (30). Disponible en: https://etno.eu/datas/publications/annual-reports/ETNO%20Annual%20Economic%20Report%202019%20final%20web.pdf?bcsi_scan_95c8aec8c177a0e8=0&bcsi_scan_filename=ETNO%20Annual%20Economic%20Report%202019%20final%20web.pdf

⁵⁵ Ovum (2019), *Wbis World Broadband Information Service*. Consultado en agosto de 2019.

⁵⁶ Ovum (2018), *Integrated Connectivity: Trends in Telecoms and Media Services*. Disponible en: <https://www.ovumkc.com/ovumconversion/export/pdf/8127722>

⁵⁷ LRG Leichtman Research Group (2019), *Major Pay-TV Providers Lost About 1,530,000 Subscribers in 2Q 2019*. Disponible en: <https://www.leichtmanresearch.com/major-pay-tv-providers-lost-about-1530000-subscribers-in-2q-2019/>

⁵⁸ Deloitte (2019), *Digital media trends survey, 13th edition*. Disponible en: <https://www2.deloitte.com/insights/us/en/industry/technology/digital-media-trends-consumption-habits-survey/summary.html>



Convergencia Tecnológica

La convergencia tecnológica ha permitido que se ofrezcan diversos servicios en tiempo real (voz, video, mensajería instantánea) a través de plataformas únicas que usan el protocolo de Internet (*Internet Protocol*, IP).

La digitalización de las redes permitió el desarrollo de servicios de voz sobre IP (VoIP) y a pesar de que los consumidores residenciales han tenido una disminución de accesos al servicio fijo de telefonía, hay un fuerte crecimiento en VoIP (29.8% del mercado de voz fija para 2022) y seguirá existiendo demanda del sector empresarial, que constituirá el 31.2% del mercado para 2022⁵⁹. En este sentido, la migración hacia redes de nueva generación constituye un elemento fundamental para lograr la convergencia de redes y servicios⁶⁰.



Ventaja de la banda ancha fija

Las redes móviles tienen ventajas comparadas con las redes fijas: (i) flexibilidad de uso; (ii) conveniencia, y (iii) disponibilidad. No obstante, las redes fijas siguen siendo ideales para enviar grandes volúmenes de datos debido a que son redes más estables y la transmisión tiene mayor velocidad⁶¹. En este sentido, los estudios recientes consideran que las redes de banda ancha fija seguirán siendo importantes en el futuro, especialmente para empresas y consumidores con altos consumos de datos.

No obstante, debido a las velocidades de conexión por encima de los 100 Mbps a 1Gbps, LTE y 5G tienen un grado de sustitución considerable respecto a la infraestructura de cobre y cable coaxial.

En este sentido, se considera relevante que para futuros pronósticos se considere a mayor detalle el análisis de las tecnologías alámbricas e inalámbricas para valorar con mayor detalle los efectos de la tecnología en la adopción de los servicios fijos y móviles.



Servicio Over The Top (OTT)

Actualmente, con la llegada de los servicios *Over The Top* (OTT), los cuales ofrecen aplicaciones y contenido en Internet, los operadores de telecomunicaciones pueden enfrentarse a una disminución de su base de usuarios. Por ejemplo, en Europa es probable que el número cada vez mayor de servicios de video OTT afecte negativamente a los servicios de TV restringida de los operadores. La calidad y cantidad de contenido OTT combinado con bajos costos reducirá la capacidad de los operadores para hacer crecer sus carteras de servicios, lo que hace probable que los operadores se alejen de sus propios servicios de contenido a favor de la distribución de canales para los servicios OTT⁶².



Empaquetamiento y nuevos modelos de negocio

Los operadores tradicionales continúan transformando sus modelos de negocio. Para ayudar a minimizar la rotación en las bases de sus clientes han implementado estrategias, ofreciendo productos con valor agregado y programas de lealtad.

Los operadores tradicionales de redes fijas alrededor del mundo proponen soluciones comerciales para evitar efectos negativos en su base total de suscriptores o accesos derivado del auge de los servicios OTT. La solución comercial que también está presente en México consiste en ofertas empaquetadas esbeltas (*skinny bundling*) o en su caso desarrollando sus propios servicios OTT (*Pay-TV OTT*). Se espera que estas alianzas entre proveedores de servicios tradicionales y OTTs se expandan, profundicen y evolucionen⁶³.

⁵⁹ Ovum (2018), *Integrated Connectivity: Trends in Telecoms and Media Services*. Disponible en: <https://www.ovumkc.com/ovumconversion/export/pdf/8127722>

⁶⁰ CRC (2007), *Estudio Integral de Redes de Nueva Generación y Convergencia* Comisión de Regulación de Telecomunicaciones. Disponible en: https://www.crcm.gov.co/recursos_user/Actividades%20Regulatorias/regulacion_redes/NGN-EstudiosIntegral_DA.pdf

⁶¹ Etno (2019), *The State of Digital Communications 2019*. Pág. (37). Disponible en: https://etno.eu/datas/publications/annual-reports/ETNO%20Annual%20Economic%20Report%202019%20final%20web.pdf?bcsi_scan_95c8aec8c177a0e8=0&bcsi_scan_filename=ETNO%20Annual%20Economic%20Report%202019%20final%20web.pdf

⁶² Etno (2019), *The State of Digital Communications 2019*. Pág. (37). Disponible en: https://etno.eu/datas/publications/annual-reports/ETNO%20Annual%20Economic%20Report%202019%20final%20web.pdf?bcsi_scan_95c8aec8c177a0e8=0&bcsi_scan_filename=ETNO%20Annual%20Economic%20Report%202019%20final%20web.pdf

⁶³ Ovum (2018), *2019 Trends to Watch: Pay-TV and Telco-TV Operator Strategies*. Disponible en: <https://www.ovumkc.com/Products/Consumer-and-Entertainment-Services/Media-and-Entertainment/2019-Trends-to-Watch-Pay-TV-and-Telco-TV-Operator-Strategies/Summary>

Comparativo de los pronósticos respecto a otras consultorías especializadas

Líneas del servicio móvil de acceso a Internet

Agencia o Institución	Pronóstico al cierre de 2020	Variación en el número de líneas 2018 - 2020	Variación porcentual 2018 - 2020
GSMA	77,392,517	-10,893,233	-12.3%
OVUM	110,091,214	21,805,474	24.7%
IFT Pronóstico	98,762,563	10,476,823	11.9%

Líneas del servicio móvil de telefonía

Agencia o Institución	Pronóstico al cierre de 2020	Variación en el número de líneas 2018 - 2020	Variación porcentual 2018 - 2020
Global Data	133,449,525	13,281,111	11.1%
GSMA	128,921,316	8,752,902	7.3%
OVUM	123,042,450	2,874,036	2.4%
IFT Pronóstico	123,447,303	3,278,889	2.7%

Accesos del servicio fijo de Internet

Agencia o Institución	Pronóstico al cierre de 2020	Variación en el número de accesos 2018 - 2020	Variación porcentual 2018 - 2020
Global Data	22,364,967	3,886,879	21.0%
GSMA	23,097,223	4,619,135	25.0%
OVUM	20,011,030	1,532,942	8.3%
IFT Pronóstico	20,739,782	2,261,694	12.2%

Líneas del servicio fijo de telefonía

Agencia o Institución	Pronóstico al cierre de 2020	Variación en el número de líneas 2018 - 2020	Variación porcentual 2018 - 2020
Global Data	21,345,778	383,163	1.8%
GSMA	21,898,859	936,244	4.5%
OVUM	20,949,313	-13,302	-0.1%
IFT Pronóstico	21,837,457	874,842	4.2%

Accesos del servicio de televisión restringida

Agencia o Institución	Pronóstico al cierre de 2020	Variación en el número de accesos 2018 - 2020	Variación porcentual 2018 - 2020
Global data	20,385,839	-1,597,060	-7.3%
GSMA	23,097,223	1,114,324	5.1%
IFT Pronóstico	18,750,465	-3,232,434	-14.7%

Fuentes: Global Data (2019), *Tech Telecoms Market Data Explorer*. Consultado en agosto de 2019.

GSMA (2019), *Fixed voice, broadband and TV forecasts, 2010-2025* y GSMA (2019), *GSMA Intelligence*. Consultado en agosto de 2019.

OVUM (2019), *Ovum-Forecaster*. Consultado en agosto de 2019.

Los pronósticos y declaraciones de carácter predictivo presentados en este informe fueron realizados con base en supuestos y expectativas que dependen de la información pública disponible respecto a las tendencias, circunstancias, operadores en el mercado y otras variables. En virtud de lo anterior, los resultados aquí presentados se consideran de carácter informativo y podrían ser ajustados en función de cambios inesperados y fuera del control del Instituto.

Los pronósticos de consultorías especializadas se presentan en este documento a fin de conformar puntos de referencia que permitan al lector comparar los resultados obtenidos por la Coordinación General de Planeación Estratégica. Se trata de referentes para el público en general que enriquecen el conocimiento sobre las tendencias que seguirán las líneas y accesos de los servicios de telecomunicaciones. La publicación de estos referentes respeta los términos de uso y reproducción de las consultoras ©GSMA Intelligence 2019, ©Global data y ©OVUM. En caso de usar la información, deberá de considerar los términos de uso y reproducción de las fuentes citadas.

ANEXOS



Anexo I. Metodología

¿Por qué y cómo realizar pronósticos?

El análisis económico de los servicios de telecomunicaciones desde su enfoque normativo y positivo establece relaciones teóricas y reglas de comportamiento que la literatura ha venido comprobando empíricamente. Como se verá más adelante en la sección de Revisión de la Literatura, las relaciones empíricas comprobadas permiten realizar predicciones y pronósticos con el fin de analizar los fenómenos económicos con la mayor precisión posible.

La elaboración de pronósticos ayuda a explicar los movimientos económicos en los mercados, esto es esencial para la formulación de políticas, planeación de estrategias, proyectos de inversión, modelos de negocio o evaluación de cambios estructurales. En este ámbito, los pronósticos son herramientas esenciales.

Por ejemplo, a nivel macroeconómico, los gobiernos, organizaciones y empresas pronostican rutinariamente las principales variables económicas del país, como el Producto Interno Bruto (PIB), el desempleo, el consumo, la inversión, el nivel de precios y las tasas de interés. Dichos pronósticos son utilizados por los gobiernos para orientar la política monetaria y fiscal, las empresas los utilizan para la planeación estratégica y la prevención en las fluctuaciones de variables tales como los salarios, el tipo de cambio, nivel de empleo, etc.⁶⁴

En el caso de las telecomunicaciones, los pronósticos son útiles como un indicio y referencia sobre las expectativas del sector para efectos de proveer un elemento de información formal para la toma de decisiones tanto para los operadores como para la autoridad en la materia.

La ITU (*International Telecommunications Union*) elaboró y publicó en 2018, el "*Measuring the Information Society Report 2018*"⁶⁵ donde presenta estimaciones de los principales indicadores del sector de telecomunicaciones de los 193 países miembros: suscripciones de telefonía móvil y telefonía fija, personas que utilizan Internet, suscripciones de banda ancha fija, y suscripciones activas de banda ancha móvil. Lo anterior, en un ejercicio para proporcionar información sobre las tendencias globales en el acceso y uso de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), basadas en los datos recopilados por la ITU de sus Estados miembros.

Es en este sentido que la CGPE se ha dado a la tarea de realizar un primer ejercicio de pronósticos donde se parte de la premisa de que un análisis de esta naturaleza obliga al análisis más profundo de los factores que determinan las fluctuaciones y la tendencia de las variables básicas, tomando en cuenta que los pronósticos cuentan con un periodo de manera explícita y, a menudo, su construcción implica utilizar variables dependientes retrasadas y perturbaciones que se correlacionan con sus valores pasados para obtener resultados sobre el futuro⁶⁶.

⁶⁴ Diebold, F. (2006), *Elements of Forecasting*. Página (23).

⁶⁵ Disponible en: <https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/publications/misr2018/MISR-2018-Vol-1-E.pdf>

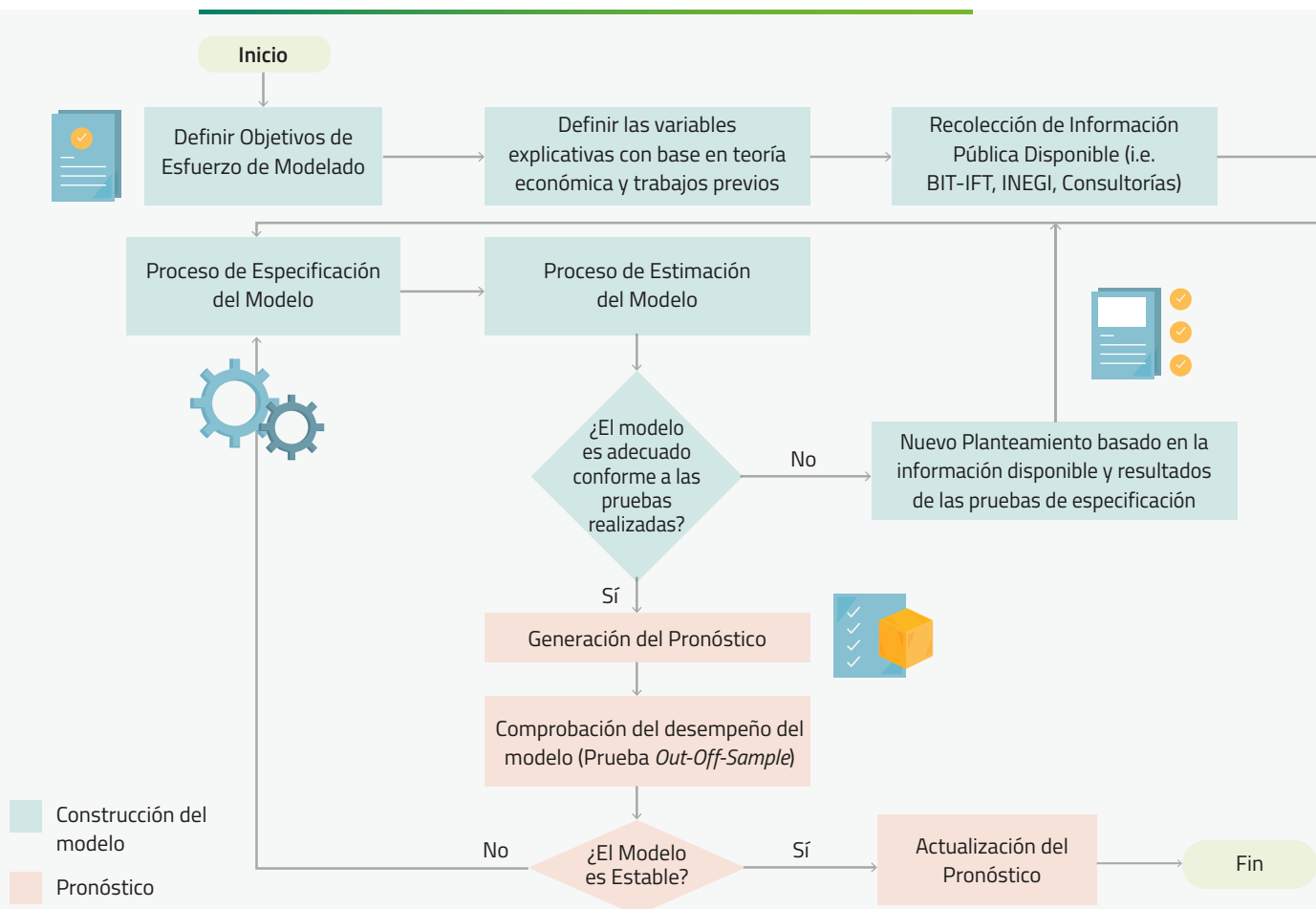
⁶⁶ Greene, W. (2012), *Econometric Analysis*. Página (80)

Para que un pronóstico sea exitoso, debe de tomar en consideración: el propósito del pronóstico y como será utilizado; las dinámicas y componentes del modelo para los cuales se realizará el pronóstico; las variables que pueden afectarlo; la disponibilidad de los datos; y los cambios significativos de los componentes del modelo⁶⁷.

Es importante señalar que cualquier proyección que utilice modelos econométricos para su estimación considera un error estándar en torno al valor proyectado, este valor va aumentando mientras más hacia el futuro se realiza la proyección, por lo que los intervalos de confianza son más amplios, en especial, al final del periodo de proyección⁶⁸.

Para la realización de los pronósticos con modelos econométricos, se recomienda tener un modelo simple, utilizar toda la información que se pueda obtener. Todo ello con base en la teoría económica como guía y disciplina para seleccionar las variables causales⁶⁹.

A continuación, se realiza una descripción general sobre el procedimiento utilizado por la CGPE para la elaboración de los pronósticos:



⁶⁷ Chambers, C., Mullick, S. y Smith, D. (1971), *How to Choose the Right Forecasting Technique*. Harvard Business Review. Disponible en: <https://hbr.org/1971/07/how-to-choose-the-right-forecasting-technique>

⁶⁸ Gómez-Lobo, A., Rau, T. y Krell, R. (2008), *Estimación de la demanda por telefonía móvil y una proyección para el periodo 2009-2013*. Chile: Departamento de Economía de Universidad de Chile. Página (42). Disponible en: https://www.subtel.gob.cl/images/stories/articles/procesos/tarifarios/asocfile/estimacion_demanda.pdf

⁶⁹ Allen, G. y Fildes, R. (2001), *Econometric Forecasting*. En Armstrong, J. ed (2001), *Principles of Forecasting. A handbook for researchers and practitioners*. Página (303). Disponible en: <https://www.gwern.net/docs/predictions/2001-armstrong-principlesforecasting.pdf>

1. Definir objetivos del esfuerzo de modelado⁷⁰

Si se busca analizar políticas o estrategias, se deben de realizar pronósticos con algunas variables de control; en cambio, si sólo se busca realizar pronósticos, se deben incluir variables explicativas adecuadas para el pronóstico.

2. Definición de variables con base a la teoría económica y trabajos previos⁷¹

Considerar todas las variables causales importantes con base a la teoría o investigación empírica, incluyendo, variables de difícil medición o *proxy*. En esta etapa, se debe experimentar con distintos rezagos o variables que estén relacionadas.

Se identifican cuatro condiciones necesarias para incluir variables en un modelo⁷²:

- Una fuerte relación causal esperada (significancia económica);
- La relación causal puede ser estimada;
- Las variables causales cambian sustancialmente en el tiempo; y
- El cambio en la variable causal puede ser pronosticado.

3. Recolección de información⁷³

En general, se aconseja tener series de tiempo lo más largas posible, pero existen algunos argumentos en contra, por ejemplo, se sugiere que las series de tiempo cortas tienen mejor ajuste por las observaciones más recientes. Sin embargo, la utilización de series cortas de información reduce la posibilidad de tener un modelo ajustado que muestre cambios estructurales.

4. Una especificación inicial del modelo⁷⁴

La especificación consiste en explicar detalladamente un conjunto de variables en una ecuación y la forma funcional en este punto se consideran transformaciones de la información en logaritmos o diferencias. Para el caso de las series de tiempo, se debe decidir el número de rezagos en cada variable para cada ecuación, de la misma manera, para un sistema multi-ecuacional, las variables presentes en cada ecuación usualmente tienen una base teórica.

Para especificar un modelo preliminar se debe de tomar en cuenta todo el trabajo previo, tanto el trabajo econométrico como el no econométrico. Comúnmente los investigadores inician con una especificación basada en la teoría, ésta proporciona indicios sobre cómo será la forma funcional de la ecuación y sobre la dinámica de la misma o de las variables que se utilizarán, y una aproximación de lo particular a lo general beneficia la parsimonia, al menos en un punto inicial.

⁷⁰ Ídem. Página (309-310).

⁷¹ Ídem. Página (310).

⁷² Armstrong, D. (1985), *Long-Range Forecasting From Crystal Ball to Computer*. Página (196-197) citado en Allen, G. y Fildes, R. (2001), *Econometric Forecasting*. En Armstrong, J. ed (2001), *Principles of Forecasting. A handbook for researchers and practitioners*. Página (310). Disponible en: <https://www.gwern.net/docs/predictions/2001-armstrong-principlesforecasting.pdf>

⁷³ Allen, G. y Fildes, R. (2001), *Econometric Forecasting*. En Armstrong, J. ed (2001), *Principles of Forecasting. A handbook for researchers and practitioners*. Página (312). Disponible en: <https://www.gwern.net/docs/predictions/2001-armstrong-principlesforecasting.pdf>

⁷⁴ Ídem. Página (312-319).

Cuando se realizan los pronósticos, inicialmente se deben de estimar con parámetros “fijos”, esto se refiere a variables que se encuentran ligadas a la variable dependiente y que permanecerán en las estimaciones, esto ayuda a tener un mejor entendimiento de las causas estructurales, cuáles son mejores para realizar pronósticos y cuáles son esenciales para el análisis de política.

5. Estimación del modelo⁷⁵

Para la estimación de los modelos, se recomienda utilizar sólo una ecuación para hacer pronósticos, en lugar de un sistema de ecuaciones. Lo anterior debido a la disponibilidad de la información de las variables identificadas como causales y comenzar a estimar las ecuaciones en niveles, no en primeras diferencias.

La transformación de ciertas variables puede llevar a una pérdida de información acerca de las relaciones de largo plazo, la cual puede afectar la precisión de los pronósticos, especialmente para horizontes de tiempo largos.

6. Evaluación de la exactitud del modelo mediante pruebas de especificación⁷⁶

Los modelos estimados son sujetos a pruebas de especificación a efectos de determinar si se trata de especificaciones erróneas, lo que significa que el modelo no es adecuado para la información utilizada. El resultado de estos modelos resulta en predicciones con algún sesgo, estimaciones de los errores con valores altos y que no captan las regularidades de la información.

Existen pruebas para corroborar la correcta especificación de los modelos; por ejemplo, en los modelos de pronósticos se realizan simulaciones cambiando el tamaño de la muestra; se examinan los histogramas y gráficos de los residuales; se detectan valores atípicos que pueden afectar a los pronósticos. Cuando se detecta heterocedasticidad, se modelan las series de tiempo con modelos Autoregresivos con Heterocedasticidad Condicional (ARCH, por sus siglas en inglés) y se realizan pruebas de autocorrelación de los residuales.

7. Simplificar el modelo lo más posible empleando pruebas de especificación⁷⁷

En el caso de que el modelo sea evaluado y no se encuentre una especificación correcta, es necesario simplificarlo en la medida de lo posible. Por ejemplo, realizando una reducción de los rezagos de cada variable en cada ecuación.

Otros modelos simplificados son los modelos de corrección de error (ECM, por sus siglas en inglés). Los cuales se basan en un modelo simple donde se prueba la tasa de máxima verosimilitud para ver si las restricciones del parámetro son aceptables, también se hace esta misma prueba en los errores para ver si son estacionarios.

La prueba de raíz unitaria proporciona información adicional acerca de la naturaleza de la serie de tiempo que puede ser de ayuda en la especificación del modelo, sobre todo si la variable se estima en niveles o en diferencias. También se puede realizar una prueba de co-integración para saber si un grupo de variables tienen raíz unitaria y pueden tener un grado de co-integración.

⁷⁵ Ídem, Página (319-325).

⁷⁶ Ídem, Página (325-327).

⁷⁷ Ídem, Página (333-339).

8. Comparar el desempeño del modelo final con una prueba *out-of-sample* u otros modelos⁷⁸

Para verificar la precisión del modelo, se pueden realizar pruebas *out-of-sample*, en esta prueba se disminuye el tamaño de la muestra para estimar o probar el modelo, generalmente las últimas observaciones de la variable de interés, lo que se pone a prueba es la precisión relativa del modelo para pronosticar los valores reales de la variable.

En lo que respecta al sector de las telecomunicaciones, la ITU tiene una serie de recomendaciones para la estimación del tráfico internacional de telecomunicaciones y que vale la pena retomar aquí. En ella se menciona que la base de datos para los pronósticos no solo debe contener variables de tráfico y de llamadas, sino también variables económicas, sociales y demográficas que son de importancia para los pronósticos⁷⁹. Esta recomendación fue retomada por la CGPE para la elaboración de los pronósticos.

Revisión de la literatura

En la literatura se pueden encontrar diversos trabajos e investigaciones sobre los pronósticos de los servicios de telecomunicaciones, esto mediante la utilización de diversas técnicas y metodologías econométricas, estimaciones, fuentes de información y diferentes periodos, con el fin de encontrar los determinantes del mercado y su pronóstico. A continuación, se presentarán algunos trabajos de investigación que fueron una referencia importante para la construcción de los modelos presentados en este documento.

Los trabajos académicos que se mostrarán a continuación buscan encontrar los determinantes del mercado de telefonía móvil, el impacto en el desarrollo de los países del sector de telecomunicaciones, los determinantes del tráfico internacional de los servicios fijos y el tipo de causalidad que tienen las telecomunicaciones en el producto.

En la investigación de Gómez-Lobo, Rau y Krell (2008)⁸⁰ se plantea un modelo parsimonioso sobre los determinantes de la penetración de telefonía móvil y los tráficos asociados en Chile. El modelo estimado mediante una especificación de Mínimos Cuadrados en Tres Etapas, considera la relación que existe entre las suscripciones de prepago, pospago y los flujos de tráfico, adicionalmente, plantea que el tráfico promedio por suscripción está inversamente relacionado con la tasa de penetración, de los precios de telefonía fija, índices de precios al consumidor y el índice mensual de actividad económica.

Finalmente, concluyen que el nivel de actividad económica tiene un efecto positivo en la penetración de las suscripciones tanto de prepago y pospago, también que un mayor nivel de ingresos aumenta la demanda por servicios de telecomunicaciones y que el precio promedio de la telefonía fija afecta la demanda de telefonía móvil, debido a que un aumento en el precio de telefonía fija aumenta la penetración de la telefonía móvil.

⁷⁸ Ídem, Página (308).

⁷⁹ ITU (2007), *Series E: Overall Network Operation, Telephone Service, Service Operation and Human Factors. Traffic engineering – Forecasting of traffic. Forecasting International Traffic*. Página (1). Disponible en: https://www.itu.int/rec/dologin_pub.asp?lang=e&id=T-REC-E.506-198811-S!!PDF-E&type=items

⁸⁰ Gómez-Lobo, A., Rau, T. y Krell, R. (2008), *Estimación de la demanda por telefonía móvil y una proyección para el periodo 2009-2013*. Chile: Departamento de Economía de Universidad de Chile, disponible en: https://www.subtel.gob.cl/images/stories/articles/procesostarifarios/asocfile/estimacion_demanda.pdf

En el estudio de Gruber *et al.* (2011)⁸¹ se estima el impacto en el crecimiento del PIB de las telecomunicaciones mediante modelos basados en la función de producción con datos de 192 países para el periodo de 1990 a 2007. Para ello, realizan estimaciones con modelos de efectos fijos, variables instrumentales, mínimos cuadrados de tres etapas para cuatro enfoques diferentes:

1. En la función agregada se relaciona el PIB con las variables de stock de capital, trabajo, líneas de telefonía móvil y líneas de telefonía fija.
2. Para la demanda de infraestructura móvil, la penetración de telefonía móvil se relaciona con el PIB *per cápita*, el precio estándar por conexión a la red, el porcentaje de población en áreas densamente pobladas y la penetración de telefonía fija.
3. Para la oferta de infraestructura móvil, los ingresos de telefonía móvil se relacionan con el precio estándar por conexión a la red, la urbanización y los niveles de ingreso.
4. Para la función de producción de infraestructura móvil, la penetración de telefonía móvil depende de los ingresos de telefonía móvil.

Para intentar capturar los efectos en la masa crítica y su impacto en el crecimiento económico, relacionan el PIB con el stock de capital, trabajo, tres variables *dummy* para agrupar a los países según su nivel de penetración de telefonía móvil (alto, medio y bajo) y las líneas de telefonía fija.

De manera general, las variables que tienen un impacto positivo en el crecimiento económico son el stock de capital, trabajo, líneas móviles, la penetración de telefonía móvil, la penetración de telefonía fija, la urbanización y los ingresos de telefonía móvil. En tanto, las variables con impacto negativo son las líneas de telefonía fija y los precios por la conexión a la red móvil. En cuanto a los efectos en la masa crítica, se encontró que en los países donde se tiene una penetración alta se tienen retornos en el crecimiento económico, sobre todo, en países en desarrollo, donde se registró un mayor impacto.

En el trabajo de Dutta (2001)⁸², se aplica el test de causalidad de Granger sobre la causalidad de los niveles de infraestructura en telecomunicaciones a las actividades económicas. Para ello, utiliza información de 30 países de 1970 a 1993 para las siguientes variables: teléfonos por cada 100 habitantes, total de números de teléfono, PIB *per cápita* y total de PIB.

Sus resultados muestran que existe una relación de causalidad débil entre los niveles de actividad económica y la infraestructura de telecomunicaciones y se repite el patrón de causalidad entre los países industrializados y en desarrollo.

En el estudio de Arvidsson, A. *et al.* (2005)⁸³ se realiza una estimación del tráfico de voz de celulares en tres países: China, Italia y Suecia de 1994 a 2003. Para ello utilizan como variables el tráfico mensual en minutos (MOU, por sus siglas en inglés), el PIB *per cápita*, el nivel de precios y el efecto de la penetración en el mercado. Para estas estimaciones utilizaron modelos de mínimos cuadrados ordinarios en logaritmos con el fin de obtener las elasticidades y de pronosticar el tráfico e identificar algunas variables cruciales que puedan ser utilizadas para predecir el volumen de tráfico en distintos mercados.

⁸¹ Gruber, H. et al (2011), *Mobile telecommunications and the impact on economic development*. Economic Policy, Vol. 26, No. 67.

⁸² Dutta, A. (2001), *Telecommunications and economic activity: and analysis of Granger causality*. Journal of Management Information Systems, Vol. 17, No.4.

⁸³ Arvidsson, A., Hederstierna, A. y Hellmer, S. (2005), *Forecasting Cellular Mobile Traffic: An Econometric Approach*. ITC19 / Performance Challenge for Efficient Next Generation Networks. Disponible en: https://itc-conference.org/_Resources/Persistent/5e0211a6c4fc3a6a5a72676754d7db0a35d831a8/arvidsson05.pdf

En la investigación de Paleologos y Pomelis (2013)⁸⁴ se buscó una relación entre las inversiones de telecomunicación y la regulación, evaluando si el crecimiento económico es afectado por el tipo de regulación en los países de la OCDE para el periodo de 1988 a 2010, para ello realizan estimaciones dinámicas de datos de panel. Los autores encuentran una relación significativa entre las inversiones de telecomunicaciones y tener un marco regulatorio, adicionalmente, encuentran que la privatización tiene un efecto positivo, lo que denota que la política de privatización de las telecomunicaciones incrementó la inversión *per cápita*. Adicionalmente, los autores concluyen que contar con un marco regulatorio en el sector de telecomunicaciones afecta el crecimiento económico, los autores mencionan que una mejor regulación en telecomunicaciones está asociada al desempeño de la economía en su conjunto.

Por último, en el trabajo de Tran, *et al.* (2019)⁸⁵ se realizan estimaciones del tráfico de redes celulares para voz y datos utilizando métodos de suavizamiento exponencial simple, doble y el método de *Holt-Winters*. Para ello recabaron información de distintos periodos en la ciudad de Hanoi, Vietnam y realizaron pronósticos de tráfico e hicieron comparaciones entre los modelos resultantes. Encontraron que el modelo de *Holt-Winters* multiplicativo es el que mejor modelo de pronóstico para el tráfico celular, debido a que los datos estimados son muy cercanos a las series originales.

Metodologías para la elaboración de pronósticos

Para la elaboración de pronósticos mediante modelos econométricos se hace uso de series de tiempo, esto cuando se dispone de información y cuando las relaciones y tendencias son claras y relativamente estables⁸⁶.

Es importante tener en cuenta los cambios que pueden suceder en el comportamiento de las variables en el tiempo. Por ello, es recomendable realizar pronósticos de corto plazo. Las mejores predicciones se realizan para uno o dos periodos, dependiendo la unidad de tiempo que se elija, esto debido a que los errores se acumulan y la estructura del sistema cambia con rapidez por lo que el modelo puede perder vigencia⁸⁷.

Una característica importante de las series de tiempo es que el término de error aleatorio deben ser ruido blanco; es decir, un proceso que tiene una media igual a cero, una varianza constante y no está serialmente correlacionado⁸⁸. La posibilidad de una serie de tiempo para ser pronosticada depende de la regularidad de la información, si la serie de tiempo es irregular, lograr un buen nivel de precisión en el pronóstico es difícil⁸⁹. Además, se pueden dar errores de estimación por imprecisiones o limitaciones en la especificación; sin embargo, se pueden reducir minimizando los errores tipo I y tipo II, eligiendo un modelo que se ajuste mejor a la información disponible⁹⁰.

⁸⁴ Paleologos, J. y Polemis, M. (2013), *What drives investment in the telecommunications sector? Some lessons from the OECD countries*. Economic Modelling. Disponible en: https://www.unipi.gr/unipi/images/various/akad_tmim/oikon_epist/J.16_Economic_Modelling.pdf

⁸⁵ Tran, Q., Li, T. y Trinh, Q. (2019), *Cellular network traffic prediction using exponential smoothing Methods*. Journal of Information and Communication Technology. Disponible en: <http://www.jict.uum.edu.my/images/vol18no1jan19/1-18.pdf>

⁸⁶ Chambers, C., Mullick, S. y Smith, D. (1971), *How to Choose the Right Forecasting Technique*. Harvard Business Review. Disponible en: <https://hbr.org/1971/07/how-to-choose-the-right-forecasting-technique>

⁸⁷ Montenegro, A. (2011). *Análisis de series de tiempo*. Página (165).

⁸⁸ Gujarati, D. (2010), *Econometría*. Página (741)

⁸⁹ Nalawade, N. y Pawar, M. (2015), *Forecasting Telecommunications Data with Autoregressive Integrated Moving Average Models*. International Journal of Engineering Research and General Science, Volume 3, Issue 5. Página (239). Disponible en: <http://oaji.net/pdf.html?n=2015/786-1445954266.pdf>

⁹⁰ Montenegro, A. (2010). *Análisis de series de tiempo*. Página (173).

En la elaboración de pronósticos, comúnmente, si se desea obtener un pronóstico de un periodo inmediato, se pueden estimar los parámetros mediante Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO). Sin embargo, si se agregan más rezagos en el componente autorregresivo (AR) o de media móvil (MA), se pierden observaciones al principio de la muestra, por lo que se puede perder información valiosa de la serie de tiempo que se trata de modelar.

Otra técnica de estimación son los modelos ARMA (p, q) donde la variable dependiente tiene procesos AR y de MA al mismo tiempo⁹¹. Sin embargo, los problemas que se pueden presentar con los modelos ARMA son: modelos sobreparametrizados que muestran que el modelo es ruido blanco; modelos estacionarios que dependen del futuro y modelos de promedio móvil que no son únicos⁹².

Los modelos ARIMA (autorregresivo de promedio móvil integrado) son un derivado del modelo ARMA, el cual incluye la diferenciación de la serie con el objeto de convertirla en estacionaria. En un ARIMA (p, d, q), d es igual al número de veces en que fue diferenciada la serie; para recuperar la serie original se deben integrar las variaciones que surgen por el proceso de diferenciación⁹³. Los modelos ARIMA son útiles para las series cuyos datos muestran tendencia, aunque también podría usarse para aquellas que no presentarán siempre que $d \neq 0$.

Cuando las series son estacionarias se puede utilizar la técnica Box-Jenkins⁹⁴ con el objetivo de identificar y estimar un modelo estadístico que se interprete como generador de los datos muestrales del cual debe suponerse que sus características son constantes a través del tiempo y, en particular, en periodos futuros⁹⁵.

Otro tipo de modelos son las redes neuronales artificiales, que consisten en modelos computacionales que se conforman por un conjunto de unidades de cómputo, las cuales están conectadas entre ellas de múltiples maneras. A estas conexiones se les conoce como pesos, los cuales determinarán la fuerza o importancia de estas conexiones y durante el proceso de aprendizaje o entrenamiento de la red, estos pesos serán los que se ajustarán con el fin de producir una salida adecuada, según lo que se aplique en la red⁹⁶.

Al igual que otros modelos predictivos, como regresiones y extrapolaciones, los modelos basados en redes neuronales generan proyecciones o pronósticos. Sin embargo, lo que distingue a estos modelos es su capacidad de aprender y adaptarse al entorno. Las redes neuronales se componen de tres elementos fundamentales: i) unidades de procesamiento o nodos capaces de operar de manera paralela; ii) funciones de transferencia (o funciones de activación) que transforman la información en nodos, y iii) pesos de conexión que determinan la importancia relativa entre nodos. Estos elementos se utilizan para construir una red de una o más capas⁹⁷.

⁹¹ Gujarati, D. (2010), *Econometría*. Página (776).

⁹² Ortega, J. (2013), *Series de Tiempo*. Procesos ARMA. Página (8). Disponible en: <http://personal.cimat.mx:8181/~jortega/MaterialDidactico/ST2013/STClase4-5.pdf>

⁹³ Montenegro, A. (2010). *Análisis de series de tiempo*. Página (91).

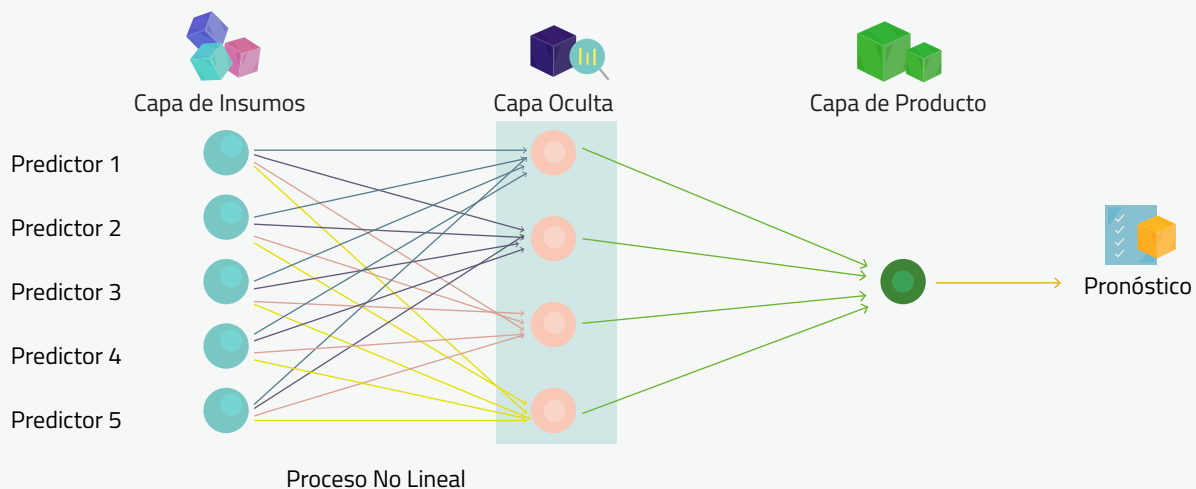
⁹⁴ Brockwell, P. y Davis, R. (2016), *Introduction to Time Series and Forecasting*. Página (158).

⁹⁵ Gujarati, D. (2010), *Econometría*. Página (777).

⁹⁶ Delgado, R. (2018), *Introducción a las Redes Neuronales Artificiales en R*. Disponible en http://rstudio-pubs-static.s3.amazonaws.com/402754_6cbdea25a79d43f4895cfd7df0a8bd07.html

⁹⁷ Trigo, L. y Constanzo, S. (2007), *Redes neuronales en la predicción de las fluctuaciones de la economía a partir del movimiento de los mercados de capitales*. El Trimestre Económico. Vol. 74, Núm. 294. Página (481) Disponible en: <https://www.jstor.org/stable/pdf/20857119.pdf?refreqid=excelsior%3Af782939530d5dba1b44ba506283eef26>

En este tipo de modelos, los predictores (insumos) forman parte de la capa inferior, el pronóstico (producto) constituye la capa superior. Entre estos dos puntos, se encuentran las capas intermedias conocidas como “neuronas ocultas”, tal y como se puede representar en el siguiente esquema, las redes siguen un proceso no lineal:



Una característica de las redes neuronales es que son modelos estadísticos y no paramétricos, que no necesitan del supuesto de normalidad en la distribución de los errores como otros modelos como los de regresión lineal. Las redes neuronales pueden entenderse como modelos multi ecuacionales o multietapas, en que el *output* de unas constituye el *input* de otras, esto porque las redes incorporan inteligencia artificial en el proceso que conecta los *inputs* con los *outputs*⁹⁸.

Para la elaboración de los pronósticos presentados en este documento se utilizaron modelos ARIMA con distintas especificaciones, resultando modelos econométricos parsimoniosos, los cuales toman en cuenta variables que resultan significativas para los servicios y para complementar estas estimaciones se realizaron modelos de redes neuronales para cada servicio, las cuales dan evidencia de trayectorias similares de los pronósticos de telecomunicaciones en ambas estimaciones.

⁹⁸ Barrera, J. (2008), *El Caos y las Redes Neuronales en la Economía y Finanzas. Interpretando el desorden perfecto: Modelado y predicción*. Pensamiento Crítico. Vol. 8. Página (138). Disponible en: <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/econo/article/view/9156/7985>



Anexo II. Análisis Estadístico de los Pronósticos

Variables utilizadas

Para la estimación de los servicios de telecomunicaciones fue necesario identificar las variables que determinan la evolución de los servicios, objeto de este reporte, como guía se propusieron inicialmente las variables que utilizaron los estudios previos resultado de la revisión de la literatura.

Con base en la revisión bibliográfica realizada y la información pública disponible, en el proceso de especificación del modelo se consideraron diversas variables para estas estimaciones que no fueron estadísticamente significativas para los modelos finalmente propuestos, entre estas variables se encuentran el total de Población Ocupada del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), el Índice de la tendencia laboral de la pobreza del Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL), el PIB de Telecomunicaciones del INEGI, la relación del PIB de Telecomunicaciones con respecto al PIB Total de México, el total de Usuarios de Internet de la Encuesta de Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares (ENDUTIH), y el total de cartera de crédito de tarjetas de crédito de la Comisión Nacional Bancaria y de Valores (CNBV).

Por otra parte, el Producto Interno Bruto (PIB), el índice de actividad económica y los índices de precios, resultaron significativas para los modelos propuestos. Adicionalmente, se consideraron variables relacionadas con el empaquetamiento de los servicios. En la elaboración de las estimaciones de cada servicio, se utilizaron todas las variables propuestas; sin embargo, se eligieron las que tuvieron sentido económico y presentaron mayor significancia estadística para cada uno de los modelos. Finalmente, las variables utilizadas se clasifican en tres grupos: macroeconómicas, de mercado y de empaquetamiento (ver Tabla 1).

Tabla 1. Variables utilizadas para los pronósticos de los servicios de telecomunicaciones.

	Servicio fijo de telefonía	Servicio fijo de acceso a Internet	Servicio de televisión restringida	Servicio móvil de telefonía	Servicio móvil de acceso a Internet
Servicio (Variable dependiente)	Líneas del servicio fijo de telefonía	Accesos del servicio fijo de Internet	Accesos del servicio de televisión restringida	Líneas del servicio móvil de telefonía	Líneas del servicio móvil de acceso a Internet
Macroeconómicas	PIB per cápita de México				
	Índice Global de Actividad Económica (IGAE)				
	Impuesto Especial sobre Producción y Servicios (IEPS)				
Mercado	Índice de concentración de mercado (IHH) por servicio				
	Índice de Precios al Consumidor por servicio				
Empaquetamiento	-	Suscripciones de OTT		-	-
	Accesos del servicio fijo de Internet	Líneas del servicio fijo de telefonía	Líneas del servicio fijo de telefonía	Líneas del servicio móvil de acceso a Internet	Líneas del servicio móvil de telefonía
	Accesos del servicio de televisión restringida	Accesos del servicio de televisión restringida	Accesos del servicio fijo de Internet	-	-

Fuente: Coordinación General de Planeación Estratégica del IFT.

La información tiene un horizonte temporal de enero de 2013 a diciembre de 2018 con periodicidad mensual, es decir, 72 observaciones. A continuación, se describirá las particularidades de las variables utilizadas y sus respectivas fuentes:

1. Las variables de líneas del servicio fijo de telefonía, accesos del servicio fijo de Internet, accesos del servicio de televisión restringida, líneas del servicio móvil de telefonía, líneas del servicio móvil de acceso a Internet y el índice de concentración de mercado (IHH) respectivo de cada servicio se obtuvieron del Banco de Información de Telecomunicaciones (BIT).
2. El Índice Global de Actividad Económica (IGAE) y los Índices de precios de Telecomunicaciones, que incluyen los índices de precios de telefonía fija, de Internet fijo, de televisión de paga, de telefonía móvil se obtuvieron del INEGI. Para el caso del índice de precios de telefonía fija, debido al cambio metodológico por parte del INEGI⁹⁹, se utilizó la información de enero de 2015 a junio de 2018, a partir de esta fecha se realizó el supuesto de que los precios se mantuvieron estables.
3. Para calcular el PIB *per cápita* se tomó la información trimestral del PIB (a precios constantes de 2013) del INEGI y se calculó la información mensual con tasas de crecimiento para dividirla entre las proyecciones de población de la CONAPO.
4. La recaudación del Impuesto Especial sobre Producción y Servicios (IEPS) se obtuvo de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público.
5. Las suscripciones de OTT se tomaron de los datos de las suscripciones de los servicios OTT anuales de OVUM y se calculó el dato mensual con tasas de crecimiento.

De acuerdo a las tendencias y relaciones entre las variables y las demandas de los servicios de telecomunicaciones se espera que tengan un impacto o una correlación en los servicios de telecomunicaciones de la siguiente manera:

1. Macroeconómicas: esperamos que el PIB per cápita y el IGAE tengan una relación **positiva**; es decir, si estos aumentan, también lo harán los servicios de telecomunicaciones; en cambio, el IEPS se espera que tenga una relación **negativa**, si aumenta el IEPS, la base de líneas o accesos de los servicios de telecomunicaciones disminuyen, tal y como es de esperarse con la aplicación de un impuesto indirecto sobre el valor como el IEPS.
2. De mercado: para el índice IHH y el índice de precios se espera que tengan una relación **negativa**. En algunos casos, los índices de precios pueden tener una relación positiva con algún servicio, lo que mostraría que al encarecerse un servicio se puede optar por utilizar otro. En cuanto a las suscripciones de OTT, se esperan **ambos signos** dependiendo el servicio que se relacione, para el servicio de Internet, se esperaría un signo positivo, mientras que, al ofrecer una oferta de contenidos, podrían tener una relación negativa con los servicios de televisión restringida.
3. Empaquetamiento: se espera una relación **positiva** con los servicios empaquetados originalmente, debido a que los servicios de telecomunicaciones se ofrecen agrupados por razones comerciales que promueven economías de escala y alcance, y con efectos sobre las condiciones de competencia, bienestar entre otros.

⁹⁹ INEGI (2018), Índice Nacional de Precios al Consumidor: documento metodológico: base segunda quincena de julio de 2018. Página (21). Disponible en: http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825104177.pdf

Análisis econométrico de los pronósticos de los servicios de telecomunicaciones

Las estimaciones econométricas tienen un proceso de validación, independientemente de la técnica y metodología que se seleccione. Existen distintos análisis y pruebas para su validación, en esta sección se mostrarán los que se utilizaron para verificar la robustez de los modelos presentados para los pronósticos de los servicios de telecomunicaciones.

Se realizó un análisis de correlación, cuyo objetivo principal es medir la fuerza o el grado de asociación lineal entre las variables¹⁰⁰; es decir, mide la relación entre dos o más variables aleatorias.¹⁰¹

Las variables utilizadas presentan una correlación (positiva o negativa) alta entre las variables de los servicios de telecomunicaciones a pronosticar (dependientes) y el resto (independientes) como se muestra en la Tabla 3.

Tabla 2. Correlación entre las variables.

	Variables	Servicio fijo de telefonía	Servicio fijo de Internet	Servicio de televisión restringida	Servicio móvil de telefonía	Servicio móvil de Internet
Macroeconómicas	PIB <i>per cápita</i> de México	0.8148	0.8940	0.8803	0.8409	-
	Índice Global de Actividad Económica (IGAE)	0.8834	0.9790	0.9516	0.8944	0.9925
	Impuesto Especial sobre Producción y Servicios (IEPS)	-0.6629	-	-0.8644	-0.658	-0.8361
Mercado	Índice de concentración de mercado (IHH) (respectivo)	-0.8221	-0.9637	0.7788	-0.9418	-0.8434
	Índice de precios (respectivo)	-0.7955	0.8165	0.7941	-0.8409	-0.9649
	Suscripciones de OTT	-	0.9728	0.7951	-	-
Empaquetamiento	Líneas del servicio fijo de telefonía	1.0000	0.8886	0.7750	-	-
	Accesos del servicio fijo de Internet	0.8835	1.0000	0.9055	-	-
	Accesos del servicio de televisión restringida	0.7752	0.9055	1.0000	-	-
	Líneas del servicio móvil de telefonía	0.8736	-	-	1.0000	0.8828
	Líneas del servicio móvil de acceso a Internet	-	-	-	0.8828	1.0000

Fuente: Coordinación General de Planeación Estratégica del IFT.

Fuente: Elaboración propia

¹⁰⁰ Gujarati, D. (2010), *Econometría*. Página (20).

¹⁰¹ Wooldridge, J. (2010), *Introducción a la econometría*. Página (25).

Pruebas y resultados de las estimaciones para los pronósticos de telecomunicaciones

Para la estimación y pruebas estadísticas de los modelos se utilizó el *Software STATA 13*, y para el pronóstico de las series de tiempo y las pruebas de *out-of-sample* se utilizó *SAS Forecast Studio 14.3*. Las variables que fueron rezagadas se señalan con una "L" en los estadísticos de cada estimación. En el caso de las redes neuronales se utilizó la librería *nnfor* en R-Studio, el cual permite realizar series neuronales con series de tiempo y definir el número de iteraciones para cada pronóstico, que en el caso de este reporte fue de 10,000 iteraciones.

Para la validación de los modelos presentados se utilizaron diversos criterios de selección. Se consideró el resultado del coeficiente de determinación (R^2) para probar la bondad de ajuste, el factor de inflación de la varianza (VIF) para suprimir la posibilidad de contar con multicolinealidad. Finalmente se consideró la prueba *Dickey-Fuller* (aumentada), para identificar si la variable tiene un proceso de raíz unitaria, donde la hipótesis nula es que la variable tiene una raíz unitaria y la hipótesis alternativa es que la variable es generada por un proceso estacionario. Se pueden incluir la constante, incluir la tendencia, valores rezagados o en diferencias¹⁰². Una prueba adicional a la *Dickey-Fuller* es la *Phillips-Perron*, que ayuda a identificar si las variables tienen una raíz unitaria. La hipótesis nula de esta prueba es que la variable tiene una raíz unitaria y la alternativa es que la variable tiene un proceso estacionario, en esta prueba solo se puede incluir el valor de la constante y la tendencia¹⁰³.

Para confirmar que los procesos tipo AR y MA cumplen con los supuestos de los modelos, existe la prueba de raíces unitarias, en donde se busca un *eigenvalor* de las condiciones de estabilidad después de haber estimado los parámetros de un modelo ARIMA. Se infiere que un modelo ARIMA requiere que la variable dependiente tenga covarianza estacionaria. En los modelos ARMA, la estacionariedad depende de los parámetros autoregresivos (AR), si la inversa de las raíces de la función polinomial de AR se encuentra dentro del círculo unitario, el proceso es estacionario, invertible y con media móvil (MA) de orden infinito. Los parámetros de MA en un modelo ARMA pueden ser reescritos como un proceso AR de orden infinito si se prueba que los parámetros MA son invertibles¹⁰⁴.

Para verificar que la serie es ruido blanco, se desarrollaron análisis de las funciones de autocorrelación y de autocorrelación parcial, las gráficas de autocorrelación y de autocorrelación parcial muestran los valores resultantes, positivos y negativos, si un proceso es puramente de ruido blanco, las autocorrelaciones y las autocorrelaciones parciales en distintos rezagos se ubican alrededor del cero y podemos decir que dicha serie de tiempo tiene una probabilidad alta de ser estacionaria¹⁰⁵.

También se aplicó la prueba de ruido blanco (Portmanteau) para los residuales de una regresión, donde se busca que los regresores del modelo sean estrictamente exógenos y homocedásticos¹⁰⁶. A continuación, se presentan los resultados econométricos para cada uno de los servicios, las pruebas de validación y los correlogramas.

Por último, con el fin de ver qué tan precisos son los pronósticos y determinar si las estadísticas de sus errores son similares a las que hizo el modelo utilizando todos los datos de la muestra se realizaron pruebas *out-of-sample*¹⁰⁷.

¹⁰² STATA (2013), *Augmented Dickey-Fuller unit-root test*. Disponible en: <https://www.stata.com/manuals13/tsdfuller.pdf>

¹⁰³ STATA (2013), *Phillips-Perron unit-root test*. Disponible en: <https://www.stata.com/manuals13/tsperron.pdf#tsperron>

¹⁰⁴ STATA (2013), *Check the stability condition of ARIMA estimates*. Disponible en: <https://www.stata.com/manuals13/tsestataroots.pdf>

¹⁰⁵ Gujarati, D. (2010), *Econometría*. Página (750).

¹⁰⁶ STATA (2013), *Portmanteau (Q) test for white noise*. Disponible en: <https://www.stata.com/manuals13/tswntestq.pdf>

Para el caso de los servicios de telecomunicaciones se quitaron 6 meses de la estimación; es decir, los últimos 6 periodos de la muestra, que corresponde del mes de julio de 2018 a diciembre de 2018 con los mismos modelos utilizados para los pronósticos. Los resultados de la prueba muestran el poder de precisión de los modelos presentados, visualmente se observa que los datos reales se encuentran dentro de los rangos de confianza de los pronósticos realizados en esta prueba.

Adicionalmente se incluyen los resultados de las estimaciones de los servicios de telecomunicaciones utilizando Redes Neuronales y un comparativo con información de diferentes consultoras hasta el 2020.

Líneas del servicio fijo de telefonía¹⁰⁸

Tabla 3. Estimación de las líneas del servicio fijo de telefonía (logaritmos).

	Prueba Dickey-Fuller Z(t)			Prueba Phillips-Perron Z(t)		
	Niveles	Primeras diferencias	Segundas diferencias	Niveles	Primeras diferencias	Segundas diferencias
Sin supuestos	-0.134	-8.249***	-14.379***	-0.087	-8.248***	-18.922***
Tendencia	-2.878	-8.380***	-14.279***	-3.060	-8.382***	-18.775***
Deriva	-0.134	-8.249***	-14.379***	-	-	-
Un rezago	-0.131	6.830***	-10.989***	-0.131	-8.249***	-14.926***
Sin constante	1.217	8.136***	-14.456***	1.247	-8.136***	-18.966***

Modelo ARIMA (0,1,1)						
Variable	Coeficiente	Probabilidad	Interpretación	Estadístico	Coeficiente	Probabilidad
L.Índice de precios de telefonía fija	-0.2890094	0.015	Si disminuyen los precios de telefonía fija, aumentan las líneas del servicio fijo de telefonía	Wald chi2(7)	398.43	<0.000
L3.IEPS	-0.2047798	0.010	Si disminuye el IEPS, aumentan las líneas del servicio fijo de telefonía	Ruido blanco (Portmanteau test)	34.9219	0.2869
L4.Accesos del servicio fijo de Internet	0.1425723	0.007	Si aumentan los accesos del servicio fijo de Internet (empaquetamiento), aumentan las líneas del servicio fijo de telefonía	Log Máxima Verosimilitud	254.4867	
L.Líneas del servicio móvil de telefonía	0.3841175	<0.000	Si aumentan las líneas del servicio móvil de telefonía (adopción), aumentan las líneas del servicio fijo de telefonía	R-cuadrada	0.36737959	
AR(3)	-0.2731055	0.017		R-cuadrada ajustada	0.32656537	
MA(3)	0.9999987	<0.000		VIF	1.580726743	
sigma	0.0051132	<0.000		Raíces Unitarias AR (Valor)	-0.65	0.32 + 0.56i
					0.32 - 0.56i	
				Raíces Unitarias MA (Valor)	-0.99	0.49 + 0.86i
					0.49 - 0.86i	

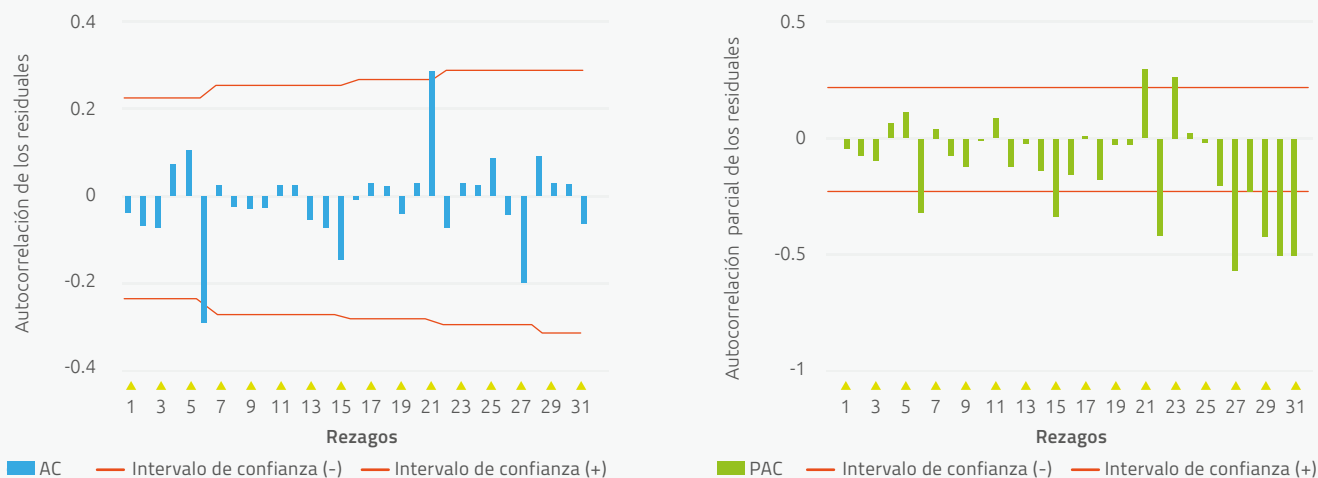
Nota: Nivel de significancia: *** 0.01, ** 0.05, * 0.1

Fuente: Coordinación General de Planeación Estratégica del IFT.

¹⁰⁷ Nau, R. (2019), *Three types of forecast: estimation, validation and the future*. En Statistical forecasting: notes on regression and time series analysis. Fuqua School of Business. Duke University. Disponible en: <https://people.duke.edu/~rnau/three.htm>

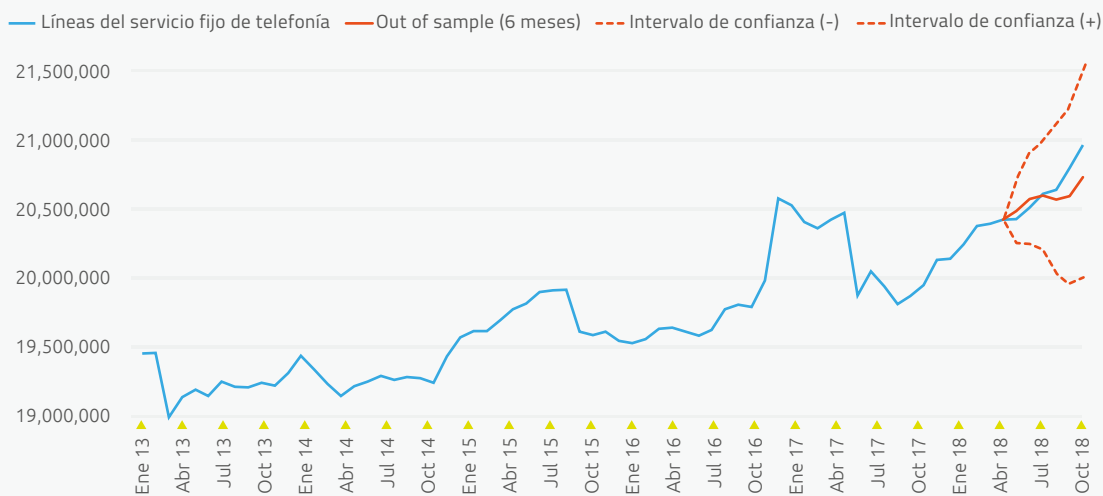
¹⁰⁸ La estimación de las líneas del servicio fijo de telefonía se realizó mediante el uso de logaritmos, en el cual para "deshacer" las transformaciones logarítmicas comúnmente se aplica la exponencial al resultado de la predicción, sin embargo, en algunos casos esto no resulta útil. Si suponemos un modelo de regresión lineal $\ln y_t = x_t' \beta + u_t$, donde u_t es el término de error de la regresión con media cero, entonces $E(y_t|x_t) = \exp(x_t' \beta) \times E\{\exp(u_t)\}$. A pesar de que $E(u_t) = 0$, por la inequidad de Jensen, esto resulta $E\{\exp(u_t)\} \neq 1$, por lo que no se puede pronosticar y_t simplemente tomando la exponencial de la predicción lineal de $x_t' \beta$. Si se asume que $u_t \sim N(0, \sigma^2)$, entonces $E\{\exp(u_t)\} = \exp(\sigma^2/2)$. Para modelos de regresión donde la variable dependiente está en logaritmos se pueden obtener mejores pronósticos en niveles si $E(y_t|x_t) = \exp(x_t' \beta) \times \exp(\sigma^2/2)$. De STATA (2013), *Forecast estimates*, página (5). Disponible en: <https://www.stata.com/manuals/13/forecastestimates>

Gráfica 1. Correlograma de los residuales: líneas del servicio fijo de telefonía.



Fuente: Coordinación General de Planeación Estratégica con datos del IFT en STATA 13.

Gráfica 2. Prueba *out of sample* (6 meses).

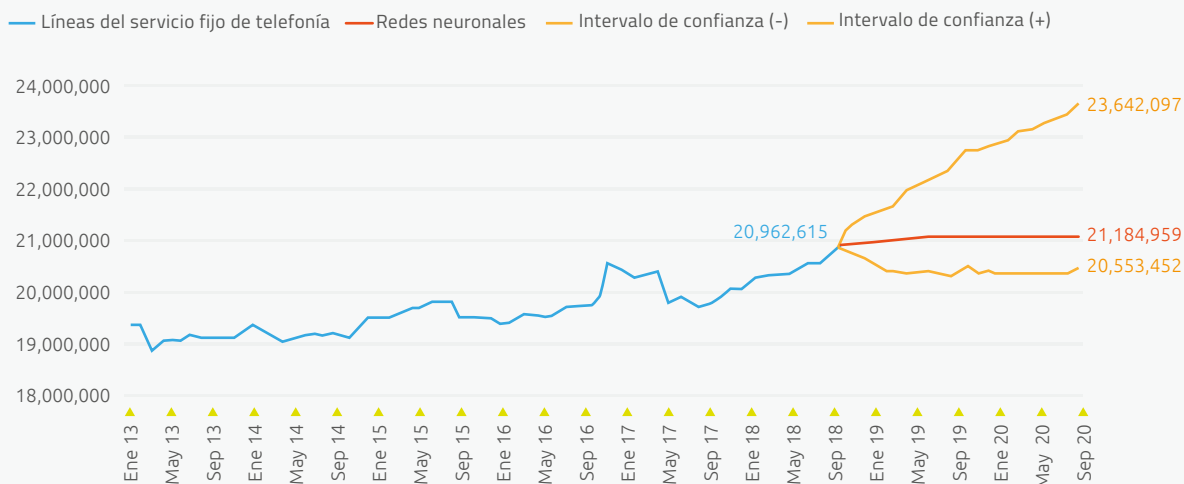


Fuente: Coordinación General de Planeación Estratégica con datos del IFT en SAS Forecast Studio 14.3.

Nota: Los intervalos de confianza corresponden a la prueba *out of sample*.

Para la estimación de las redes neuronales se utilizó una media móvil de 4 periodos, una especificación con 20 nodos ocultos, 10,000 repeticiones y los regresores en diferencias con rezagos del 1 al 4, el resultado de esta estimación se muestra en la gráfica 3.

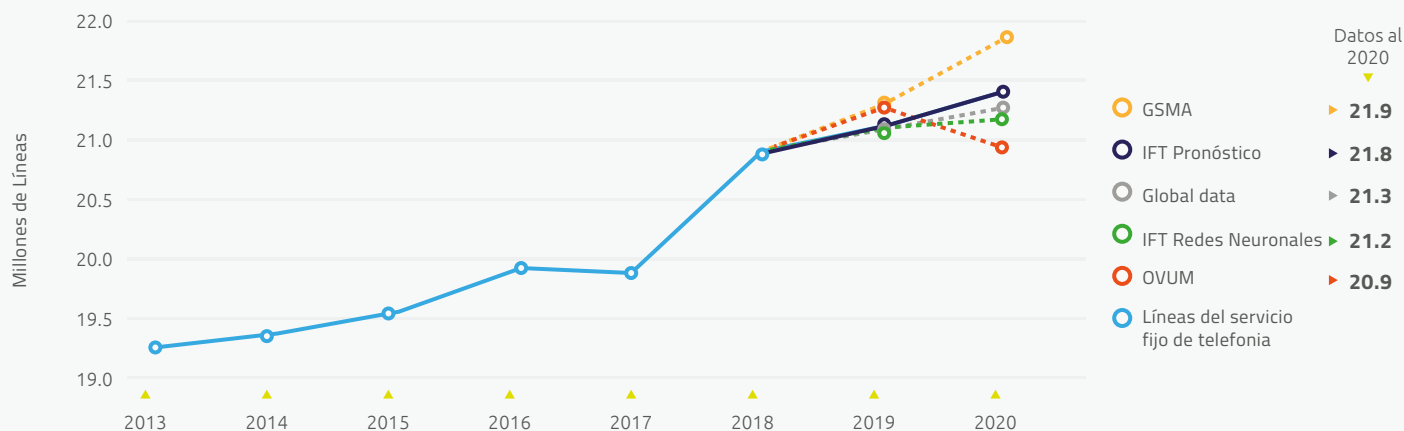
Gráfica 3. Resultados de la estimación de redes neuronales del servicio fijo de telefonía.



Fuente: Coordinación General de Planeación Estratégica con datos del IFT en R-Studio.

Nota: Los intervalos de confianza corresponden a la estimación del modelo de pronóstico (IFT Pronóstico).

Gráfica 4. Comparativo de líneas del servicio fijo de telefonía.



Fuente: Coordinación General de Planeación Estratégica con datos del IFT, OVUM Forecast, Global Data y GSMA consultado en agosto de 2019.

Fixed voice, broadband and TV forecast, 2010-2025, consultado en agosto de 2019-

Accesos del servicio fijo de Internet

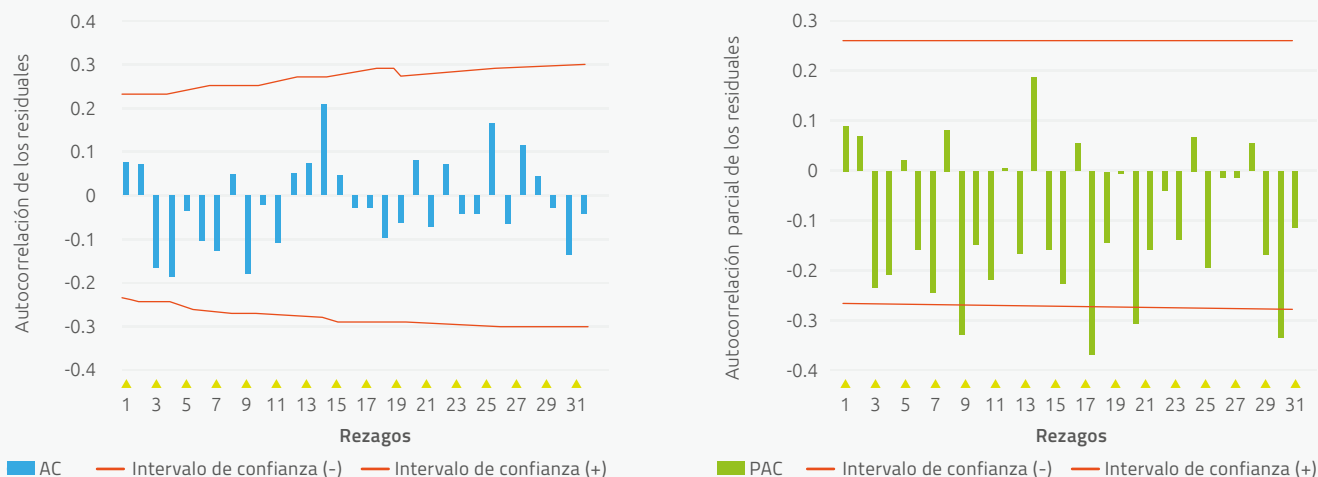
Tabla 4. Estimación de los accesos del servicio fijo de Internet.

	Prueba Dickey-Fuller Z(t)			Prueba Phillips-Perron Z(t)		
	Niveles	Primeras diferencias	Segundas diferencias	Niveles	Primeras diferencias	Segundas diferencias
Sin supuestos	0.944	-7.943***	-13.790***	0.941	-7.943***	-17.176***
Tendencia	-1.918	-8.038***	-13.687***	-2.004	-8.035***	-17.026***
Deriva	0.944	-7.943***	-13.790***	-	-	-
Un rezago	0.879	-5.670***	9.831***	0.931	-7.943***	-14.414***
Sin constante	7.914	-4.884***	-13.892***	7.898	-4.926***	-17.319***

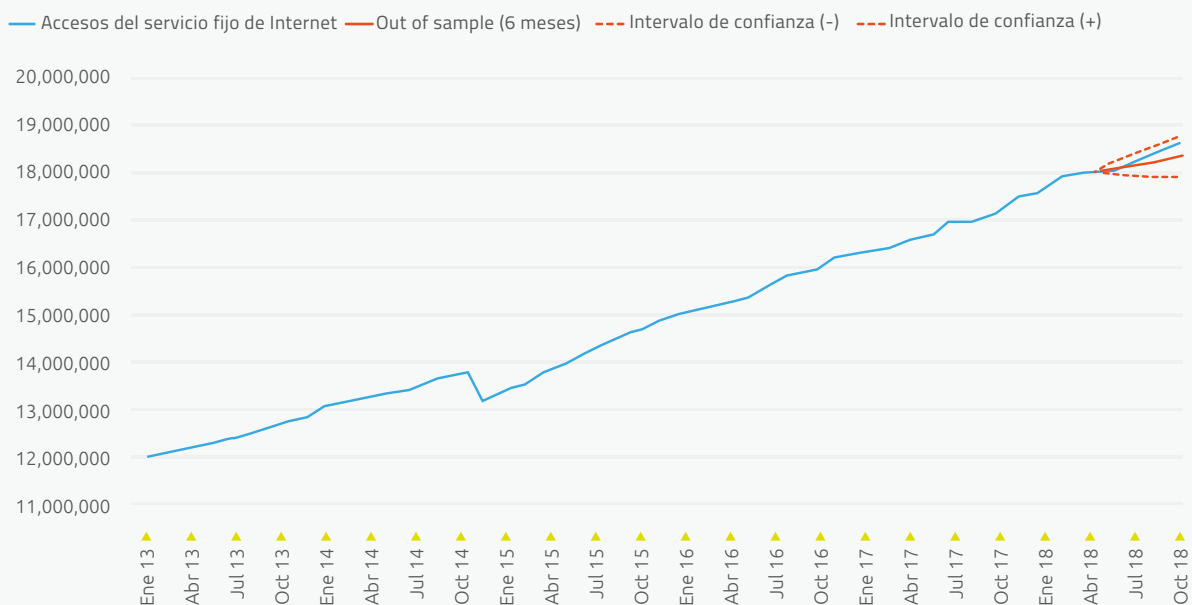
Modelo ARIMA (0,1,1)						
Variable	Coeficiente	Probabilidad	Interpretación	Estadístico	Coeficiente	Probabilidad
Líneas del servicio fijo de telefonía	0.095314	0.044	Si aumentan las líneas del servicio fijo de telefonía, aumentan los accesos del servicio fijo de Internet (empaquetamiento)	Wald chi2(7)	951.85	<0.000
Accesos del servicio de televisión restringida	0.2312781	0.001	Si aumentan los accesos del servicio de televisión restringida, aumentan los accesos del servicio fijo de Internet (empaquetamiento)	Ruido blanco (Portmanteau test)	30.8487	0.5247
L2.IHH	-520.3203	0.035	Si disminuye la concentración de mercado, aumentan los accesos del servicio fijo de Internet	Log Máxima Verosimilitud	-861.4206	
Índice de precios de telefonía móvil	9446.186	0.072	Si aumentan los precios del servicio de telefonía móvil (incluye servicio de datos), aumentan los accesos del servicio fijo de Internet	R-cuadrada	0.60324905	
L.Suscripciones de OTT	0.5144552	<0.000	Si aumentan las suscripciones de OTT, aumentan los accesos del servicio fijo de Internet	R-cuadrada ajustada	0.5648538	
Diciembre de 2014	-369246.5	<0.000	Dummy por cambio de pendiente en la serie	VIF	2.520472856	
MA(1)	0.6066205	<0.000		Raíces Unitarias MA (Valor)	-0.6	
sigma	63706.07	<0.000				

Nota: Nivel de significancia: *** 0.01, ** 0.05, * 0.1

Fuente: Coordinación General de Planeación Estratégica con datos del IFT

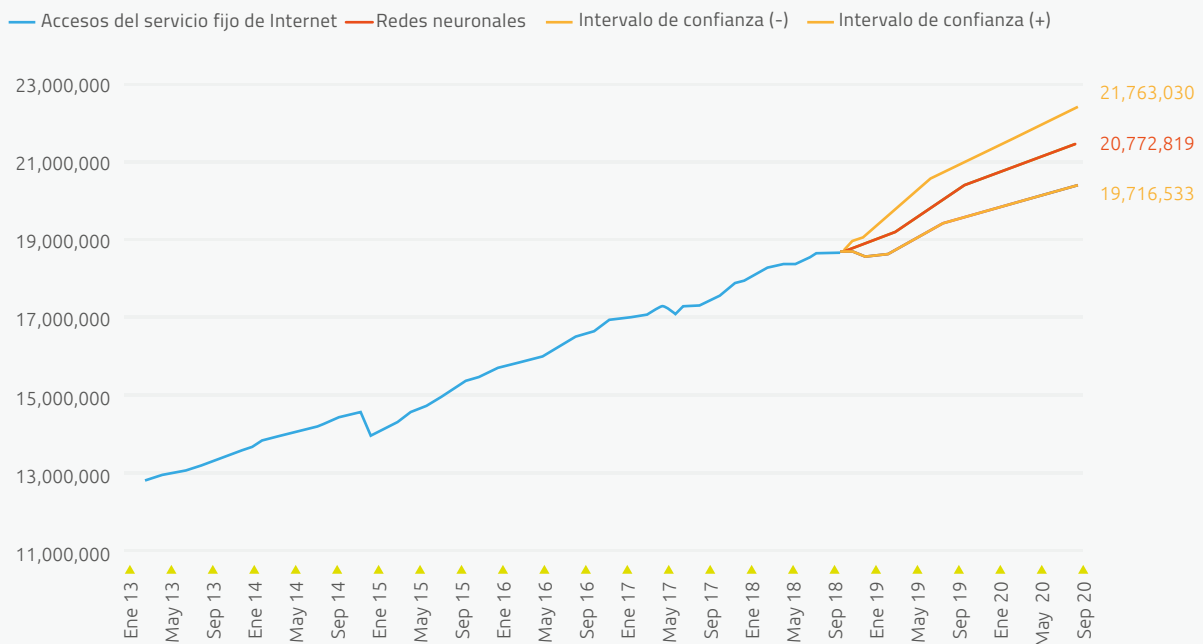
Gráfica 5. Correlograma de los residuales: accesos del servicio fijo de Internet


Fuente: Coordinación General de Planeación Estratégica con datos del IFT en STATA 13.

Gráfica 6. Prueba *out of sample* (6 meses).

Fuente: Coordinación General de Planeación Estratégica con datos del IFT en SAS Forecast Studio 14.3.
Nota: Los intervalos de confianza corresponden a la prueba *out of sample*.

Para la estimación de las redes neuronales se utilizó una especificación con 20 nodos ocultos, 10,000 repeticiones y los regresores en diferencias con rezagos del 1 al 4, el resultado de esta estimación se muestra en la gráfica 7.

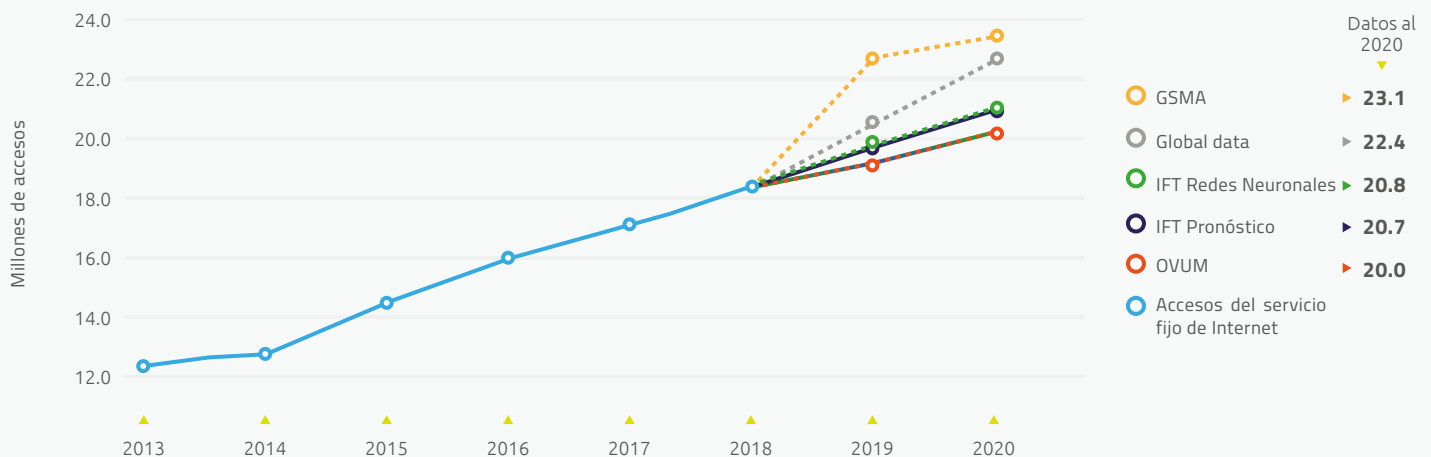
Gráfica 7. Resultados de la estimación de redes neuronales del servicio fijo de Internet.



Fuente: Coordinación General de Planeación Estratégica con datos del IFT en R-Studio.

Nota: Los intervalos de confianza corresponden a la estimación del modelo de pronóstico (IFT Pronóstico).

Gráfica 8. Comparativo de accesos del servicio fijo de Internet.



Fuente: Coordinación General de Planeación Estratégica con datos del IFT, OVUM Forecast, Global Data y GSMA (2019), *Fixed voice, broadband and TV forecasts, 2010-2025*, consultado en agosto de 2019.

Accesos del servicio de televisión restringida

Tabla 5. Estimación de los accesos del servicio de televisión restringida

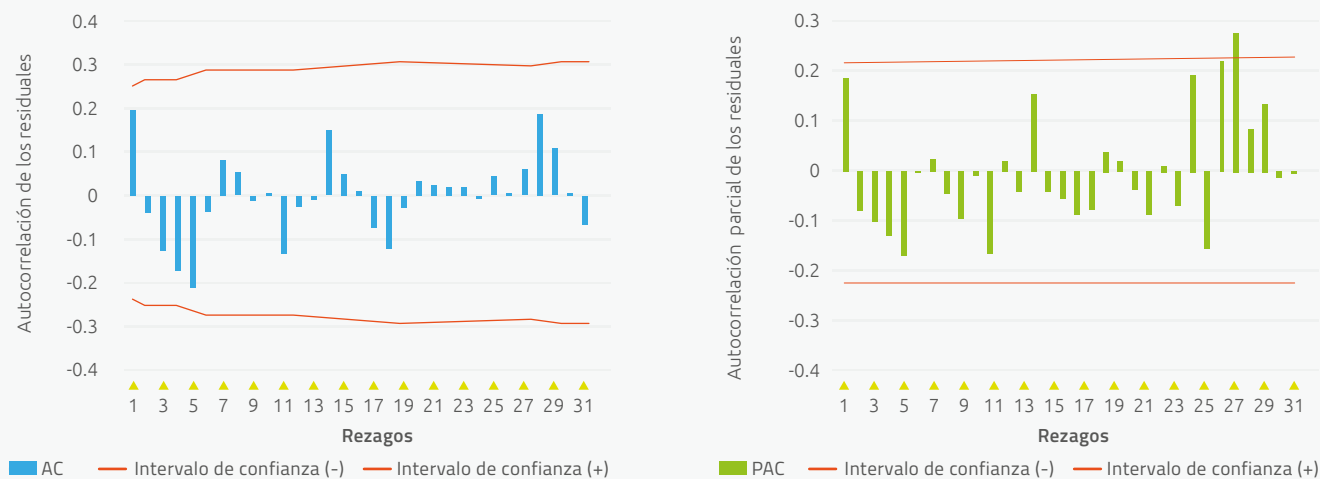
	Prueba <i>Dickey-Fuller</i> Z(t)			Prueba <i>Phillips-Perron</i> Z(t)		
	Niveles	Primeras diferencias	Segundas diferencias	Niveles	Primeras diferencias	Segundas diferencias
Sin supuestos	-3.510**	--3.354**	-11.261***	-2.357	-3.221**	-12.141***
Tendencia	1.476	-4.013***	-11.194***	0.388	-3.973***	-12.100***
Deriva	-3.510***	-3.354***	-11.261***	-	-	-
Un rezago	-1.970	-2.454	-8.839***	-2.846*	-3.173**	-11.434***
Sin constante	5.091	-2.864***	-11.329***	2.953	-2.613***	-12.202***

Modelo ARIMA (2,1,3)						
Variable	Coefficiente	Probabilidad	Interpretación	Estadístico	Coefficiente	Probabilidad
Índice de precios de televisión restringida	-62176.32	<0.000	Si disminuyen los precios de la televisión restringida, aumentan los accesos del servicio de televisión restringida	Wald chi2(7)	309.42	<0.000
Líneas del servicio fijo de telefonía	0.1469258	0.039	Si aumentan las líneas del servicio fijo de telefonía (empaquetamiento), aumentan los accesos del servicio de televisión restringida	Ruido blanco (Portmanteau test)	30.0871	0.5636
Accesos del servicio fijo de Internet	0.2106316	0.051	Si aumentan los accesos del servicio fijo de Internet (empaquetamiento), aumentan los accesos del servicio de televisión restringida	Log Máxima Verosimilitud	-870.111	
L.PIB per cápita	11.29426	<0.000	Si aumenta el PIB per cápita, aumentan los accesos del servicio de televisión restringida	R-cuadrada	0.65574225	
L3.Suscripciones de OTT	-0.6757528	0.087	Si aumentan las suscripciones de OTT, disminuyen los accesos del servicio de televisión restringida	R-cuadrada ajustada	0.62188083	
Diciembre de 2015	-158954.4	0.005	Dummy por cambio de pendiente de la serie	VIF	2.904800255	
AR(2)	0.7794061	<0.000		Raíces Unitarias AR (Valor)	0.88	-0.88
MA(3)	0.8136816	<0.000		Raíces Unitarias MA (Valor)	-0.93	0.47 + 0.81 i
sigma	84535.68	<0.000			0.47 - 0.81 i	

Nota: Nivel de significancia: *** 0.01, ** 0.05, * 0.1

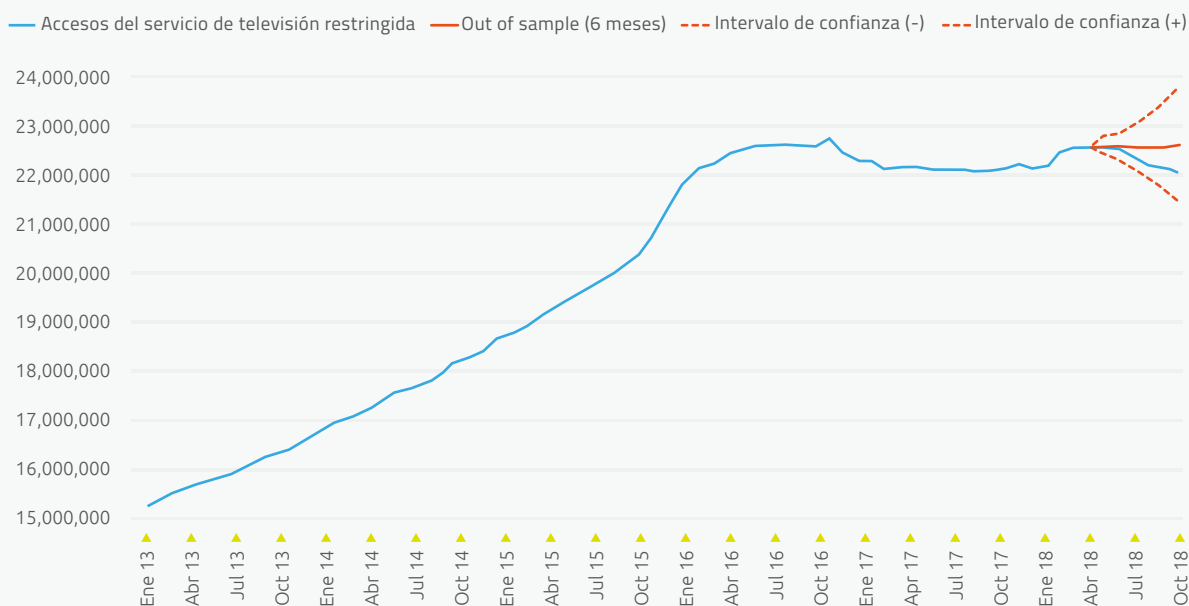
Fuente: Coordinación General de Planeación Estratégica con datos del IFT

Gráfica 9. Correlograma de los residuales: accesos del servicio de televisión restringida.



Fuente: Coordinación General de Planeación Estratégica con datos del IFT en STATA 13.

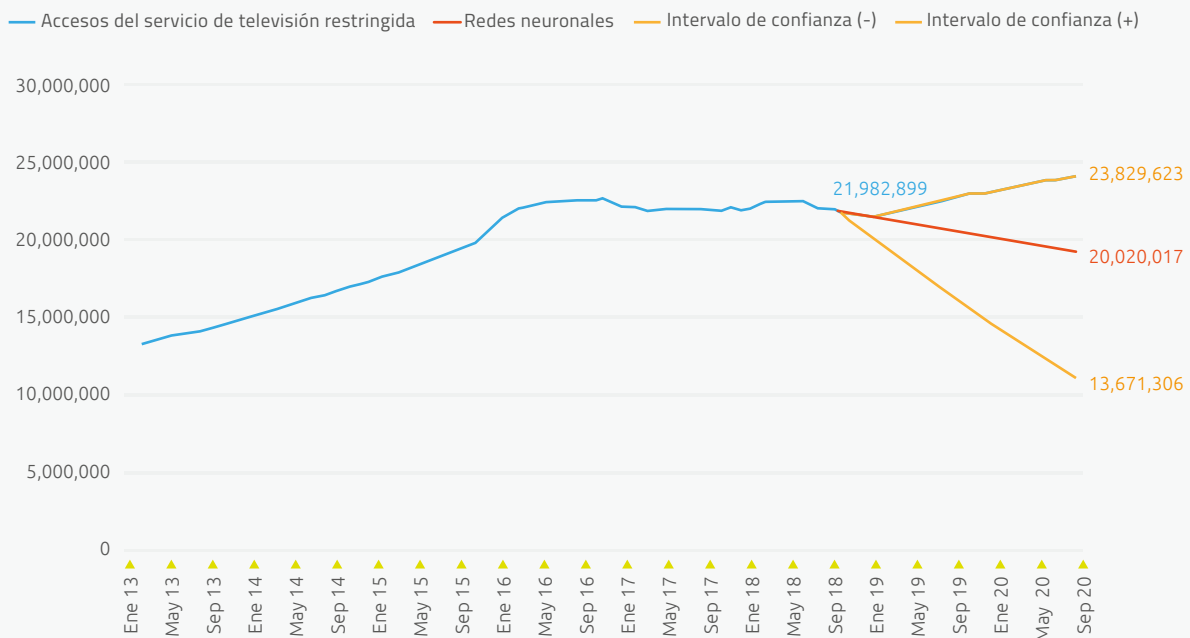
Gráfica 10. Prueba *out of sample* (6 meses).



Fuente: Coordinación General de Planeación Estratégica con datos del IFT en SAS Forecast Studio 14.3
Nota: Los intervalos de confianza corresponden a la prueba *out of sample*.

Para la estimación de las redes neuronales se utilizó una especificación con 20 nodos ocultos, 10,000 repeticiones y los regresores en diferencias con rezagos del 1 al 4, el resultado de esta estimación se muestra en la gráfica 11.

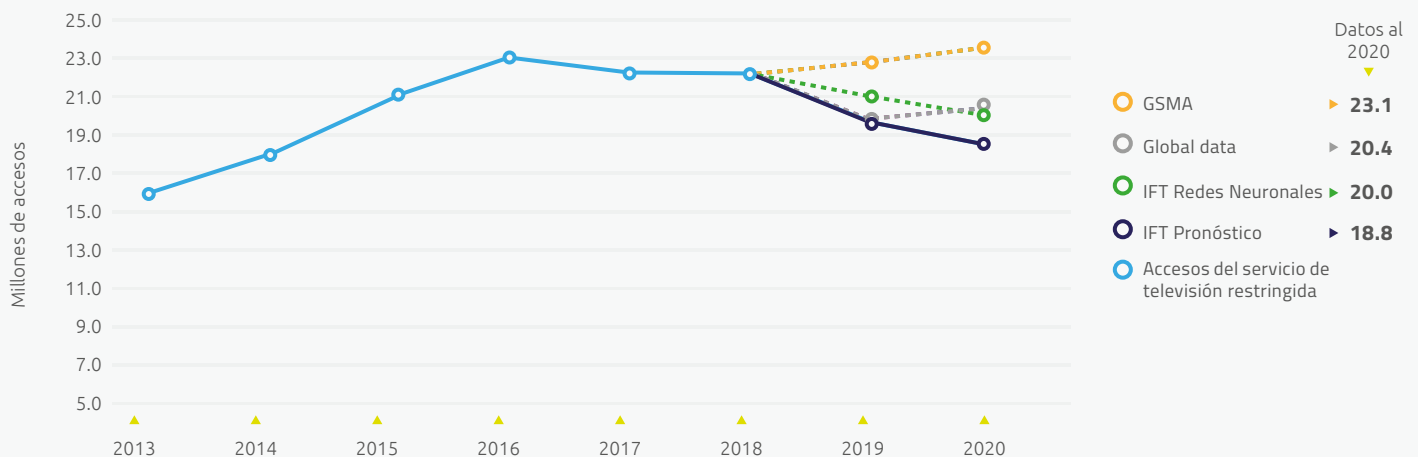
Gráfica 11. Resultados de la estimación de redes neuronales del servicio de televisión restringida.



Fuente: Coordinación General de Planeación Estratégica con datos del IFT en R-Studio.

Nota: Los intervalos de confianza corresponden a la estimación del modelo de pronóstico (IFT Pronóstico).

Gráfica 12. Comparativo de accesos del servicio de televisión restringida



Fuente: Coordinación General de Planeación Estratégica con datos del IFT, Global Data y GSMA (2019), *Fixed voice, broadband and TV forecasts, 2010-2025*, consultado en agosto de 2019.

Líneas del servicio móvil de telefonía

Tabla 6. Estimación de las líneas del servicio móvil de telefonía

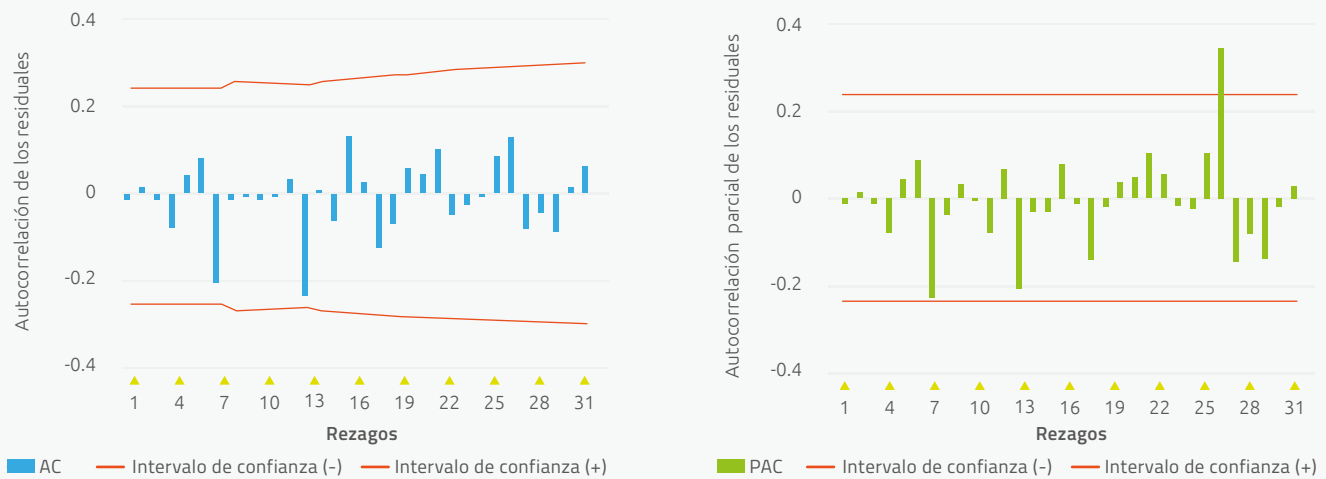
	Prueba Dickey-Fuller Z(t)			Prueba Phillips-Perron Z(t)		
	Niveles	Primeras diferencias	Segundas diferencias	Niveles	Primeras diferencias	Segundas diferencias
Sin supuestos	1.249	-7.566***	-13.887***	1.248	-7.564***	-17.187***
Tendencia	-1.110	-7.884***	-13.799***	-1.152	-7.872***	-17.085***
Deriva	1.249	-7.566***	-13.887***	-	-	-
Un rezago	1.124	-5.207***	-9.006***	1.207	-7.565***	-14.352***
Sin constante	2.922	-6.889***	-13.984***	2.800	-6.946***	-17.315***

Modelo ARIMA (2,1,2)						
Variable	Coefficiente	Probabilidad	Interpretación	Estadístico	Coefficiente	Probabilidad
Índice de precios de telefonía móvil	-66676.83	0.027	Sí disminuyen los precios de telefonía móvil, aumentan las líneas del servicio móvil de telefonía	Wald chi2(7)	669.29	<0.000
IHH	-11695.97	<0.000	Sí disminuye la concentración de mercado, aumentan las líneas del servicio móvil de telefonía	Ruido blanco (Portmanteau test)	20.3931	0.9441
L.PIB per cápita	102.8776	0.012	Sí aumenta el PIB per cápita, aumentan las líneas del servicio móvil de telefonía	Log Máxima Verosimilitud	-984.6529	
L3.IEPS	-0.0020153	0.080	Sí disminuye el IEPS de Telecomunicaciones, aumentan las líneas del servicio móvil de telefonía	R-cuadrada	0.58683646	
AR(1)	1.488551	<0.000		R-cuadrada ajustada	0.56060385	
AR(2)	-0.7517442	0.015		VIF	2.420349	
MA(1)	-1.191728	0.003		Raíces Unitarias AR (Valor)	0.74 + 0.44i	0.74 - 0.44i
MA(2)	0.6400413	0.001		Raíces Unitarias MA (Valor)	0.59 + 0.53i	0.59 - 0.53i
sigma	468070.4	<0.000				

Nota: Nivel de significancia: *** 0.01, ** 0.05, * 0.1

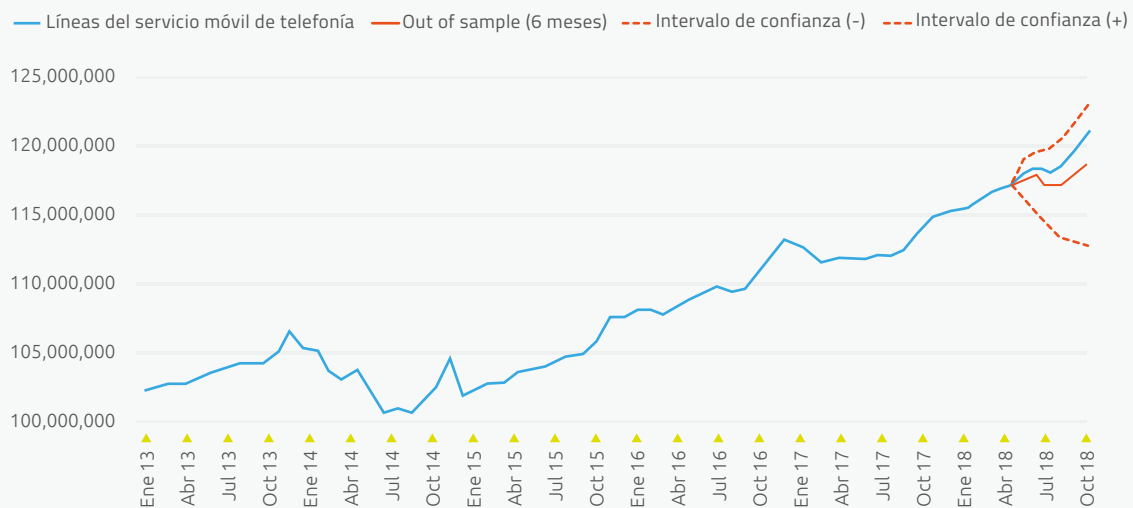
Fuente: Coordinación General de Planeación Estratégica con datos del IFT

Gráfica 13. Correlograma de los residuales: líneas del servicio móvil de telefonía.



Fuente: Coordinación General de Planeación Estratégica con datos del IFT en STATA 13.

Gráfica 14. Prueba out of sample (6 meses).

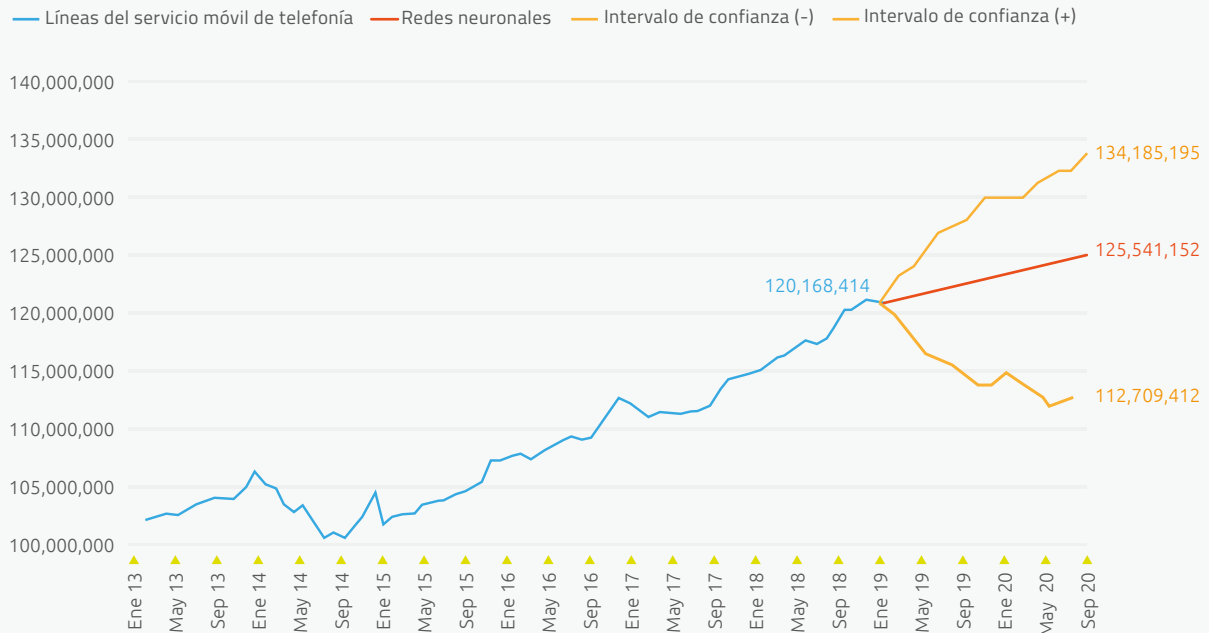


Fuente: Coordinación General de Planeación Estratégica con datos del IFT en SAS Forecast Studio 14.3.

Nota: Los intervalos de confianza corresponden a la prueba out of sample.

Para la estimación de las redes neuronales se utilizó una especificación con 20 nodos ocultos, 10,000 repeticiones y los regresores en diferencias con rezagos del 1 al 4, el resultado de esta estimación se muestra en la gráfica 15.

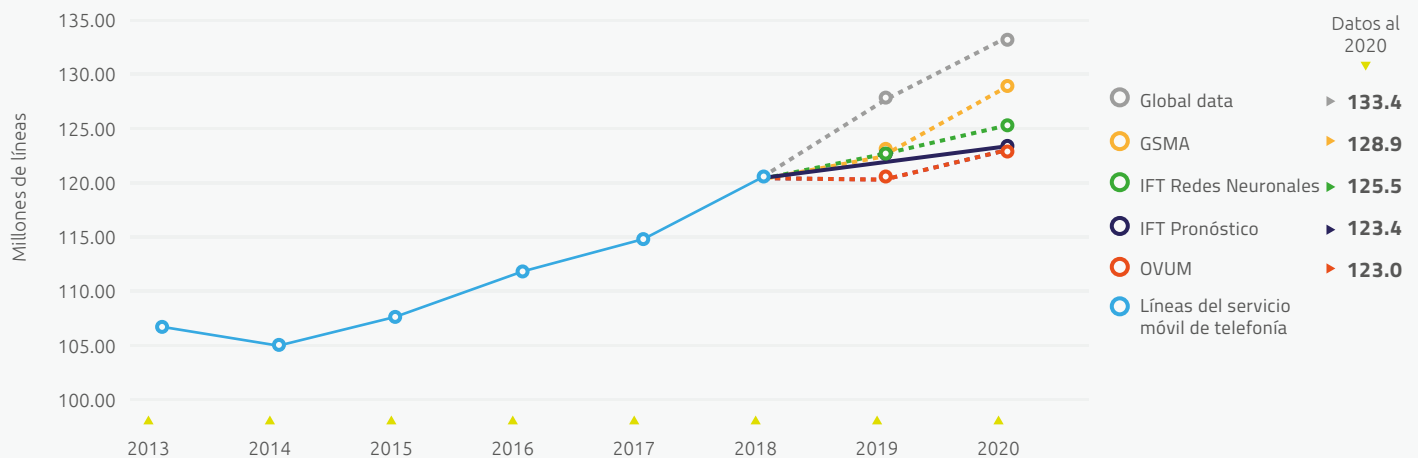
Gráfica 15. Resultados de la estimación de redes neuronales del servicio móvil de telefonía.



Fuente: Coordinación General de Planeación Estratégica con datos del IFT en R-Studio.

Nota: Los intervalos de confianza corresponden a la estimación del modelo de pronóstico (IFT Pronóstico).

Gráfica 16. Comparativo de líneas del servicio móvil de telefonía.



Fuente: Fuente: Coordinación General de Planeación Estratégica con datos del IFT, OVUM Forecast, Global Data y GSMA, consultado en agosto de 2019.

Líneas del servicio móvil de acceso a Internet

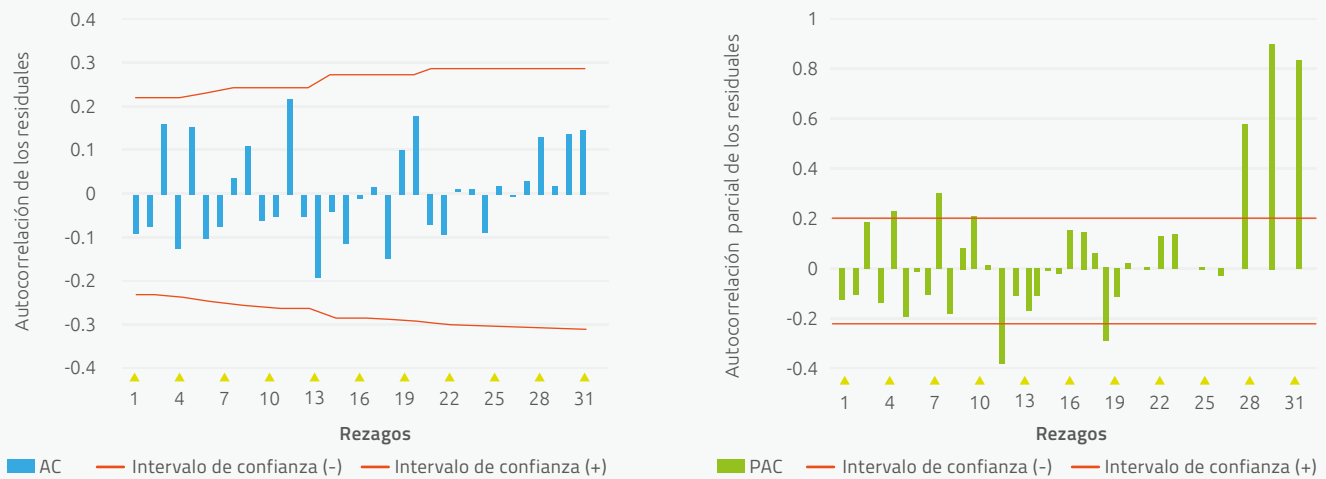
Tabla 7. Estimación de líneas del servicio móvil de acceso a Internet

	Prueba <i>Dickey-Fuller</i> Z(t)			Prueba <i>Phillips-Perron</i> Z(t)		
	Niveles	Primeras diferencias	Segundas diferencias	Niveles	Primeras diferencias	Segundas diferencias
Sin supuestos	-1.122	-8.525***	-13.629***	-1.235	-8.551***	-18.389***
Tendencia	-1.272	-8.614***	-13.529***	-1.130	-8.682***	-18.214***
Deriva	-1.122	-8.525***	-13.629***	-	-	-
Un rezago	1.286	-6.407***	-9.885***	-1.147	-8.525***	-14.248***
Sin constante	5.797	-5.400***	-13.724***	5.381	-5.500***	-18.531***
Modelo ARIMA (4,1,0)						
Variable	Coeficiente	Probabilidad	Interpretación	Estadístico	Coeficiente	Probabilidad
Índice de precios de telecomunicaciones	-313687.7	0.004	Si disminuyen los precios de las telecomunicaciones, aumentan las líneas del servicio móvil de acceso a Internet	Wald chi2(7)	137.03	<0.000
IHH	-4034.248	0.054	Si disminuye la concentración de mercado, aumentan las líneas del servicio móvil de acceso a Internet	Ruido blanco (Portmanteau test)	39.3249	0.2076
Líneas del servicio móvil de telefonía	1.130829	<0.000	Si aumentan las líneas del servicio móvil de telefonía (empaquetamiento), aumentan las líneas del servicio móvil de acceso a Internet	Log Máxima Verosimilitud	-1057.896	
IGAE	33218.7	0.001	Si aumenta la actividad económica, aumentan las líneas del servicio móvil de acceso a Internet	R-cuadrada	0.41777871	
IEPS	-0.0069106	0.005	Si disminuye el IEPS de Telecomunicaciones, aumentan las líneas del servicio móvil de acceso a Internet	R-cuadrada ajustada	0.37229267	
AR(4)	0.2313852	0.059		VIF	1.71756	
sigma	884195.7	<0.000		Raíces Unitarias AR (Valor)	-0.69	4.02e-16 + 0.69i
					0.69	4.02e-16 - 0.69i

Nota: Nivel de significancia: *** 0.01, ** 0.05, * 0.1

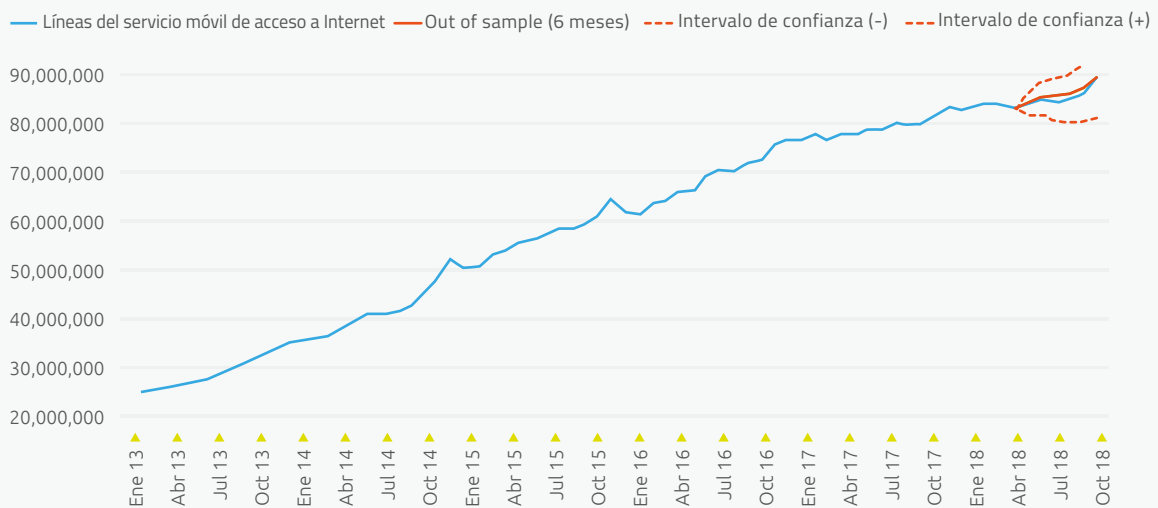
Fuente: Coordinación General de Planeación Estratégica con datos del IFT

Gráfica 17. Correlograma de los residuales: líneas del servicio móvil de acceso a Internet.



Fuente: Coordinación General de Planeación Estratégica con datos del IFT en STATA 13.

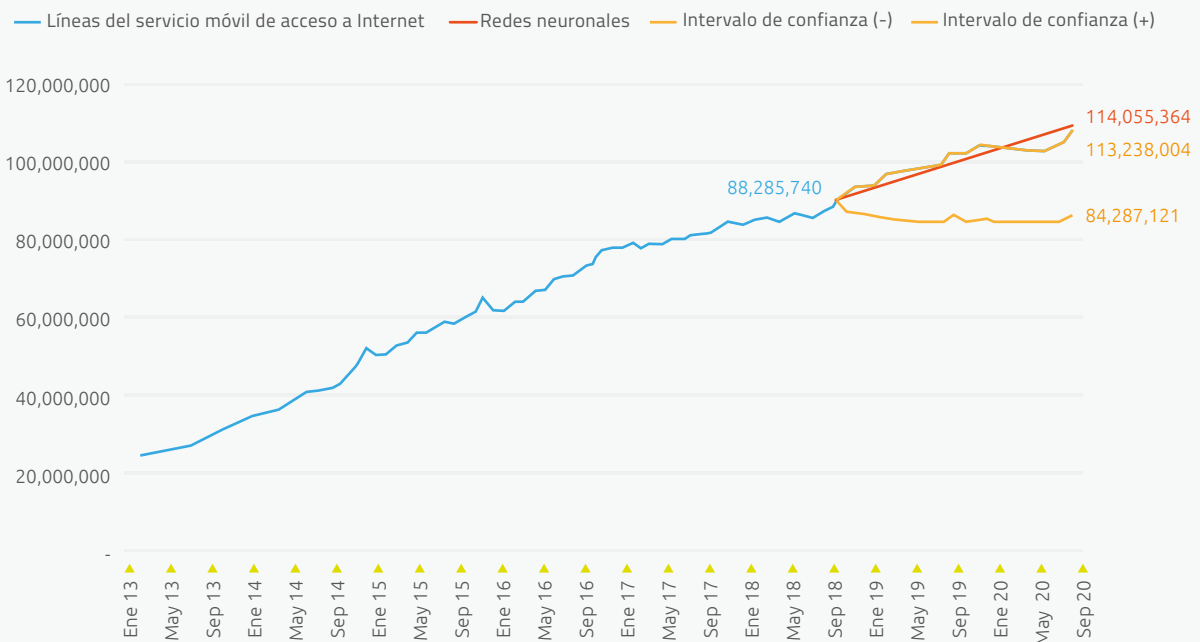
Gráfica 18. Prueba *out of sample* (6 meses).



Fuente: Coordinación General de Planeación Estratégica con datos del IFT en SAS Forecast Studio 14.3.
Nota: Los intervalos de confianza corresponden a la prueba *out of sample*.

Para la estimación de las redes neuronales se utilizó una especificación con 20 nodos ocultos, 10,000 repeticiones y los regresores están en diferencias con rezagos del 1 al 4, el resultado de esta estimación se muestra en la gráfica 19.

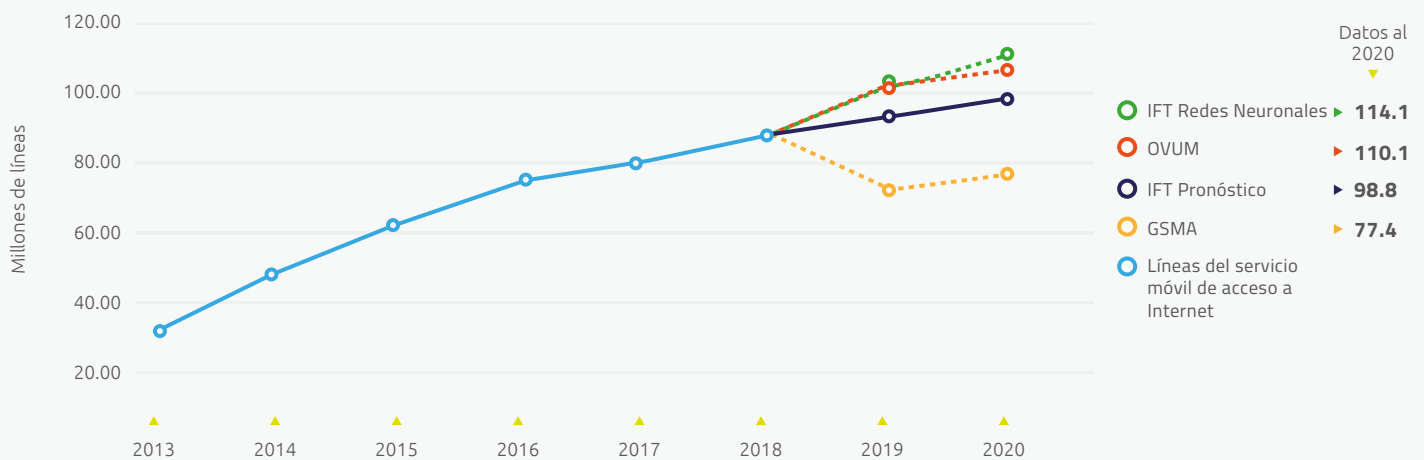
Gráfica 19. Resultados de la estimación de redes neuronales del servicio móvil de acceso a Internet.



Fuente: Coordinación General de Planeación Estratégica con datos del IFT en R-Studio.

Nota: Los intervalos de confianza corresponden a la estimación del modelo de pronóstico (IFT Pronóstico).

Gráfica 20. Comparativo de líneas del servicio móvil de acceso a Internet.



Fuente: Coordinación General de Planeación Estratégica con datos del IFT, OVUM Forecast, y GSMA, consultado en agosto de 2019.



Instituto Federal de Telecomunicaciones
Insurgentes Sur #1143 Col. Nochebuena
Demarcación Territorial Benito Juárez
C.P. 03720 Ciudad de México
Tel: 55 50154000 / 800 2000 120

www.ift.org.mx