



Revisión de los esquemas de remuneración de redes fijas

Actualización y Modificación del Modelo de Costos de
Empresa Eficiente

Diseño Regulatorio

Marzo de 2025

CONTENIDO

1. ANTECEDENTES	4
2. MODELO EMPRESA EFICIENTE REDES FIJAS.....	6
2.1 Estructura del Modelo	7
2.2 Estructura Lógica.....	8
2.3 Principales actualizaciones y mejoras al modelo.....	10
2.3.1 Estimaciones y Proyecciones de los Servicios Fijos (Demanda de Servicios).....	11
2.3.1.1 Metodología utilizada en la Estimación de Demanda.....	13
2.3.1.2 Accesos a Servicios Fijos	16
2.3.1.3 Tráficos de Voz	21
2.3.1.4 Tráficos de Datos.....	31
2.3.1.5 Clúster	33
2.3.2 Infraestructura de empresa eficiente fija (Oferta de Red).....	36
2.3.2.1 Empaquetamiento de servicios de Voz, Datos y Televisión (Oferta de Servicios)...	38
2.3.2.2 Pares de Cobre (Oferta Tecnología de Acceso).....	38
2.3.2.3 Hybrid Fiber-Coaxial (Oferta Tecnología de Acceso)	39
2.3.2.4 Fibra Óptica (Oferta Tecnología de Acceso)	40
2.3.2.5 Diseño Red Núcleo (CORE).....	41
2.3.2.6 Red Empresa Eficiente (Oferta Tecnología de Red).....	43
2.3.2.7 Área de Atención Geográfica (Oferta Geográfica)	43
2.3.2.8 Evolución de Adopción SIP (Oferta Interconexión)	46
2.3.3 Actualización de Costos de Mercado.....	47
2.3.3.1 Valor Humano.....	47
2.3.3.2 Bienes y Servicios	49
2.3.3.3 Edificios.....	49
2.3.3.4 Tecnologías de Información.....	51
2.3.4 Parámetros financieros.....	53

Actualización y Modificación del Modelo de Costos de Empresa Eficiente	Código: 2000-38-3-20	Página 2 de 54
Versión No. 5	Revisado por: Diseño Regulatorio Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de revisión: 28/03/2025 Fecha de vigencia: 13/01/2025

2.3.5	Servicios Modelados.....	54
2.3.6	Resultados	54

Actualización y Modificación del Modelo de Costos de Empresa Eficiente	Código: 2000-38-3-20	Página 3 de 54
	Revisado por: Diseño Regulatorio	Fecha de revisión: 28/03/2025
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025



1. ANTECEDENTES

De acuerdo con lo establecido en el Artículo 19 de la Ley 1341 de 2009 (modificada por la Ley 1978 de 2019), la Comisión de Regulación de Comunicaciones –CRC– es el órgano encargado de promover la competencia en los mercados, promover el pluralismo informativo, evitar el abuso de posición dominante, regular los mercados de las redes y los servicios de comunicaciones y garantizar la protección de los derechos de los usuarios; con el fin que la prestación de los servicios sea económicamente eficiente, y refleje altos niveles de calidad, de las redes y los servicios de comunicaciones, incluidos los servicios de televisión abierta radiodifundida y de radiodifusión sonora.

Dentro de los aspectos que debe regular la CRC, con el fin de promover la competencia y maximizar el bienestar de los usuarios, se encuentran, entre otros, la interconexión entre redes, el acceso a infraestructura y la regulación de tarifas. Esto último cuando no haya suficiente competencia, se presente una falla en el mercado o cuando la calidad de los servicios ofrecidos no se ajuste a los niveles exigidos en la normatividad. En el artículo 23 de la mencionada Ley se precisa que la CRC hará énfasis en la regulación de mercados mayoristas.

En 2018 se desarrolló el proyecto regulatorio “Revisión del Esquema de Remuneración del Servicio de Voz Fija a Nivel Minorista y Mayorista”, en el cual se estudió la pertinencia de efectuar modificaciones a la forma de marcar desde y hacia un teléfono fijo, y asimismo actualizar los costos mayoristas del servicio fijo, buscando generar una nueva dinámica tarifaria. Para ello, la CRC expidió la Resolución 5826 de 2019, por la cual se unificó la longitud de los números telefónicos para el uso de servicios tanto fijos como móviles (que antes eran de siete dígitos para llamadas fijas locales, entre 12 y 15 dígitos para larga distancia nacional y de 10 para móviles).

Desde el 1º de marzo de 2021 se cuenta con un esquema de marcación única nacional en el que se utilizan 10 dígitos para hacer llamadas sin importar que esta sea desde o hacia una red fija o móvil, suprimiendo el código de operador de larga distancia y el prefijo de red móvil 03 para realizar llamadas.

Así mismo, la CRC determinó una reducción gradual de los cargos mayoristas de terminación (que se pagan entre los operadores), pasando de un tope de \$33,43 a \$8,97¹ por minuto entre 2019 y 2022, en el caso de la modalidad de uso, y de \$12 millones a \$2.4 millones² por arrendamiento mensual de cada enlace E1, en la modalidad de capacidad.

De otro lado, fue expedida la Resolución CRC 6522 de 2022, que renueva el marco regulatorio en Colombia en materia de acceso, uso e interconexión, con el fin de darle un impulso definitivo al proceso de transición tecnológica para la modernización de las redes de telecomunicaciones de Colombia, y así beneficiar a los usuarios en cuanto a la protección de sus derechos, recogiendo la visión de política pública para lograr tales fines. Se aclaró que, *en mercados donde existen varios proveedores y, por*

¹ Valor en precios constantes de enero de 2019. El valor actualizado a precios de 2025 es de \$13,44.

² Valor en precios constantes de enero de 2019. El valor actualizado a precios de 2025 es de \$3.698.104.

Actualización y Modificación del Modelo de Costos de Empresa Eficiente	Código: 2000-38-3-20	Página 4 de 54
Versión No. 5	Revisado por: Diseño Regulatorio Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de revisión: 28/03/2025 Fecha de vigencia: 13/01/2025

ende, varias redes, es necesario que estas se encuentren interconectadas para que los usuarios puedan comunicarse entre sí o para que puedan acceder a los contenidos y aplicaciones provistos por proveedores de estos servicios. Este régimen recoge las reglas mínimas que necesariamente deben ser observadas en el marco de las relaciones mayoristas entre proveedores de redes y servicios de telecomunicaciones y proveedores de contenidos y aplicaciones al momento de llevar a cabo la interconexión de sus redes o brindar el acceso a las mismas³.

El régimen está llamado a facilitar el relacionamiento entre estos agentes a través del establecimiento de un marco de referencia de los derechos y las obligaciones derivadas de la interconexión y el acceso, posibilitar la entrada de competencia a través del ingreso de nuevos agentes y ofertas al mercado, buscar el equilibrio entre proveedores entrantes y establecidos, y promover el uso eficiente de la infraestructura y la modernización de las redes.

Teniendo en cuenta lo anterior, la actualización realizada mediante la Resolución CRC 6522 de 2022, especialmente en cuanto a la adopción del protocolo SIP, hizo necesario revisar los valores de remuneración vigentes para los servicios fijos. Sin embargo, dentro de los análisis y consultas realizadas durante la ejecución del proyecto regulatorio, se consideró que no era necesario establecer un valor regulado por capacidad para las interfaces GbE, a través de las cuales se utiliza la señalización SIP, para las interconexiones entre redes fijas teniendo en cuenta los volúmenes de tráfico presentes actualmente en dichas interconexiones.

En dicho contexto, la CRC inició durante 2023 el análisis de la regulación aplicada al mercado de los servicios provistos mediante redes fijas y la revisión de los esquemas de remuneración de ellas, particularmente lo referido a los servicios de cargos de acceso de voz y por uso y capacidad, por lo que revisó y actualizó los estudios conducentes a la elaboración de un modelo de costos con fines regulatorios de la Empresa Eficiente de Redes Fijas para el mercado colombiano.

Las actualizaciones de información tenidas en cuenta en el desarrollo del nuevo modelo de costos se encuentran principalmente referidas a:

- (1) Análisis y revisión de los esquemas de regulación respecto del contexto de las redes fijas, en conjunto de los servicios de voz, televisión de pago y acceso a Internet (datos), respecto de los objetivos regulatorios delineados por la CRC.
- (2) Desarrollo de modelo de cálculo de los cargos de acceso a redes fijas, que permita calcular nuevos cargos de acceso con base en un modelo de costos que determine los costos incrementales de largo plazo (LRIC puro) y un modelo de costos medios de largo plazo (CMLP) en el contexto tecnológico imperante en la actualidad en Colombia. Específicamente, y para fijar conceptos a lo largo del documento, el desarrollo del modelo incluirá:

³ 2000-59-4, <https://www.crcm.gov.co/es/proyectos-regulatorios/2000-59-4>.

Actualización y Modificación del Modelo de Costos de Empresa Eficiente	Código: 2000-38-3-20	Página 5 de 54
Versión No. 5	Revisado por: Diseño Regulatorio Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de revisión: 28/03/2025 Fecha de vigencia: 13/01/2025



- Considerar un contexto tecnológico de red de acceso de tecnologías fijas, tales como, Hiber Fixed Coax –HFC– y pares de cobre/fibra óptica (dependiendo de la disponibilidad de información). Es importante mencionar en este punto que el modelo desarrollado tiene la capacidad de manejar las demandas al nivel observado para los operadores de redes en Colombia.
- Estimaciones de demanda, en término de cantidad de clientes (Telefonía, TV por suscripción e Internet) y sus tráficos asociados.
- Desarrollo de metodologías de cálculo de cargos de acceso para la modalidad de costos medios de largo plazo y LRIC puro.
- Módulos para el dimensionamiento de los costos relacionados con los servicios de Telefonía, TV por suscripción e Internet.

Durante 2024, CRC publicó para comentarios los resultados obtenidos y el modelo en su versión pública.

En marzo de 2025 se recibieron observaciones y consideraciones planteadas por la SIC en el Concepto de abogacía de la competencia, en particular en lo indicado en la sección 4.2. Sobre la especificación del modelo de empresa eficiente fija MEEF, las cuales han sido abordadas en el capítulo 2 del presente documento.

2. MODELO EMPRESA EFICIENTE REDES FIJAS

La metodología de Operador de Red Hipotético Eficiente o Empresa Eficiente consiste en la utilización de un modelo de negocios que determina las tarifas de los servicios sujetos a regulación, de acuerdo con los costos que tendría un operador que provee los servicios con las tecnologías más eficientes disponibles comercialmente en el mercado al momento de tarificar, y que organiza de manera óptima su operación respecto a la red de telecomunicaciones y a la organización para la explotación del servicio, lo cual supone la creación de una empresa hipotética eficiente que no corresponde a la situación específica de alguna de las empresas reguladas.

El modelo permite entregar una base de sustentación de las tarifas de los servicios de telecomunicaciones regulados, de acuerdo con los costos e inversiones necesarias para la provisión de dichos servicios en el año de reposición.

Las tarifas sujetas a regulación se obtienen a partir de las estimaciones de las inversiones necesarias para satisfacer la demanda del servicio, proyectada para un horizonte de planificación de 5 años, y todos los costos de explotación u operación requeridos que permitan proveer los servicios de la forma más eficiente posible.

Si bien el modelo de empresa eficiente supone una desvinculación con la situación real de algún operador específico o mercado regulado, al momento de realizar la construcción teórica de una empresa modelo, su complejidad repercute en la práctica frente a las asimetrías de información, resuelve algunas

Actualización y Modificación del Modelo de Costos de Empresa Eficiente	Código: 2000-38-3-20	Página 6 de 54
	Revisado por: Diseño Regulatorio	Fecha de revisión: 28/03/2025
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

veces la incorporación como referencia de algunos aspectos de la operación de la empresa real, optimizando las situaciones que así lo requieran. El aspecto anterior puede ser considerado parcial o totalmente, dependiendo de la partida de costos involucrada.

El modelo de empresa eficiente costea la infraestructura de acceso a través de redes fijas (FO, HFC, ParCu, Satelital), las redes de transmisión para el transporte de comunicaciones, el CORE de la red para gestionar y cursar los tráficos, e inversiones administrativas necesarias para el funcionamiento de la red de servicios fijos, en cada una de las zonas de atención geográficas, y además, incorpora la infraestructura necesaria para la recepción de comunicaciones internacionales, cuando corresponda, así como los costos de explotación vinculados a la operación de la empresa.

El modelo de empresa eficiente es un modelo prospectivo, es decir que se basa en valorar los activos de la empresa según su costo de reposición en la actualidad –al momento de realizar la observación del mercado regulado– y proyecta los costos en que incurrirá en un horizonte de planificación de largo plazo en función de la demanda del servicio que enfrenta la empresa. Esto significa que no se considera el costo histórico de adquisición sino el costo de instalación de una nueva red de manera eficiente –costo de reposición.

El cálculo de tarifas de los servicios regulados se realiza mediante la asignación de costos, de acuerdo con proporciones de uso de los elementos de red, y mediante el uso de distintas metodologías de cálculo utilizadas: costos medios, costos marginales o costos incrementales de largo plazo –Long Run Incremental Costs – LRIC. Así mismo, este método proporciona un marco analítico con el que, mediante tecnologías avanzadas y las operaciones más eficaces, se obtiene una estimación de costos en un mercado competitivo.

En este sentido, este modelo diseña y simula la red eficiente, de mínimo costo, con las características básicas generalmente aceptadas desde el punto de vista de ingeniería existentes en el momento del diseño del modelo, por lo que, el mismo arrojará valores simulados y eficientes que variarán en mayor o menor medida de los que caracterizan la estructura real de costos de los operadores, no permitiendo, por ejemplo, incluir ineficiencias o sobredimensionamientos innecesarios incurridos en el pasado o por razones históricas.

2.1 Estructura del Modelo

El modelo de empresa eficiente se distingue por contar con estructuras lógicas y de modelación a lo largo de su diseño y desarrollo. Estas estructuras facilitan el funcionamiento del modelo, permitiendo que sea comprensible para personas ajenas al equipo desarrollador o usuarios directos.

La construcción del modelo de costos de empresa eficiente se desarrolla en forma modular e incluye, entre otros, los siguientes aspectos: tasa de costo de capital, estimación de la demanda, diseño de red fija e inversiones en infraestructura de telecomunicaciones, inversiones administrativas, recursos humanos – remuneraciones, gastos operacionales, depreciación – valor residual, ecuación de

Actualización y Modificación del Modelo de Costos de Empresa Eficiente	Código: 2000-38-3-20	Página 7 de 54
	Revisado por: Diseño Regulatorio	Fecha de revisión: 28/03/2025
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

autofinanciamiento, módulo de cálculo tarifario, propuesta tarifaria y mecanismos de indexación tarifaria.

En términos generales, un modelo de costos de estas características, con los altos grados de libertad que cuenta la herramienta, resulta difícil de comprender. El objetivo principal es lograr entender las funcionalidades modeladas, para que un usuario comprenda la mecánica de funcionamiento de los módulos y cómo se interrelacionan para lograr obtener los resultados finales.

2.2 Estructura Lógica

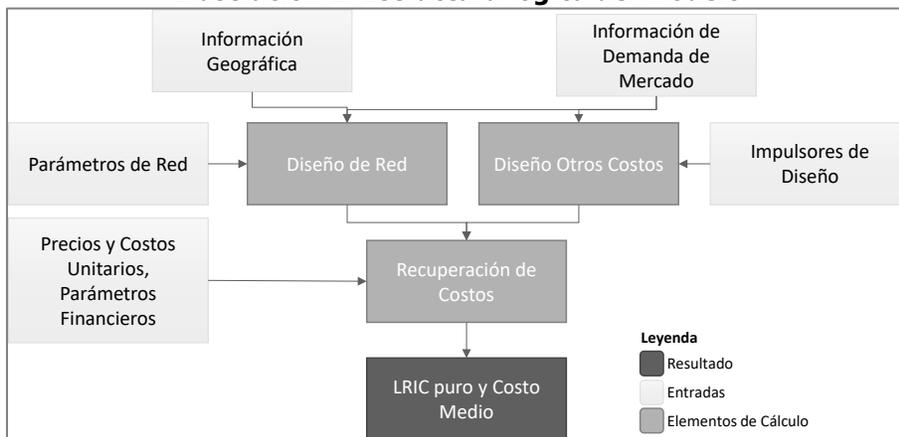
Dentro de la modelación propuesta existen los siguientes conceptos base para comprender la lógica del modelo, y son los siguientes:

- Proyección de Demanda: El modelo realiza una proyección a 5 años de la demanda por servicios actual, al final de este período la Empresa Eficiente es liquidada a su valor residual en ese momento.
- Oferta de Mercado: el modelo respeta la oferta de mercado actual, es decir las tecnologías de red presentes que emanan de los usuarios, y las proyecta en base al comportamiento histórico de la oferta.
- Red Eficiente: Para la elaboración del modelo se consideran las modificaciones de red sobre las redes existentes para adoptar activos que se adaptan a las necesidades y requerimientos de una red actual, con tecnología probada y existente a nivel comercial en Colombia, no replicando activos que eventualmente dejaron de ser comercializados hace varios años.
- Costo de Reposición: Este modelo, al igual que la mayoría de los modelos regulatorios alrededor del mundo, supone una reposición completa de los activos necesarios para brindar los servicios en el período de análisis.

En términos simples y resumidos el modelo cuenta con grandes elementos lógicos que permiten su modelación, los que se agrupan en los elementos que se muestran en la siguiente ilustración.

Actualización y Modificación del Modelo de Costos de Empresa Eficiente	Código: 2000-38-3-20	Página 8 de 54
Versión No. 5	Revisado por: Diseño Regulatorio Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de revisión: 28/03/2025 Fecha de vigencia: 13/01/2025

Ilustración 1. Estructura lógica del modelo



Fuente: Elaboración propia

La funcionalidad de cada elemento es la siguiente:

- La información geográfica consiste en la información relacionada con la geografía de Colombia, donde se recoge entre otros elementos información departamental y municipal. Para el caso del diseño de red de acceso de las distintas tecnologías se subdivide en base al área de servicio y a la densidad de tráfico al interior del clúster⁴ compuesto por distintos municipios.
- La información de demanda de mercado se basa en los accesos y tráficos oficiales (www.postdata.gov.co/) aportados por cada operador los cuales son proyectados a 5 años en el futuro.
- Los parámetros de red consideran las capacidades y características técnicas de los equipos de red de forma tal de poder suministrar todos los servicios de la empresa eficiente.
- Los impulsores de diseño participan en diseño eficiente de los otros elementos de costo, corresponden a tasas y rendimientos observados en el mercado colombiano en base a la información entregada por los operadores.
- El módulo de diseño de red se alimenta de la información de demanda de mercado, parámetros técnicos e información geográfica, principalmente de cobertura, se ocupan criterios que afectan el rendimiento de los equipos para poder modelar el desempeño de una empresa real.
- Los otros módulos de diseño contemplan el diseño de recursos humanos, edificios técnicos y administrativos, sistemas de información y otros bienes y servicios, los cuales se nutren de la demanda y su dispersión geográfica, y en base a los impulsores proyectan las cantidades necesarias de estos elementos.

⁴ La clasificación de los municipios por clúster para servicios fijos de telecomunicaciones se encuentra en el Anexo 4.9 de la Resolución CRC 5050 de 2016.

Actualización y Modificación del Modelo de Costos de Empresa Eficiente	Código: 2000-38-3-20	Página 9 de 54
	Revisado por: Diseño Regulatorio	Fecha de revisión: 28/03/2025
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

- En la recuperación de costos se toman las unidades físicas de los elementos necesarios, y se multiplican por su precio, y con la vida útil y los parámetros financieros se calcula la remuneración a recuperar por cada uno de los servicios.
- Finalmente, luego de calculada la remuneración de costos se obtienen los valores a costo medio e incremental de los servicios.

2.3 Principales actualizaciones y mejoras al modelo

El uso del modelo de costos de empresa eficiente de redes fijas permite sustentar la política regulatoria establecida por la CRC, que ha permitido el aumento competitivo y la adecuada evolución tecnológica de las redes representada en más oferta y mejores servicios.

La regulación ha generado incentivos adecuados para una remuneración eficiente de la terminación de comunicaciones de voz en las redes fijas, sin embargo, es un servicio en su etapa de declive. No obstante, el modelo de costos recoge la compartición de infraestructura con servicios en crecimiento en aquellas zonas de mayor desarrollo económico, y expandiéndose en zonas de baja densidad, lo cual se encuentra representado en la modelación en la agrupación de municipios clasificados por condiciones socio económicas y de penetración de los servicios. El clúster corresponde a la clasificación de municipios en categorías de alto desempeño, desempeño moderado, desempeño incipiente, bajo desempeño y desempeño limitado⁵.

El modelo de empresa eficiente que acompaña la política regulatoria para este nuevo periodo debe ser acorde al desarrollo futuro de la competencia, reflejando adecuadamente los costos de la provisión de los servicios de acceso, en las diferentes zonas de competencia y aquellas con menor desarrollo, particularmente en la provisión del servicio de acceso a internet fijo.

Las principales actualizaciones y mejoras al modelo corresponden a:

- a) Estimaciones y proyecciones de los servicios fijos para un horizonte de 5 años, periodo comprendido entre los años 2023 a 2027.
- b) Se incorpora un nuevo módulo de proyecciones de los accesos a servicios fijos y los tráficos de voz:
 - Líneas en Servicio de Telefonía Fija Mercado por Municipio
 - Accesos a Internet Fija Mercado por Municipio
 - Abonados TV Suscripción Mercado por Municipio
 - Tráfico Local Salida Telefonía Fija Mercado por Municipio
 - Tráfico Larga Distancia Internacional Telefonía Fija Mercado

⁵ La clasificación de los municipios por clúster para servicios fijos de telecomunicaciones se encuentra en el Anexo 4.9 de la Resolución CRC 5050 de 2016.

Actualización y Modificación del Modelo de Costos de Empresa Eficiente	Código: 2000-38-3-20	Página 10 de 54
	Revisado por: Diseño Regulatorio	Fecha de revisión: 28/03/2025
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025



- Tráfico Fijo a Móvil y Móvil a Fijo Mercado
 - Tráfico Larga Distancia Nacional Salida Telefonía Fija Mercado
- c) Actualización de clúster de agrupación de municipios de acuerdo con el desempeño en las dimensiones socioeconómicas, de acceso y de los mercados fijos⁶.
 - d) Actualización de módulos de tecnologías de acceso FO, HFC y ParCu de acuerdo con la información de zonas de servicios del mercado a fecha de reposición.
 - e) Mejora en el módulo de transmisión incorporando demandas conjuntas de voz y datos, y valores de tecnologías de mayor velocidad de transmisión.
 - f) Mejora en el módulo CORE de voz en función de la información proporcionada por los operadores de redes fijas.
 - g) Actualización de los módulos de mark-up (BBSS, RRHH, TI) en función de la información proporcionada por los diferentes operadores de redes fijas.
 - h) Módulo de cálculo financiero con los cambios en la estructura de tarifas para permitir nuevos requerimientos regulatorios.
 - i) Modelo de empresa eficiente de redes fijas (MEEF) que integra los cambios realizados en los diferentes módulos para proponer una nueva versión de los costos regulatorios.

La actualización del MEEF en muchos casos no sólo involucra la actualización de los datos, sino que también involucra cambios en la modelación o fórmulas empleadas.

Luego de recibidos los comentarios de la industria a la publicación de la propuesta regulatoria, y dada la evidencia de nueva información estadística disponible sobre el comportamiento del mercado durante el año 2024, se ha incluido esta información en la actualización de las estimaciones y resultados.

Para incorporar la nueva información estadística en las series de estimación, basadas en las diferencias observadas en las líneas telefónicas previstas para el año 2024, fue necesario actualizar las series de tráficos indicadas. Además, se recalcularon los minutos mensuales de cada una de las series con el objetivo de reestimar la proyección, así como reevaluar los accesos a otros servicios.

Cabe señalar que esta actualización del MEEF se realizan para un horizonte de proyección de 5 años.

2.3.1 Estimaciones y Proyecciones de los Servicios Fijos (Demanda de Servicios)

Tal como se ha expresado, una de las actualizaciones que se debe realizar al MEEF se refiere al desarrollo del módulo de demanda de servicios fijos - mercado y empresa eficiente, que permite obtener

⁶ La clasificación de los municipios por clúster para servicios fijos de telecomunicaciones se encuentra en el Anexo 4.9 de la Resolución CRC 5050 de 2016.

Actualización y Modificación del Modelo de Costos de Empresa Eficiente	Código: 2000-38-3-20	Página 11 de 54
Versión No. 5	Revisado por: Diseño Regulatorio Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de revisión: 28/03/2025 Fecha de vigencia: 13/01/2025

las proyecciones de los servicios de redes fijas provistos para el mercado durante el periodo 2022-2027, cuyo detalle metodológico se desarrolla a continuación.

Para la actualización del módulo se incorporaron las series históricas de información pública disponible⁷ entre enero de 2012 y diciembre de 2024, de las diferentes variables proyectadas. Entre ellas, accesos en servicio por operador (líneas, conexiones a Internet y TV), tráficos de voz y tráficos de datos por categorías.

En general, para la determinación de los tráficos de voz y datos se estiman las tasas de uso o tráfico unitario por abonado mensual (MOU), cuyos comportamientos históricos permiten proyectar la serie para el quinquenio.

La metodología utilizada en las estimaciones de tráficos de voz y datos que utiliza el MEEF se basa en la independencia estadística de las proyecciones entre las diferentes series de las variables estimadas (5 series en total por cada uno de los 1122 municipios del país y 2 series nacionales) y el uso de patrones en la estimación de demanda que permiten anular comportamientos anómalos que se presentan de forma particular y que no responden al comportamiento comúnmente observado en el pasado⁸.

Las demás series de variables se obtienen por ponderación o agregación proyectada, obteniendo con ello, todas las series de demanda utilizadas en el MEEF.

Las series proyectadas, el registro histórico de la información disponible, la periodicidad de las estadísticas y el uso del periodo de observación para proyectar las estimaciones, se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Series de información empleadas

	Serie	Data Histórica	Periodicidad
1	Líneas en Servicio de Telefonía Fija Mercado por Municipio	Ene 2012 – Dic 2024	Trimestral
2	Accesos a Internet Fija Mercado por Municipio	Ene 2012 – Dic 2024	Trimestral
3	Abonados TV Suscripción Mercado por Municipio	Ene 2013 – Sep 2024	Trimestral
4	MOU Tráfico Local Salida Telefonía Fija Mercado por Municipio	Ene 2012 – Mar 2022	Trimestral
5	MOU Tráfico Larga Distancia Internacional Entrante Telefonía Fija Mercado	Ene 2012 – Dic 2021	Trimestral
6	MOU Tráfico Larga Distancia Internacional Saliente Telefonía Fija Mercado	Ene 2012 – Dic 2021	Trimestral

⁷ <https://postdata.gov.co/>

⁸ Cabe señalar que, bajo esta metodología, el retiro de informaciones de puntos anómalos, como por ejemplo el comportamiento en pandemia Covid-19, no contribuyen a mejorar necesariamente la estimación del comportamiento futuro de las conexiones a la red fija.

	Serie	Data Histórica	Periodicidad
7	Tráfico Fijo a Móvil Mercado	Jun 2017 – Mar 2021	Trimestral
8	MOU Móvil a Fijo Mercado	Ene 2012 – Dic 2024	Trimestral
9	MOU Tráfico Larga Distancia Nacional Salida Telefonía Fija Mercado por Municipio	Ene 2012 – Dic 2022	Trimestral
10	Velocidad de Tráficos de Datos Internet Fija Mercado para Carga y Descarga por tecnología (Cable, Fibra, Inalámbrica, Satelital y xDSL)	Jun 2017 – Dic 2023	Trimestral

Fuente: Elaboración propia

El periodo utilizado por el MEEF para cada una de las proyecciones de variables de demanda realizadas, se justifica en el hecho de maximizar el uso de la información histórica disponible entre enero de 2012 y diciembre de 2024, que involucra a las principales variables requeridas por el modelo, correspondientes a: accesos por categorías, tráfico unitario de voz y datos por línea mensual para cada segmento.

No obstante, no todas las series necesarias para las estimaciones cuentan con información histórica desde enero de 2012, sino que algunas contienen datos posteriores. Esto genera diferencias en el periodo de estadísticas históricas utilizadas en las proyecciones de las diferentes series del modelo. A pesar de estas discrepancias en los periodos utilizados para ciertas series, es pertinente conservar dichas variaciones debido a la falta de información estadística, respaldada por la independencia de la variable estimada.

En consecuencia, las estimaciones de demanda de los servicios de redes fijas para el mercado colombiano se desarrollan para un horizonte de 5 años, periodo comprendido entre los años 2023 a 2027, y corresponden principalmente a las proyecciones de líneas en servicio de telefonía fija, accesos a internet fijo y suscriptores de TV, y su comportamiento de tráficos de voz y datos, así como las proyecciones del uso de red.

2.3.1.1 Metodología utilizada en la Estimación de Demanda

Para realizar la estimación, se utilizó una función de pronóstico estadístico de orden tendencial en cada serie de forma independiente. Esta función calcula un valor futuro basado en los valores históricos existentes mediante un algoritmo de suavizado exponencial triple (Exponential Triple Smoothing –ETS–), lo cual permite replicar las estacionalidades observadas en el tráfico durante los periodos mensuales (12) o trimestrales (4). Una vez obtenidas las series proyectadas para el horizonte de los tráficos unitarios en sus diferentes categorías, los resultados se ponderan según los accesos en las respectivas categorías, proyectando así los tráficos de voz y datos para el periodo correspondiente.

De acuerdo con lo indicado, las proyecciones de demanda del modelo tarifario son de carácter tendencial basadas el algoritmo de suavizado exponencial triple en la versión aditiva es decir AAA (error aditivo, tendencia aditiva y estacionalidad aditiva), algoritmo que es también conocido popularmente como el

Actualización y Modificación del Modelo de Costos de Empresa Eficiente	Código: 2000-38-3-20	Página 13 de 54
	Revisado por: Diseño Regulatorio	Fecha de revisión: 28/03/2025
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

método de Holt-Winters⁹, pero con la componente de que la estimación de parámetros es realizada a través de un modelo State-Space.

Esta familia de métodos nace del análisis de Poisson en el siglo 17, adoptado en 1940 por la comunidad de procesamiento de señales. Por muchos años fueron utilizados como una alternativa de un carácter más informal (modelos ad-hoc) para la estimación de series de tiempo, ya que no tenían un marco de modelación estocástica que permitiera el cálculo de intervalos de confianza, e indicadores de probabilidad y de verosimilitud.

En el año 2002 Hyndman, Rob, Koehler, Anne B., Snyder, Ralph and Grose, Simone¹⁰ entregaron un marco teórico para que estos métodos no lineales tuviesen indicadores estadísticos, y de esta forma poder obtener parámetros óptimos para estos modelos de pronóstico de series de tiempo, sin caer en mínimos locales como sucedía antes. De esta forma el soporte estadístico de los actuales algoritmos ETS, es similar al que se puede encontrar en los clásicos modelos ARIMA.

En particular para el caso de los modelos ETS (A,A,A) como el implementado en MS Excel, existe un equivalente directo en los modelos ARIMA estacionales (seasonal ARIMA), este sería del tipo $ARIMA(0,1,m+1)(0,1,0)_m$, donde m corresponde al período estacional (número de observaciones por año, suponiendo que los datos son mensuales), y las componentes no estacionales son cero para la parte autorregresiva, 1 para las primeras diferencias y $m+1$ para el promedio móvil (el mismo orden se sigue para las componentes estacionales).

Si bien se pueden emplear criterios de información como AIC, AICc o BIC¹¹ para comparar las bondades estadísticas entre modelos del mismo tipo, por ejemplo, entre distintos modelos ETS, no es posible comparar entre ETS y ARIMA¹², ya que la probabilidad (likelihood) en ambos métodos no es calculada de la misma forma. Lo usual para seleccionar entre métodos de distinto tipo y entre ciertos parámetros son sus capacidades de predicción. Para lo anterior se observan medidas como el error cuadrático medio (RMSE), errores porcentuales absolutos medios simétricos (SMAPE) y errores absolutos medios escalados (MASE).

En este punto, es importante precisar que se utiliza el modelo ETS (A,A,A) debido a que ofrece niveles de predicción similares a los modelos ARIMA, con la ventaja adicional de estar implementados nativamente en MS Excel. Esto facilita su análisis y sensibilización por parte de casi cualquier persona, a diferencia de los métodos ARIMA estacionales que requieren el uso de software estadístico especializado como SPSS o R, ampliamente difundidos en la comunidad científica pero no tan utilizados

⁹ Winters, P. R. (April 1960). "Forecasting Sales by Exponentially Weighted Moving Averages". Management Science. 6 (3): 324–342. doi:10.1287/mnsc.6.3.324.

¹⁰ Hyndman, Rob, Koehler, Anne B., Snyder, Ralph and Grose, Simone, (2002), A state space framework for automatic forecasting using exponential smoothing methods, International Journal of Forecasting, 18, issue 3, p. 439-454.

¹¹ Akaike Information Criterion, Akaike Information Criterion corrected, Schwartz' Bayesian Information Criterion

¹² Salvo en los casos donde ambos modelos presentan sólo una raíz unitaria, como es el caso en que el modelo ETS no tiene estacionalidad

Actualización y Modificación del Modelo de Costos de Empresa Eficiente	Código: 2000-38-3-20	Página 14 de 54
	Revisado por: Diseño Regulatorio	Fecha de revisión: 28/03/2025
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025



como MS Excel. En este contexto, la publicación del Modelo Empresa Eficiente Fijo en el sitio de CRC refuerza el compromiso de contribuir y transparentar la fundamentación de la decisión regulatoria adoptada.

Dado que el tipo de modelo utilizado por los reguladores alrededor del mundo, en su mayoría del tipo tendencial, es necesario realizar revisiones periódicas de estos, tal cual ocurre en la práctica. En términos amplios no existe un modelo estadístico que permita prever cambios completamente nuevos, para ello existen otros tipos de modelos más cercanos a la simulación y procesos estocásticos¹³. En todo caso, es posible realizar pruebas de cambio de tendencia exógenos al observar de forma posterior las estadísticas de la serie.

La robustez y confianza de los modelos ETS difiere de lo que se ocupa en modelos de tipo ARIMA, los cuales son más cercanos a la econometría clásica, por ejemplo, en ETS no se tienen ni p-values ni R^2 , por lo que, los conceptos de significancia estadística y bondad y ajuste no aplican directamente en estos modelos. En ETS, primero se observan las medidas de error relativas como el MAPE, luego la estabilidad de los parámetros de nivel, tendencia y estacionalidad, los que deben estar en rangos intermedios, todos estos estadísticos se encuentran naturalmente en MS Excel.

Para estimar las bondades de los modelos ETS, específicamente para ver su estabilidad a cambios importantes, MS Excel realiza simulaciones de Montecarlo de variaciones gaussianas y se pueden obtener intervalos de confianza para las predicciones, las cuales suelen “explotar” si es el modelo no es estable. Estos intervalos de confianza son una herramienta útil para ver en forma general la robustez y bondades del modelo, no operan en forma específica como los intervalos de confianza de los parámetros de un modelo ARIMA.

Una de las ventajas de los modelos de tipo de costo incremental es que los aumentos o bajas de demanda en forma tendencial no producen grandes cambios en los resultados finales, ya que el punto del año cero que está sustentado en información histórica que no presenta variaciones, por lo que, el efecto de una estimación desviada se ve altamente atenuado.

¹³ En lo que respecta a pruebas como la de Chow, se debe señalar que esta no se relaciona de buena forma con el modelo ETS, dado que el Test de Chow compara variaciones en la media en un punto conocido para un modelo de estimación lineal, donde la varianza es estable frente al cambio estructural, lo cual es muy útil en modelos de tipo panel, pero no necesariamente útil en modelos ETS. De todas formas, para poder probar la sensibilidad frente a cambios del modelo ETS se adaptó una versión del test de Chow, la cual se ha incluido en el «Anexo de Proyecciones del MEEF».

Por otra parte, en modelos autorregresivos (no ETS) se suele utilizar la metodología propuesta por Perron (1989) -The Great Crash, the Oil Price Shock, and the Unit Root Hypothesis. *Econometrica*, 57, 1361-1401. <https://doi.org/10.2307/1913712>- para evitar el problema que se genera frente a un cambio estructural con el test de raíces unitarias. Sobre los test de raíces unitarias o de cambios de estacionalidad, estos resultan particularmente útiles en los modelos ARIMA, donde una vez detectada la raíz unitaria, la solución es realizar la estimación de la serie con filtro de diferencias temporales, lo cual es exactamente lo que hace el segundo término de ETS. Con lo anterior no se está diciendo que tales test sean inútiles, pero el utilizarlos no necesariamente mejorará la estimación realizada con ETS que es el objetivo final.

Actualización y Modificación del Modelo de Costos de Empresa Eficiente	Código: 2000-38-3-20	Página 15 de 54
	Revisado por: Diseño Regulatorio	Fecha de revisión: 28/03/2025
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

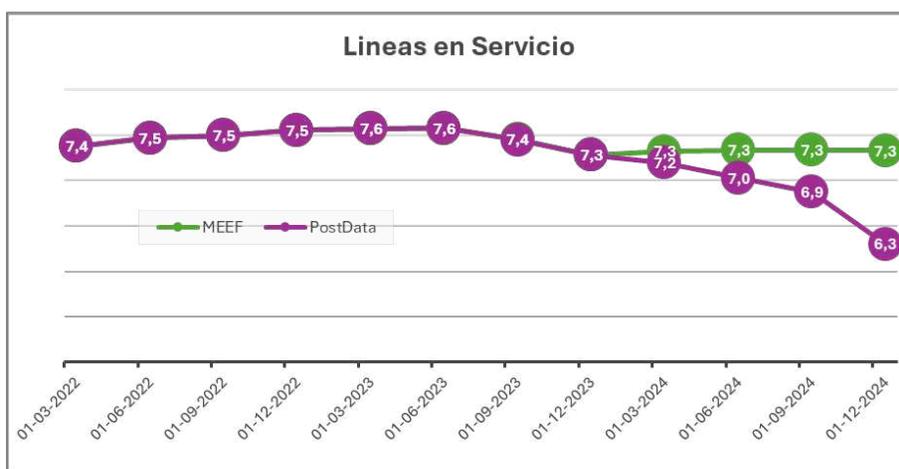


2.3.1.2 Accesos a Servicios Fijos

En el caso de las estimaciones de los accesos a servicios fijos se calculan los comportamientos históricos de Líneas en Servicio de Telefonía Fija, Accesos a Internet Fija y Abonados TV para cada trimestre por municipio, y con ello se proyectan las series de datos para el horizonte de proyección 2023 al 2027, de forma independiente.

De acuerdo con la información de líneas en servicios publicadas en postdata para el año 2024, se observa un cambio de tendencia en las líneas telefónicas que no se evidenciaba previamente (ver Ilustración 2), lo cual esta atribuido al cambio comercial experimentado en el mercado respecto del empaquetamiento de servicios, lo que ha quedado reflejado durante este periodo.

Ilustración 2. Tendencia en la serie de líneas en servicio



Fuente: Elaboración propia con información disponible en PostData

Para los datos observados hasta la fecha de última actualización del estudio previo a su publicación para comentarios no se detectaron cambios estructurales o cambios significativos de tendencia, lo que difiere de la información estadística del año 2024, donde si es posible observar cambios de tendencia en la serie de líneas telefónicas.

Este comportamiento reflejado en la estadística de líneas telefónicas se encuentra estrechamente aparejado del cambio en la oferta comercial de los servicios empaquetados, razón por la cual, es oportuno incorporar la nueva información estadística disponible, y también realizar cambios en la estimación de los accesos a Internet y televisión por suscripción.

Actualización y Modificación del Modelo de Costos de Empresa Eficiente	Código: 2000-38-3-20	Página 16 de 54
Versión No. 5	Revisado por: Diseño Regulatorio Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de revisión: 28/03/2025 Fecha de vigencia: 13/01/2025



Para la nueva estimación de la serie de líneas se ha incorporado la información del número de líneas por municipio de los últimos 4 trimestres conocidos, se ha acotado el periodo de la muestra para recoger el cambio de tendencia e incorporado el intervalo de confianza de la estimación.

Serie	Líneas en Servicio de Telefonía Fija por Municipio
Periodo	3T 2022 a 4T de 2024
Observaciones	Se acorta la serie para reflejar cambio de tendencia
Método de Proyección	Suavizado exponencial triple ETS
Periodicidad	Trimestral

Los resultados obtenidos son los siguientes, con intervalos de confianza medidos al 95% para la estimación:

Ilustración 3. Líneas en servicio Mercado 2012 - 2027



Fuente: Elaboración propia

Líneas en Servicio de Telefonía Fija Mercado por Municipio (EOP)

N°Orden	id DANE	Departamento	Municipio	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
1	5001	Antioquia	Medellín	[Líneas] 757.469	714.165	702.855	619.858	580.446	540.991	501.537
2	5002	Antioquia	Abejorral	[Líneas] 585	538	423	294	196	85	0
3	5004	Antioquia	Abriaquí	[Líneas] 47	84	66	51	35	20	4
4	5021	Antioquia	Alejandro	[Líneas] 90	72	66	51	44	35	27
5	5030	Antioquia	Amagá	[Líneas] 1.205	969	592	377	34	0	0
6	5031	Antioquia	Amalfi	[Líneas] 364	417	318	229	133	37	0
7	5034	Antioquia	Andes	[Líneas] 2.330	2.680	2.314	1.940	1.571	1.202	833
1120	99524	Vichada	La Primavera	[Líneas] 0	0	0	0	0	0	0
1121	99624	Vichada	Santa Rosalia	[Líneas] 0	0	0	0	0	0	0
1122	99773	Vichada	Cumaribo	[Líneas] 0	0	0	0	0	0	0
				[Líneas] 7.567.395	7.549.132	7.276.206	6.298.599	5.810.498	5.311.833	4.826.929
				Intervalo de confianza 95%				8,7%	15,7%	22,8%

El intervalo de confianza de la estimación de la serie temporal del modelo ETS es un rango de valores dentro del cual se espera que se encuentre el valor verdadero de una variable en un momento futuro,



con un cierto nivel de confianza. En los modelos de suavizamiento exponencial (ETS), se ajustan tres componentes principales a los datos: el nivel (α), la tendencia (β) y la estacionalidad (γ). Estos componentes se estiman utilizando técnicas que minimizan el error de pronóstico y se ajustan a las observaciones pasadas.

El intervalo de confianza se calcula tomando en cuenta la incertidumbre del modelo y generalmente se basa en los errores de predicción o en las distribuciones de probabilidad asociadas con las estimaciones de los parámetros del modelo (como la varianza de los residuos). Dicho intervalo proporciona un rango dentro del cual los valores pronosticados pueden caer, con un nivel de confianza predefinido, en este caso 95%.

El intervalo de confianza del 95% para los valores estimados se incrementa conforme se proyectan años futuros, reflejando una mayor incertidumbre en las predicciones. Este margen varía entre más o menos 8,7% (para 2025) y más o menos 22,8% (para 2027), respecto al valor estimado¹⁴. Lo relevante de la estimación, más allá de la precisión de los datos estimados de la serie, es la tendencia que muestra y su consecuencia en la estimación de los costos del MEEF. Es importante recordar que en MEEF estas variaciones se ven atenuadas dado que el módulo de diseño de red es reactivo a la demanda, sin embargo, no genera costos por las desinstalaciones de los servicios.

Por otra parte, se realizó una variante del Test de Chow para ETS, que está implementado en el «Anexo de Proyecciones del MEEF» donde, al igual que el Test de Chow original, se compararon los errores cuadráticos de la realización de dos modelos versus la realización de un modelo y se aplicó un test de hipótesis para comprobar cambio estructural. El cambio estructural bajo este esquema salió aceptado sólo en el 11,9% de los municipios para un alfa del 0,1%, y a nivel nacional salió rechazado. Sin embargo, es grupo de municipios reúne el mayor porcentaje de líneas, como es el caso de Bogotá que si resultó relevante estadísticamente el cambio en la serie. Por tanto, se optó por privilegiar los últimos períodos para realizar la estimación.

A pesar de la amplitud de los intervalos de predicción, las proyecciones mantienen un nivel de estabilidad aceptable y permiten capturar adecuadamente las tendencias de demanda requeridas por el MEEF.

- **Accesos a Internet Fija Mercado por Municipio**

Consistente con lo indicado, para la nueva estimación de la serie de accesos a Internet fija se ha incorporado la información del número de accesos a Internet por municipio de los últimos 4 trimestres conocidos, y asumiendo el comportamiento de las líneas como periodo representativo.

Serie	Accesos a Internet Fija Mercado por Municipio
Periodo	3T 2022 a 4T de 2024

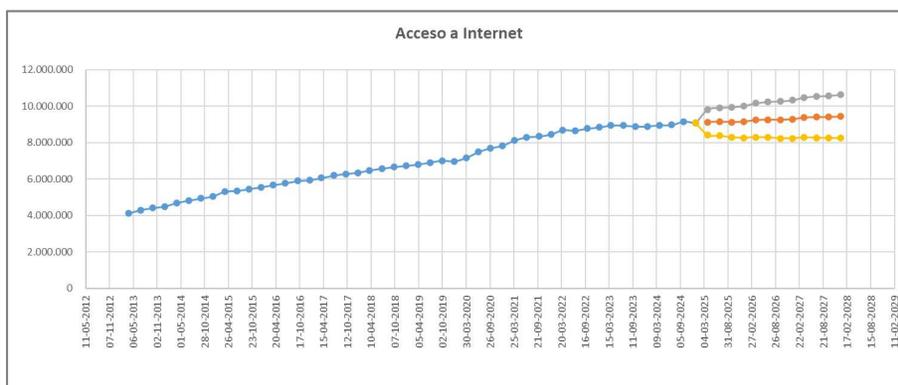
¹⁴ Estos intervalos se obtienen a partir de los errores de predicción del modelo ETS (versión aditiva AAA), implementado en Excel, y se construyen asumiendo una distribución normal del error.



Observaciones	Se acorta la serie para reflejar cambio de tendencia en líneas
Método de Proyección	Suavizado exponencial triple ETS
Periodicidad	Trimestral

Los resultados obtenidos son los siguientes, con intervalos de confianza medidos al 95% para la estimación:

Ilustración 4. Accesos a Internet fijo Mercado 2012 - 2027



Fuente: Elaboración propia.

Accesos a Internet Fija Mercado por Municipio (EOP)

N°Orden	id DANE	Departamento	Municipio		2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	
1	5001	Antioquia	Medellín	[Accesos]	702.797	768.435	772.536	784.868	797.958	809.166	820.375	
2	5002	Antioquia	Abejorral	[Accesos]	2.230	2.319	948	697	0	0	0	
3	5004	Antioquia	Abriaquí	[Accesos]	155	147	152	190	217	243	270	
4	5021	Antioquia	Alejandro	[Accesos]	335	632	697	399	1.011	1.166	1.322	
5	5030	Antioquia	Amagá	[Accesos]	3.760	3.469	4.253	4.976	5.601	6.225	6.849	
6	5031	Antioquia	Amalfi	[Accesos]	1.472	1.364	1.108	2.694	4.615	5.946	7.278	
7	5034	Antioquia	Andes	[Accesos]	4.094	4.265	3.117	4.432	4.765	5.027	5.289	
1120	99524	Vichada	La Primavera	[Accesos]	23	32	17	213	304	408	512	
1121	99624	Vichada	Santa Rosalía	[Accesos]	12	18	11	174	348	522	695	
1122	99773	Vichada	Cumaribo	[Accesos]	41	51	34	575	949	1.322	1.696	
					[Accesos]	8.454.845	8.838.147	8.892.871	9.066.056	9.142.262	9.282.392	9.437.455
						Intervalo de confianza 95%				8,7%	10,7%	12,2%

El intervalo de confianza muestra los valores dentro del cual se espera que se encuentre el valor verdadero de la serie de acceso a internet en un momento futuro pasando de más o menos 8,7% para 2025 a más o menos 12,2% a fin de periodo, con un nivel de confianza del 95%.



Abonados TV Suscripción Mercado por Municipio

Consistente con lo indicado, para la nueva estimación de la serie de abonados TV suscripción se ha incorporado la información del número de abonados TV por municipio de los últimos 4 trimestres conocidos, y asumiendo el comportamiento de las líneas como periodo representativo.

Serie	Abonados TV Suscripción Mercado por Municipio
Periodo	3T 2022 a 4T de 2024
Observaciones	Se acorta la serie para reflejar cambio de tendencia en líneas
Método de Proyección	Suavizado exponencial triple ETS
Periodicidad	Trimestral

Los resultados obtenidos son los siguientes, con intervalos de confianza medidos al 95% para la estimación:

Ilustración 5. Abonados de TV Mercado 2012 - 2027



Fuente: Elaboración propia.

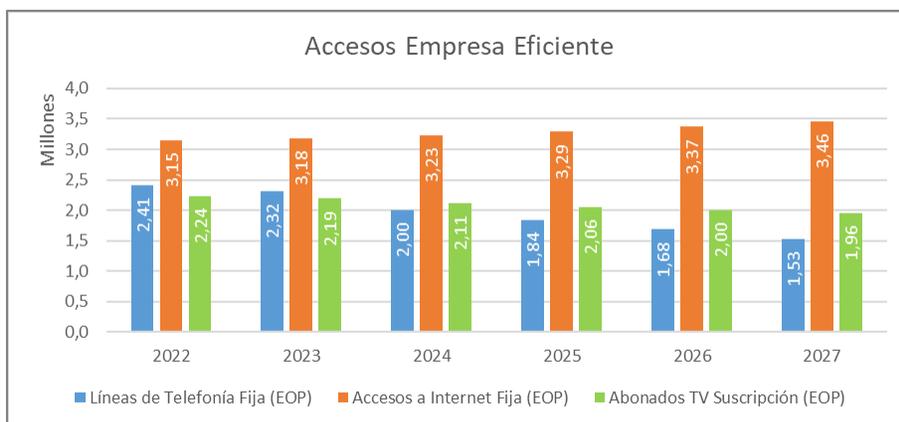
Abonados TV Suscripción Mercado (EOP)

N°Orden	id DANE	Departamento	Municipio	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
1	5001	Antioquia	Medellín	[AboTV] 587.439	614.041	599.297	584.210	570.918	557.627	544.336
2	5002	Antioquia	Abejorral	[AboTV] 517	481	377	242	129	15	0
3	5004	Antioquia	Abriaquí	[AboTV] 393	273	208	157	100	44	0
4	5021	Antioquia	Alejandro	[AboTV] 165	125	104	90	74	57	41
5	5030	Antioquia	Amagá	[AboTV] 1.684	1.504	1.151	897	598	298	0
6	5031	Antioquia	Amalfi	[AboTV] 989	929	953	876	839	801	764
7	5034	Antioquia	Andes	[AboTV] 2.237	1.882	1.454	1.010	568	127	0
1120	99524	Vichada	La Primavera	[AboTV] 402	433	383	325	268	210	152
1121	99624	Vichada	Santa Rosalía	[AboTV] 122	101	85	72	57	41	26
1122	99773	Vichada	Cumaribo	[AboTV] 738	837	975	1.048	1.143	1.238	1.333
				[AboTV] 6.171.984	6.333.394	6.232.672	6.056.532	5.934.084	5.816.415	5.712.504
				Intervalo de confianza 95%				4,5%	6,1%	7,3%



El intervalo de confianza muestra que los valores dentro del cual se espera que se encuentre el valor verdadero de la serie de abonados TV en un momento futuro se encuentra entre más o menos 4,5% (para 2025) a 7,3% (para 2027).

Ilustración 6. Acceso de Servicios Empresa Eficiente 2022 - 2027



Fuente: Elaboración propia.

2.3.1.3 Tráficos de Voz

En el caso de las estimaciones de tráfico de voz, para cada tipo de tráfico (Tráficos de Voz Local Salida, Móvil a Fijo, Fijo a Móvil, Larga Distancia Nacional e Internacional) se calculan los comportamientos históricos de minutos en uso por abonado para cada mes (MOU). Luego, se proyecta la serie de datos históricos para el horizonte de proyección determinados, de forma independiente. Con las líneas en servicio y MOU proyectados se obtienen los tráficos totales como resultado de la ponderación de ambas variables correspondientes.

- Tráfico Local Salida Telefonía Fija Mercado por Municipio**

El modelo incorpora la proyección de tráfico local salida telefonía fija mercado por municipio, como resultado de la ponderación de los minutos en uso mensuales ponderado por las líneas telefónicas, considerando para ello la información estadística semestral del periodo del 1T 2012 a 1T de 2022. La construcción de la serie MOU se obtiene de dividir el tráfico trimestral mensualizado (se divide por 3) por el promedio de las líneas de los trimestres involucrados.

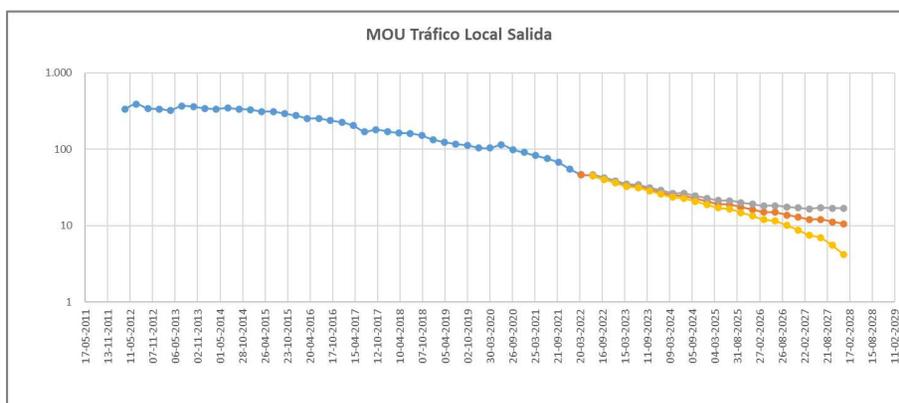
Serie	MOU Tráfico Local Salida
Periodo	1T 2012 a 1T de 2022
Observaciones	Postdata no cuenta con información actualizada
Método de Proyección	Suavizado exponencial triple ETS



Periodicidad Trimestral

Los resultados obtenidos son los siguientes (minutos en escala logarítmica, para IC del 95% medidos en la serie nacional):

Ilustración 7. MOU Tráfico Local Salida 2012 - 2027



Fuente: Elaboración propia.

MOU Local Salida Telefonía Fija Mercado por Municipio

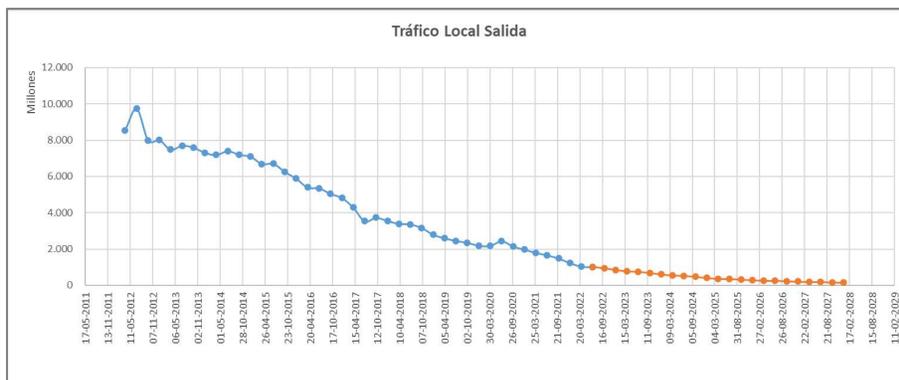
N°Orden	id DANE	Departamento	Municipio		2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
1	5001	Antioquia	Medellín	[Min/Lin-Mes]	166	90	45	22	11	5	3
2	5002	Antioquia	Abejorral	[Min/Lin-Mes]	104	124	123	121	119	117	115
3	5004	Antioquia	Abriaquí	[Min/Lin-Mes]	81	74	88	104	123	146	173
4	5021	Antioquia	Alejandro	[Min/Lin-Mes]	46	66	70	74	79	84	89
5	5030	Antioquia	Amagá	[Min/Lin-Mes]	156	73	72	72	72	71	71
6	5031	Antioquia	Amalfi	[Min/Lin-Mes]	161	85	90	94	99	105	110
7	5034	Antioquia	Andes	[Min/Lin-Mes]	81	82	78	74	71	68	65
1120	99524	Vichada	La Primavera	[Min/Lin-Mes]	0	0	0	0	0	0	0
1121	99624	Vichada	Santa Rosalía	[Min/Lin-Mes]	0	0	0	0	0	0	0
1122	99773	Vichada	Cumaribo	[Min/Lin-Mes]	0	0	0	0	0	0	0
[Min/Lin-Mes]					13,8	10,6	10,2	10,1	10,2	10,5	11,0
Intervalo de confianza 95%									14,0%	25,6%	47,8%

El intervalo de confianza muestra que los valores dentro del cual se espera que se encuentre el valor verdadero de la serie de minutos por línea-mes en los próximos años se encuentra entre más o menos 14,0% (para 2025) a 47,8% (para 2027).

Una vez conocida la proyección de MOU y las líneas telefónicas por municipio en cada caso, se ponderan los MOU (amplificados por 3 para representar el trimestre estimado) por el promedio de las líneas de los trimestres involucrados y se obtiene la proyección del tráfico local (ver Ilustración 8).



Ilustración 8. Tráfico Local Salida 2012 - 2027



Fuente: Elaboración propia.

- Tráfico Larga Distancia Internacional Telefonía Fija Mercado**

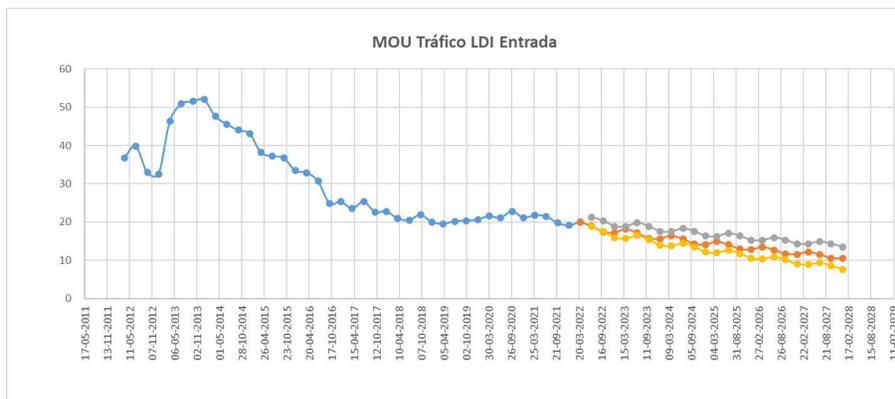
El modelo incorpora la proyección de tráfico larga distancia internacional (LDI) telefonía fija mercado, como resultado de la ponderación de los minutos en uso mensuales ponderado por las líneas telefónicas, considerando para ello la información estadística semestral del periodo del 1T 2012 a 4T de 2021. La construcción de la serie MOU se obtiene de dividir el tráfico trimestral mensualizado (se divide por 3) por el promedio de las líneas de los trimestres involucrados (ver Ilustraciones 8 y 9).

Serie	MOU Tráfico Larga Distancia Internacional Entrante
Periodo	1T 2012 a 4T de 2021
Observaciones	Postdata no cuenta con información actualizada
Método de Proyección	Suavizado exponencial triple ETS
Periodicidad	Trimestral

Serie	MOU Tráfico Larga Distancia Internacional Saliente
Periodo	1T 2012 a 4T de 2021
Observaciones	Postdata no cuenta con información actualizada
Método de Proyección	Suavizado exponencial triple ETS
Periodicidad	Trimestral

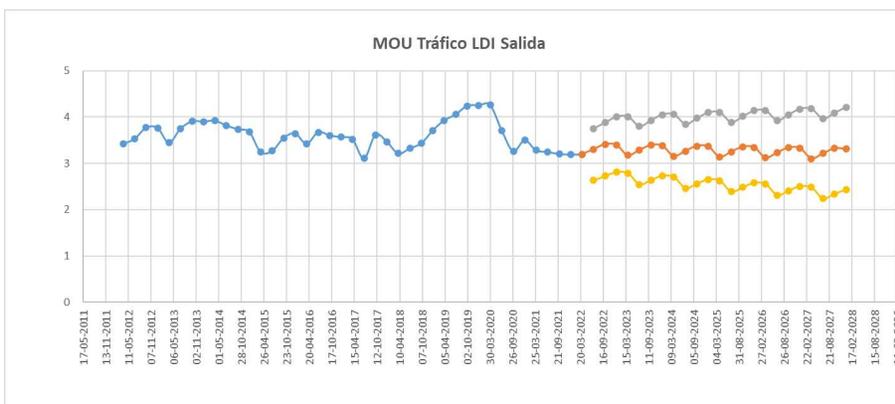


Ilustración 9. MOU Tráfico LDI Entrada 2012 - 2027



Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 10. MOU Tráfico LDI Salida 2012 - 2027



Fuente: Elaboración propia.

MOU Tráfico Larga Distancia Internacional Telefonía Fija Mercado

N°Orden	Tráfico	Larga Distancia Internacional		2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
1	LDI	Tráfico Entrante	[Min/Lín-Mes]	20,5	18,4	16,7	15,1	13,7	12,4	11,2
				Intervalo de confianza 95%				17,2%	21,2%	26,0%
2	LDI	Tráfico Saliente	[Min/Lín-Mes]	3,2	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,2
				Intervalo de confianza 95%				23,6%	25,4%	27,2%

El intervalo de confianza muestra que los valores dentro del cual se espera que se encuentre el valor verdadero de la serie de minutos por línea-mes en los tráficos de larga distancia internacional de entrada y salida. Para LDI entrante en los próximos años se encuentra entre más o menos 17,2% (para 2025)

a 26,0% (para 2027) y; para LDI salida en los próximos años se encuentra entre más o menos 23,6% (para 2025) a 27,2% (para 2027).

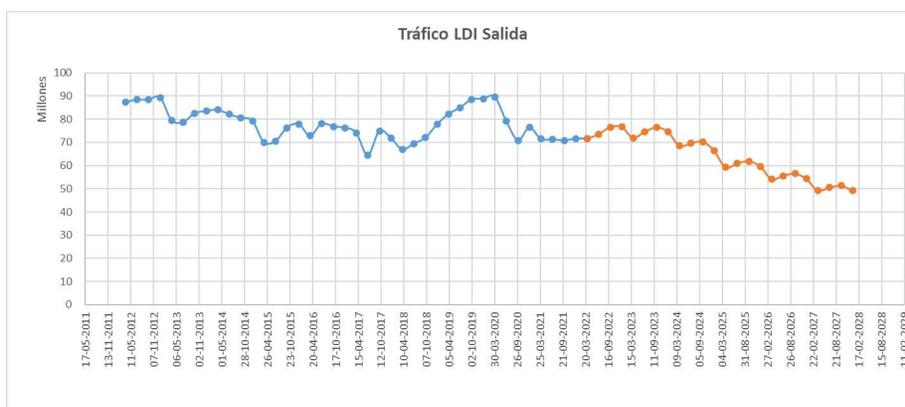
Una vez conocida la proyección de ambos MOUs y las líneas telefónicas nacionales en cada caso, se ponderan los MOU (amplificados por 3 para representar el trimestre estimado) por el promedio de las líneas de los trimestres involucrados. Los resultados obtenidos son los siguientes:

Ilustración 11. Tráfico LDI Entrada 2012 - 2027



Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 12. Tráfico LDI Salida 2012 - 2027



Fuente: Elaboración propia.



• **Tráfico Fijo a Móvil y Móvil a Fijo Mercado**

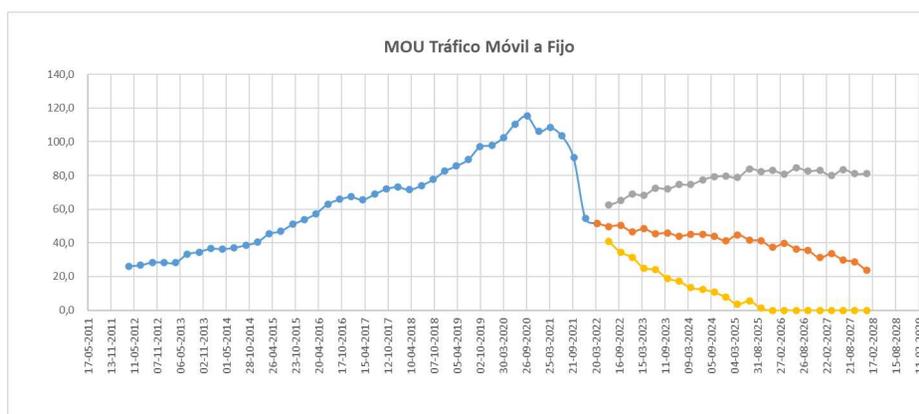
El modelo incorpora la proyección de tráfico fijo a móvil y móvil a fijo mercado, como resultado de la ponderación de los minutos en uso mensuales (MOU) ponderado por las líneas telefónicas, considerando para ello la información estadística trimestral del periodo del 1T 2012 a 4T 2024 (para el tráfico Fijo a Móvil se dispone de información del periodo 3T 2017 a 2T 2021). La construcción de la serie MOU se obtiene de dividir el tráfico trimestral mensualizado (se divide por 3) por el promedio de las líneas de los trimestres involucrados.

Serie	Tráfico Fijo a Móvil
Periodo	3T 2017 a 2T de 2021
Observaciones	Postdata no cuenta con información actualizada
Método de Proyección	Suavizado exponencial triple ETS
Periodicidad	Trimestral

Cabe señalar que la serie de tráfico fijo a móvil es coincidente con la proyectada en el Modelos Empresa Eficiente Móvil (MEEM), por lo que se complementa la serie con la proyección del tráfico total de la serie, por no contar con información actualizada luego del 2T 2021.

Serie	MOU Tráfico Móvil a Fijo
Periodo	1T 2012 a 4T 2024
Observaciones	Información actualizada
Método de Proyección	Suavizado exponencial triple ETS
Periodicidad	Trimestral

Ilustración 13. MOU Tráfico Móvil a Fijo 2012 - 2027



Fuente: Elaboración propia.

Actualización y Modificación del Modelo de Costos de Empresa Eficiente	Código: 2000-38-3-20	Página 26 de 54
	Revisado por: Diseño Regulatorio	Fecha de revisión: 28/03/2025
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

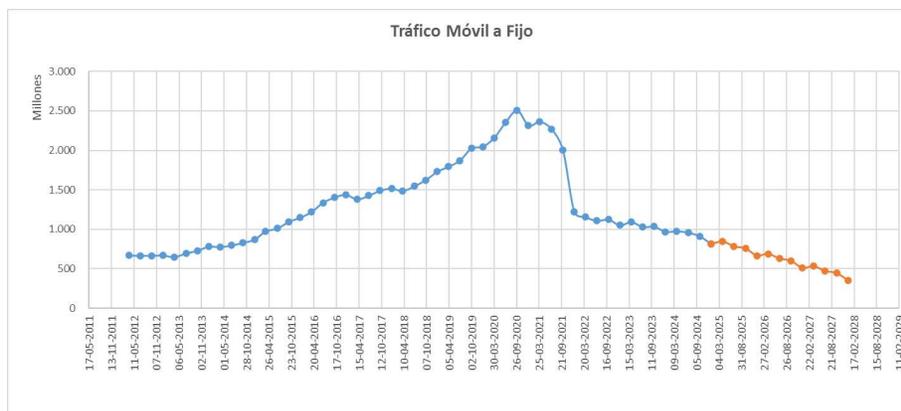
MOU Fijo a Móvil Mercado

N°Orden	Tráfico	Tráfico a/desde Móvil	[Min/Lin-Mes]	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
2	Entrada	Tráfico Móvil a Fijo		89,2	49,5	45,9	43,7	41,3	35,7	29,0
Intervalo de confianza 95%								100,8%	132,3%	181,5%

El intervalo de confianza muestra que los valores esperados que se encuentre el valor verdadero de la serie de minutos por línea-mes de móvil a fijo en los próximos años se encuentra entre más o menos 100,8% (para 2025) a 181,5% (para 2027).

Una vez conocida la proyección del MOU móvil a fijo y las líneas telefónicas nacionales, se ponderan los MOU (amplificados por 3 para representar el trimestre estimado) por el promedio de las líneas de los trimestres involucrados. Los resultados obtenidos son los siguientes:

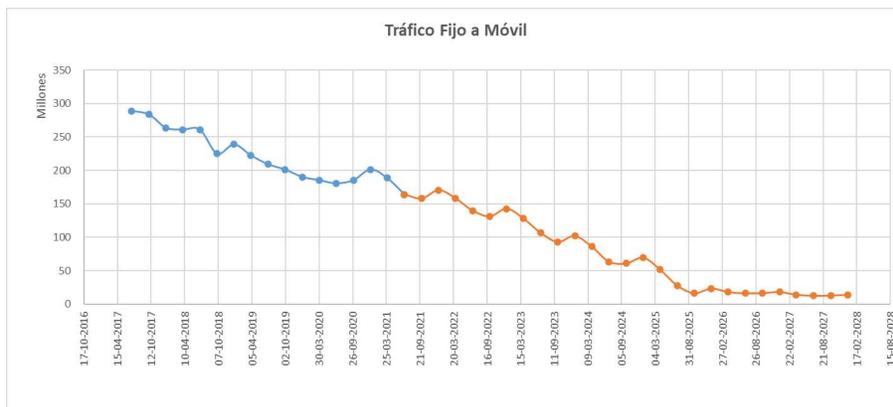
Ilustración 14. Tráfico Móvil a Fijo 2012 - 2027



Fuente: Elaboración propia.

Para el caso del tráfico fijo a móvil se utilizan las cifras del MEEM (ver Ilustración 15).

Ilustración 15. Tráfico Fijo a Móvil 2017 - 2027



Fuente: Elaboración propia.

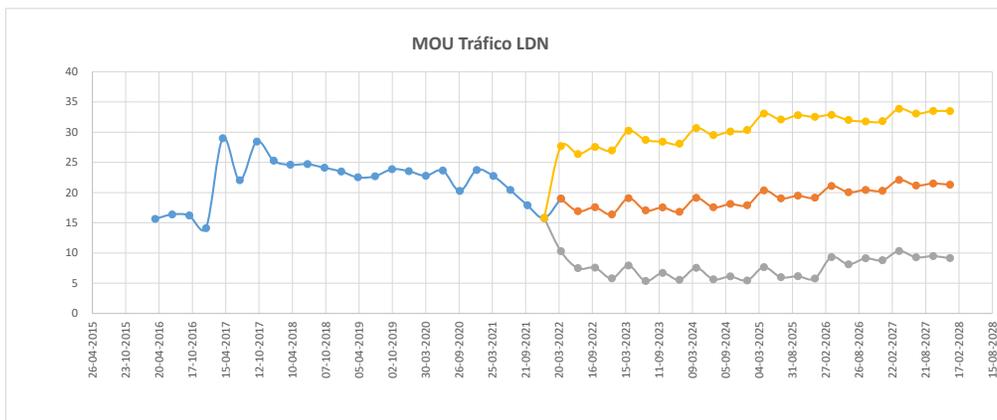
• **Tráfico Larga Distancia Nacional Salida Telefonía Fija Mercado**

El modelo incorpora la proyección de tráfico larga distancia nacional salida telefonía fija mercado, como resultado de la ponderación de los minutos en uso (MOU) mensuales ponderado por las líneas telefónicas, considerando para ello la información estadística trimestral del periodo del 1T 2016 a 4T 2021. La construcción de la serie MOU se obtiene de dividir el tráfico trimestral mensualizado (se divide por 3) por el promedio de las líneas de los trimestres involucrados.

Serie	MOU Tráfico Larga Distancia Nacional Salida
Periodo	1T 2016 a 4T 2021
Observaciones	Postdata no cuenta con información actualizada
Método de Proyección	Suavizado exponencial triple ETS
Periodicidad	Trimestral



Ilustración 16. MOU Tráfico LDN Salida 2012 - 2027



Fuente: Elaboración propia.

MOU Tráfico Larga Distancia Nacional Telefonía Fija Mercado

N°Orden	id DANE	Departamento	Municipio		2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
1	5001	Antioquia	Medellín	[Min/Lín-Mes]	11	10	10	10	9	9	9
2	5002	Antioquia	Abejorral	[Min/Lín-Mes]	10	9	10	10	10	11	11
3	5004	Antioquia	Abriaquí	[Min/Lín-Mes]	9	9	8	8	7	7	6
4	5021	Antioquia	Alejandro	[Min/Lín-Mes]	11	12	12	12	12	12	13
5	5030	Antioquia	Amagá	[Min/Lín-Mes]	14	16	18	19	21	22	24
6	5031	Antioquia	Amalfi	[Min/Lín-Mes]	14	12	13	13	13	13	14
7	5034	Antioquia	Andes	[Min/Lín-Mes]	6	5	5	4	3	3	2
1120	99524	Vichada	La Primavera	[Min/Lín-Mes]	0	0	0	0	0	0	0
1121	99624	Vichada	Santa Rosalía	[Min/Lín-Mes]	0	0	0	0	0	0	0
1122	99773	Vichada	Cumaribo	[Min/Lín-Mes]	0	0	0	0	0	0	0
[Min/Lín-Mes]					19,7	17,8	18,3	19,5	21,0	22,7	24,4
Intervalo de confianza 95%									67,3%	56,9%	55,6%

El intervalo de confianza muestra que los valores esperados que se encuentre el valor verdadero de la serie de minutos por línea-mes de larga distancia nacional en los próximos años se encuentra entre más o menos 67,3% (para 2025) a 55,6% (para 2027).

Una vez conocida la proyección de MOU y las líneas telefónicas por municipio en cada caso, se ponderan los MOU (amplificados por 3 para representar el trimestre estimado) por el promedio de las líneas de los trimestres involucrados. Los resultados obtenidos son los siguientes:

Ilustración 17. Tráfico LDN 2015 - 2027



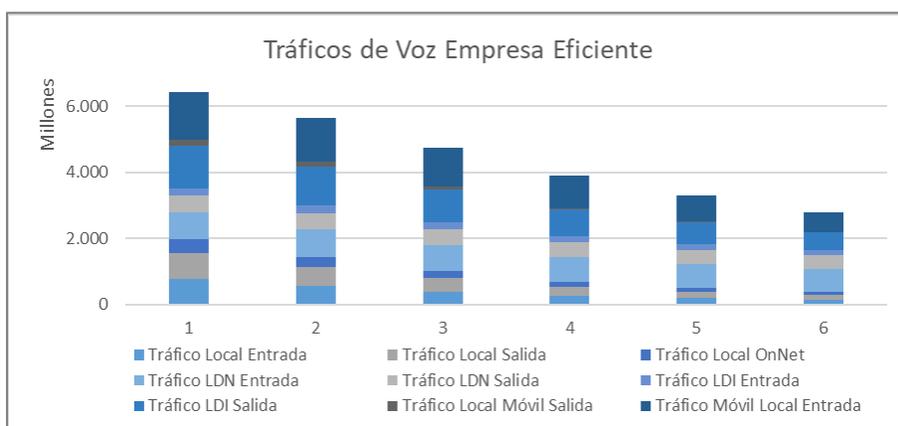
Fuente: Elaboración propia.

• **Tráficos de Terminación en la Red Fija**

Los tráfico de terminación en la red fija corresponden a:

- Tráfico Móvil a Fijo
- Tráfico Local de Entrada
- Tráfico Larga Distancia Nacional Salida y Entrada
- Tráfico Larga Distancia Internacional Salida y Entrada

Ilustración 18. Tráficos de Voz Red Fija Empresa Eficiente 2012 - 2027

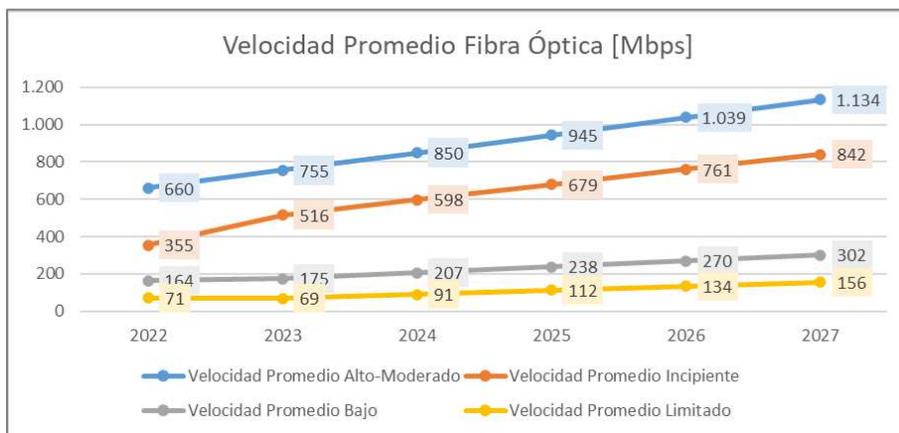


Fuente: Elaboración propia.

2.3.1.4 Tráficos de Datos

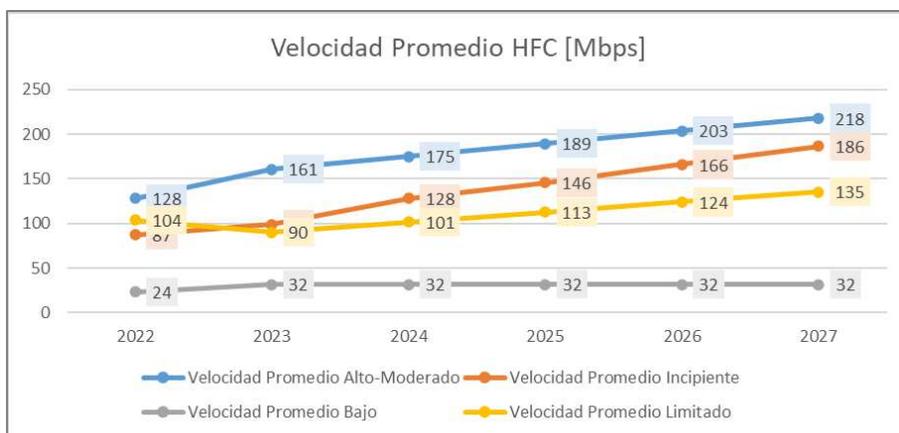
Para la estimación de tráfico de datos se calculan los comportamientos históricos de velocidad por tipo de acceso en cada clúster. Luego, se proyecta la serie de datos históricos (Mbps), para el horizonte de proyección determinados, de forma independiente para cada tecnología en cada clúster.

Ilustración 19. Velocidad promedio Fibra Óptica [Mbps] 2022 - 2027



Fuente: Elaboración propia.

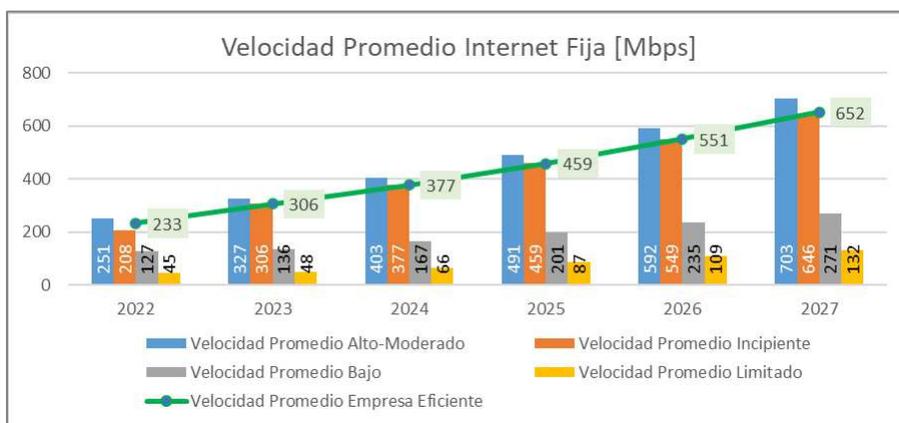
Ilustración 20. Velocidad promedio Hybrid Fiber-Coaxial [Mbps] 2022 - 2027



Fuente: Elaboración propia.

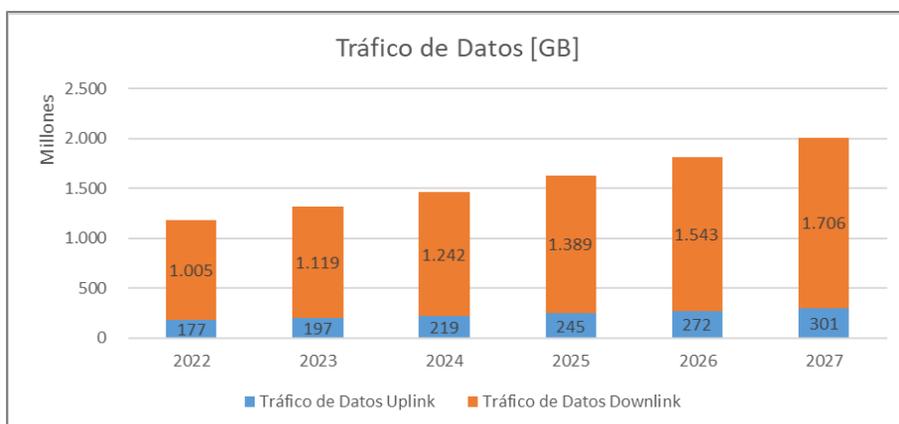
Con las proyecciones de velocidad promedio de Internet por cada una de las tecnologías de acceso (FO, HFC, ParCu, Satélite e Inalámbrico) y dada la composición de conexiones a Internet por tecnología en cada municipio se obtienen los promedios por clúster y para la empresa eficiente. A partir de ello, y dado el perfil de consumo de las conexiones a Internet se obtiene los volúmenes de carga y descarga en la red fija.

Ilustración 21. Velocidad promedio Internet Fija [Mbps] 2022 - 2027



Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 22. Tráficos de Datos Internet Fija [Mbps] 2022 - 2027



Fuente: Elaboración propia.



2.3.1.5 Clúster

Como resultado del estudio y actualización por parte de CRC del clúster de agrupación de municipios de acuerdo con el desempeño en las dimensiones socioeconómicas y de acceso de los mercados fijos, se han generado las agrupaciones de municipios de alto desempeño, con desempeño moderado, con desempeño incipiente, con bajo desempeño y con desempeño limitado¹⁵.

a) Municipios de alto desempeño:

Los municipios que fueron asignados a este grupo son ciudades capitales como Bogotá, Medellín, Barraquilla, Cartagena, y Cali; además municipios cercanos a estas capitales como Bello, Envigado, Itagüí, Sabaneta, Soledad, y Soacha. Este grupo se caracteriza por tener el menor porcentaje de ruralidad respecto de los demás grupos de municipios y una alta densidad poblacional. Adicionalmente, presentan en promedio un bajo porcentaje de población en condición de pobreza -29%- , y un alto valor agregado per cápita; en promedio de 22,7 millones de pesos colombianos. Al considerar la variable de accesos, encontramos que la mayoría de los municipios tiene una baja proporción geográfica susceptible a inundaciones, movimientos en masa y flujos torrenciales -en promedio del 37%- . Por otro lado, son municipios con un nivel de penetración alto en los servicios fijos -Internet, 69%; Televisión, 61%; Telefonía 66%- , de igual forma, estos municipios presentan un grado de concentración entre el 0,39 y el 0,5. Respecto del total de servicios fijos que se demanda en estos municipios en promedio el 76% de estos consume de manera conjunta (duo play o triple play).

b) Municipios con desempeño moderado:

Los municipios con desempeño moderado se caracterizan por tener un porcentaje de ruralidad moderado – en promedio del 19% - y una alta densidad poblacional. Adicionalmente, estos municipios presentan en promedio un bajo porcentaje de población en condición de pobreza –30%, también presentan un alto valor agregado per cápita; en promedio de 20 millones de pesos colombianos. Al considerar la variable de accesos, encontramos que la mayoría de los municipios son capitales y ciudades intermedias, que tienen una baja proporción geográfica susceptible a inundaciones, movimientos en masa y flujos torrenciales -en promedio del 39%- .

Por otro lado, estos municipios tienen un nivel de penetración medio en los servicios fijos, Internet fijo, 50%; Televisión por suscripción, 41%; Telefonía fija 34%, de igual forma, estos municipios presentan un grado de concentración entre el 0,38 y el 0,5. Respecto, del total de servicios fijos que se demanda en estos municipios en promedio el 66% de estos se consume de manera conjunta (duo play o triple play).

c) Municipios con desempeño incipiente:

¹⁵ La clasificación de los municipios por clúster para servicios fijos de telecomunicaciones se encuentra en el Anexo 4.9 de la Resolución CRC 5050 de 2016.

Actualización y Modificación del Modelo de Costos de Empresa Eficiente	Código: 2000-38-3-20	Página 33 de 54
	Revisado por: Diseño Regulatorio	Fecha de revisión: 28/03/2025
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

Los municipios que componen este grupo se caracterizan por tener una proporción geográfica media susceptible a inundaciones, movimientos en masa y flujos torrenciales -en promedio del 44%-. A nivel de variables socioeconómicas, estos municipios presentan en promedio un porcentaje de ruralidad medio y una baja densidad población. Además, estos municipios presentan una moderada proporción de la población con carencias; en promedio del 39%. De igual forma, son municipios con tasas de penetración menores a las del grupo de alto y moderado desempeño -Internet fijo, 20%; Televisión por suscripción, 18%; Telefonía fija 7%- y el porcentaje de empaquetamiento es del 31% en promedio. Por último, estos municipios presentan un grado de concentración entre el 0,41 y el 0,90.

d) Municipios con bajo desempeño:

Los municipios que fueron asignados a este grupo se caracterizan por tener un porcentaje de ruralidad alto -en promedio del 62%- y una baja densidad poblacional. Adicionalmente, estos municipios presentan un alto porcentaje de población en condición de pobreza; en promedio del 44%-, y presentan un moderado valor agregado per cápita; en promedio de 13,7 millones de pesos colombianos. Al considerar la variable de accesos, encontramos que en su mayoría son municipios alejados a las ciudades capitales, y tiene una alta proporción geográfica susceptible a inundaciones, movimientos en masa y flujos torrenciales en promedio del 54%-. Por otro lado, son municipios con un nivel de penetración bajo en los servicios fijos -Internet fijo, 5%; Televisión por suscripción, 10%; Telefonía fija, 1%-, de igual forma, estos municipios presentan un grado de concentración entre el 0,53 y 1, presentando una estructura de mercado cercana al monopolio en algunos casos.

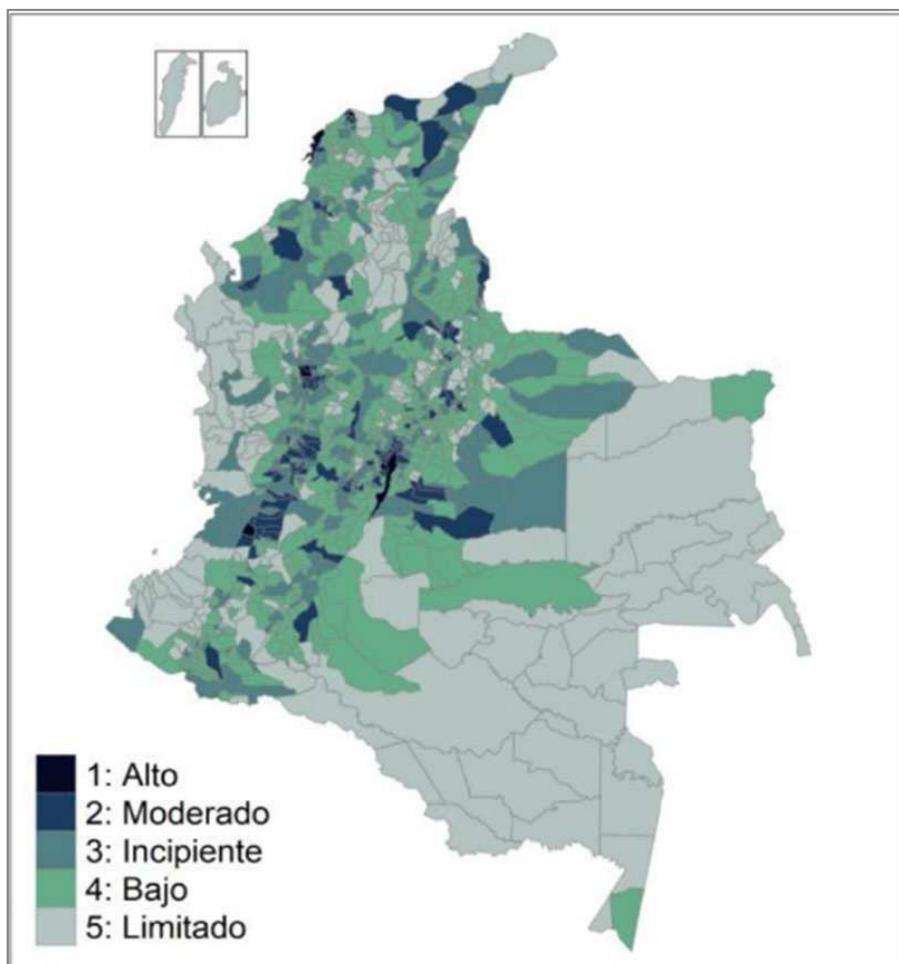
e) Municipios con desempeño limitado:

La mayoría de los municipios que fueron asignados a este grupo se concentran en los departamentos de Vaupés, Guainía, Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, Chocó, Vichada, Guaviare, Bolívar y Amazonas. Los municipios que componen este grupo se caracterizan y diferencian por ser aquellos que, en promedio, son los más alejados a las ciudades capitales, y tiene una alta proporción geográfica susceptible a inundaciones, movimientos en masa y flujos torrenciales -en promedio del 53%-. A nivel de variables socioeconómicas, estos municipios presentan en promedio el más alto porcentaje de ruralidad -70%- y la menor cantidad de habitantes, respecto a los demás grupos. Además, en estos municipios se evidencia en promedio la mayor proporción de población con carencias -55%-, respecto de los demás grupos de municipios.

De igual forma, son municipios con las menores tasas de penetración en los diferentes servicios fijos -Internet fijo, 3%; Televisión por suscripción, 7%; Telefonía 0%- y en los que existen únicamente uno o dos proveedores.

Actualización y Modificación del Modelo de Costos de Empresa Eficiente	Código: 2000-38-3-20	Página 34 de 54
	Revisado por: Diseño Regulatorio	Fecha de revisión: 28/03/2025
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

Ilustración 23. Clúster



Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, en el modelo de empresa eficiente se clasifican los municipios de acuerdo con su clúster resultando la cantidad de municipios en cada composición.

Actualización y Modificación del Modelo de Costos de Empresa Eficiente	Código: 2000-38-3-20	Página 35 de 54
Versión No. 5	Revisado por: Diseño Regulatorio Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de revisión: 28/03/2025 Fecha de vigencia: 13/01/2025

Tabla 2. Número de municipios por clúster

Clúster	Municipios	Nombre
1	109	Alto-Moderado
2	219	Incipiente
3	526	Bajo
4	268	Limitado

Fuente: Elaboración propia.

Adicionalmente, en cada municipio se observan el número de competidores lo que permite obtener el promedio por clúster para calcular las participaciones de mercado en cada caso.

Tabla 3. Número de operadores promedio y participación de mercado de la empresa eficiente por clúster

N° Clúster	Ni	Participación
1	3,37	29,7%
2	1,61	62,0%
3	1,61	62,0%
4	1,11	90,2%

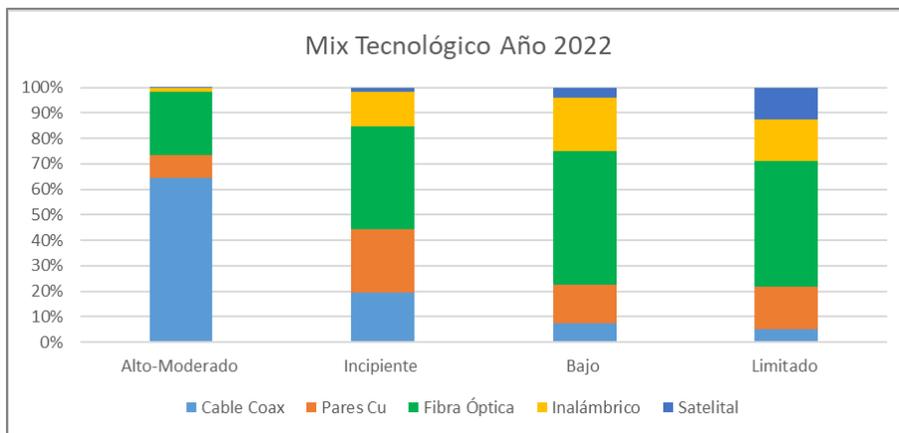
Fuente: Elaboración propia.

2.3.2 Infraestructura de empresa eficiente fija (Oferta de Red)

La infraestructura de la empresa eficiente fija, determinada por la observación del mercado al momento de proponer una reposición, estará condicionada por la evolución tecnológica. Esto enfatiza el uso de tecnologías eficaces a lo largo del tiempo, dentro del área geográfica de provisión de servicios que, en conjunto, definen la oferta de red.

Actualización y Modificación del Modelo de Costos de Empresa Eficiente	Código: 2000-38-3-20	Página 36 de 54
	Revisado por: Diseño Regulatorio	Fecha de revisión: 28/03/2025
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

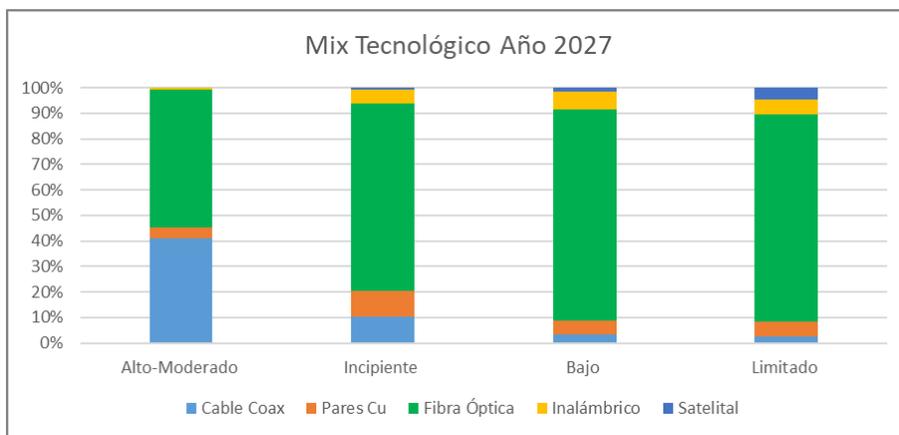
Ilustración 24. Mix tecnológicas de la empresa eficiente por clúster Año 2022



Fuente: Elaboración propia.

Por su parte, el mix tecnológico observado en cada municipio durante el año 2022 presenta una evolución en la empresa eficiente, enfocada en aumentar la velocidad de accesos a Internet en el tiempo.

Ilustración 25. Mix tecnológicas de la empresa eficiente por clúster Año 2027



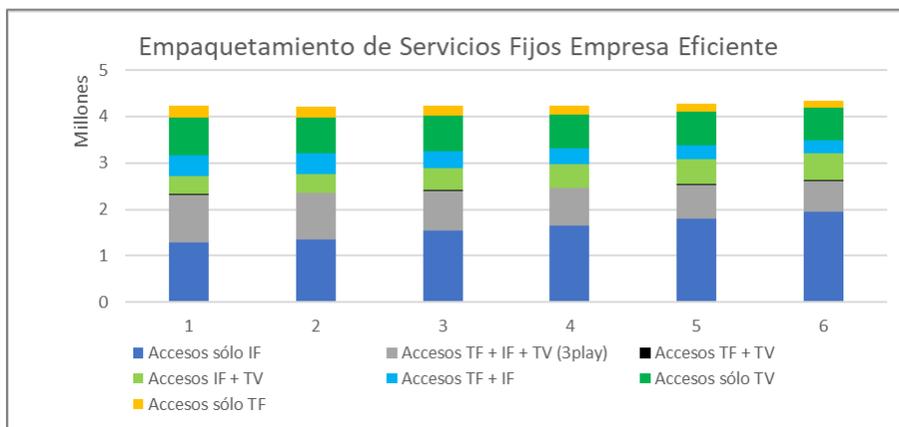
Fuente: Elaboración propia.



2.3.2.1 Empaquetamiento de servicios de Voz, Datos y Televisión (Oferta de Servicios)

La oferta de servicios de la empresa eficiente se encuentra representada por el empaquetamiento de servicios, cuya distribución de los tráficos de voz y datos permite determinar las demandas de diseño y de capacidad requeridas por la red cada año.

Ilustración 26. Evolución de tráfico de voz por tecnologías a través del tiempo (Oferta de Servicios)



Fuente: Elaboración propia.

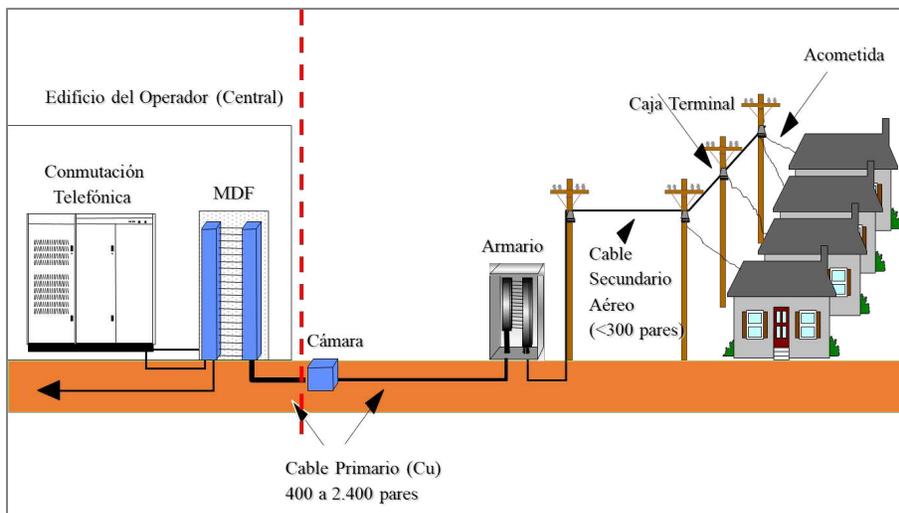
2.3.2.2 Pares de Cobre (Oferta Tecnología de Acceso)

La oferta de tecnología de la red de acceso de la empresa eficiente incorpora las redes de pares de cobre, cuya distribución se realiza en la red primaria y secundaria con cables multipares de cobre.

La central de conmutación telefónica conecta el MDF (Main Distribution Frame) para distribuir, desde cámaras de acceso, cables multipares de cobre de 2.400 hasta 400 pares a diferentes armarios localizados en el área de atención. Desde los armarios se realiza la distribución, con cables multipares de cobre que no superan los 300 pares, a cajas terminales (10 o 20 pares) que permiten realizar las acometidas a los clientes (casa o edificios).

Actualización y Modificación del Modelo de Costos de Empresa Eficiente	Código: 2000-38-3-20	Página 38 de 54
Versión No. 5	Revisado por: Diseño Regulatorio Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de revisión: 28/03/2025 Fecha de vigencia: 13/01/2025

Ilustración 27. Red de Acceso Pares de Cobre empresa eficiente (Oferta de Servicios)



Fuente: Elaboración propia.

2.3.2.3 Hybrid Fiber-Coaxial (Oferta Tecnología de Acceso)

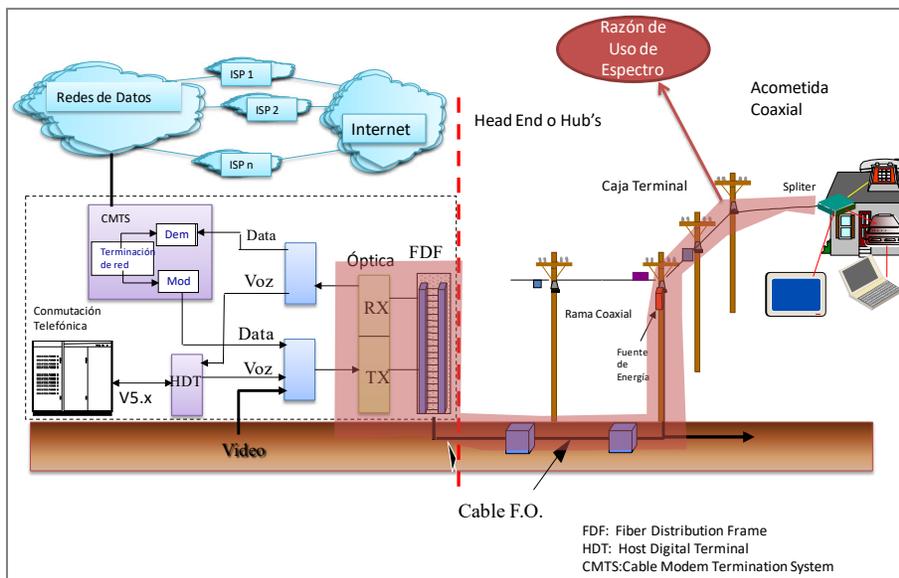
La oferta de tecnología de la red de acceso de la empresa eficiente incorpora las redes de Hybrid Fiber-Coaxial (HFC), medio que transmite además de voz, internet y televisión.

La arquitectura de una red de acceso HFC es similar a una de cobre. Sin embargo, se diferencia en que la información puede comenzar con el proceso de compresión sobre un mismo cable, en un punto mucho más cercano al punto del usuario, que en el caso del cobre que es en el MDF. En efecto, en una arquitectura de red de acceso de cable coaxial, cuando este medio pasa por afuera de una locación de clientes (casa u oficina), cada uno se puede convertir en un potencial cliente. Esta potencialidad de atención de un cliente (o cobertura) se le conoce también con el concepto de home passed.

En la Ilustración 28 se muestra que la arquitectura de una red HFC es un sistema con medios híbridos, en el sentido que desde el nodo terminal maestro hasta el nodo óptico hay fibra óptica, mientras que desde el nodo óptico hasta la locación de los usuarios hay cable coaxial. En términos topológicos, al igual que en el caso del cobre, se trata de un árbol jerárquico en el cual los usuarios comparten la misma infraestructura HFC y se usan metodologías de control de acceso al medio (administración de uso de recursos) para las comunicaciones upstream, y en el caso del downstream suele ser del tipo difusión a múltiples usuarios (broadcast) (Kazovsky, Cheng, & Gutierrez, 2011).

Actualización y Modificación del Modelo de Costos de Empresa Eficiente	Código: 2000-38-3-20	Página 39 de 54
Versión No. 5	Revisado por: Diseño Regulatorio Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de revisión: 28/03/2025 Fecha de vigencia: 13/01/2025

Ilustración 28. Red de Acceso HFC empresa eficiente (Oferta de Servicios)



Fuente: Elaboración propia.

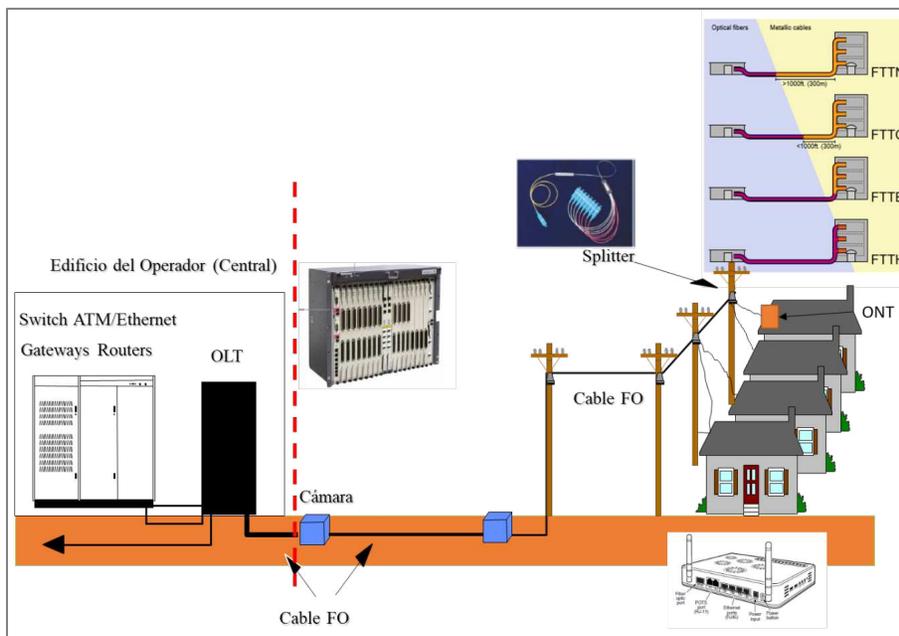
El diseño de la red HFC, de cable coaxial con fibra óptica, es similar al diseño de una red móvil en el sentido que en esta red lo importante es brindar cobertura a ciertas superficies, con una calidad de servicio suficiente como para el estándar mínimo requerido. En este sentido, en términos metodológicos, la línea de cálculos es la misma que en el caso de la red de acceso móvil, con la salvedad que las funciones de costo ahora responden a un despliegue de cable coaxial por el borde de casas en las calles ("casas pasadas"), la cantidad de nodos ópticos y longitud máxima del cable (sin levantadores de potencia de señal), y dependerá de la densidad de demanda superficial en la zona que se esté dando cobertura.

2.3.2.4 Fibra Óptica (Oferta Tecnología de Acceso)

La oferta de tecnología de la red de acceso de la empresa eficiente incorpora las redes de conexiones de fibra óptica a la casa, Fiber To The Home (FTTH). La red de acceso de fibra el acceso utiliza GPON (Gigabit-capable Passive Optical Network), el cual, en términos generales, establece el acceso entre los OLT (Optical Line Termination) y los ONT (Optical Network Termination). Los ONT están ubicados en las casas de los usuarios, que es donde termina la fibra óptica desde el punto de vista de la red, ofreciendo las interfaces clásicas para los usuarios con fast ethernet o giga ethernet para llegar a los OLT a través de una red de agregación.

Actualización y Modificación del Modelo de Costos de Empresa Eficiente	Código: 2000-38-3-20	Página 40 de 54
	Revisado por: Diseño Regulatorio	Fecha de revisión: 28/03/2025
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

Ilustración 29. Red de Acceso Fibra Óptica empresa eficiente (Oferta de Servicios)



Fuente: Elaboración propia.

2.3.2.5 Diseño Red Núcleo (CORE)

La oferta de tecnología de la red CORE de la empresa eficiente incorporada está basada en una red completamente IMS, con elementos que permiten la comunicación con redes legadas y con otras redes telefónicas basadas en IMS. Dicha arquitectura permite la convivencia de tecnologías basadas en señalización SS7 y señalización SIP.

Un diagrama en términos simples de lo utilizado en el núcleo fijo se puede ver en la Ilustración 30. En dicha ilustración se observa un diagrama muy simplificado de red donde se encuentran los principales elementos de red núcleo de voz a ser dimensionados para la empresa eficiente.

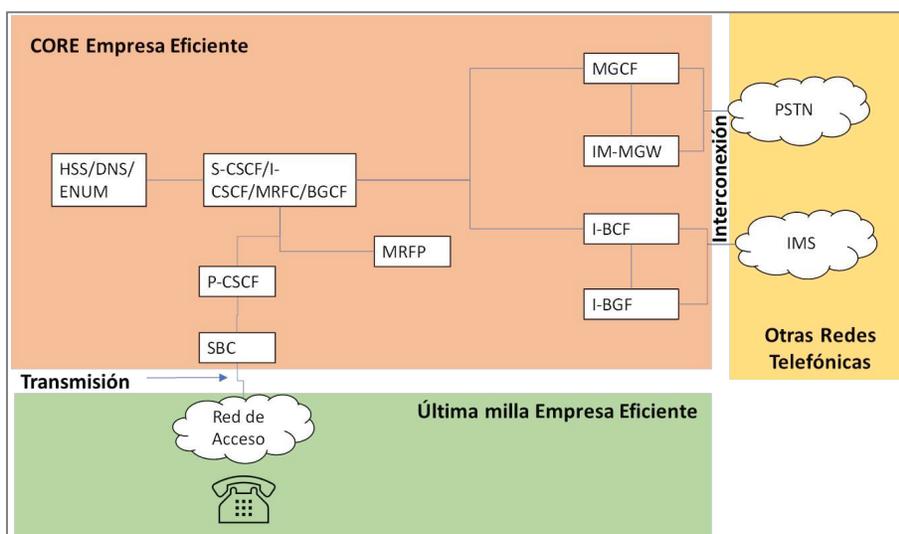
Los acrónimos de las ilustraciones corresponden a los siguientes elementos de red:

- El SBC en la red conecta la red de acceso desde los CMTS, OLT o AG, actuando como security gateways.
- Proxy-CSCF (P-CSCF) es un proxy SIP que es el primer punto de contacto para el equipo SBC. Todo el tráfico SIP hacia y desde el equipo de los usuarios debe pasar a través del P-CSCF.

Actualización y Modificación del Modelo de Costos de Empresa Eficiente	Código: 2000-38-3-20	Página 41 de 54
Versión No. 5	Revisado por: Diseño Regulatorio Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de revisión: 28/03/2025 Fecha de vigencia: 13/01/2025

- S-CSCF & I-CSCF (Serving & Interrogating -Call Session Control Function): Proporciona la función de control central en IMS Core Network para configurar, establecer, modificar y eliminar sesiones multimedia.
- MRFC/MFRP (media resource function controller/media resource function processor): MRFC es el elemento responsable de recibir solicitudes SIP del servidor de aplicaciones y es responsable de administrar los recursos de medios interpretando la información proveniente de un S-CSCF para controlar el MRFP.
- MRFP es un nodo del plano de medios que se utiliza para mezclar, generar o procesar flujos de medios. Es donde residen los recursos reales de procesamiento de medios.
- BGCF (Breakout Gateway Control Function): La función de control de puerta de enlace de ruptura (BGCF) es un elemento IMS que elige la red donde ocurre la ruptura de PSTN. Si la ruptura va a ocurrir en la misma red que el BGCF, entonces el BGCF selecciona una MGCF (Función de control de puerta de enlace de medios) que será responsable del interfuncionamiento con la PSTN. Luego, el MGCF recibe la señalización SIP del BGCF. Si la ruptura está en otra red, el BGCF reenviará esta señalización de sesión a otro BGCF, o un MGCF, dependiendo de la configuración en la red seleccionada. Desde el punto de vista lógico, el BGCF recibe instrucciones del S-CSCF.

Ilustración 30. Red CORE empresa eficiente



Fuente: Elaboración propia.

- I-BCF & IBGF (Interconnection Border Control & Gateway Function): La función de control de fronteras de interconexión (IBCF) ofrece control de límites entre varias redes de proveedores de servicios, proporcionando seguridad de la red IMS en términos de información de

Actualización y Modificación del Modelo de Costos de Empresa Eficiente	Código: 2000-38-3-20	Página 42 de 54
	Revisado por: Diseño Regulatorio	Fecha de revisión: 28/03/2025
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

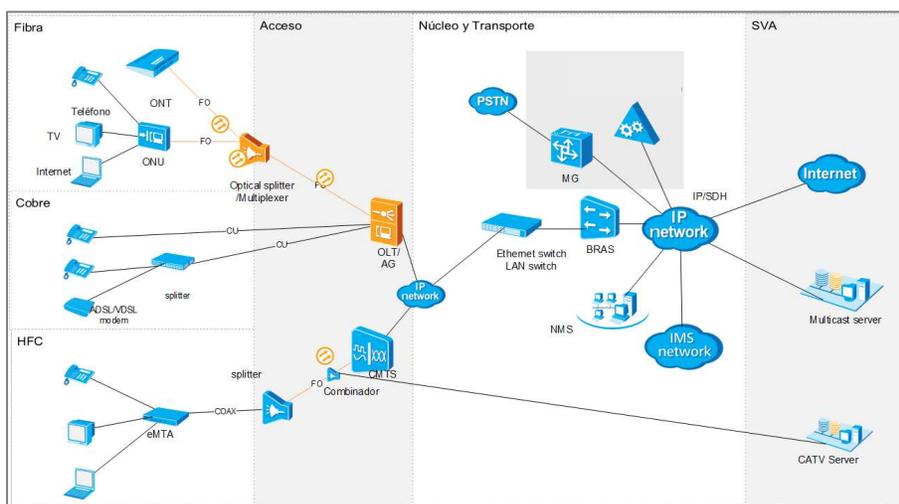
señalización. Esto se hace implementando una subfunción de puerta de enlace entre redes que oculta la topología por medio de señalización, detección de sesiones y traducciones IPv4-IPv6 basadas en direcciones de señalización de origen y destino. (I-BGF) se usa para soportar el control de sesión y la conectividad de medios respectivamente.

- Desde el punto de vista del control de usuarios se encuentra el HSS/DNS y el ENUM.

2.3.2.6 Red Empresa Eficiente (Oferta Tecnología de Red)

En términos lógicos la red se relaciona con los elementos de la Ilustración 31, donde las funciones de MG, por ejemplo, son desarrolladas por los elementos del CORE IMS de interconexión.

Ilustración 31. Red Empresa eficiente (Oferta de Tecnología de Red)



Fuente: Elaboración propia.

El diagrama de la ilustración anterior es una versión muy simplificada de los elementos del modelo, pero permite dilucidar los principales elementos que lo componen.

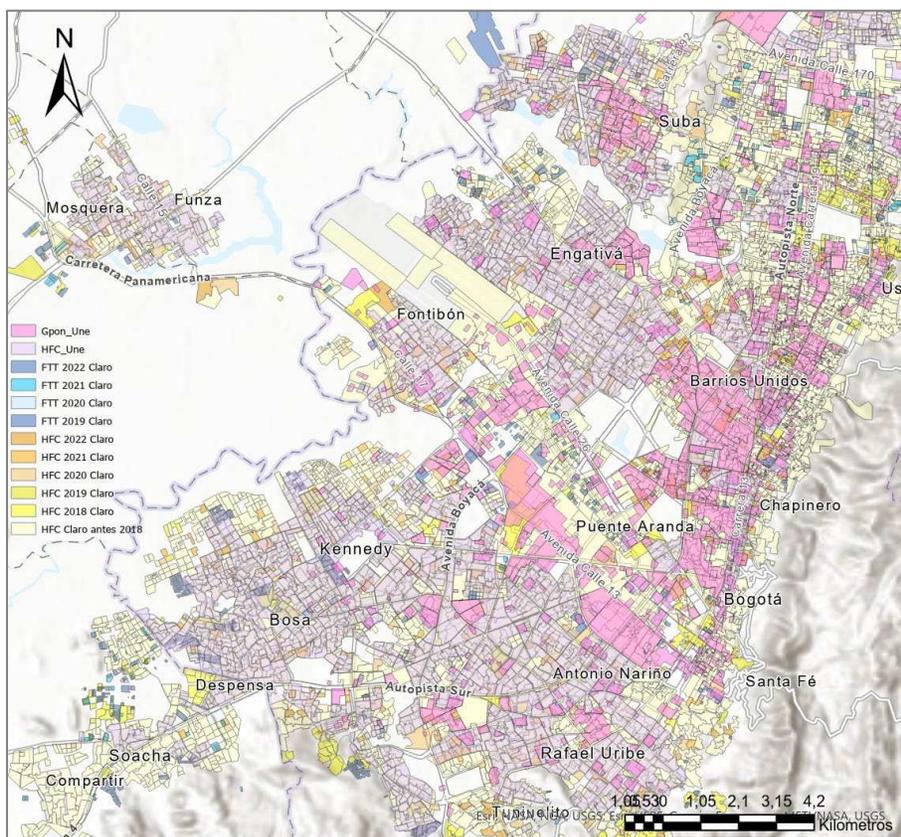
2.3.2.7 Área de Atención Geográfica (Oferta Geográfica)

Las áreas de atención geográfica, a diferencia del modelo móvil, no impactan directamente en el valor final del cargo de acceso. Sin embargo, su influencia se manifiesta en que una mayor extensión del área conlleva un incremento en los costos de transmisión.

La información geográfica puede proporcionar datos relevantes que no están directamente relacionados con el proyecto regulatorio, como la evolución de la cobertura tecnológica en las ciudades y áreas de competencia geográfica.

Actualización y Modificación del Modelo de Costos de Empresa Eficiente	Código: 2000-38-3-20	Página 43 de 54
Versión No. 5	Revisado por: Diseño Regulatorio Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de revisión: 28/03/2025 Fecha de vigencia: 13/01/2025

Ilustración 32. Cobertura y Competencia zona Bogotá



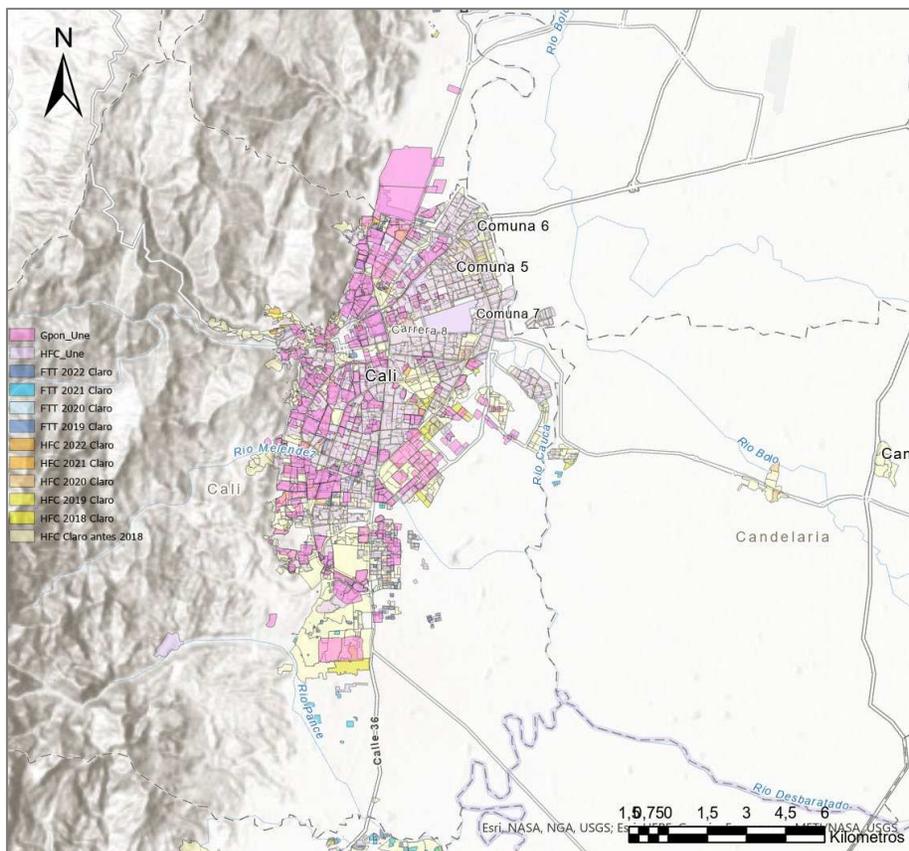
Fuente: Elaboración propia.

La Ilustración 32 permite observar dos hechos relevantes: en primer lugar, se evidencia una competencia activa tanto en tecnologías HFC como en fibra óptica (GPON). En segundo lugar, se observa que, en el año 2022, aún se desarrollan proyectos de expansión en HFC, pese a que la mayoría de los nuevos proyectos de expansión se realizan utilizando fibra óptica.

En las siguientes ilustraciones se puede ver que esta situación de competencia no es ajena a otras grandes ciudades del país.

Actualización y Modificación del Modelo de Costos de Empresa Eficiente	Código: 2000-38-3-20	Página 44 de 54
Versión No. 5	Revisado por: Diseño Regulatorio Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de revisión: 28/03/2025 Fecha de vigencia: 13/01/2025

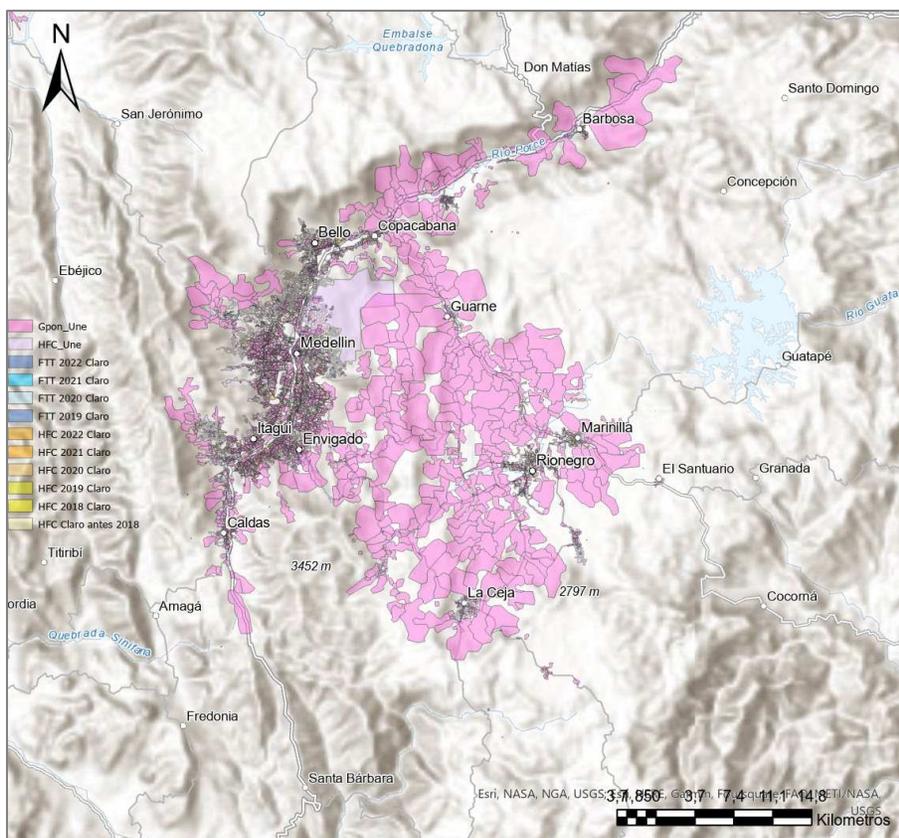
Ilustración 33. Cobertura y Competencia zona cercana a Cali



Fuente: Elaboración propia.

Actualización y Modificación del Modelo de Costos de Empresa Eficiente	Código: 2000-38-3-20	Página 45 de 54
	Revisado por: Diseño Regulatorio	Fecha de revisión: 28/03/2025
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

Ilustración 34. Cobertura y Competencia zona cercana a Medellín



Fuente: Elaboración propia.

En la Ilustración 34 se puede ver que UNE presenta una mayor presencia en Medellín, a diferencia de Cali y Bogotá.

2.3.2.8 Evolución de Adopción SIP (Oferta Interconexión)

La evolución de la adopción de la interconexión SIP de la empresa eficiente considera que la mitad del tráfico telefónico de voz hará uso del protocolo hasta alcanzar la totalidad al final del horizonte proyectado.

Actualización y Modificación del Modelo de Costos de Empresa Eficiente	Código: 2000-38-3-20	Página 46 de 54
Versión No. 5	Revisado por: Diseño Regulatorio Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de revisión: 28/03/2025 Fecha de vigencia: 13/01/2025

Tabla 4. Evolución de Adopción SIP (Oferta Interconexión)

		2022	2023	2024	2025	2026	2027
Proporción Tráfico SIP							
Tráfico Local Entrada	[%]	50%	60%	70%	80%	90%	100%
Tráfico Local Salida	[%]	50%	60%	70%	80%	90%	100%
Tráfico LDN Entrada	[%]	50%	60%	70%	80%	90%	100%
Tráfico LDN Salida	[%]	50%	60%	70%	80%	90%	100%
Tráfico LDI Entrada	[%]	50%	60%	70%	80%	90%	100%
Tráfico LDI Salida	[%]	50%	60%	70%	80%	90%	100%
Tráfico Móvil Local Entrada	[%]	50%	60%	70%	80%	90%	100%
Tráfico Local Móvil Salida	[%]	50%	60%	70%	80%	90%	100%

Fuente: Elaboración propia.

2.3.3 Actualización de Costos de Mercado

La recopilación de información del mercado mediante la respuesta a las consultas realizadas a los operadores permitió la actualización de los costos de tecnologías y de los siguientes módulos de mark-up:

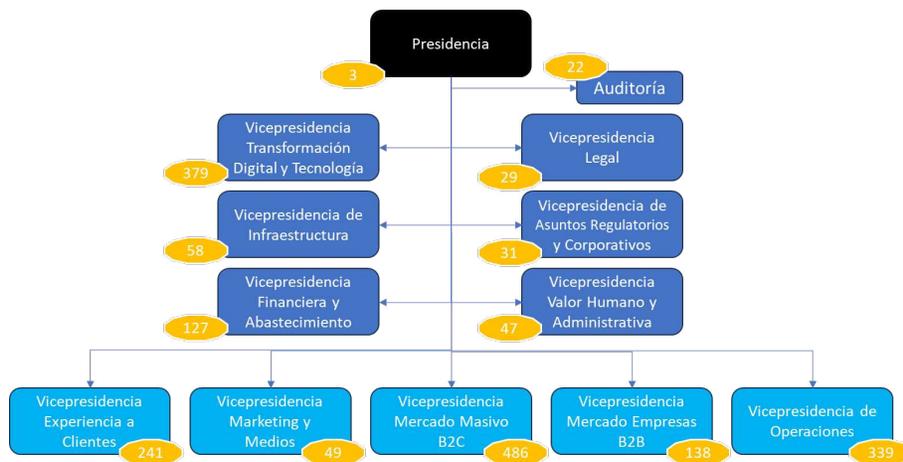
- Valor Humano
- Bienes y Servicios
- Edificios
- Tecnologías de Información

2.3.3.1 Valor Humano

Este módulo presenta una vista de la estructura orgánica de la empresa eficiente, su dotación, despidos y contrataciones para el periodo, en función de crecimientos asociados a cada labor, que determinan los costos de remuneraciones y beneficios asociados.

Actualización y Modificación del Modelo de Costos de Empresa Eficiente	Código: 2000-38-3-20	Página 47 de 54
Versión No. 5	Revisado por: Diseño Regulatorio Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de revisión: 28/03/2025 Fecha de vigencia: 13/01/2025

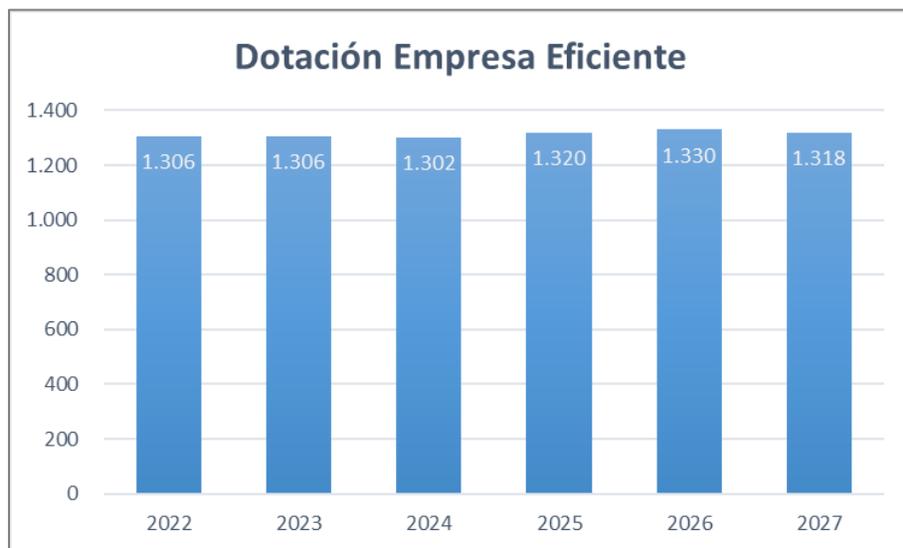
Ilustración 35. Estructura orgánica empresa eficiente



Fuente: Elaboración propia.

La dotación de personal organizada en diferentes áreas administrativas, legales, técnicas, de atención a público, entre otras, presentan evolución en el tiempo en función de mayores actividades detectadas por drivers de demanda principalmente.

Ilustración 36. Evolución de dotación personal empresa eficiente 2022-2027

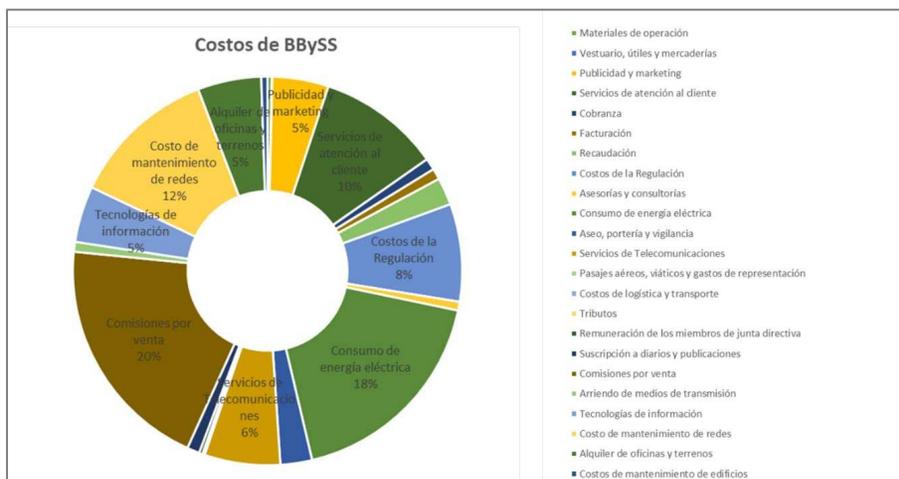


Fuente: Elaboración propia.

2.3.3.2 Bienes y Servicios

Este módulo presenta los costos de bienes y servicios, que determina los costos operacionales no red, modelados en función de drivers y el crecimiento de las actividades de la empresa eficiente.

Ilustración 37. Costos Bienes y Servicios empresa eficiente



Fuente: Elaboración propia.

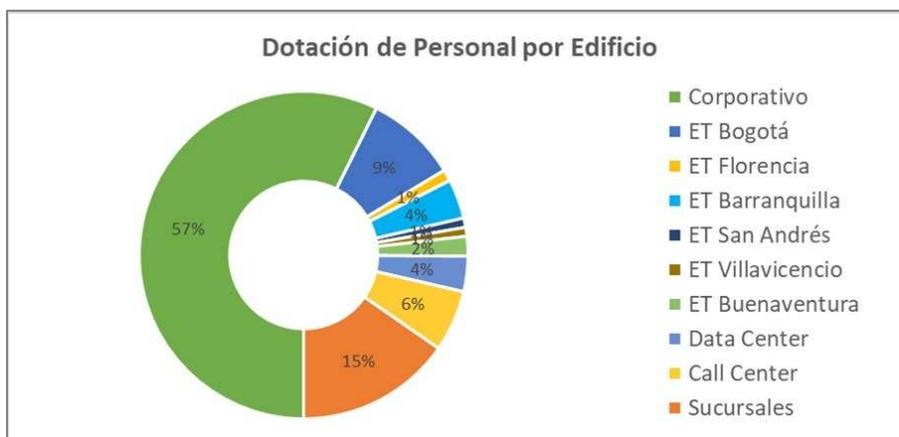
2.3.3.3 Edificios

Este módulo presenta los costos asociados a los bienes inmuebles (administrativos, técnicos, comerciales), que determina los costos operacionales no red, modelados en función de costos unitarios y el crecimiento de las actividades de la empresa eficiente.

El personal de la empresa eficiente se encuentra asignado a una ubicación física donde desarrollar sus funciones. Los edificios incluidos corresponden a: Corporativo, Edificio Técnicos en cada región del país, Data Center, Call Center y sucursales comerciales de atención a público.

Actualización y Modificación del Modelo de Costos de Empresa Eficiente	Código: 2000-38-3-20	Página 49 de 54
Versión No. 5	Revisado por: Diseño Regulatorio Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de revisión: 28/03/2025 Fecha de vigencia: 13/01/2025

Ilustración 38. Costos Bienes y Servicios empresa eficiente



Fuente: Elaboración propia.

Los parámetros utilizados para obtener los costos de los edificios son los siguientes:

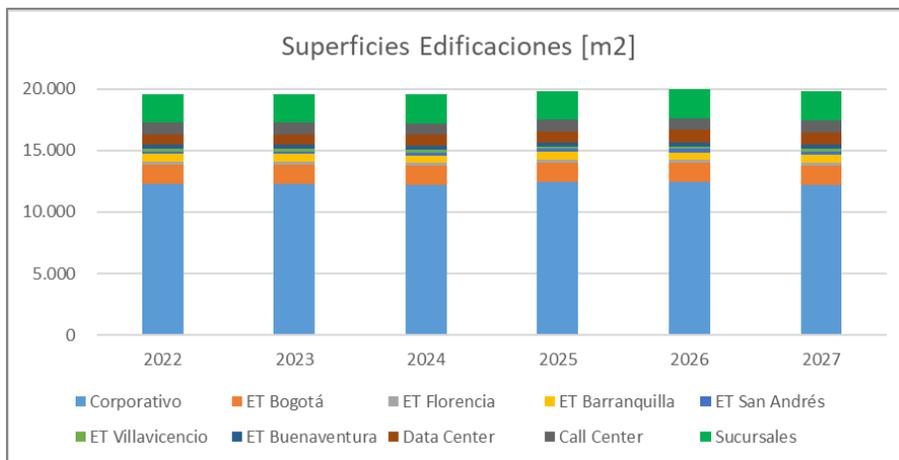
Tabla 5. Parámetros Edificios empresa eficiente

Parámetros

id	Parámetro		Valor
1	Estándar de Construcción Oficinas Administrativas	[m ² /empleado]	15,00
2	Proporción Alquilado sobre Total	[%]	100%
3	Cantidad de Edificios Administrativos	[edificios]	1,00
4	Cantidad de Plantas Edificios Administrativos	[pisos]	10,00
5	Estándar de Bodegas y Almacenes	[m ² /k_clientes]	1,50
6	Terreno sobre Construcción	[%]	300%
7	Proporción de Edificio a Habilitar	[%]	90%
8	Sucursales Grandes	[m ²]	500
9	Sucursales Medianas	[m ²]	200
10	Sucursales Pequeñas	[m ²]	50

Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 39. Superficies Edificios empresa eficiente



Fuente: Elaboración propia.

2.3.3.4 Tecnologías de Información

Este módulo presenta una vista organizada de las tecnologías de información bajo arquitectura full stack, que permite determinar los sistemas (BRM/EBS/CRM/OSM) y subsistemas requeridos por la empresa para el periodo, determinando con ello los costos (HW/SW/Plataformas).

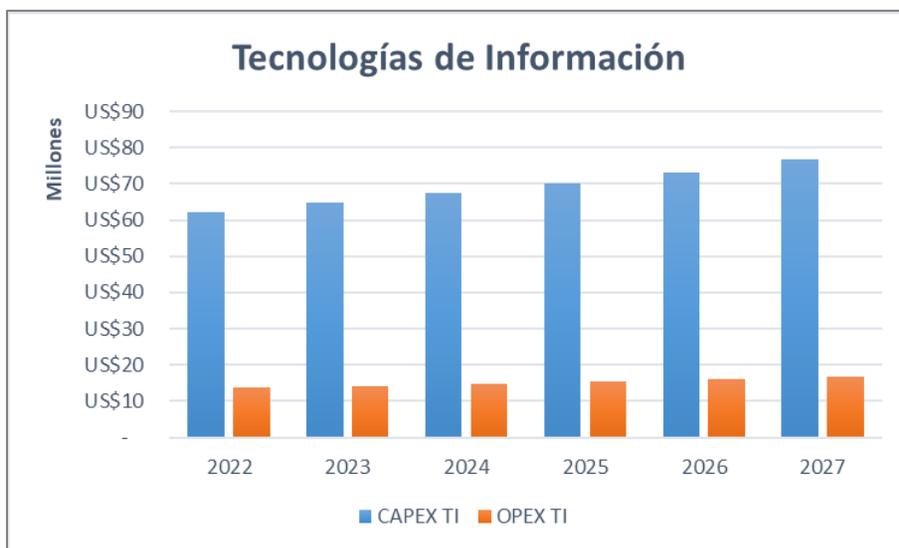
Actualización y Modificación del Modelo de Costos de Empresa Eficiente	Código: 2000-38-3-20	Página 51 de 54
Versión No. 5	Revisado por: Diseño Regulatorio Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de revisión: 28/03/2025 Fecha de vigencia: 13/01/2025

Tabla 6. Sistemas o plataformas de la empresa eficiente

Id	Sistemas o Plataformas
1	Plataforma BSS Full Stack
2	Web
3	Móvil/Fijo
4	Catalogo de Productos
5	Gestión de Productos y Servicios
6	Gestión de Cuenta e Información del Cliente
7	Gestión de Problemas
8	Gestión de Contratos
9	Inteligencia de Negocio
10	Gestión de Datos
11	Motor de Facturación
12	Motor de Emisión
13	Pagos y Recaudación
14	Mediación y Recolección
15	Gestión de Activos
16	Contabilidad de Gestión
17	Reportes Estratégicos
18	Seguridad

Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 40. Capex acumulado y Opex anual empresa eficiente 2022-2027



Fuente: Elaboración propia.

2.3.4 Parámetros financieros

Los parámetros financieros utilizados en la empresa eficiente corresponden a:

Tabla 7. Parámetros financieros empresa eficiente

Parámetros	
Tasa de Costo de Capital [%]	[%] 12,54% <i>tcc</i>
Tasa de Tributación [%]	[%] 35,00% <i>tax</i>
Tipo de Cambio Dólar	[\$] \$ 4.810,20 <i>tc.dolar</i>
Tipo de Cambio Euro	[\$] \$ 5.134,41
Porcentaje de Contraprestaciones Mensuales	[%] 5,00% <i>porc.contraprestaciones</i>
Razón Dólar/Euro	1,07 <i>raz.eur.dolar</i>

Parámetros	
Días Año	[días] 365
Días de Facturación	[días] 60
Valor Proporción Costo Capital	[%] 16,44% <i>r.trab</i>

2.3.5 Servicios Modelados

Los servicios modelados en la empresa eficiente de redes fijas corresponden a los siguientes:

- Cargo de acceso o terminación de comunicaciones de voz
- Servicio de interconexión E1
- Servicio de interconexión SIP

2.3.6 Resultados

Los resultados de los valores de cargos de acceso obtenidos mediante el modelo de costos, en pesos de 2022, son los siguientes:

Resultados en Pesos Colombianos		Tarifas Actualizadas
LRIC Puro por min	[col\$/min]	\$ 6,60
LRIC Puro E1	[col\$/E1/mes]	\$ 2.313.177
LRIC Puro SIP	[col\$/SIP/mes]	\$ 1.537.144.321

Valores a precios de 2022