

Informe sobre la
Evaluación del Cumplimiento
de las **Obligaciones de Cobertura**
de la **Red Compartida Mayorista**

ESTABLECIDAS EN SU TÍTULO DE CONCESIÓN

23/24

ift INSTITUTO FEDERAL DE
TELECOMUNICACIONES

UNIDAD DE CUMPLIMIENTO

DIRECCIÓN GENERAL ADJUNTA DE VIGILANCIA DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO

Contenido

I.	Abreviaturas.....	3
II.	Definiciones.....	4
1.	Considerandos.....	8
2.	Competencia	13
3.	Fundamento Legal.....	14
4.	Planificación y ejecución del Ejercicio de Medición	15
4.1.	Objetivo.....	15
4.2.	Determinación del tamaño de muestra	15
4.2.1.	Primera etapa de muestreo.....	16
4.2.2.	Segunda etapa de muestreo	19
4.3.	Sitios y periodos de los ejercicios de medición	22
4.3.1.	Sitios de medición.....	22
4.3.2.	Fechas de medición	25
4.3.3.	Posproceso y análisis de la información	25
4.4.	Equipo de medición	25
4.5.	Desarrollo.....	26
4.5.1.	Parámetros de Cobertura	27
4.5.2.	Mapas de cobertura, rutas y consideraciones para la medición	28
4.5.3.	Evaluación de los parámetros de cobertura	29
4.6.	Determinación de las Horas Pico de la Red	32
5.	Resultados del ejercicio de medición.....	32
5.1.	Resultados obtenidos del Parámetro de Cobertura Enlace Descendente.....	33
5.2.	Resultados obtenidos del Parámetro de Cobertura Enlace Ascendente	34
5.3	Prueba de Hipótesis	35
5.3.1	Prueba de hipótesis del Enlace Descendente	40
5.3.2	Prueba de hipótesis del Enlace Ascendente.....	40
6.	Notas	41

I. Abreviaturas

Abreviatura Significado

3GPP	Proyecto de Asociación de Tercera Generación (del inglés, <i>Third Generation Partnership Project</i>)
h	Hora(s)
s	Segundo(s)
km/h	Kilómetros por hora
kbps	Kilobits por segundo
Mbps	Megabits por segundo
MB	Megabytes (1 MB = 1024 kilobytes)
GB	Gigabytes (1 GB = 1024 Megabytes)
GPS	Sistema de Posicionamiento Global (del inglés, <i>Global Positioning System</i>)
ETSI	Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones (del inglés, <i>European Telecommunications Standard Institute</i>)
FTP	Protocolo de Transferencia de Archivos (del inglés, <i>File Transfer Protocol</i>)
ICMP	Protocolo de Mensaje de Control de Internet (del inglés, <i>Internet Control Message Protocol</i>)
IFT	Instituto Federal de Telecomunicaciones
IMSI	Identidad Internacional de Suscriptor Móvil (del inglés, <i>International Mobile Subscriber Identity</i>)
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
IP	Protocolo de Internet (del inglés, <i>Internet Protocol</i>)
LFTR	Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión
LTE	Evolución de Largo Plazo (del inglés, <i>Long Term Evolution</i>)
PDPC	Protocolo de Convergencia de Paquetes de Datos (del inglés <i>Packet Convergence Protocol</i>)
SIM	Módulo de Identificación del Suscriptor (del inglés, <i>Subscriber Identity Module</i>)
TCP	Protocolo de control de Transmisión. (del inglés, <i>Transmission Control Protocol</i>)
UIT	Unión Internacional de Telecomunicaciones
UMT	Sistema de Coordenadas Universal Transversal de Mercator (del inglés, <i>Universal Transverse Mercator</i>)

II. Definiciones

Para efecto del presente informe, además de las definiciones previstas en la Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión (en adelante, LFTR) y demás disposiciones legales y administrativas aplicables, se entenderá por:

- I. **Área de Evaluación.** Zona geográfica representada en el mapa de cobertura de red del concesionario mayorista que comprende el área dentro de cobertura y, en la cual se llevaran a cabo los ejercicios de medición.
- II. **Bitácora de pruebas.** Conjunto de dispositivos y funcionalidades capaces de registrar por día, hora y posición georreferenciada, aquellos eventos y situaciones durante el ejercicio de medición definidos por el Instituto Federal de Telecomunicaciones.
- III. **Borde de Cobertura.** Área comprendida dentro de los polígonos definidos por el INEGI para las localidades del mismo tipo (urbano, suburbano o rural) que el municipio al que pertenecen y que se encuentran dentro del mapa de cobertura de la red del concesionario mayorista. Los polígonos de las localidades deberán corresponder a las localidades del Censo Nacional de Población y Vivienda 2010 publicado por el INEGI.
- IV. **Cifrado.** Proceso que hace que los datos sean ilegibles para entidades no autorizadas, aplicando un algoritmo criptográfico.
- V. **Cliente.** Concesionario de servicios de telecomunicaciones o comercializadora, que celebra un contrato con el concesionario mayorista, por virtud del cual utiliza la capacidad, infraestructura o servicios mayoristas de telecomunicaciones que ofrece dicho concesionario través de su red
- VI. **Cobertura de servicios.** Posibilidad de ofrecer al Cliente condiciones que le permitan proveer a sus usuarios las tasas de transmisión de datos (velocidades de transferencia de datos) establecidas para el enlace ascendente y descendente.
- VII. **Concesionario Mayorista.** Titular de la concesión para uso comercial con carácter de red compartida mayorista de servicios de telecomunicaciones otorgada por el Instituto Federal de Telecomunicaciones mediante Acuerdo P/IFT/160117/2.
- VIII. **Contadores de Desempeño.** Elementos básicos de medición del rendimiento de una red telecomunicaciones de forma desagregada por sector de radiobase.
- IX. **Núcleo de la red (CORE).** Parte central de una red de servicio móvil cuya función es entre otras la de conectar la red de acceso y proveer una puerta de enlace hacia otras redes.
- X. **Ejercicio de Medición.** Programa determinado por el Instituto Federal de Telecomunicaciones para efectuar las mediciones, el posproceso y análisis de la

información con el fin de verificar el cumplimiento de las obligaciones de cobertura de la red del Concesionario Mayorista.

- XI. **Equipo de Medición.** Instrumento automatizado capaz de llevar a cabo pruebas en campo para la medición de las obligaciones de cobertura previstas en el título de concesión para uso comercial con carácter de red compartida mayorista de servicios de telecomunicaciones, que otorgó el Instituto Federal de Telecomunicaciones en favor de Altán Redes, S.A.P.I. DE C.V. mediante resolución del pleno P/IFT/160117/2 y que debe cumplir con la normatividad aplicable y contar con una Bitácora de Medición.
- XII. **Equipo Terminal Móvil.** Equipo que utiliza el usuario para conectarse más allá del punto de conexión terminal de una red pública con el propósito de tener acceso y/o recibir uno o más servicios de telecomunicaciones.
- XIII. **Evento.** Cada uno de los intentos de Medición programados durante el Ejercicio de Medición.
- XIV. **Hora Pico de la Red.** Intervalo de una hora durante el cual la red experimenta, en promedio, el máximo tráfico cursado de datos y que se determina con base en estadística el tráfico.
- XV. **Herramienta de Posproceso.** Equipo y /o programa informático capaz de llevar a cabo el procesamiento de la información generada en cada Ejercicio de Medición.
- XVI. **Instituto.** Instituto Federal de Telecomunicaciones.
- XVII. **Localidades Rurales.** Aquellas que tienen una población menor a 2500 habitantes.
- XVIII. **Localidades Suburbanos.** Aquellas con una población mayor o igual a 2,500 y menor a 15,000 habitantes.
- XIX. **Localidades Urbanas.** Aquellas que tienen una población mayor o igual a 15,000 habitantes.
- XX. **Mapas de Cobertura.** Representación geográfica que refleja la zona geográfica donde el Concesionario Mayorista manifiesta que ofrece el servicio mayorista de telecomunicaciones y cumple con los parámetros de cobertura.
- XXI. **Mapas de Densidad Poblacional.** Representación gráfica que refleja la cantidad de población que existe en cada pixel de 25 metros por 25 metros así como su distribución a lo largo del territorio nacional con base en la información de la población correspondiente al Censo Nacional de Población y Vivienda 2010 publicado por el INEGI, proporcionados por el Instituto a los licitantes del concurso internacional número APP-009000896-E1-2026, convocado por la Secretaria de

Comunicaciones y Transportes para la adjudicación de un proyecto de asociación público-privada, para la instalación y operación de la red pública compartida de telecomunicaciones a que se refiere el artículo Décimo Sexto Transitorio del Decreto por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones de los artículos 6º., 7º., 27, 28, 73, 78, 94 y 105 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en materia de telecomunicaciones, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 11 de junio de 2013.

- XXII. **Metodología.** Metodología para evaluar el cumplimiento de las obligaciones de cobertura de la Red Compartida mayorista establecidas en Título de Concesión.
- XXIII. **Medición.** Función que comprende el registro, recolección, almacenamiento y procesamiento de información con respecto a los parámetros que definen las obligaciones de cobertura de la red del Concesionario Mayorista.
- XXIV. **Parámetros de cobertura.** Velocidades de transferencia de datos que serán utilizados para determinar la Cobertura de Servicios.
- XXV. **PDCP.** Protocolo de Convergencia de Paquetes de Datos (del inglés, *Packet Data Convergence Protocol*).
- XXVI. **Puertos COM.** Puertos seriales en un equipo de cómputo utilizados para enlazar módems, terminales de obtención de datos u otros dispositivos a través de una interfaz serial, donde se transmite la información bit a bit.
- XXVII. **Sector Radiobase.** División de la capacidad de un sitio celular de acuerdo con la planeación de los recursos de radiofrecuencia que genera un área geográfica de cobertura en la que se presta el servicio móvil o servicios mayoristas de telecomunicaciones. El área resultante se identifica por una o más antenas que utilizan el mismo identificador de celda (del inglés, *Sector Identity*).
- XXVIII. **Servicio Móvil.** Servicio de telecomunicaciones prestado a usuarios finales, que se brinda a través de Equipos Terminales Móviles que no tienen una ubicación geográfica determinada.
- XXIX. **Sistema de Gestión.** Sistema que puede realizar funciones, tales como, de inventario, ingeniería, administración, facturación, planificación y/o funciones de reparación de la red o de un elemento de la infraestructura del Concesionario Mayorista.
- XXX. **Sistema de Información Geográfica.** Herramienta informática que permiten el manejo, visualización, edición y análisis estadístico de mapas digitales (del inglés, *GIS*).
- XXXI. **Tasa de Transmisión de Datos del Enlace Ascendente.** Cantidad promedio de datos cargada con respecto al tiempo establecido para la evaluación del

parámetro correspondiente y que deberá ser de al menos 1 (un) Megabit por segundo en el Borde de Cobertura en Hora Pico de la Red.

- XXXII. **Tasa de Transmisión de Datos del Enlace Descendente.** Cantidad promedio de datos descargada con respecto al tiempo establecido para la evaluación del parámetro correspondiente y que deberá ser de al menos 4 (cuatro) Megabit por segundo en el Borde de Cobertura en Hora Pico de la Red.
- XXXIII. **Tecnología de Acceso.** Tipo de tecnología utilizadas en la red del Concesionario Mayorista mediante la cual el usuario final accede a los servicios que se brindan a través de la red del Concesionario Mayorista.
- XXXIV. **Tiempo de Guarda.** Intervalo entre Eventos consecutivos durante el Ejercicio de Medición.
- XXXV. **Título de Concesión Mayorista.** Título de concesión para uso comercial con carácter de Red Compartida Mayorista de servicios de telecomunicaciones, que otorgo el Instituto Federal de Telecomunicaciones en favor de Altán redes S.A.P.I. DE C.V. mediante resolución del pleno P/IFT/160117/2.

Todas las definiciones son utilizadas indistintamente en singular o plural.

ESPACIO SIN TEXTO

1. Considerandos

Con fecha 29 de enero de 2016, la Dirección General de Política de Telecomunicaciones y Radiodifusión de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes publicó en el Diario Oficial de la Federación la convocatoria para el concurso internacional número APP-009000896-E1-2016, para la adjudicación de un proyecto de asociación público-privada, para la instalación y operación de la red pública compartida de telecomunicaciones; así como las bases del concurso en CompraNet.

Posteriormente, el 17 de noviembre de 2016 se emitió el fallo del Concurso mediante el cual se adjudicó el proyecto al "Consorcio ALTÁN".

El 5 de diciembre de 2016, se constituyó Altán Redes S.A.P.I. de C.V. (en adelante, Altán Redes) como la sociedad de propósito específico que actuaría como "desarrollador", de conformidad con lo previsto en las Bases del Concurso APP-009000896-E1-2016.

Mediante Acuerdo P/IFT/160117/2, de fecha 16 de enero de 2017, previo cumplimiento de los requisitos de ley, el Pleno del Instituto Federal de Telecomunicaciones (en adelante, Instituto o IFT, de forma indistinta) resolvió otorgar en favor de **Altán Redes** un título de concesión para uso comercial para prestar el Servicio Mayorista de Telecomunicaciones.

Con fecha 24 de enero de 2017, el **Instituto** otorgó a **Altán Redes** un título de concesión con carácter de red compartida mayorista de servicios de telecomunicaciones, con una vigencia de 20 años contados a partir de la fecha de su otorgamiento. Dicho título establece, en su condición 10.3, los compromisos de cobertura que habrá de cumplir el concesionario y cuyo cumplimiento será vigilado por el **Instituto**.

El 7 de enero de 2022, **Altán Redes** solicitó la prórroga de la obligación contenida en el segundo párrafo de la condición 10.3 denominada "Compromisos de Cobertura" de su concesión, para quedar como sigue:

"(...)

De conformidad con el derecho que le confiere la condición 10.3 de la Concesión Mayorista, mi representada solicita la prórroga de los compromisos de cobertura establecidos en la misma, para quedar de la siguiente forma:

10.3. Compromisos de Cobertura (...)

El Concesionario deberá cumplir con la cobertura de al menos 70% de la población agregada a nivel nacional con base en la distribución de la nivel nacional con base en la distribución de la población correspondiente al Censo Nacional de Población y Vivienda 2010, publicado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía, para el 30 de noviembre de 2022, porcentaje dentro del cual estará concluida la Cobertura Social, y de al menos 85% y 92.2% de dicha población agregada a nivel nacional para el décimo y décimo primer año, respectivamente, contados a partir de la fecha de otorgamiento de la presente Concesión, también con base en la distribución de la población correspondiente al Censo Nacional de Población de otorgamiento de la presente Concesión, y Vivienda 2010.

(...)"

En relación con la prórroga solicitada por **Altán Redes**, con fecha 23 de febrero de 2022, el pleno del **Instituto** aprobó en su IV sesión ordinaria de 2022, una prórroga de la obligación contenida en la condición 10.3 "Compromisos de cobertura" del título de concesión para uso comercial con carácter de red compartida mayorista de servicios de telecomunicaciones otorgado a **Altán Redes** (en adelante, Modificación al Título de Concesión Mayorista), a efecto de que el porcentaje del 70% previsto en dicha condición se cumpla a más tardar el 30 de noviembre de 2022. Asimismo, el porcentaje del 92.2% previsto en la condición señalada, deberá ser cumplido a más tardar el 24 de enero de 2028.

Ahora bien, la condición 10.3 "Compromisos de cobertura" del título de concesión de **Altán Redes**, establece también que:

"Para efecto de que la población se considere con cobertura de servicios, el Concesionario debe estar en posibilidad de ofrecer al Cliente condiciones que le permitan proveer a sus usuarios, una velocidad de transferencia de datos ascendente de al menos 1 (un) Megabit por segundo en localidades urbanas y rurales, así como una velocidad de transferencia de datos descendente de al menos (cuatro) Mega bits por segundo en localidades urbanas y rurales, todo ello por borde de cobertura en Hora Pico de la Red. La distribución de la población en

las localidades será identificada conforme al Censo Nacional de Población y Vivienda 2010, publicado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

Todo lo anterior será aplicable con independencia del cumplimiento de los parámetros de calidad que al efecto emita el Instituto.

La tasa de transmisión de datos del enlace ascendente o descendente se determina como la cantidad promedio de datos cargada o descargada con respecto al tiempo establecido para la evaluación del parámetro correspondiente. Las mediciones se realizarán en la Hora Pico de la Red y desde ubicaciones fijas del equipo terminal móvil

Para estos efectos, el Instituto emitirá disposiciones que contemplen:

- a) Medición de la tasa de transmisión ascendente: mediante la transferencia de un archivo no comprimible, desde los equipos terminales móviles a un servidor con amplia capacidad para soportar el tráfico de grandes volúmenes de información, que para tales efectos defina el Instituto, y*
- b) Medición de la tasa de transmisión descendente: mediante la transferencia de un archivo no comprimible, desde un servidor con amplia capacidad para soportar el tráfico de grandes volúmenes de información, que para tales efectos defina el Instituto, hasta los equipos terminales móviles.”*

Asimismo, en cumplimiento a los términos del artículo 143 de la **LFTR**, dicho título incluye entre sus obligaciones, las correspondientes a cobertura, calidad y precio. Es así que la concesión otorgada se encuentra sujeta al cumplimiento de lo dispuesto en la **LFTR** y a los lineamientos y reglas que resulten aplicables, que emita y/o establezca el **Instituto**.

Así mismo, dicho título establece que el **Instituto** llevará a cabo la verificación de la cobertura, con base en la medición del porcentaje de cobertura poblacional y la evaluación de los parámetros de cobertura (velocidad de transferencia de datos en el enlace ascendente y descendente) estableciendo que las mediciones de dichos parámetros deberán llevarse a cabo por borde de cobertura en la hora pico de la red y desde ubicaciones fijas del equipo terminal móvil.

En dicho sentido, con el objetivo de establecer un procedimiento claro y objetivo que brinde certeza jurídica sobre la evaluación de las obligaciones de cobertura, de acuerdo con el calendario de cobertura de la **Modificación al Título de Concesión Mayorista**, con fecha 8 de noviembre de 2017, el Pleno del **Instituto** celebró la XLV Sesión Ordinaria, en la cual se emitió la *Resolución mediante la cual el Instituto Federal de Telecomunicaciones aprueba y emite la "Metodología para evaluar el cumplimiento de las obligaciones de cobertura de la red compartida mayorista establecidas en su título de concesión"* (en adelante, Metodología).

Asimismo, el objetivo de la **Metodología** es establecer el procedimiento mediante el cual se evaluará el porcentaje de cobertura poblacional, así como los parámetros de cobertura que **Altán Redes** deberá cumplir.

Para esto, la **Metodología** señala, como mecanismo para evaluar los parámetros de cobertura, la medición de la velocidad de transferencia de datos del enlace ascendente y descendente. Estos parámetros fueron considerados de conformidad con el Título de Concesión Mayorista como al menos 1 Mbps y 4 Mbps, respectivamente.

En una primera etapa, la **Metodología** establece una evaluación de gabinete, a través de la cual se determinará el porcentaje de cobertura poblacional alcanzado por el concesionario mayorista, mediante el uso de mapas de densidad poblacional del territorio nacional. Para ello, se establece la obligación del concesionario mayorista de entregar mapas de cobertura que deberán reflejar el área geográfica donde manifiesta que cumple con los parámetros de cobertura establecidos y que a su vez corresponde al porcentaje de población cubierta de acuerdo con lo establecido en su título de concesión.

Esto es, el porcentaje de cobertura poblacional obtenida deberá corresponder, como mínimo, al porcentaje de cumplimiento establecido en el Título de Concesión de **Altán Redes**. En el caso de la obligación establecida para 30 de noviembre de 2022, la población agregada a nivel nacional deberá ser al menos del 70% de la población agregada a nivel nacional. De no cumplirse lo anterior, no se procederá con las mediciones en campo objeto de la **Metodología**.

Una vez que se determine mediante la evaluación de gabinete que **Altán Redes** alcanzó al menos el 70% de cobertura poblacional, en la segunda etapa, la **Metodología** establece

una evaluación de los parámetros de cobertura (velocidad de transferencia de datos en el enlace ascendente y descendente) a partir de la ejecución de mediciones en campo.

Asimismo, la **Metodología** define un muestreo estratificado que permita la clasificación de los municipios definidos por el Censo Nacional de Población y Vivienda 2010, publicado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (en adelante, Censo 2010), con base en la población de cada municipio. Para ello, se definen tres estratos: urbano, suburbano y rural.

Ahora bien, en cumplimiento a lo establecido en la condición 10.3 “Compromisos de Cobertura”, de la **Modificación al Título de Concesión Mayorista**, el 30 de noviembre de 2022, mediante escrito ingresado ante la Oficialía de Partes de este **Instituto** con folio 042933, **Altán Redes** informó que cumplió con el compromiso de cobertura de al menos 70% de la población agregada a nivel nacional en el plazo señalado de acuerdo con el numeral 3 de la **Metodología**, con lo que, a efecto de llevar a cabo la evaluación de los parámetros de cobertura de la red compartida mayorista, se detonó la evaluación de gabinete.

Con fecha 25 de mayo de 2023, la Dirección General de Regulación Técnica, adscrita a la Unidad de Política Regulatoria del **Instituto**, informó a la Unidad de Cumplimiento que el porcentaje obtenido de la evaluación de gabinete para los mapas de cobertura proporcionados por **Altán Redes** al cuarto trimestre del 2022 fue del 71.71%.

Considerando que por medio de la evaluación de gabinete se confirmó que el porcentaje de población agregada cubierta a nivel nacional por **Altán Redes** es de al menos el 70% de la población agregada, la Dirección General Adjunta de Vigilancia del Espectro Radioeléctrico (en adelante, DGA-VESRE) se encontró en la posibilidad de iniciar las mediciones en campo correspondientes.

Ahora bien, con el objetivo de obtener resultados que sean representativos del desempeño de la red a nivel nacional, la **Metodología** establece, a su vez, una metodología estadística que toma en cuenta el error de estimación asociado a la técnica de muestreo empleada. La metodología estadística tiene por objeto obtener una muestra representativa y resultados que permitan inferir el comportamiento de la red a nivel nacional. Para esto, se utilizó una metodología en dos etapas, que consiste en un muestreo estratificado en su primera etapa y un muestreo aleatorio simple en la segunda etapa.

En este sentido, durante el periodo comprendido del 23 de junio al 8 de noviembre del 2023, la **DGA-VESRE** comenzó a efectuar pruebas previas al Ejercicio de Medición para contar con resultados que permitieran determinar el tamaño de la muestra a obtener conforme lo establecido en el numeral 11 de la **Metodología**, que describe los dos procedimientos estadísticos referidos en el párrafo anterior.

2. Competencia

De conformidad con lo previsto en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (en adelante, la Constitución) artículo 28, párrafo décimo quinto, el **Instituto** es el órgano autónomo con personalidad jurídica y patrimonio propio, que tiene por objeto el desarrollo eficiente de la radiodifusión y las telecomunicaciones, conforme a lo dispuesto en la propia **Constitución** y en los términos que fijen las leyes.

Para tal efecto tiene a su cargo la regulación, promoción y supervisión del uso, aprovechamiento y explotación del espectro radioeléctrico, los recursos orbitales, los servicios satelitales, las redes públicas de telecomunicaciones y la prestación de los servicios públicos de interés general de radiodifusión y de telecomunicaciones, así como del acceso a la infraestructura activa y pasiva y otros insumos esenciales, en términos del precepto constitucional invocado.

En este sentido la **LFTR**, en su artículo 7, establece que el **Instituto** es el encargado, entre otros aspectos, de supervisar el uso, aprovechamiento y explotación del espectro radioeléctrico, así como la prestación de los servicios de radiodifusión y telecomunicaciones.

El **Instituto**, de acuerdo con lo previsto en el artículo 15, fracción XXVII de la **LFTR**, entre sus atribuciones cuenta con la de vigilar el cumplimiento a lo dispuesto en los títulos de concesión otorgados en materia de telecomunicaciones y radiodifusión y ejercer facultades de supervisión y verificación, a fin de garantizar que la prestación de los servicios se realice con apego a la **LFTR** y a las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas aplicables, a los títulos de concesión y a las resoluciones expedidas por el propio **Instituto**.

Asimismo, en términos del mencionado artículo 15, fracción XLIV de la **LFTR**, el **Instituto** es el encargado de realizar el monitoreo del espectro radioeléctrico con fines de verificar su uso autorizado y llevar a cabo tareas de detección e identificación de interferencias perjudiciales.

Además, en su artículo 15, fracción XXVII de la **LFTR**, al **Instituto** le corresponde vigilar el cumplimiento a lo dispuesto en los títulos de concesión otorgados en materia de telecomunicaciones y radiodifusión y ejercer facultades de supervisión y verificación, a fin de garantizar que la prestación de los servicios se realice con apego a esta Ley y a las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas aplicables, a los títulos de concesión y a las resoluciones expedidas por el propio **Instituto**.

El artículo 63 de la **LFTR**, señala que el **Instituto** es la autoridad responsable de la supervisión y control técnico de las emisiones radioeléctricas, de establecer los mecanismos necesarios para llevar a cabo la comprobación de las emisiones radioeléctricas y de resolver las interferencias perjudiciales y demás irregularidades y perturbaciones que se presenten entre los sistemas empleados para la prestación de servicios de telecomunicaciones y de radiodifusión para su corrección. Todo lo anterior con el objeto de asegurar el cumplimiento de las normas del espectro radioeléctrico, su utilización eficiente y el funcionamiento correcto de los servicios.

Para lo anterior, el **Instituto** cuenta con la Unidad de Cumplimiento, la cual a través de la **DGA-VESRE**, es la encargada de llevar a cabo mediante el radiomonitoreo, las mediciones de los índices y parámetros aplicables a los servicios públicos de radiodifusión y telecomunicaciones que utilizan el espectro radioeléctrico.

3. Fundamento Legal

Con fundamento en los artículos 28, párrafo décimo quinto de la **Constitución**; 1, 2, 3, 7, 15 fracciones XXVII y XLIV, 63, 191, antepenúltimo párrafo, y 295 de la **LFTR**; artículos 1, 4, fracciones V, inciso v) y X, inciso iii), 18, 19, 20, fracciones VI, VIII, X, 41 y 45 fracciones I, III, V y XV del Estatuto Orgánico del Instituto Federal de Telecomunicaciones; numeral 10.3 del Título de concesión para uso comercial, que otorga el Instituto Federal de Telecomunicaciones con carácter de Red Compartida Mayorista de servicios de telecomunicaciones, en favor de Altan Redes, S.A.P.I. de C.V.; así como los numerales 2, fracción V y 7, fracción I de la **Metodología** para evaluar el cumplimiento de las

obligaciones de cobertura de la red compartida mayorista establecidas en el título de concesión; y con base en lo establecido en el Programa Anual de Trabajo de Vigilancia del Espectro Radioeléctrico, se emite el presente **Informe sobre la evaluación del cumplimiento de las obligaciones de cobertura de la Red Compartida Mayorista establecidas en su Título de Concesión.**

4. Planificación y ejecución del Ejercicio de Medición

4.1. Objetivo

El Ejercicio de Medición tiene como objetivo principal:

- Llevar a cabo mediciones para evaluar el cumplimiento de las obligaciones de cobertura de la red compartida mayorista establecidas en la condición 10.3 de la **Modificación al Título de Concesión Mayorista de Altán Redes.**

4.2. Determinación del tamaño de muestra

Conforme a lo establecido en el numeral 2, fracción II, numeral 7, fracción III, y numeral 11 de la **Metodología**, para llevar a cabo la evaluación del cumplimiento de las obligaciones de cobertura de la red compartida mayorista, primeramente, es necesario determinar el tamaño de la muestra requerida; esto es, se considera un muestreo en dos etapas.

La primera etapa del muestreo permite realizar una estratificación para la clasificación de municipios en función al número de sus habitantes, definidos por el Censo Nacional de Población y Vivienda 2010.

La clasificación considera tres estratos: Rural, Suburbano y Urbano. Esta clasificación obedece a que cada grupo (estrato) comparte características que inciden sobre los valores de la velocidad de transferencia de datos de enlace ascendente, así como descendente, en este caso la cantidad de habitantes de las localidades de cada municipio que se encuentran dentro del mapa de cobertura entregado por el concesionario mayorista.

En la segunda etapa, el muestreo aleatorio permite determinar el tamaño de muestra que define el número de mediciones a realizar para cada estrato.

4.2.1. Primera etapa de muestreo

Los municipios fueron clasificados en tres estratos: urbano, suburbano y rural; conforme a la mayoría del tipo de habitantes, por localidad, que residen en cada municipio.

El número de municipios n a evaluar en el Ejercicio de Medición se calcula con la Ecuación 1:

Ecuación 1. Cálculo de número de municipios n

$$n = \frac{(\sum_{i=1}^L N_i \sigma_i)^2}{N^2 D + \sum_{i=1}^L N_i \sigma_i^2}$$

Donde:

L = Número total de estratos en que se han dividido los municipios ($L=3$);

σ_i = Desviación estándar esperada para el Parámetro de Cobertura correspondiente al estrato i ;

N_i = Número de municipios en cada estrato;

N = Número total de municipios, y

$D = \frac{B^2}{4}$ = Donde B es la cota de error de estimación (menor o igual al porcentaje de la media de la población para cada estrato).

Cabe resaltar que el valor de la desviación estándar esperada para cada estrato (σ_i) se calculó a partir de resultados de Ejercicios de Medición previos, mismos que se llevaron a cabo bajo las consideraciones previstas en la Metodología, previamente a la evaluación del cumplimiento de los Parámetros de Cobertura, conforme lo estipulado en el numeral 11, párrafo quinto de la Metodología.

En la Tabla 1, se muestran los valores de la desviación estándar obtenidos en Ejercicios de Medición previos, realizados en los estados de San Luis Potosí, Veracruz, Hidalgo, Tlaxcala y Oaxaca.

Tabla 1. Desviación estándar (σ_i), de los parámetros de cobertura

Estrato	σ_i Downlink	σ_i Uplink
Rural	5.617	4.681
Suburbano	4.037	4.243
Urbano	3.823	5.084

Ahora bien, conforme a lo establecido en el numeral 2, fracción III de la Metodología; la cual establece lo siguiente:

“III. Para efectos de la presente metodología, los municipios serán clasificados en tres estratos: urbano, suburbano o rural. La clasificación de cada municipio se determinará considerando la mayoría del tipo de habitantes, por localidad, que residen en dicho municipio. Para tales efectos, se considerarán los datos de los Mapas de Densidad Poblacional y los Mapas de Cobertura.”

Se obtuvo la estratificación de municipios de la República Mexicana como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Resultados de la Estratificación de los municipios

Estrato	Número de municipios (N_i)
Rural	1,411
Suburbano	613
Urbano	432
Total (N)	2,456

Aunado a lo anterior, para determinar el error de estimación, D , se considera un valor para la cota de error de estimación menor o igual al 2%, como se muestra en la Ecuación 2:

Ecuación 2. Cálculo del error de estimación D

$$D = \frac{B^2}{4} = \frac{2^2}{4} = 1$$

Considerando lo anterior, se tiene:

- Cálculo de n para *Uplink*:

$$n = \frac{(((8.672)(4.681)) + ((8.415)(4.243)) + ((7.670)(5.084)))^2}{((2456^2)(1)) + (((8.672)(4.681))^2) + (((8.415)(4.243))^2) + (((7.670)(5.084))^2)} = 21.445$$

- Cálculo de n para *Downlink*:

$$n = \frac{(((8.966)(5.617)) + ((11.451)(4.037)) + ((7.462)(3.823)))^2}{((2456^2)(1)) + (((8.967)(5.617))^2) + (((11.452)(4.037))^2) + (((7.462)(3.823))^2)} = 23.839$$

Para cada parámetro de cobertura los valores calculados fueron redondeados al entero superior más próximo. En la Tabla 3 se muestran los resultados obtenidos para el Número total de municipios a evaluar en el Ejercicio de Medición.

Tabla 3. Número total de municipios a evaluar en el Ejercicio de Medición

Parámetro de cobertura	n
Downlink	24
Uplink	22

Una vez obtenido el número de municipios mínimo a evaluar n , se realizó el cálculo del número de municipios a medir por estrato, a partir de la Ecuación 3:

Ecuación 3. Cálculo del número de municipios por estrato social

$$n_i = n \left(\frac{N_i \sigma_i}{\sum_{i=1}^L N_i \sigma_i} \right) \quad i = 1, 2, 3$$

Donde:

n_i = Número total de municipios del estrato i , y

n = Número total de municipios a considerar en el Ejercicio de Medición.

ESPACIO SIN TEXTO

Considerando lo anterior, se tiene:

- *Uplink estrato Rural:*

$$n_i = 21.445 \left(\frac{(1411)(4.681)}{((1411)(4.681) + (613)(4.243) + (432)(5.084))} \right) = 12.422$$

- *Uplink estrato Suburbano:*

$$n_i = 21.445 \left(\frac{(613)(4.243)}{((1411)(4.681) + (613)(4.243) + (432)(5.084))} \right) = 4.892$$

- *Uplink estrato Urbano:*

$$n_i = 21.445 \left(\frac{(432)(5.084)}{((1411)(4.681) + (613)(4.243) + (432)(5.084))} \right) = 4.130$$

- *Downlink estrato Rural:*

$$n_i = 23.839 \left(\frac{(1411)(5.617)}{((1411)(5.617) + (613)(4.037) + (432)(3.823))} \right) = 15.677$$

- *Downlink estrato Suburbano:*

$$n_i = 23.839 \left(\frac{(613)(4.037)}{((1411)(5.617) + (613)(4.037) + (432)(3.823))} \right) = 4.895$$

- *Downlink estrato Urbano:*

$$n_i = 23.839 \left(\frac{(432)(3.823)}{((1411)(5.617) + (613)(4.037) + (432)(3.823))} \right) = 3.266$$

Los resultados obtenidos para el cálculo del número de municipios a evaluar por estrato se resumen en la Tabla 4. Cabe resaltar que dichos resultados fueron redondeados al entero superior más próximo.

Tabla 4. Número mínimo de municipios a evaluar, por estrato, en el Ejercicio de Medición

Estrato	Downlink	Uplink
Rural	16	13
Suburbano	5	5
Urbano	4	5

4.2.2. Segunda etapa de muestreo

En la segunda etapa de muestreo se calcula el número de Eventos a realizar en los municipios seleccionados por el muestreo aleatorio estratificado; es decir, el tamaño de la

muestra en cada estrato, a partir de un muestreo aleatorio simple partiendo de la Ecuación 4:

Ecuación 4. Cálculo del tamaño de muestra para los estratos

$$m_i = \frac{z_{1-\alpha/2}^2 \cdot (\sigma_i)^2}{a^2 \cdot (\bar{x}_i)^2}$$

Donde:

m_i = Tamaño de muestra para el estrato i ;

$z_{1-\alpha/2}$ = Percentil $1 - \alpha/2$ de la distribución normal estándar;

$1 - \alpha/2$ = Nivel de confianza;

a = Error de estimación máximo aceptable;

\bar{x}_i = Media obtenida para el parámetro de cobertura correspondiente del estrato i , y

σ_i y x_i son calculados de Ejercicios de Medición previos.

Para calcular el tamaño de la muestra en cada estrato, el valor de la desviación estándar y la media se calculó a partir de resultados de Ejercicios de Medición realizados previamente a la evaluación del cumplimiento de los Parámetros de Cobertura, mismos que se llevaron conforme al procedimiento descrito en la **Metodología**.

Los valores de la media utilizados para dicho cálculo se muestran en la Tabla 5:

Tabla 5. Media (\bar{x}_i), para los parámetros de cobertura

Estrato	\bar{x}_i	\bar{x}_i
	Downlink	Uplink
Rural	8.966	8.672
Suburbano	11.451	8.415
Urbano	7.462	7.669

Asimismo, para el cálculo del tamaño de la muestra en cada estrato, se consideró un nivel de confianza del 95% ($z_{1-\alpha/2} = 1.96$), así como un error de estimación menor o igual al 2% ($a = 0.02$).

Considerando lo anterior se realizó el cálculo del tamaño de la muestra con la Ecuación 4:

- Tamaño de la muestra *Uplink* estrato Rural:

$$m_i = \frac{1.96^2}{0.02^2} \cdot \left(\frac{4.681}{8.672}\right)^2 = 2,798.122$$

- Tamaño de la muestra *Uplink* estrato Suburbano:

$$m_i = \frac{1.96^2}{0.02^2} \cdot \left(\frac{4.243}{8.415}\right)^2 = 2,441.745$$

- Tamaño de la muestra *Uplink* estrato Urbano:

$$m_i = \frac{1.96^2}{0.02^2} \cdot \left(\frac{5.084}{7.670}\right)^2 = 4,220.126$$

- Tamaño de la muestra *Downlink* estrato Rural:

$$m_i = \frac{1.96^2}{0.02^2} \cdot \left(\frac{5.617}{8.967}\right)^2 = 3,768.787$$

- Tamaño de la muestra *Downlink* estrato Suburbano:

$$m_i = \frac{1.96^2}{0.02^2} \cdot \left(\frac{4.037}{11.452}\right)^2 = 1,193.577$$

- Tamaño de la muestra *Downlink* estrato Urbano:

$$m_i = \frac{1.96^2}{0.02^2} \cdot \left(\frac{3.823}{7.462}\right)^2 = 2,520.581$$

Considerando lo anterior, el cálculo del número de eventos a obtener por estrato se resume en la Tabla 6. Los resultados obtenidos para el cálculo del número de Eventos a evaluar fueron redondeados al entero superior próximo.

Tabla 6. Número de eventos a obtener por estrato derivado de la evaluación del cumplimiento de obligaciones de la red compartida mayorista

Estrato	Número de muestras <i>Downlink</i>	Número de muestras <i>Uplink</i>
Rural	3,769	2,799
Suburbano	1,194	2,442
Urbano	2,521	4,221

4.3. Sitios y periodos de los ejercicios de medición

Una vez que se calculó el tamaño de muestra, los municipios para cada estrato (urbano, suburbano y rural) fueron elegidos de manera aleatoria siguiendo el procedimiento establecido en el numeral 12 de la **Metodología**.

El **Instituto**, en ejercicio de sus funciones y de conformidad con la **Metodología**, llevó a cabo ejercicios de medición en los sitios y periodos que se señalan más adelante.

De conformidad con lo señalado en la **Metodología**, numeral 12, fracción IV, en el procedimiento de selección aleatoria de puntos de medición, se incorporó un factor de ponderación que otorga un mayor peso a aquellas localidades dentro de los municipios elegidos que contengan la mayor población. Lo anterior con el objetivo de que la probabilidad de resultar seleccionadas sea mayor a aquélla de localidades con menor población.

4.3.1. Sitios de medición

Con fecha 31 de mayo de 2023, la **DGA-VESRE** llevó a cabo la selección aleatoria de municipios y localidades donde se llevaron a cabo las mediciones para evaluar el cumplimiento de las obligaciones de cobertura de la Red Compartida Mayorista conforme a lo establecido en el numeral 12, fracción I de la **Metodología**, el cual indica lo siguiente:

“1. Para determinar los municipios y localidades donde se lleve a cabo el Ejercicio de Medición, se utilizará un generador computacional de números aleatorios a partir de pares de latitud y longitud aleatorios.”

Considerando lo anterior, las Tablas 7,8 y 9 muestran los municipios evaluados que fueron seleccionados aleatoriamente para cada Estrato conforme lo mencionado en el párrafo anterior.

Tabla 7. Localidades evaluadas correspondientes al Estrato Rural

Rural	
Estado	Municipio
Aguascalientes	Calvillo
	San Francisco de los Romo
Estado de México	Acambay de Ruíz Castañeda
	Aculco
	Almoloya de Juárez
	Atlacomulco
	Ayapango
	San Felipe del Progreso
	Valle de Bravo
	Villa Victoria
Puebla	Aquixtla
Querétaro	Cadereyta de Montes
	Colón
	Huimilpan
Tlaxcala	Xaltocan
Yucatán	Sudzal

Tabla 8. Localidades evaluadas correspondientes al Estrato Suburbano

Suburbano	
Estado	Municipio
Campeche	Dzitblaché
	Hecelchakán
	Tenabo
Estado de México	Atenco
	Huehuetoca

Suburbano	
Estado	Municipio
	San Martín de las Pirámides
	Tenango del Aire
Morelos	Tepoztlán
	Tlanepantla
Quintana Roo	Isla Mujeres
Tlaxcala	Apetatitlán de Antonio Carvajal
	San Lucas Tecopilco
Yucatán	Tixkokob

Tabla 9. Localidades evaluadas correspondientes al Estrato Urbano

Urbano	
Estado	Municipio
Aguascalientes	Aguascalientes
Baja California	Ensenada
	Mexicali
	Tijuana
Ciudad de México	Benito Juárez
	Coyoacán
	Iztacalco
Estado de México	Toluca
Guerrero	Iguala de la Independencia
Jalisco	San Juan de los Lagos
	Tepatitlán de Morelos
	Zapopan
Sonora	Cajeme
	Guaymas
	Hermosillo
	Navojoa

No es óbice señalar que la **DGA-VESRE** llevó a cabo un mayor número de mediciones para evaluar los Parámetros de Cobertura de la Red Compartida Mayorista, considerando que podrían ocurrir Eventos a ser descartados de manera parcial o total durante el Ejercicio de Medición.

4.3.2. Fechas de medición

Del 12 de diciembre de 2023 al 30 de mayo de 2024

4.3.3. Posproceso y análisis de la información

Del 3 de junio al 9 de octubre de 2024

4.4. Equipo de medición

El equipo de medición empleado para llevar a cabo la evaluación del cumplimiento de las obligaciones de cobertura de la Red Compartida Mayorista cumplió con las siguientes características:

- La información obtenida de los Eventos se almacena automáticamente y también su respaldo en dispositivos externos de mayor capacidad.
- El sistema GPS con el que cuenta, permitió conocer y registrar la ubicación para cada uno de los Eventos.
- Se mantuvo en óptimas condiciones de operación durante los ejercicios de medición.
- Una vez iniciado el Ejercicio de Medición correspondiente, las características de *software* y *hardware* del Equipo de Medición se mantenía sin cambios hasta la finalización del mismo.
- Permitted realizar mediciones a más de un Operador Móvil Virtual (en adelante, "OMV").
- Soportó mediciones para las Tecnologías de Acceso ofrecidas por el Concesionario Mayorista a través del uso de Equipos Terminales Móviles. Asimismo, el equipo de Medición satisface las necesidades de la evaluación tecnológica.
- Los Equipos Terminales Móviles utilizados para la realización del Ejercicio de Medición fueron iguales o similares a los comercializados por los Clientes y están homologados, cumpliendo, en lo aplicable, con las disposiciones técnicas emitidas

por el instituto en la materia. Dichos Equipos Terminales Móviles corresponden a **OMV** que previamente han contratado el servicio al concesionario Mayorista y utilizaron únicamente la red del Concesionario Mayorista. Los Operadores Móviles Virtuales fueron elegidos de manera aleatoria.

- Permitted the flexible creation of the Events and the use of templates for the reutilization of the same.
- The Measurement Equipment complied, where applicable, with the latest versions of the technical specifications and of the recommendations issued by the ETSI and the 3GPP.
- In case of failure of the Measurement Equipment or of the Mobile Terminal Equipment used in the Measurement Exercise, a visual and/or auditory alarm was issued.

Asimismo, el equipamiento empleado para llevar a cabo las mediciones cuenta con los siguientes componentes:

- SmartOne Freerider 4 Training de la marca Rohde & Schwarz
- FR4-BP (mochila textil) de la marca Rohde & Schwarz
- 10 equipos terminales móviles modelo S23+ de la marca Samsung. Cada equipo terminal móvil cuenta con software interno Qualipoc
- Laptop de control de la marca Lenovo ThinkPad
- Discos externos para respaldo de la información
- SIMs de los prestadores del Servicio Móvil que utilizan la red del Concesionario Mayorista

El equipo de medición tiene capacidad de ejecutar pruebas simultáneas a todos los prestadores del servicio móvil, permitiendo la sincronización al inicio de cada prueba.

4.5. Desarrollo

La evaluación del cumplimiento de las obligaciones de cobertura de la Red Compartida Mayorista, se realizó de conformidad con lo dispuesto en la **Metodología** como se enuncia a continuación.

- Se llevaron a cabo pruebas en el equipo de medición para verificar que se encontrara en condiciones óptimas de funcionamiento, previamente al inicio del ejercicio de medición.

- Se consideraron las Horas Pico de la Red de dos periodos de sesenta minutos en los cuales la red experimenta máximo tráfico.
- Los eventos se llevaron a cabo exclusivamente en exteriores y a una altura mayor de 1.5 metros del nivel de superficie.
- Los eventos fueron ejecutados de manera aleatoria, sin previo aviso, en las tecnologías de acceso correspondientes, y simultáneamente a los **OMV** objeto del ejercicio de medición, utilizando una o varias SIM correspondientes a los mismos a las que previamente se le contrató el servicio.
- Para cada estrato, los eventos se generaron dentro de las localidades del mismo tipo que el estrato correspondiente.
- Adicionalmente, en la bitácora de pruebas se registraron la hora de inicio y fin para cada día, así como todas las pausas resultantes durante la medición (ej. concentraciones atípicas de usuarios finales, etc.). Los eventos que fueron generados durante los periodos de pausa registrados en la bitácora de pruebas fueron descartados. Asimismo, cuando el personal a cargo de la realización de las Mediciones detectó fallas atribuibles al equipo de medición, estas se registraron para que los eventos correspondientes fueran descartados en la etapa de posproceso. También, se realizó registro de cualquier situación extraordinaria que se presentó antes de iniciar, durante o al finalizar la medición, mismo que fue cotejado con el resultado de la etapa de posproceso.
- No se llevaron a cabo mediciones en las zonas donde previamente se identificaron hechos fortuitos o causa de fuerza mayor que pudieran afectar los resultados, así como aquellas zonas donde 20 días hábiles previo al Ejercicio de Medición se haya reportado al instituto alguna falla que provocara ausencia de servicio y esta no haya sido resuelta.

4.5.1. Parámetros de Cobertura

A efecto de atender lo establecido en la condición 10.3 del Título de Concesión Mayorista, la **DGA-VESRE** verificó la cobertura de servicios como se establece a continuación:

"Para efecto de que la población se considere con cobertura de servicios, el Concesionario debe estar en posibilidad de ofrecer al Cliente condiciones que le permitan proveer a sus usuarios, una velocidad de transferencia de datos ascendente de al menos 1 (un) Megabit por segundo en localidades urbanas y

rurales, así como una velocidad de transferencia de datos descendente de al menos 4 (cuatro) Megabits por segundo en localidades urbanas y rurales, todo ello por borde de cobertura en Hora Pico de la Red. La distribución de la población en las localidades será identificada conforme al Censo Nacional de Población y Vivienda 2010, publicado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (...)"

Considerando lo anterior, la evaluación de los parámetros de cobertura (velocidad de transferencia de datos en el enlace ascendente y descendente) se llevaron a cabo en la hora pico de la red y desde ubicaciones fijas del equipo terminal móvil.

4.5.2. Mapas de cobertura, rutas y consideraciones para la medición

De acuerdo con la Metodología:

- El Concesionario Mayorista entregó al **Instituto** los Mapas de Cobertura dentro de los primeros diez días hábiles del mes de febrero de cada año en el que se llevarán a cabo las mediciones objeto de la presente metodología o cuando el **Instituto** lo requiera, conforme a las siguientes características:
 - A. Tener una resolución de al menos 25 metros
 - B. Formato Mapinfo (.tab) Arcview (.shp)
 - C. Uno por cada región celular para cada tipo de Tecnología de Acceso
 - D. Proyección UTM-14 para su geolocalización

El porcentaje de cobertura de la población agregada a nivel nacional de los Mapas de Cobertura entregados por el Concesionario Mayorista deberá corresponder al menos con el porcentaje establecido para el cumplimiento de cada año definido en el Título de Concesión Mayorista y aquellas disposiciones legales aplicables.

- Como se describió en el epígrafe 4.2., el **Instituto** determinó el número de municipios donde se llevó a cabo el Ejercicio de Medición, con base en lo establecido en el numeral 11 de la **Metodología**.

4.5.3. Evaluación de los parámetros de cobertura

La evaluación de los eventos de los Parámetros de Cobertura se llevó a cabo bajo los siguientes criterios:

- En coordinación con el Concesionario Mayorista, se instaló un servidor de pruebas en la misma ubicación geográfica que el CORE de la red del Concesionario Mayorista y fue gestionado exclusivamente por el **Instituto**.
- Para el caso de la evaluación de la Tasa de Transmisión de Datos del Enlace Descendente, el archivo a ser transferido por sesión de FTP no fue comprimible y tuvo un tamaño de 2 Gigabytes, este archivo se encontró alojado en el servidor de pruebas del **Instituto**.
- Para el caso de la evaluación de la Tasa de Transmisión de Datos del Enlace Ascendente, el archivo utilizado para la evaluación de los Parámetros de Cobertura fue transferido al servidor de pruebas del **Instituto**, por sesión de FTP. El archivo no tuvo formato comprimible y tuvo un tamaño de 500 Megabytes, el cual, fue almacenado en los Equipos Terminales Móviles previo al Ejercicio de Medición.
- La tasa de Transmisión de Enlace Ascendente se determinó con base en la Ecuación 5:

Ecuación 5. Tasa de Transmisión promedio del enlace Ascendente

$$\text{Tasa de Transmisión de Datos del Enlace Ascendente} = \frac{\sum_{i=1}^{O_{TC}} \frac{H_i'}{n'}}{O_{TC} - O_{FC}} \left[\frac{\text{Mbits}}{\text{segundo}} \right]$$

Donde:

H_i' = Cantidad de datos cargada o carga útil (del inglés, *payload*) expresada en Megabits del intento de sesión establecida exitosamente FTPi;

n' = Duración en segundos de la sesión FTP establecida;

O_{FC} = Número de intentos de sesiones fallidas FTP de carga, y;

O_{TC} = Número total de intentos de sesiones FTP de carga.

Fueron considerados como fallidas aquellas sesiones FTP de carga que no lograron establecer conexión con el servidor definido por el **Instituto** para tales efectos.

- La tasa de Transmisión de Enlace Descendente se determinó con base en la Ecuación 6:

Ecuación 6. Tasa de Transmisión promedio del enlace Descendente

$$\text{Tasa de Transmisión de Datos del Enlace Descendente} = \frac{\sum_{i=1}^{O_{Td}} \frac{H_i}{n}}{O_{Td} - O_{Fd}} \left[\frac{\text{Mbits}}{\text{segundo}} \right]$$

Donde:

H_i = Cantidad de datos descargada o carga útil (del inglés, *payload*) en Megabits del intento de sesión establecida exitosamente FTPi;

n = Duración en segundos de la sesión FTP establecida;

O_{Fd} = Número de intentos de sesiones fallidas FTP de descarga, y;

O_{Td} = Número total de intentos de sesiones FTP de descarga.

Fueron consideradas como fallidas aquellas sesiones FTP de descarga que no lograron establecer conexión con el servidor definido por el Instituto para tales efectos.

- Se estableció una sesión FTP para cada evaluación de la Tasa de Transmisión de Datos promedio del Enlace Descendente y otra sesión independiente de FTP para cada Evaluación de la Tasa de Transmisión de Datos promedio del Enlace Ascendente.
- Previo a cada sesión FTP se estableció el servicio IP. El tiempo máximo para el establecimiento de servicio IP fue de 15 segundos contados a partir de que se inicia el Evento correspondiente. En caso de que haya superado dicho tiempo, se consideró como sesión fallida.
- El tiempo máximo para el inicio exitoso de una sesión de FTP fue de 10 segundos contados a partir del establecimiento del servicio IP.
- Una vez establecida cada sesión de FTP (inicio exitoso), se tomó en cuenta un tiempo de guarda de 500 milisegundos con el objetivo de tomar en cuenta el tiempo necesario para la estabilización de la Tasa de Transmisión de Datos propio del protocolo TCP.
- El tiempo para evaluar la Tasa de Transmisión de Datos promedio del Enlace Descendente fue de 10 segundos, medidos a partir del tiempo de guarda posterior al inicio exitoso de la sesión de FTP correspondiente. En caso de que la sesión de FTP

- haya sido interrumpida, se tomó en cuenta la cantidad de datos que se lograron descargar en dicha sesión. La cantidad de datos descargada, medida en Megabits, fue promediada en los 10 segundos que duró la prueba para determinar la Tasa de Transmisión de Datos promedio del Enlace Descendente.
- El tiempo para evaluar la Tasa de Transmisión de Datos promedio del Enlace Ascendente fue de 10 segundos, medidos a partir del tiempo de guarda posterior al inicio exitoso de la sesión de FTP correspondiente. En caso de que la sesión de FTP haya sido interrumpida, se tomó en cuenta la cantidad de datos que se lograron cargar en dicha sesión. La cantidad de datos cargada, medida en Megabits, fue promediada en los 10 segundos que duró la prueba para determinar la Tasa de Transmisión de Datos promedio del Enlace Ascendente.
 - El tiempo de guarda entre la evaluación de la Tasa de Transmisión de Datos promedio del Enlace Descendente y la evaluación de la Tasa de Transmisión de Datos promedio del Enlace Ascendente fue de 10 segundos.
 - El siguiente diagrama (Imagen 1) muestra la secuencia de tiempos considerada para la evaluación de los parámetros de Cobertura.

Imagen 1. Secuencia de tiempos para la evaluación de los parámetros de cobertura



4.6. Determinación de las Horas Pico de la Red

Para determinar las horas pico del día, se contemplaron los siguientes puntos:

- Se consideraron las estadísticas de cada día de la semana de un mes calendario previo al Ejercicio de Medición y las Horas Pico de la Red del día de la semana correspondiente al que, con mayor frecuencia, se acumuló la mayor intensidad de tráfico extendida como el volumen de datos.
- Se determinaron las Horas Pico de la Red para cada día de la semana. Para tales efectos, se identificaron los dos periodos de sesenta (60) minutos en los que la red experimenta el máximo tráfico. La Hora Pico identificada en el primer periodo comprendido en el lapso entre las 06-14 horas del día, fue a las 13 horas. Mientras que la Hora Pico identificada en el segundo periodo comprendido en el lapso entre las 14-23 horas del día, fue a las 20 horas.
- El tráfico experimentado en la red se determinó con base en la suma de tráfico cursado por todos los sectores de radiobase (incluyendo todas las portadoras) de la red, y el tráfico cursado en cada sector radiobase se calculó a partir de la información técnica de la red entregada por el Concesionario Mayorista (volumen de datos PDCP acumulado).

Cabe señalar que, para determinar el cumplimiento o incumplimiento de los Parámetros de Cobertura, la **DGA-VESRE** realizará una prueba de hipótesis para cada estrato con base en los resultados obtenidos por la evaluación de distintos municipios y localidades de cada estrato.

5. Resultados del ejercicio de medición

De acuerdo con lo previsto en la **Metodología**, un Ejercicio de Medición se conforma de mediciones, posproceso y análisis de la información con la finalidad de verificar el cumplimiento de las obligaciones de cobertura de la red del Concesionario Mayorista.

Asimismo, las mediciones comprenden el registro, recolección, almacenamiento y posprocesamiento de la información recabada para la evaluación del cumplimiento de las obligaciones de cobertura de la Red Compartida Mayorista.

En este sentido, un evento se refiere a cada uno de los intentos de medición programados durante un Ejercicio de Medición.

Ahora bien, durante la etapa de evaluación de los parámetros de cobertura de la red del Concesionario Mayorista, los eventos fueron programados conforme los tiempos establecidos en el numeral 8, fracciones VII, VIII, XIX, X, XI y XII de la **Metodología**.

Posteriormente, una vez concluido el periodo de mediciones, los eventos generados y recolectados por el equipo de medición fueron posprocesados con la finalidad de obtener un reporte general con la información de las mediciones efectuadas. Durante el posproceso y emisión de resultados se limitó la intervención humana a la mínima necesaria.

Por medio de los códigos generados con el algoritmo de reducción criptográfico MD5, se verificó la integridad de los archivos de registro, así como la marca de tiempo de inicio y fin de la medición provenientes de los equipos de medición, la cual corresponde a la hora de inicio y fin que se estableció para cada día dentro de la medición y registradas en la bitácora de pruebas.

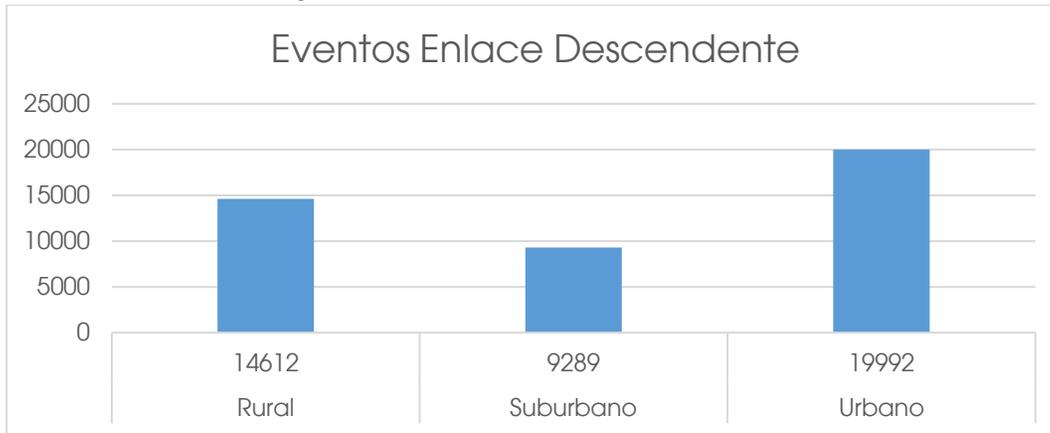
Además, considerando que la herramienta de posproceso cuenta con una configuración que, basada en los códigos generados para cada evento por el equipo de medición, se realizó la exclusión automática de aquellos eventos afectados por casos fortuitos o fuerza mayor, ajenos a la red de los prestadores del servicio móvil.

Considerando lo anterior, a continuación, se presentan los resultados obtenidos derivados de la evaluación del cumplimiento de las obligaciones de cobertura de la Red Compartida Mayorista.

5.1. Resultados obtenidos del Parámetro de Cobertura Enlace Descendente

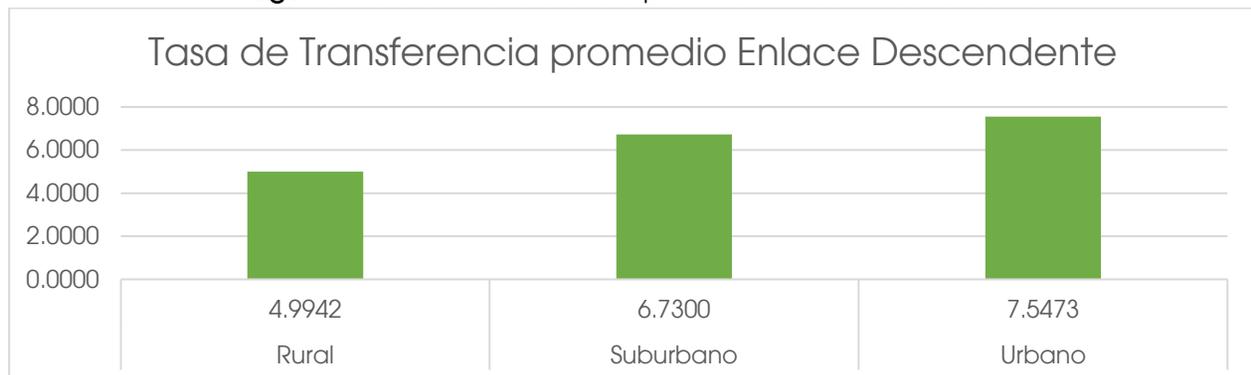
El número total de eventos para el Enlace Descendente realizados fue de 49,914, de ellos, se descartaron 6,021 por causas consideradas en la **Metodología** y/o por fallas en el equipo de medición, por lo que el tamaño de la muestra contemplada para la determinación de los valores finales fue de **43,893 eventos**. La distribución de eventos por estrato se muestra en la Imagen 2:

Imagen 2. Eventos en el Enlace Descendente



La Tasa de Transferencia promedio de cada estrato para el parámetro de cobertura Enlace Descendente se muestra en la Imagen 3.

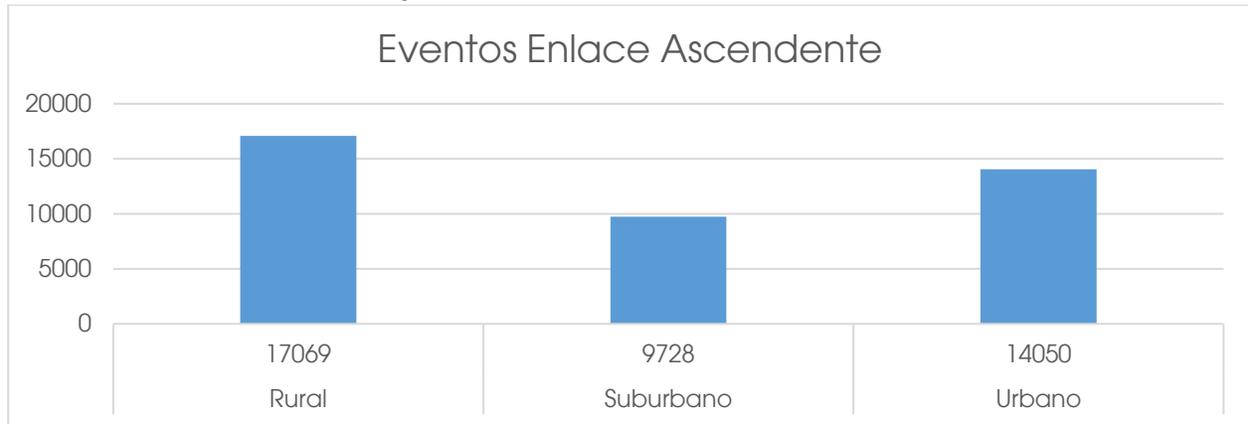
Imagen 3. Tasa de Transferencia promedio Enlace Descendente



5.2. Resultados obtenidos del Parámetro de Cobertura Enlace Ascendente

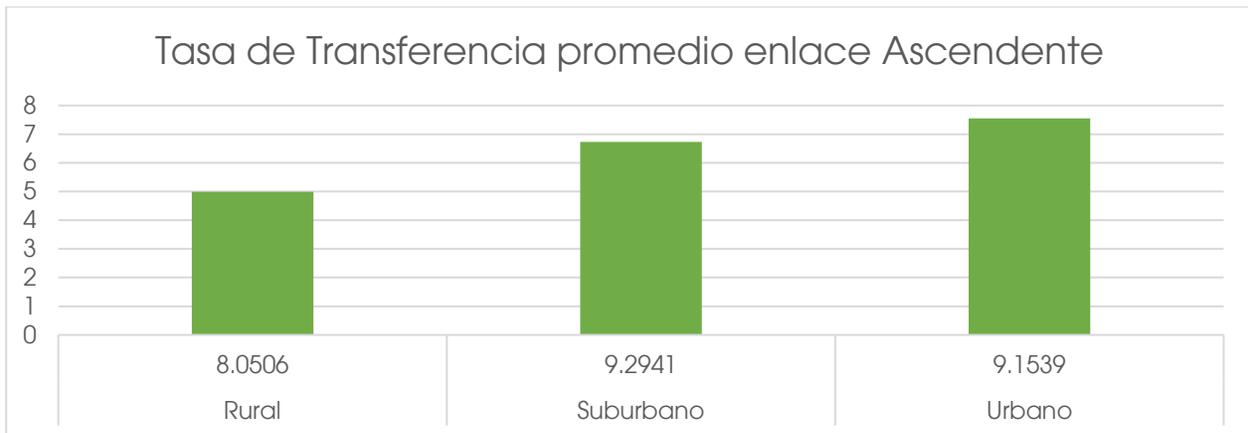
En cuanto al número total de eventos para el Enlace Ascendente, se obtuvo una muestra de 44,965, de ellos, se descartaron 4,118 por causas consideradas en la Metodología y/o por fallas en el equipo de medición, por lo que el tamaño de la muestra contemplada para la determinación de los valores finales fue de **40,847 eventos**. La distribución de eventos por estrato se muestra en la Imagen 4:

Imagen 4. Eventos en el Enlace Ascendente



La Tasa de Transferencia promedio de cada estrato para el parámetro de cobertura Enlace Ascendente se muestra en la Imagen 5.

Imagen 5. Tasa de Transferencia promedio Enlace Ascendente



5.3 Prueba de Hipótesis

Derivado de los resultados de las mediciones realizadas durante los ejercicios 2023 y 2024, la **DGA-VESRE** realizó una prueba de hipótesis para cada Parámetro de Cobertura y por estrato definido conforme lo establecido en el numeral 8, fracción XIV de la **Metodología**; donde se establece:

“XIV. Para determinar el cumplimiento o incumplimiento de los Parámetros de Cobertura se realizará una prueba de hipótesis con base en los resultados del Ejercicio de Medición de conformidad con lo establecido en el numeral 11. A partir de dicha prueba se determinará si existe suficiente evidencia en la muestra seleccionada para inferir que se está cumpliendo con los Parámetros de Cobertura.”

No es óbice señalar que, durante la ejecución de las mediciones para evaluar el cumplimiento de las obligaciones de cobertura de la Red Compartida Mayorista, se consideraron 3 estratos diferentes, de los cuales, cada uno debe tener asociado un peso o valor que los pondere con relación al porcentaje de población cubierta de cada uno de ellos. El coeficiente de ponderación para el i -ésimo estrato se obtiene como se muestra en la Ecuación 7.

Ecuación 7. Cálculo del Coeficiente de ponderación

$$w_i = N_i / N$$

Donde:

w_i = Coeficiente de ponderación del estrato i

N_i = Población del estrato i

N = Población del total de las entidades federativas

En la Tabla 10 se muestran los valores del coeficiente de ponderación para cada estrato.

Tabla 10. Coeficiente de ponderación

Estrato	Coeficiente de ponderación (w_i)
Rural	0.89791278
Suburbano	0.004779155
Urbano	0.097679567

Una vez obtenido el coeficiente de ponderación de cada estrato, se calcula la media anual \bar{x} , realizando un promedio ponderado de las medias obtenidas en cada estrato \bar{x}_i para el Parámetro de Cobertura correspondiente, como lo indica la Ecuación 8.

Ecuación 8. Cálculo de media anual

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^L w_i \bar{x}_i$$

En la Tabla 11 se muestran los valores promedio de los parámetros de cobertura para cada estrato, obtenidos en los ejercicios de medición.

Tabla 11. Promedio de los Parámetros de Cobertura

Estrato	Tasa de transferencia Descendente (Downlink)	Tasa de transferencia Ascendente (Uplink)
Rural	4.994208563	8.050635888
Suburbano	6.730030409	9.294122389
Urbano	7.547333592	9.153919043

Bajo el mismo esquema, se calcula la desviación anual ponderada para una varianza de la media de cada estrato ($\sigma^{\frac{2}{x_i}}$), de acuerdo a la Ecuación 9:

Ecuación 9. Cálculo de la desviación anual ponderada

$$\sigma^2 = \sum_{i=1}^L w_i^2 \sigma^{\frac{2}{x_i}}$$

Donde:

$$\sigma^{\frac{2}{x_i}} = \frac{\sigma_i^2}{m_i}$$

En la Tabla 12 se muestran los valores de la Varianza (σ^2) y numero de muestras (m_i), en cada Estrato.

Tabla 12. Varianza y numero de muestras obtenidas en los ejercicios de medición

Estrato	Varianza Downlink	m_i Downlink	Varianza Uplink	m_i Uplink
Rural	44.99642628	14,612	33.36441244	17,069
Suburbano	79.75604058	9,289	53.91932266	9,728
Urbano	60.60081804	19,992	54.20527767	14,050

Considerando lo anterior, la prueba de hipótesis se realizó a partir de la media anual ponderada \bar{x} para cada parámetro de Cobertura la cual contempla como hipótesis nula (H_0) que el Concesionario Mayorista se encuentra en cumplimiento con el Parámetro de Cobertura correspondiente (μ), mientras que la hipótesis alternativa (H_a) considera que el Concesionario Mayorista no se encuentra en cumplimiento con dicho parámetro. Asimismo, la prueba se realizará con un nivel de significancia $\alpha = 5\%$.

De este modo, las hipótesis planteadas se expresan como:

$$H_0: x_{st} \geq \mu$$
$$H_a: x_{st} < \mu$$

Con base en los datos de la muestra de Eventos realizados en el Ejercicio de Medición, la prueba de hipótesis determina si se debe aceptar o rechazar la hipótesis nula. Para tomar la decisión se compara el estadístico de prueba (x_{st}), calculado con la Ecuación 10, con el valor crítico $z_{1-\alpha}$:

Ecuación 10. Cálculo del estadístico de prueba x_{st}

$$x_{st} = \frac{\bar{x} - \mu}{\sigma}$$

Donde:

\bar{x} = Promedio ponderado del Parámetro de Cobertura.

μ = Mínima Tasa de Transmisión del Parámetro de cobertura Correspondiente; para el Enlace Ascendente será 1 Megabit por segundo y para el Enlace Descendente 4 Megabits por segundos.

σ = Desviación estándar ponderada del Parámetro de Cobertura.

$z_{1-\alpha}$ = Valor de z igual a 1.64 que corresponde a una distribución normal estándar con un nivel de significancia del 5%.

Si el estadístico de la prueba (x_{st}) es mayor o igual al valor crítico $z_{1-\alpha}$, entonces no hay información estadísticamente suficiente para rechazar la hipótesis nula a un nivel de significancia α ; mientras que si el estadístico de la prueba (x_{st}) es menor o igual al valor crítico $z_{1-\alpha}$ entonces hay información estadísticamente suficiente para rechazar la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.

A continuación, se muestra el desarrollo realizado para determinar el estadístico de la prueba.

Primeramente, se calculó el Promedio anual Ponderado con los datos de la Tabla 12 para cada Parámetro de Cobertura:

Promedio ponderado Enlace Descendente:

$$\bar{x} = (4.994208563)(0.89791278) + (6.730030409)(0.004779155) + (7.547333592)(0.097679567) = 5.25374783$$

Promedio ponderado Enlace Ascendente:

$$\bar{x} = (8.050635888)(0.89791278) + (9.294122389)(0.004779155) + (9.153919043)(0.097679567) = 8.167337751$$

Posteriormente, se efectuó el cálculo de la Varianza Ponderada Enlace Descendente con los datos de la Tabla 12, para cada parámetro de Cobertura:

Cálculo de la varianza ponderada Enlace Descendente:

$$\sigma^2 = (0.89791278^2) \left(\frac{44.99642628}{14612} \right) + (0.004779155^2) \left(\frac{79.75604058}{9289} \right) + (0.097679567^2) \left(\frac{60.60081804}{19992} \right) = 0.002511889$$

Cálculo de la varianza ponderada Enlace Ascendente:

$$\sigma^2 = (0.89791278^2) \left(\frac{33.36441244}{17069} \right) + (0.004779155^2) \left(\frac{53.91932266}{9728} \right) + (0.097679567^2) \left(\frac{54.20527767}{14050} \right) = 0.001612892$$

Una vez obtenida la Varianza anual Ponderada se puede calcular la Desviación estándar ponderada con la raíz cuadrada:

Cálculo de la desviación estándar ponderada Enlace Descendente:

$$\sigma = \sqrt{0.002511889} = 0.05011875$$

Cálculo de la desviación estándar ponderada Enlace Ascendente:

$$\sigma = \sqrt{0.001612892} = 0.04016082$$

5.3.1 Prueba de hipótesis del Enlace Descendente

A continuación, se muestra el estadístico de la prueba para el Enlace Descendente:

$$x_{st} = \frac{5.25374783 - 4}{0.05011875} = 25.01554417$$

Ya que el valor del estadístico de la prueba ($x_{st}=25.01554417$), es mayor al valor crítico $Z_{1-\alpha} = 1.64$, no hay información estadísticamente suficiente para rechazar la hipótesis nula (H_0) a un nivel de significancia $\alpha = 5\%$; por tanto, se acepta la hipótesis nula.

$$H_0: x_{st} \geq \mu$$

Derivado de lo anterior se concluye que se **cumple** con el Parámetro de Cobertura del Enlace Descendente.

5.3.2 Prueba de hipótesis del Enlace Ascendente

Ahora bien, para el cálculo del estadístico de la prueba del Enlace Ascendente se obtuvo lo siguiente:

$$x_{st} = \frac{8.167337751 - 1}{0.04016082} = 178.4659027$$

Ya que el valor del estadístico de la prueba ($x_{st}=178.4659027$), es mayor al valor crítico $Z_{1-\alpha} = 1.64$, no hay información estadísticamente suficiente para rechazar la hipótesis nula (H_0) a un nivel de significancia $\alpha = 5\%$; por tanto, se acepta la hipótesis nula.

$$H_0: x_{st} \geq \mu$$

Derivado de lo anterior se concluye que se **cumple** con el Parámetro de Cobertura del enlace Ascendente.

6. Notas

1. No es óbice señalar que el ejercicio de medición realizado es circunstancial, es decir, con posterioridad pueden realizarse mediciones durante un periodo de tiempo determinado y obtener resultados que difieran con los reportados.
2. Los resultados consideran un error de estimación y un nivel de confianza conforme a lo indicado en la Metodología, lo que hace que los índices aquí reportados sean representativos de la cobertura del concesionario mayorista.

ESPACIO SIN TEXTO