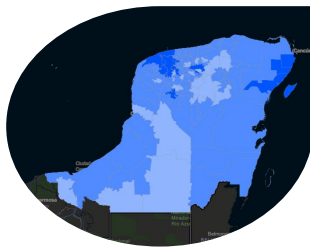


Informe de Resultados

# Diagnóstico de la Conectividad Digital en la Península de Yucatán



Enero, 2025

Autores:

Carmen Denis Polanco  
Tzitziki Ramírez González  
Enrique González

Este documento contiene el Informe Final de Resultados del estudio “Diagnóstico de la Conectividad Digital en la Península de Yucatán, realizado en colaboración por Internet Exchange Services Yucatán AC (IXSY) y EFTS Group SA de CV (EFTS). Los análisis desarrollados en este estudio se llevaron a cabo con base en fuentes de datos oficiales, datos propios generados por EFTS Group y datos de Ookla® correspondientes al segundo trimestre del 2024”. El informe es de libre acceso y está disponible para todos los interesados. Para referenciar este trabajo, por favor utilizar el texto descriptivo presentado entre comillas al inicio de este párrafo. Si deseas obtener información adicional o aclaraciones sobre la información presentada, favor de contactar a alguno de los representantes de IXSY o EFTS en los siguientes correos electrónicos: [administracion@ixsy.org.mx](mailto:administracion@ixsy.org.mx) y [contacto@efts-gorup.com](mailto:contacto@efts-gorup.com).



## Agradecimientos

Este informe ha sido elaborado gracias al esfuerzo colaborativo de los miembros de Internet Exchange Services Yucatán (IXSY), EFTS Group (EFTS) y estudiantes de la Universidad Politécnica de Yucatán (UPY), quienes forman parte del equipo IXSY Fellows.

En particular, destacamos el talento de Tzitziki Ramírez (EFTS), Rosa Talavera (EFTS), Yahir Sulu (UPY e IXSY Fellow) y Ángel Sansores (UPY e IXSY Fellow) en desarrollo del proyecto.

Además, extendemos nuestro agradecimiento a la empresa Ookla® por su valiosa contribución al proporcionar datos de *crowdsourcing*, los cuales fueron esenciales para el éxito de este estudio.



## Lista de Abreviaturas

ABA: Área Básica de Análisis

ETL: *Extract, Transform and Load*, Extracción, Transformación y Carga de datos.

GIS: *Geographical Information System*, Sistema de Información Geográfica

H3: Indexación Jerárquica Geoespacial

ISP: *Internet Service Provider*, Proveedor del Servicio de Internet

ITU: *International Telecommunication Union*

SMC: *Score Municipal de Conectividad*

SPOC: *Strategic Planning for Optimal Connectivity*, Planeación Estratégica de Óptima Conectividad

<b>1</b>	<b>Contenido</b>	
2	Resumen Ejecutivo.....	5
3	Introducción .....	6
	<b>3.1</b> <b>Modelo de Planeación Estratégica de Conectividad Óptima</b> .....	6
4	Metodología de Diagnóstico de Conectividad .....	8
	<b>4.1</b> <b>Etapa 1: Recolección y Refinamiento de Datos Fuente</b> .....	8
	<b>4.2</b> <b>Etapa 2: Creación de HexaGrid</b> .....	11
	<b>4.3</b> <b>Etapa 3: Inteligencia Geoespacial, uso del Score Municipal de Conectividad</b> .....	14
	<b>4.4</b> <b>Etapa 4: Mapeo y Visualización</b> .....	18
5	Análisis de Resultados .....	20
	<b>5.1</b> <b>Brecha Digital de cobertura poblacional, presentando una nueva perspectiva de análisis</b> .....	20
	<b>5.2</b> <b>Resultados del Score Municipal de Conectividad</b> .....	25
	<b>5.3</b> <b>Análisis detallado al interior de los municipios</b> .....	29
6	Conclusiones.....	32
7	Anexos.....	33
	<b>7.1</b> <b>Análisis Histórico de Calidad en el servicio de internet en la Península de Yucatán utilizando datos abiertos de <i>crowdsourcing</i></b> .....	33
	<b>7.2</b> <b>Acerca de IXSY</b> .....	38
	<b>7.3</b> <b>Acerca de EFTS Group</b> .....	40

## 2 Resumen Ejecutivo

Este informe presenta los resultados clave sobre el diagnóstico integral del acceso a la conectividad digital en la Península de Yucatán. El objetivo del trabajo es aportar información relevante a los tomadores de decisiones para el mejoramiento de la conectividad digital en la región, además de reducir la asimetría de información entre los diferentes actores del ecosistema de internet.

El estudio, desarrollado por Internet Exchange Services Yucatán (IXSY) y EFTS Group (EFTS), está basado en el cálculo del Score Municipal de Conectividad (SMC), herramienta de inteligencia geoespacial de EFTS que evalúa la conectividad mediante tres indicadores clave: cobertura, calidad y competencia. Estos indicadores proporcionan información precisa, actualizada, completa y oportuna, que resulta fundamental para la Planeación Estratégica de Conectividad y la mejora continua de la infraestructura digital en la península.

Los resultados muestran que, la cobertura poblacional de los servicios de internet comercial provisto por redes fijas alcanza al 98% de la población, sin embargo, cuando consideramos también la cobertura del territorio (territorio objetivo poblado) en la evaluación, el porcentaje disminuye al 84%, lo cual refleja la dispersión de la población en el territorio. Además, se identifican importantes áreas de oportunidad en los indicadores de calidad del servicio y competencia en el mercado, especialmente en zonas rurales. La contribución de cada indicador al SMC a nivel peninsular es diversa: la cobertura tiene un valor promedio de 83.26 puntos/100, mientras que la calidad presenta un valor de 54.03/100, reflejando las mayores oportunidades de mejora. El indicador de competencia obtiene un puntaje de 67.56/100. Con base en estos resultados, el SMC promedio para la península es de 68.00/100, clasificado como "Aceptable". Cabe destacar que no existen municipios en la región clasificados con conectividad digital "Sobresaliente" pero tampoco como "Deficiente".

A nivel estatal, Quintana Roo presenta la mejor conectividad con un promedio general de 75.1/100, seguido de Yucatán con 67.89/100 y Campeche con 62.55/100. Estos resultados reflejan disparidades en la península que deben ser abordadas para garantizar un acceso equitativo a servicios de calidad.

El estudio, ejecutado con alta granularidad gracias al uso de una rejilla hexagonal (HexaGrid) —una partición digital del territorio en celdas hexagonales llamadas Áreas Básicas de Análisis—, permite un análisis detallado al interior de cada municipio. Se emplearon cinco fuentes de información principales, incluyendo datos masivos de colaboración (*crowdsourcing*) para evaluar la conectividad de redes fijas, móviles y satelitales. La distribución poblacional fue generada mediante imágenes satelitales de alta resolución. Estos grandes volúmenes de datos fueron procesados utilizando computo en la nube y analizados con la plataforma de inteligencia en conectividad digital de EFTS basada en sistemas de información geográfica e inteligencia de negocios.

Finalmente, es importante destacar que este diagnóstico, basado en datos de crowdsourcing y complementado con información de alta resolución, sigue las recomendaciones de organismos internacionales como la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) y se apoya en las mejores prácticas desarrolladas en proyectos similares en América Latina.

### 3 Introducción

#### 3.1 Modelo de Planeación Estratégica de Conectividad Óptima

La conectividad digital es esencial para el desarrollo económico y social, y desempeña un papel fundamental en la inclusión y equidad de las comunidades. Este informe se centra en evaluar el estado actual de la conectividad digital en la Península de Yucatán, que abarca los estados de Yucatán, Quintana Roo y Campeche.

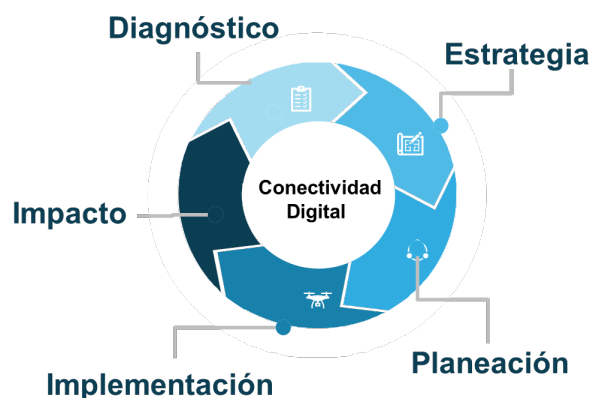
La conectividad significativa, de acuerdo con la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), busca garantizar que el acceso a internet sea no solo disponible, sino también seguro, satisfactorio, enriquecedor, productivo y asequible para todos. Este marco de trabajo asegura que la conectividad permita a los usuarios participar plenamente en actividades digitales que mejoren su calidad de vida, como la educación, el empleo, la interacción social y el acceso a servicios esenciales.

En este contexto, nuestro enfoque se centra primero en alcanzar un punto óptimo de acceso a la conectividad, considerado un paso esencial en la evolución hacia la conectividad significativa. Reconocemos que cada territorio tiene condiciones particulares —en términos de infraestructura, geografía y contexto social— que deben ser tenidas en cuenta para establecer una base sólida de conectividad. Para lograr esto, es indispensable contar con primero con un diagnóstico detallado del estado de la conectividad que proporcione la información necesaria para desarrollar acciones futuras de mejora.

El diagnóstico de conectividad se integra como la primera fase del modelo de Planeación Estratégica de Conectividad Óptima (SPOC, por sus siglas en inglés)<sup>1</sup>, cuyo objetivo es guiar a las comunidades en el mejoramiento de la conectividad mediante un proceso estructurado y sistemático. El modelo SPOC incluye cinco etapas fundamentales:

Modelo de Servicio SPOC

**Planeación Estratégica de Óptima  
Conectividad para los Municipios**



<sup>1</sup> SPOC | Modelo de Planeación Estratégica de Conectividad Óptima desarrollado por EFTS para el mejoramiento de la conectividad digital de los territorios.

- Diagnóstico: Identificación del estado actual de la conectividad mediante el análisis de alta resolución de datos específicos del territorio.
- Creación de Estrategia: Desarrollo de una estrategia integral para mejorar la conectividad, adaptada a las necesidades y características locales.
- Planeación de Acciones: Definición de acciones concretas y específicas para cerrar las brechas identificadas. Incluyendo estimación de la inversión necesaria.
- Seguimiento e Implementación: Monitoreo continuo de la ejecución de las acciones planificadas, asegurando una implementación efectiva.
- Medición de Impacto: Evaluación del impacto y cumplimiento de los objetivos establecidos en la etapa de estrategia para determinar el avance hacia una conectividad óptima.

Este enfoque, que prioriza la adaptabilidad a las particularidades de cada territorio, proporciona un camino claro y práctico para avanzar desde un acceso básico a internet hacia una conectividad óptima y, eventualmente, significativa para la población.

El trabajo realizado involucra la primera etapa de SPOC, el Diagnóstico de la Conectividad Digital de la Península de Yucatán. Para ello se utilizó una metodología basada en cuatro etapas clave: recolección y refinamiento de datos, creación del HexaGrid, análisis de inteligencia geoespacial, y mapeo y visualización de resultados. Esta metodología permite generar una visión integral de la conectividad digital en la región, evaluando factores como la cobertura poblacional, la calidad del servicio y la competencia entre proveedores del servicio de internet.

El objetivo de este informe es comunicar las áreas de mejora y orientar al desarrollo de acciones estratégicas para cerrar las brechas digitales, promoviendo un desarrollo equitativo y sostenible de la infraestructura digital en la península. Aunque la cobertura poblacional ha sido, por mucho tiempo, la métrica principal para evaluar las brechas digitales, los resultados obtenidos muestran que basarse únicamente en esta medida puede llevar a conclusiones sesgadas e incompletas. Por ello, se ha implementado un diagnóstico basado en el Score Municipal de Conectividad (SMC), ampliando el análisis hacia una evaluación integral y más precisa.

En conclusión, este informe no solo busca evaluar el estado actual de la conectividad digital en la Península de Yucatán, sino también proporcionar un marco de referencia sólido para la toma de decisiones estratégicas dirigidas al mejoramiento tangible de la conectividad en la región. A través del diagnóstico detallado, aspiramos a guiar los esfuerzos hacia una conectividad digital que sea accesible para todas las comunidades de la región. Este es un primer paso fundamental en la construcción de un entorno más equitativo y conectado, donde la tecnología se convierta en un motor de desarrollo social y económico sostenible.

## 4 Metodología de Diagnóstico de Conectividad

La metodología empleada para en este estudio se basa en cuatro etapas principales: i. Recolección de datos fuente, ii. Creación de HexaGrid, iii. Inteligencia Geoespacial, iv. Mapeo y Visualización



### 4.1 Etapa 1: Recolección y Refinamiento de Datos Fuente

Esta etapa es crítica y va más allá de la simple acumulación de datos; se enfoca en reunir la mayor cantidad de datos y transformarlos en información relevante, asegurando que la información sea precisa, actualizada, completa y oportuna, esto con el fin de establecer una base sólida que permita realizar análisis confiables en las etapas posteriores


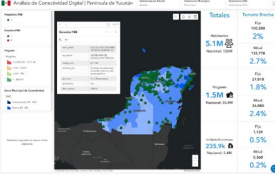
Objetivos:

- Consolidación. Reunir datos de diversas fuentes sobre i. infraestructura disponible (existente o habilitante para el despliegue de nuevas redes de telecomunicaciones), ii. demanda de conectividad (población, actividad económica, educación, salud, etc.) y iii. oferta de conectividad digital (datos de mediciones de internet por colaboración masiva o *crowdsourcing*). Las fuentes de datos pueden ser abiertas, oficiales, colaborativas o licenciadas.
- Validación. Aplicar criterios rigurosos para la calificación de datos, evaluando su relevancia para el estudio.
- Limpieza. Incluye la eliminación de duplicados, corrección de errores y tratamiento de valores nulos para mantener la calidad de la información, etc.
- Normalización y refinamiento. Homogeneizar unidades de medida y ajustando los datos a un marco común.
- Documentar meticulosamente los orígenes de los datos, procedimientos de manejo y metadatos para garantizar transparencia y trazabilidad.



## Fuentes de información utilizadas

Para este estudio se emplearon cinco fuentes de información, cuatro de ellas de acceso público sin costo, una fuente datos de generación propia y una más que requiere de un licenciamiento para su uso.

Datos	Fuente, Uso y Metadatos
<p>División Administrativa</p> 	<p>Fuente de Datos Oficial, Marco Geoestadístico Básico del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)<sup>2</sup></p> <p>Uso: Delimitación geográfica del área de estudio e integración de resultados a nivel estatal y municipal.</p> <p>Periodo: 2Q-2024 Actualización: 2010 Volumen: 2469 polígonos Formato: shape</p>
<p>Actividad Económica</p> 	<p>Fuente de Datos Oficial, Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE)<sup>3</sup> del INEGI.</p> <p>Uso: localización y cuantificación de las unidades económicas, incluyendo hospitales y escuelas, como generadores clave de demanda de conectividad digital en el territorio de estudio.</p> <p>Periodo: 2Q-2024 Actualización: enero 2024 Volumen: 5,564,604 elementos espaciales Formato: shape</p>
<p>Vialidades y Puntos de Interés</p>	<p>Fuente de Datos Colaborativa de acceso público, Open Street Maps (OSM)<sup>4</sup>. que se actualiza con gran frecuencia por medio de una comunidad global de voluntarios.</p> <p>Fuente de datos: La información de vialidades y puntos de interés está disponible bajo la licencia de datos abiertos <a href="https://opendatacommons.org/licenses/odbl/1.0/">https://opendatacommons.org/licenses/odbl/1.0/</a>. Todos los derechos sobre contenidos individuales de la base de datos están licenciados bajo la Licencia de Contenidos de la Base de Datos <a href="https://opendatacommons.org/licenses/dbcl/1.0/">https://opendatacommons.org/licenses/dbcl/1.0/</a></p>

<sup>2</sup> [INEGI: Instituto Nacional de Estadística y Geografía](#), encargado de generar información estadística y geográfica en México. [Marco Geoestadístico Básico](#): Sistema del INEGI que delimita áreas geográficas para la recopilación y análisis de datos estadísticos.


<sup>3</sup> [DENUE \(Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas\)](#): Base de datos del INEGI que proporciona información sobre la ubicación y características de los establecimientos activos en México.

<sup>4</sup> [OpenStreetMap \(OSM\): Proyecto colaborativo que proporciona datos geográficos abiertos y libres a nivel mundial](#). Es mantenido por una comunidad global de voluntarios y ofrece mapas detallados utilizados en una amplia gama de aplicaciones geoespaciales.

	<p>Uso: localización y cuantificación puntos de interés y vialidades, como generadores clave de demanda de conectividad digital en el territorio de estudio.</p>
<p>Población Distribuida</p> 	<p>Periodo: 2Q-2024 Actualización: Mayo 2024 Volumen: 4,434,636 elementos espaciales Formato: Geopackage (.gpk)</p> <p>Generación propia, capa geográfica de alta resolución (25x25mts) con la representación de la población residente de México desarrollada por EFTS con base en el censo 2020 e imágenes satelitales de alta resolución.</p> <p>Uso: localización y cuantificación de la población residente como uno de los generadores clave de demanda de conectividad digital en el territorio de estudio.</p> <p>Periodo: 2Q- 2024 Actualización: octubre de 2022 Volumen: 47,740,580 millones de bins Formato: Geopackage (.gpk)</p>
<p>Datos crudos de <i>crowdsourcing</i></p> 	<p>Datos accesibles bajo licenciamiento, aportación de la empresa Ookla<sup>5</sup>. Pruebas masivas de velocidad realizadas por usuarios de Speedtest<sup>®</sup> y mediciones autónomas realizadas por la plataforma Cell Analytics<sup>™</sup>.</p> <p>Uso: análisis de la cobertura, calidad y competencia (número de proveedores) de la oferta de conectividad digital en el territorio de análisis.</p> <p>Periodo: histórico de un año calendario de junio 2023 a Junio 2024. Data sources: Ookla Background y Ookla Performance Actualización: junio 2024 Volumen: conjunto de datos <i>background</i> de 8TB y conjunto de datos <i>performance</i> 1TB, datos equivalentes a 128M de muestras útiles. Formato original: archivo separado por comas (.csv)</p>
	<p>Datos abiertos de colaboración masiva o <i>crowdsourcing</i>, agregados en una rejilla de 600x600 metros. Disponibles bajo el programa de datos públicos Ookla for Good<sup>™</sup> 6</p>

<sup>5</sup> [Ookla® es una empresa líder mundial en pruebas de velocidad de internet](#), análisis de redes y herramientas de diagnóstico, conocida por su plataforma Speedtest®, que proporciona datos de crowdsourcing para evaluar la conectividad y el rendimiento de redes a nivel global.

<sup>6</sup> [Ookla for Good es una iniciativa de Ookla®](#) que utiliza datos y tecnología para apoyar causas humanitarias y fomentar la conectividad digital en comunidades desfavorecidas a nivel mundial.

<p>Datos agregados de crowdsourcing.</p> 	<p>Uso: análisis histórico de las tendencias de calidad de los servicios de acceso a internet evaluando los parámetros de velocidades de transmisión de datos y latencia.</p>
	<p>Periodo: 2019-2024                  Actualización: agosto de 2024                  Volumen: 129,327 elementos espaciales                  Formato: archivo separado por comas (.csv)</p>

## 4.2 Etapa 2: Creación de HexaGrid

El HexaGrid es una estructura geoespacial compuesta por celdas hexagonales que permite la integración, caracterización y contextualización de datos territoriales. Permite transformar datos complejos de múltiples fuentes en una perspectiva clara y estructurada para un análisis espacial ágil, detallado y escalable del territorio mediante un marco geográfico común, una rejilla de hexágonos.

Objetivos:

- Particionar digitalmente el territorio de análisis para estandarizar los datos espaciales en celdas hexagonales uniformes (celdas de análisis) utilizando el estándar de indexación geoespacial H3<sup>7</sup> de código abierto (creado originalmente por la empresa Uber).
- Facilitar un análisis dinámico y coherente, permitiendo una exploración profunda de las relaciones espaciales y optimizando las relaciones de datos complejas.
- Mejorar la precisión del análisis mediante el uso una celda hexagonal con el tamaño adecuado para analizar todos los tipos de ambiente en el territorio de análisis: áreas urbanas, suburbanas y rurales. La resolución seleccionada de área H3 para este estudio es 8<sup>8</sup>, que corresponde a un área promedio de hexágono de 0.7373km<sup>2</sup>.

La Península de Yucatán comprende los estados de Yucatán, Quintana Roo y Campeche por lo que el área total de estudio correspondiente es de 39, 612 Km<sup>2</sup>. La partición digital en celdas H3 resolución 8 de todo ese territorio, da un total de 49,810 celdas hexagonales que son llamadas Áreas Básicas de Análisis o ABAs.

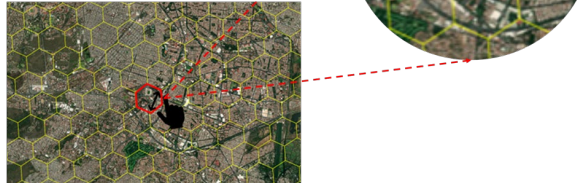
Para obtener una referencia clara del tamaño de cada ABA, en la siguiente imagen se compara el área de una celda hexagonal, resolución 8 con respecto a un estadio de fútbol. Podemos observar que el tamaño de celda elegido es útil para contextualizar tanto zonas urbanas como suburbanas y rurales.

<sup>7</sup> [H3: Sistema de indexación jerárquica desarrollado por Uber](#), actualmente de uso libre (*open source*), que divide el mundo en hexágonos de diferentes resoluciones. Es utilizado para análisis geoespaciales precisos y escalables, permitiendo la agregación y visualización eficiente de datos geográficos.

<sup>8</sup> [Tabla de Áreas de Celda para Resoluciones H3](#): Referencia que muestra el tamaño de las celdas hexagonales en diferentes niveles de resolución del sistema de indexación H3, útil para análisis geoespacial.

### “Hexagonización”

Partición digital del territorio en celdas hexagonales para facilitar la integración y el análisis geoespacial bajo el estándar de indexación H3.



Al integrar los datos procesados y refinados de la etapa anterior en cada una de las ABAs, logramos caracterizarlas y así realizar análisis con base en unidades geográficas homogéneas, medibles y comparables. En la caracterización se consideran múltiples atributos específicos que son resultados del tipo, cantidad de variables y parámetros que les fueron asignados en el proceso de integración de datos procesados.

En este trabajo consideramos la integración de 6 variables en cada ABA: i. población residente (habitantes y hogares), ii. la cantidad unidades económicas (negocios pequeños, medianos y grandes), iii. la infraestructura social (escuelas, hospitales y caminos), iv. los puntos de interés (Pols) donde generalmente se concentra población itinerante (estaciones de autobús, centros comerciales, lugares turísticos, etc.), v. la presencia y el promedio ponderado de la calidad de servicio de los proveedores de internet tanto para redes fijas como móviles (parámetros de velocidades de transmisión de carga/descarga de datos y latencia), y finalmente vi. la densidad de proveedores del servicio de internet en cada ABA (operadores móviles, MNOs, proveedores de redes fijas o ISPs y evidencias de conexiones con redes satelitales)

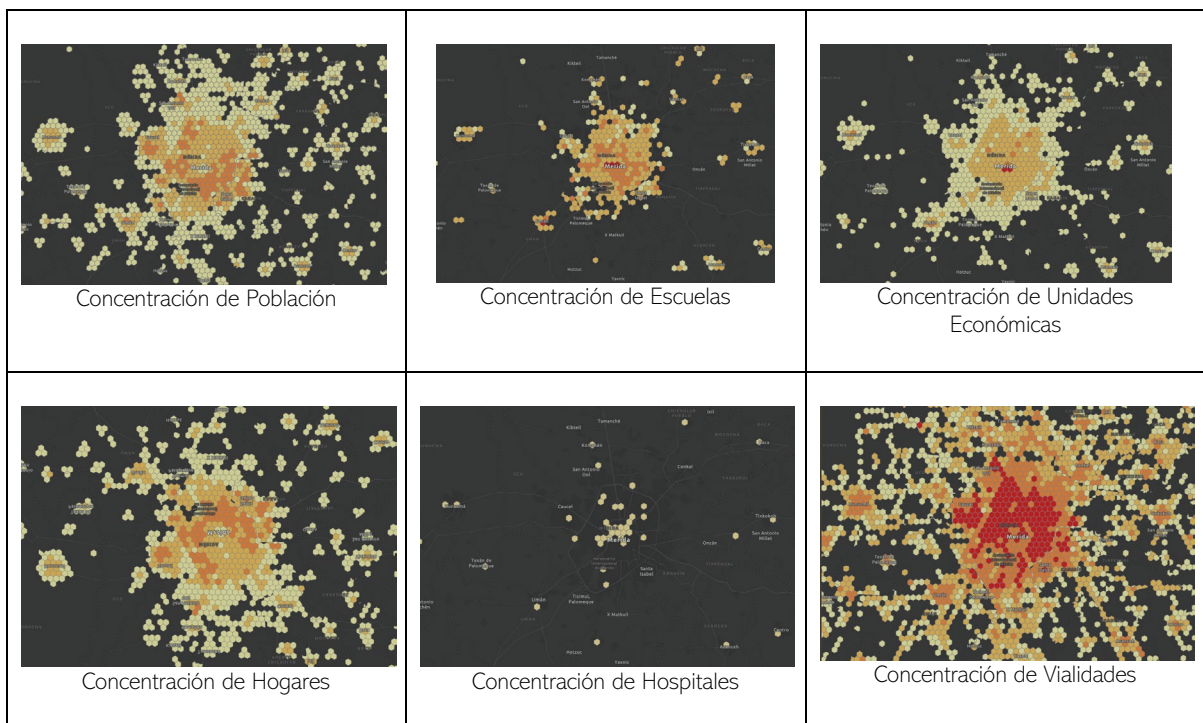
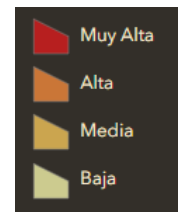


### Caracterización

Asignar atributos específicos a cada ABA, basándose en variables y parámetros que describen sus características particulares.

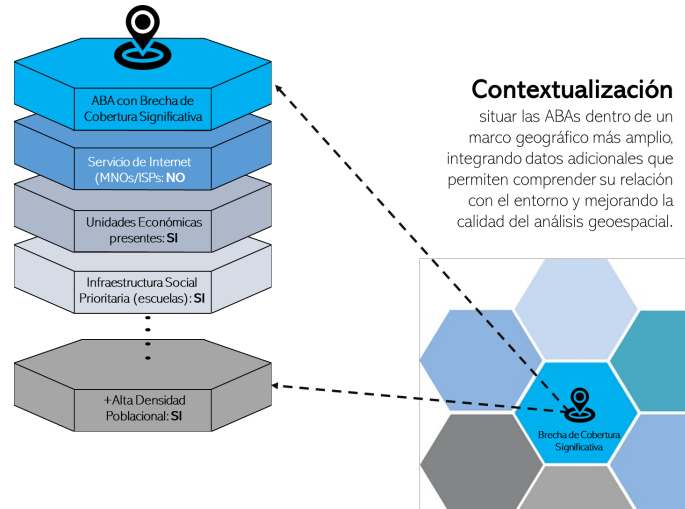
La contextualización de las ABAs es un proceso fundamental en la construcción de un análisis geoespacial significativo, ya que implica situar cada ABA dentro de un marco geográfico más amplio para comprender su relación con el entorno. En este paso, se integran datos adicionales, como la ubicación relativa dentro de un municipio, la estratificación de ABAs por densidad de población en categorías (+Alta, Alta, Media y Baja) a nivel península, estado y municipio, la categorización de la conectividad a servicios de internet (Avanzado, Básico e Inferior), y otros factores contextuales que son esenciales para un entendimiento holístico de cada ABA. La contextualización permite identificar patrones y tendencias en la distribución espacial, así como comprender cómo las características individuales de cada ABA interactúan con su entorno.

En las siguientes imágenes se muestran ejemplos de los mapas de concentración de generadores de demanda de conectividad, según su tipo: hogares y su población, vialidades, unidades económicas, escuelas y hospitales. Se utiliza una misma referencia cualitativa de estratificación con 4 categorías y colorimetría.



Fuente: Plataforma de Inteligencia en Conectividad Digital de EFTS, creado con datos propios y oficiales.

Por ejemplo, al contextualizar una ABA se puede determinar si pertenece a un grupo de celdas clasificadas como ABAs con Brecha Digital Significativa por cobertura -como se ejemplifica en la siguiente imagen-, lo que es fundamental para priorizar la asignación de recursos o la planificación de infraestructura. Este proceso proporciona el contexto necesario para que los análisis geospaciales sean precisos y accionables, ya que cada ABA no se interpreta de forma aislada, sino como una parte integral de un ecosistema territorial complejo, lo cual permite mejorar la calidad de las decisiones estratégicas basadas en datos concretos y situados.



En resumen, la creación del HexaGrid se logra mediante tres pasos clave: primero, la “hexagonización” o partición digital del territorio utilizando una rejilla de hexágonos bajo el estándar de indexación H3; segundo, la caracterización de cada Área Básica de Análisis (ABA) mediante la integración de múltiples variables y parámetros que describen sus atributos específicos; y finalmente, la contextualización de las ABAs, asociándolas con datos adicionales que permiten comprender mejor su situación dentro del marco geográfico completo. Estos pasos en conjunto estructuran el HexaGrid, proporcionando un diseño robusto de la base de datos geográfica, indispensable para la aplicación de la inteligencia y el análisis geoespacial en las siguientes etapas.

### 4.3 Etapa 3: Inteligencia Geoespacial, uso del Score Municipal de Conectividad

El uso de la inteligencia geoespacial permite realizar un diagnóstico preciso del estado de la conectividad digital en la Península de Yucatán, adaptando los análisis a diferentes niveles de agregación según sea necesario: a nivel peninsular, estatal, municipal, e incluso en clústeres dentro de un municipio, gracias a la alta resolución en la que se encuentra organizada la información proporcionada en la estructura del HexaGrid.

Para analizar de manera eficiente la conectividad digital de la península, empleamos el Score Municipal de Conectividad (SMC)<sup>9</sup>, una herramienta de inteligencia en conectividad digital desarrollada por EFTS Group. El SMC es esencial para evaluar la conectividad digital desde la perspectiva del acceso o disponibilidad del servicio de internet en cada municipio. La elección de nivel municipal se debe a que sus polígonos representan la división oficial administrativa básica y están disponibles para todo el territorio mexicano, además, son ampliamente reconocidos por la población y los gobiernos como la unidad administrativa local más común.

El SMC evalúa el servicio de acceso a internet en cada municipio considerando tres dimensiones clave: cobertura (disponibilidad del servicio de internet por ABA), calidad (calidad del servicio evaluada por velocidades de transmisión de datos y latencia) y competencia (cantidad de operadores disponibles por ABA para contratar un servicio) de la conectividad digital. Cada dimensión presenta un puntaje y el resultado compuesto (con pesos homogéneos en este estudio) por las tres perspectivas de análisis representa el valor final del SMC. Los resultados del SMC se presentan en una escala de 0 a 100 puntos, donde 100 representa la puntuación ideal de conectividad para un municipio. Para facilitar visualmente la interpretación de los resultados del SMC, se estratifican los municipios según, su puntuación obtenida, en 5 categorías: Sobresaliente (90-100 puntos), Bien (80-89 puntos), Aceptable (60-79 puntos), Inferior (40-59 puntos) y Deficiente (0-39 puntos).

Objetivos:

- Identificar rápidamente las principales áreas de oportunidad en la disponibilidad de conectividad digital, utilizando un índice geográfico integral que evalúa las características clave del servicio a nivel municipal pero dentro de un contexto regional.
- Proporcionar un diagnóstico preciso y accionable al interior de cada municipio sobre la calidad, cobertura y competencia de los servicios de internet, facilitando decisiones informadas para mejorar la conectividad.
- Priorizar acciones estratégicas de gobiernos locales y empresas para el despliegue de redes y la mejora de servicios, garantizando un impacto efectivo en la conectividad digital de la península.

El SMC se fundamenta en la teoría de cálculo de un índice compuesto utilizando metodologías estadísticamente sólidas para integrar múltiples indicadores de conectividad en un solo valor representativo.

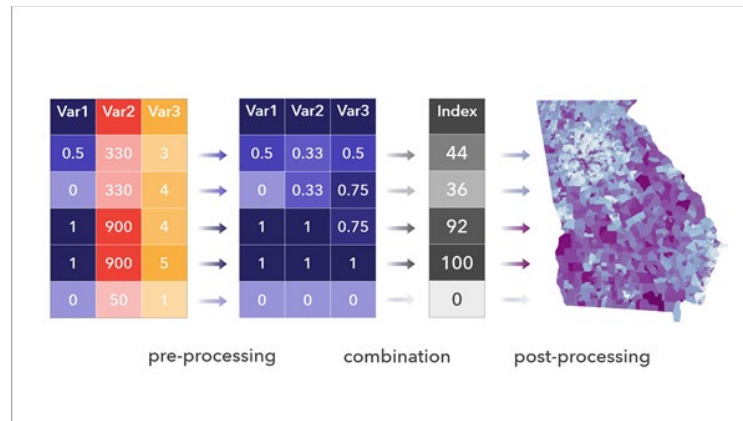
Siguiendo el enfoque que recomienda la empresa ESRI<sup>10</sup>, se realizan tres pasos principales: primero, la estandarización de los indicadores de entrada para llevarlos a una escala común y comparables entre sí (preprocesamiento); luego, la combinación de estos indicadores en un solo valor compuesto, utilizando métodos de agregación que se ajustan a los objetivos del análisis (combinación); y, finalmente, la clasificación del índice resultante para presentarlo en valores significativos que apoyen la toma de decisiones (posprocesamiento). Este enfoque permite convertir un conjunto complejo de datos en una

---

<sup>9</sup> [Score Municipal de Conectividad](#): Conoce cuáles son los municipios con el mejor servicio de internet en México

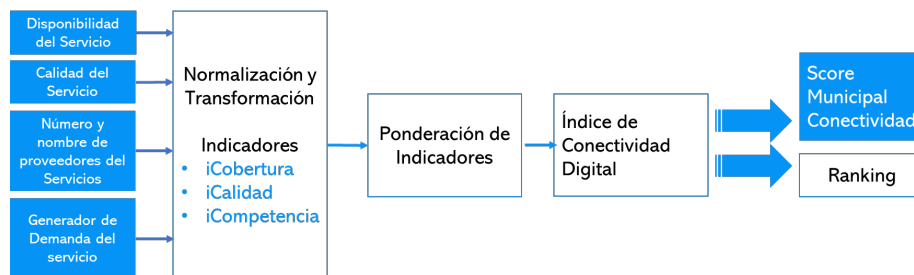
<sup>10</sup> ESRI: es una empresa líder en tecnologías de sistemas de información geográfica (SIG), reconocida por su software ArcGIS, utilizado para análisis espacial y visualización geoespacial. [Calcular índice compuesto \(Estadística espacial\)](#)

métrica única que facilita la evaluación de la conectividad digital a nivel municipal, haciendo más intuitivo el diagnóstico para los tomadores de decisiones.



Fuente: ESRI | Calcular índice compuesto (Estadística espacial)

Por otro lado, de acuerdo con la UIT<sup>11</sup>, en su recomendación “*ITU-T E.MVS: Mapping and visualization strategies for the assessment of connectivity and QoS*”, menciona que la construcción de un índice compuesto no solo busca unificar distintos indicadores, sino también proporcionar una evaluación integral que permita una fácil interpretación para los responsables de la toma de decisiones. En el caso del SMC, cada indicador es ponderado de acuerdo con su relevancia y los objetivos específicos de los expertos y/o tomadores de decisión, y la normalización se realiza para garantizar que los valores se encuentren en la misma escala. Este enfoque garantiza en la práctica, que el SMC sea el componente accionable de un índice geográfico compuesto de conectividad digital, ya que evalúa a cada municipio por separado, pero también permite ordenar a los municipios según su resultado del SMC para priorizar acciones.



Integración del índice compuesto que fundamenta el SMC

El resumen, el SMC es una herramienta sólida, transparente y replicable, capaz de guiar acciones concretas para mejorar la conectividad digital en el territorio evaluado.

<sup>11</sup> UIT: "La UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) es una agencia especializada de la ONU responsable de regular y coordinar las telecomunicaciones y tecnologías de la información a nivel global. [Draft new Recommendation ITU-T E.MVS: Mapping and visualization strategies for the assessment of connectivity and QoS](#)



Tabla resumen de los criterios y cálculos aplicados para la construcción del Score Municipal de Conectividad, base del Diagnóstico de la Conectividad Digital en la Península de Yucatán.

PARÁMETROS	VARIABLES	MÉTRICAS	INDICADORES	PESOS	ÍNDICE	SCORE	RANKING
Criterios y condiciones fijas que establecen el contexto, guían el análisis y delimitan el alcance del estudio.	Factores específicos que se miden y analizan para entender un fenómeno.	Valores cuantitativos utilizados para medir y evaluar las variables.	Medidas clave que proporcionan información sobre el desempeño o estado de un fenómeno.	Valores asignados a cada indicador para reflejar su importancia relativa en el índice.	Valor agregado que sintetiza múltiples indicadores en una sola medida representativa adimensional.	Clasificar cualitativamente el resultado del cálculo del índice, reflejando el nivel de desempeño.	Ordenación de elementos en función del score obtenido, permitiendo comparaciones.
<ul style="list-style-type: none"> <li>Generadores de demanda: en este estudio el foco es población.</li> <li>Área geográfica de estudio: la Península de Yucatán.</li> <li>Granularidad máxima: resolución 8 del estándar H3</li> <li>Histórico de datos: jun 2023-junio2024</li> <li>Proveedores de servicio: redes fijas y móviles.</li> <li>Territorio objetivo de cobertura (ABAs pobladas):               <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt;50 habitantes para redes móviles y</li> <li>&gt;100 habitantes para redes fijas.</li> </ul> </li> <li>Tecnologías: Móvil 4G y 5G / fijo: todas las disponibles</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Evidencia de cobertura del servicio de internet para de redes fijas o móviles.</li> <li>Mediciones de Velocidad de trasmisión de datos.</li> <li>Mediciones de latencia de las conexiones de internet.</li> <li>Identificación de la cantidad y nombre de los operadores presentes en cada ABA.</li> <li>Densidad poblacional por ABA.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cobertura: territorial y poblacional</li> <li>Calidad: velocidad de transmisión de datos y latencia.</li> <li>Competencia: número de operadores presentes (redes fijas y móviles)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>iCobertura objetivo:               <ul style="list-style-type: none"> <li>cobertura poblacional &gt;90%</li> <li>cobertura de ABAs pobladas &gt;90%</li> </ul> </li> <li>iCalidad objetivo<sup>12</sup>:               <ul style="list-style-type: none"> <li>velocidad de descarga <math>\geq</math> 50Mbps para ISP/ 10Mbps para MNO.</li> <li>velocidad de carga <math>\leq</math> 10Mbps ISP/ 1Mbps para MNO</li> <li>Latencia (mseg) <math>\leq</math> 10 ISP/ 30 MNO</li> </ul> </li> <li>iCompetencia objetivo:               <ul style="list-style-type: none"> <li>número de ISPs <math>\geq</math> 4</li> <li>número de MNOS <math>\geq</math> 3</li> </ul> </li> </ul>	<p>En este estudio se consideró aplicar un peso homogéneo entre los tres indicadores estudiados tanto para redes fijas (ISPs) como para redes móviles (MNOs)</p> <p>Los pesos pueden ser ajustados en una etapa posterior según la prioridades de cada gobierno local.</p>	<p>Para la normalización y transformación se estableció una escala de presentación de resultados de 0 a 100 puntos a nivel considerando el municipio con unidad territorial de análisis.</p>	<p>5 establecieron 5 categorías cualitativas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Sobresaliente (90-100 puntos)</li> <li>Bien (80-89 puntos)</li> <li>Aceptable (60-79 puntos),</li> <li>Inferior (40-59 puntos) y</li> <li>Deficiente (0-39 puntos)</li> </ul>	<p>Ordenación de municipios con base en el SMC numérico a nivel peninsular y estatal.</p> <p>Identificación de los mejores desempeños (Top 10) y los más bajos desempeños obtenidos (Bottom 10)</p>

<sup>12</sup>Los valores utilizados siguen lo establecido por el IFT (Instituto Federal de Telecomunicaciones) en 2021: Organismo autónomo de México encargado de la regulación y promoción de la competencia en los sectores de telecomunicaciones y radiodifusión. [Acuerdo mediante el cual el Pleno del Instituto Federal de Telecomunicaciones establece los parámetros de banda ancha](#)

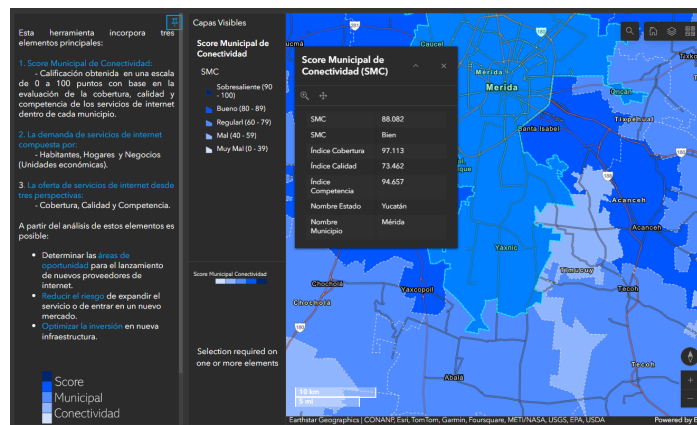
#### 4.4 Etapa 4: Mapeo y Visualización

La etapa final del diagnóstico de conectividad digital de la Península de Yucatán es también fundamental, ya que se centra en el Mapeo y la Visualización de los resultados obtenidos. Esta etapa permite transformar los datos complejos derivados de análisis previos en representaciones visuales claras y comprensibles, facilitando así el análisis de resultados y la toma de decisiones por parte de los actores involucrados. Es en esta fase donde la información adquiere una forma tangible y se convierte en una herramienta eficaz para evaluar y planificar mejoras en la conectividad digital.

Objetivos:

- Poner a disposición los resultados mediante plataformas web intuitivas e interactivas, que no requieren de conocimientos avanzados para su utilización.
- Traducir datos complejos en formatos visuales claros y accesibles para los usuarios.
- Mantener la integridad y seguridad de los datos mediante accesos controlados, asegurando un análisis coherente y una presentación efectiva de los resultados.

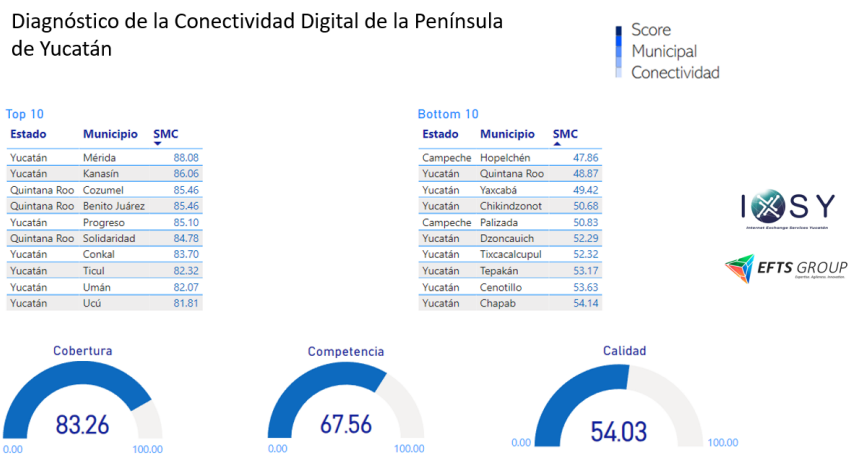
La representación visual de los datos mediante herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG) permite ver, a un nivel granular, la distribución de la conectividad en cada Área Básica de Análisis (ABA) de la Península o bien resultados agregados a nivel peninsular, estatal o municipal. En este diagnóstico, se ha utilizado una herramienta web licenciada de la empresa ESRI<sup>13</sup> como la plataforma principal para la "hexagonización" de territorio y el mapeo de los resultados, permitiendo visualizar las diferentes capas de información de manera precisa y coherente. El uso de una herramienta SIG avanzada asegura que los resultados del análisis se muestren en mapas interactivos y visualmente claros, que permiten identificar patrones y zonas de interés rápidamente.



Fuente: EFTS Group | SMC Península de Yucatán -score (clasificación)

<sup>13</sup> ArcGIS Experience Builder de ESRI: [Plataforma para crear aplicaciones web personalizadas que integran mapas, datos y herramientas de análisis, proporcionando experiencias interactivas y dinámicas.](#)

Por otro lado, el uso de plataformas de visualización y análisis tipo *Business Intelligence* (BI) también juegan un papel fundamental para un análisis de resultados y presentación de estos de forma eficaz a las partes interesadas. En este contexto, se ha utilizado Microsoft Power BI<sup>14</sup> para presentar las métricas y los indicadores clave en una forma que sea comprensible y accionable. La visualización a través de Power BI permite a los tomadores de decisiones explorar la conectividad desde una perspectiva más numérica y comparativa, con paneles interactivos que muestran métricas de desempeño, evolución temporal de la conectividad, y brechas identificadas a nivel regional, municipal e incluso intramunicipal. De esta manera, la presentación de los resultados no solo facilita la comprensión del estado actual, sino que también permite proyectar y planificar acciones futuras basadas en evidencias claras.



Fuente: EFTS Group | SMC Península de Yucatán -ranking (Top 10 y Bottom 10)

El diagnóstico de conectividad es, por naturaleza, un análisis geográfico, en el que la localización y distribución de la conectividad juegan un papel fundamental. Por ello, la metodología utilizada en la etapa de mapeo y visualización se ha diseñado siguiendo recomendaciones internacionales establecidas por organismos como la Unión Internacional de Telecomunicaciones y buenas prácticas adquiridas durante los diferentes proyectos en los que el equipo de expertos de EFTS e IXSY han colaborado. Estas recomendaciones aseguran que la visualización de los datos sea clara, precisa y que la información presentada facilite la identificación de brechas y la priorización de acciones. De igual manera, el uso de plataformas avanzadas asegura que el análisis cumpla con los más altos estándares de calidad y eficiencia en la representación de datos geoespaciales.

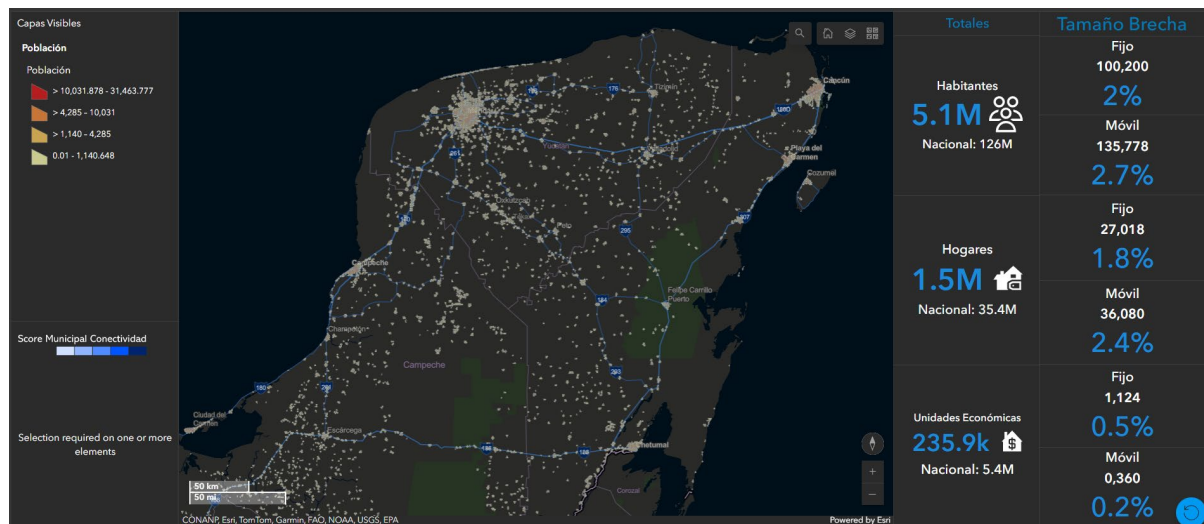
<sup>14</sup> Power BI: Plataforma de análisis y visualización de datos de Microsoft, que permite crear informes interactivos y paneles para facilitar la toma de decisiones basada en datos.

## 5 Análisis de Resultados

A continuación, se presentan los hallazgos derivados de la metodología aplicada para evaluar la conectividad digital en la Península de Yucatán. Los resultados ofrecen un análisis detallado de los indicadores clave del Score Municipal de Conectividad, lo cual permite identificar tanto las áreas con mayores oportunidades de mejora como aquellas con un desempeño destacado. El objetivo es proporcionar una visión integral del estado actual de la conectividad, resaltando los avances logrados y las brechas existentes, con el fin de guiar la planificación estratégica y apoyar la toma de decisiones informadas para el desarrollo de la infraestructura digital en la región.

### 5.1 Brecha Digital de cobertura poblacional, presentando una nueva perspectiva de análisis.

A nivel macro, la conectividad digital en la Península de Yucatán no presenta grandes brechas de cobertura si se considera únicamente la población cubierta. De los 5.1 millones de habitantes en la península, solo un 2% se encuentra fuera del área de cobertura de los proveedores de servicios de internet (ISPs). Sin embargo, de manera algo contraintuitiva, la brecha de cobertura de redes móviles es mayor, alcanzando un 2.7% que representa una población de 135,778 habitantes, lo cual no es lo común. En el caso de las unidades económicas, los resultados son más predecibles: la brecha de cobertura es muy pequeña tanto para el servicio móvil como para el fijo, con una brecha de 0.2% para las redes móviles y de 0.5% para el servicio fijo, lo que representa 1,124 unidades económicas sin acceso a redes fijas.






Fuente: EFTS, Diagnóstico de la Conectividad Digital de la Península de Yucatán

Tras un análisis más detallado de la brecha de cobertura poblacional reveló que la razón por la cual la cobertura móvil es ligeramente menor que la de los servicios fijos se debe a que, en el cálculo de la cobertura fija, no solo se consideraron los ISPs terrestres tradicionales, sino también los proveedores de servicios de internet satelital. A través de estos servicios satelitales muchas zonas de la península consiguen acceso a internet cuando las redes fijas o móviles no están disponibles, especialmente en zonas

rurales, donde la expansión de redes terrestres enfrenta mayores desafíos. Al reducir el impacto de la cobertura satelital, que corresponde a un delta de +1% de la población de la península, los resultados se acercan más a lo esperado: una brecha del 3% para las redes terrestres fijas, lo cual supera a la brecha de las redes móviles por un 0.3% de la población de la península. Incluso con este ajuste, las diferencias siguen siendo mínimas, lo cual es inusual. Para obtener un valor más representativo de la cobertura terrestre, sería ideal excluir también a los operadores móviles que ofrecen servicios de conectividad fija. Sin embargo, en este análisis se ha optado por mantener de forma agregada todos los servicios de conectividad fija, sin importar el tipo de red.

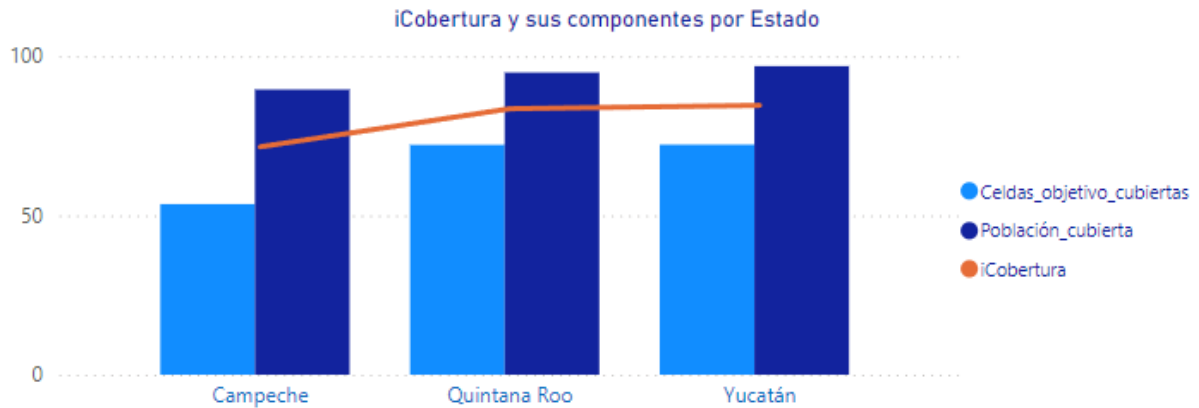
Medir la brecha digital únicamente considerando la población cubierta es la práctica más común en el sector de telecomunicaciones, aunque también es una de las más parciales, como veremos más adelante. Por ahora, observemos los resultados de población cubierta por estado. La tabla muestra claramente que Campeche es el estado que más contribuye al aumento de la brecha de cobertura en la península, mientras que Yucatán presenta las mejores condiciones de cobertura, incluso considerando que es el estado con la mayor población en comparación con Quintana Roo y Campeche.

## Brecha Digital | Cobertura Poblacional por estado

	 Campeche	 Quintana Roo	 Yucatán
<b>Población Total</b>	928.4 Mil habitantes	1.9 Millones habitantes	2.3 Millones habitantes
<b>Servicios Fijos</b>	<b>4.5%</b> 41,629 habitantes	<b>1.3%</b> 23,404 habitantes	<b>1.5%</b> 35,167 habitantes
<b>Servicios Móviles</b>	<b>6.7%</b> 61,863 habitantes	<b>2.2%</b> 41,600 habitantes	<b>1.4%</b> 9,217 habitantes

La cobertura poblacional es un primer indicador del estado de la conectividad digital; sin embargo, resulta incompleto, ya que no contempla la cobertura del territorio objetivo o territorio habitado, es decir, aquellas ABAs que cuentan hogares. Al evaluar ambas métricas, los resultados a nivel estatal son los siguientes:

Estado	%celdaCubierta_FBB	%celdaCubierta_MBB	indicador_celdaCobertura	%pop_Cubierta_FBB	%pop_Cubierta_MBB	indicador_popCobertura	iCobertura
Campeche	48.93	58.21	53.57	91.43	87.63	89.53	71.55
Quintana Roo	70.72	73.60	72.16	96.97	92.77	94.87	83.51
Yucatán	64.36	80.10	72.23	96.40	97.38	96.89	84.56
<b>Total</b>	<b>63.47</b>	<b>77.51</b>	<b>70.49</b>	<b>95.99</b>	<b>96.08</b>	<b>96.04</b>	<b>83.26</b>



En las siguientes tablas se muestran los resultados a nivel municipal para cada uno de los estados que integran la península de Yucatán.

Estado	Municipio	%celdaCubierta_FBB	%celdaCubierta_MBB	indicador_celdaCobertura	%pop_Cubierta_FBB	%pop_Cubierta_MBB	indicador_popCobertura	iCobertura
Campeche	Calakmul	43.93	39.75	41.84	79.24	62.53	70.89	56.36
Campeche	Calkiní	80.56	94.44	87.50	98.46	99.64	99.05	93.27
Campeche	Campeche	64.06	75.80	69.93	99.23	99.01	99.12	84.52
Campeche	Candelaria	37.67	33.86	35.76	81.57	69.14	75.36	55.56
Campeche	Carmen	43.08	64.62	53.85	98.40	98.47	98.43	76.14
Campeche	Champotón	50.52	57.44	53.98	96.10	94.56	95.33	74.66
Campeche	Escárcega	49.61	63.18	56.40	94.53	96.16	95.35	75.87
Campeche	Hechelchakán	49.02	50.98	50.00	92.02	86.14	89.08	69.54
Campeche	Hopelchén	27.12	25.99	26.55	80.69	62.19	71.44	49.00
Campeche	Palizada	18.75	38.75	28.75	82.47	91.75	87.11	57.93
Campeche	Seybaplaya	64.00	92.00	78.00	97.83	99.80	98.82	88.41
Campeche	Tenabo	58.82	61.76	60.29	96.67	92.20	94.43	77.36
<b>Total</b>		<b>48.93</b>	<b>58.21</b>	<b>53.57</b>	<b>91.43</b>	<b>87.63</b>	<b>89.53</b>	<b>71.55</b>

Estado	Municipio	%celdaCubierta_FBB	%celdaCubierta_MBB	indicador_celdaCobertura	%pop_Cubierta_FBB	%pop_Cubierta_MBB	indicador_popCobertura	iCobertura
Quintana Roo	Bacalar	49.43	41.89	45.66	90.55	75.82	83.18	64.42
Quintana Roo	Benito Juárez	87.85	96.57	92.21	99.93	99.99	99.96	96.09
Quintana Roo	Cozumel	92.45	100.00	96.23	99.99	100.00	100.00	98.11
Quintana Roo	Felipe Carrillo Puerto	62.92	58.05	60.49	93.92	86.95	90.43	75.46
Quintana Roo	Isla Mujeres	60.00	62.86	61.43	99.17	98.06	98.62	80.02
Quintana Roo	José María Morelos	60.00	44.67	52.33	91.52	73.89	82.70	67.52
Quintana Roo	Lázaro Cárdenas	69.79	68.75	69.27	96.65	93.37	95.01	82.14
Quintana Roo	Othón P. Blanco	56.71	71.53	64.12	96.44	97.78	97.11	80.61
Quintana Roo	Puerto Morelos	63.24	91.18	77.21	99.59	99.86	99.72	88.46
Quintana Roo	Solidaridad	92.62	96.64	94.63	99.90	99.95	99.92	97.28
Quintana Roo	Tulum	82.88	77.48	80.18	99.05	94.77	96.91	88.55
<b>Total</b>		<b>70.72</b>	<b>73.60</b>	<b>72.16</b>	<b>96.97</b>	<b>92.77</b>	<b>94.87</b>	<b>83.51</b>

Estado	Municipio	%celdaCubierta_FBB	%celdaCubierta_MBB	indicador_celdaCobertura	%pop_Cubierta_FBB	%pop_Cubierta_MBB	indicador_popCobertura	iCobertura
Yucatán	Abalá	61.29	74.19	67.74	97.75	99.38	98.57	83.15
Yucatán	Acanceh	64.29	78.57	71.43	98.59	99.37	98.98	85.20
Yucatán	Akil	60.00	92.00	76.00	99.72	99.88	99.80	87.90
Yucatán	Baca	67.86	75.00	71.43	99.67	99.11	99.39	85.41
Yucatán	Bokobá	62.50	100.00	81.25	97.43	100.00	98.71	89.98

Yucatán	Buctzotz	35.90	53.85	44.87	96.57	97.56	97.06	70.97
Yucatán	Cacalchén	47.06	82.35	64.71	99.33	99.94	99.63	82.17
Yucatán	Calotmul	71.43	85.71	78.57	92.06	97.74	94.90	86.74
Yucatán	Cansahcab	50.00	65.00	57.50	98.73	99.59	99.16	78.33
Yucatán	Cantamayec	72.73	81.82	77.27	96.69	96.88	96.78	87.03
Yucatán	Celestún	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Yucatán	Cenotillo	26.92	57.69	42.31	90.15	98.29	94.22	68.27
Yucatán	Chacsinkin	77.78	77.78	77.78	99.18	99.18	99.18	88.48
Yucatán	Chankom	36.00	60.00	48.00	65.34	87.59	76.47	62.23
Yucatán	Chapab	50.00	56.25	53.13	99.18	93.08	96.13	74.63
Yucatán	Chemax	62.86	82.86	72.86	90.29	97.29	93.79	83.32
Yucatán	Chichimilá	57.69	57.69	57.69	95.39	86.69	91.04	74.37
Yucatán	Chicxulub Pueblo	64.29	85.71	75.00	99.70	99.92	99.81	87.41
Yucatán	Chikindzonot	65.00	70.00	67.50	91.84	93.85	92.85	80.17
Yucatán	Chocholá	83.33	100.00	91.67	99.66	100.00	99.83	95.75
Yucatán	Chumayel	55.56	66.67	61.11	80.64	98.27	89.45	75.28
Yucatán	Conkal	89.09	98.18	93.64	99.93	100.00	99.97	96.80
Yucatán	Cuncunul	30.00	60.00	45.00	82.46	92.83	87.64	66.32
Yucatán	Cuzamá	76.47	88.24	82.35	98.02	99.51	98.77	90.56
Yucatán	Dzán	58.33	100.00	79.17	99.18	100.00	99.59	89.38
Yucatán	Dzemul	60.00	88.57	74.29	91.81	99.17	95.49	84.89
Yucatán	Dzidzantún	50.00	82.14	66.07	97.51	99.97	98.74	82.41
Yucatán	Dzilam de Bravo	64.29	78.57	71.43	98.20	99.71	98.96	85.19
Yucatán	Dzilam González	76.92	92.31	84.62	98.67	99.92	99.30	91.96
Yucatán	Dzitás	54.55	72.73	63.64	88.52	93.28	90.90	77.27
Yucatán	Dzoncauich	50.00	42.86	46.43	94.48	82.13	88.31	67.37
Yucatán	Espita	54.76	69.05	61.90	91.42	94.46	92.94	77.42
Yucatán	Halachó	79.59	85.71	82.65	98.76	98.24	98.50	90.58
Yucatán	Hocabá	68.75	93.75	81.25	95.69	100.00	97.84	89.55
Yucatán	Hoctún	75.00	91.67	83.33	97.98	99.98	98.98	91.16
Yucatán	Homún	78.95	100.00	89.47	98.00	100.00	99.00	94.24
Yucatán	Huhí	66.67	75.00	70.83	98.67	98.92	98.80	84.82
Yucatán	Hunucmá	79.31	94.83	87.07	99.72	99.99	99.85	93.46
Yucatán	Ixil	47.37	78.95	63.16	98.92	99.86	99.39	81.27
Yucatán	Izamal	65.22	92.75	78.99	99.78	99.98	99.88	89.43
Yucatán	Kanasín	92.00	97.33	94.67	99.89	100.00	99.95	97.31
Yucatán	Kantunil	92.31	100.00	96.15	99.54	100.00	99.77	97.96
Yucatán	Kaua	57.14	57.14	57.14	97.29	92.32	94.80	75.97
Yucatán	Kinchil	56.25	81.25	68.75	98.40	99.50	98.95	83.85
Yucatán	Kopomá	54.55	72.73	63.64	95.67	97.91	96.79	80.21
Yucatán	Mama	58.33	75.00	66.67	97.49	99.48	98.48	82.58
Yucatán	Maní	82.35	100.00	91.18	99.32	100.00	99.66	95.42
Yucatán	Maxcanú	64.81	85.19	75.00	97.12	99.40	98.26	86.63
Yucatán	Mayapán	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Yucatán	Mérida	91.08	97.61	94.35	99.84	99.91	99.88	97.11
Yucatán	Mocochá	61.11	77.78	69.44	93.54	99.33	96.43	82.94
Yucatán	Motul	63.46	79.81	71.63	98.19	98.44	98.31	84.97
Yucatán	Muna	60.61	78.79	69.70	98.46	97.93	98.19	83.95
Yucatán	Muxupip	46.67	86.67	66.67	91.28	97.41	94.35	80.51
Yucatán	Opichén	57.14	85.71	71.43	98.02	99.29	98.65	85.04
Yucatán	Oxkutzcab	52.81	61.80	57.30	96.37	92.75	94.56	75.93
Yucatán	Panabá	52.38	66.67	59.52	97.08	99.00	98.04	78.78
Yucatán	Peto	57.41	77.78	67.59	96.21	98.45	97.33	82.46
Yucatán	Progreso	87.50	98.86	93.18	99.73	100.00	99.86	96.52
Yucatán	Quintana Roo	50.00	66.67	58.33	89.60	99.89	94.75	76.54
Yucatán	Río Lagartos	87.50	100.00	93.75	97.13	100.00	98.56	96.16
Yucatán	Sacalum	81.82	86.36	84.09	98.56	98.31	98.44	91.26
Yucatán	Samahil	63.16	84.21	73.68	95.59	97.94	96.76	85.22
Yucatán	San Felipe	40.00	100.00	70.00	96.86	100.00	98.43	84.22
Yucatán	Sanahcat	75.00	75.00	75.00	99.52	99.52	99.52	87.26
Yucatán	Santa Elena	81.82	63.64	72.73	99.96	89.85	94.91	83.82
Yucatán	Seyé	64.29	67.86	66.07	99.69	99.62	99.65	82.86
Yucatán	Sinanché	64.71	82.35	73.53	99.43	99.95	99.69	86.61
Yucatán	Sotuta	70.37	81.48	75.93	97.75	98.96	98.36	87.14
Yucatán	Sucilá	27.78	66.67	47.22	92.78	99.58	96.18	71.70

Yucatán	Sudzal	72.73	90.91	81.82	99.54	96.29	97.91	89.87
Yucatán	Suma	60.00	80.00	70.00	95.99	99.73	97.86	83.93
Yucatán	Tahdziú	69.23	76.92	73.08	97.85	90.42	94.14	83.61
Yucatán	Tahmek	61.54	84.62	73.08	94.28	99.94	97.11	85.09
Yucatán	Teabo	58.82	88.24	73.53	99.80	100.00	99.90	86.71
Yucatán	Tecoh	64.44	82.22	73.33	94.15	93.31	93.73	83.53
Yucatán	Tekal de Venegas	25.00	50.00	37.50	94.29	98.97	96.63	67.07
Yucatán	Tekantó	64.71	70.59	67.65	91.50	95.40	93.45	80.55
Yucatán	Tekax	55.56	52.59	54.07	98.08	90.84	94.46	74.27
Yucatán	Tekit	73.33	80.00	76.67	99.96	99.65	99.81	88.24
Yucatán	Tekom	100.00	77.78	88.89	100.00	98.57	99.28	94.09
Yucatán	Telchac Pueblo	52.94	88.24	70.59	97.73	99.98	98.86	84.72
Yucatán	Telchac Puerto	82.35	100.00	91.18	99.72	100.00	99.86	95.52
Yucatán	Temax	56.52	86.96	71.74	98.90	99.91	99.40	85.57
Yucatán	Temozón	63.16	76.32	69.74	96.75	93.93	95.34	82.54
Yucatán	Tepakán	69.23	69.23	69.23	99.84	91.97	95.90	82.57
Yucatán	Tetiz	47.37	84.21	65.79	91.58	97.22	94.40	80.10
Yucatán	Teya	66.67	83.33	75.00	99.71	99.76	99.73	87.37
Yucatán	Ticul	66.67	81.25	73.96	99.82	99.97	99.90	86.93
Yucatán	Timucuy	57.69	73.08	65.38	90.90	99.26	95.08	80.23
Yucatán	Tinum	76.00	84.00	80.00	97.24	98.89	98.06	89.03
Yucatán	Tixcacalcupul	70.00	35.00	52.50	98.75	75.72	87.24	69.87
Yucatán	Tixkokob	63.83	76.60	70.21	97.50	98.63	98.07	84.14
Yucatán	Tixmehuac	65.22	60.87	63.04	95.83	81.60	88.72	75.88
Yucatán	Tixpéhual	80.00	84.00	82.00	98.29	97.76	98.02	90.01
Yucatán	Tizimin	64.14	72.22	68.18	98.17	95.75	96.96	82.57
Yucatán	Tunkás	53.85	100.00	76.92	91.32	100.00	95.66	86.29
Yucatán	Tzucacab	45.83	50.00	47.92	94.09	90.17	92.13	70.02
Yucatán	Uayma	50.00	80.00	65.00	91.47	99.09	95.28	80.14
Yucatán	Ucú	72.22	94.44	83.33	99.68	99.99	99.84	91.59
Yucatán	Umán	76.52	93.91	85.22	99.24	99.66	99.45	92.33
Yucatán	Valladolid	66.42	83.58	75.00	97.56	98.93	98.25	86.62
Yucatán	Xocchel	80.00	100.00	90.00	99.66	100.00	99.83	94.91
Yucatán	Yaxcabá	46.38	56.52	51.45	85.36	85.08	85.22	68.34
Yucatán	Yaxkukul	76.92	100.00	88.46	98.75	100.00	99.37	93.92
Yucatán	Yobain	75.00	100.00	87.50	99.36	100.00	99.68	93.59
<b>Total</b>		<b>64.36</b>	<b>80.10</b>	<b>72.23</b>	<b>96.40</b>	<b>97.38</b>	<b>96.89</b>	<b>84.56</b>

En conclusión, evaluar la conectividad digital únicamente en términos de población cubierta resulta insuficiente porque no considera la totalidad del territorio habitado. La población cubierta se refiere solo a al número de personas que potencialmente pueden tener acceso a servicios de Internet (porque están disponibles comercialmente) en donde habitan, pero no refleja si estos servicios están disponibles en todas las áreas donde se desarrollan actividades económicas, sociales y educativas. Esta limitación puede llevar a una percepción errónea de la conectividad real, ya que áreas con baja densidad poblacional, pero con alta actividad económica o social, como por ejemplo vialidades o estadios de futbol, podrían quedar subrepresentadas.

Por esta razón, es crucial incluir la variable de territorio cubierto en la evaluación de la conectividad digital. El territorio cubierto abarca todas las áreas geográficas donde hay unidades económicas con alguna actividad humana, como es el caso de centros comerciales, estaciones de transporte, lugares turísticos, escuelas, hospitales, bibliotecas, zonas industriales y comerciales, etc. Esto permite identificar brechas en la infraestructura de conectividad que podrían no ser evidentes al analizar solo la población cubierta. Al considerar tanto la población como el territorio cubierto, se obtiene una visión más completa y precisa del

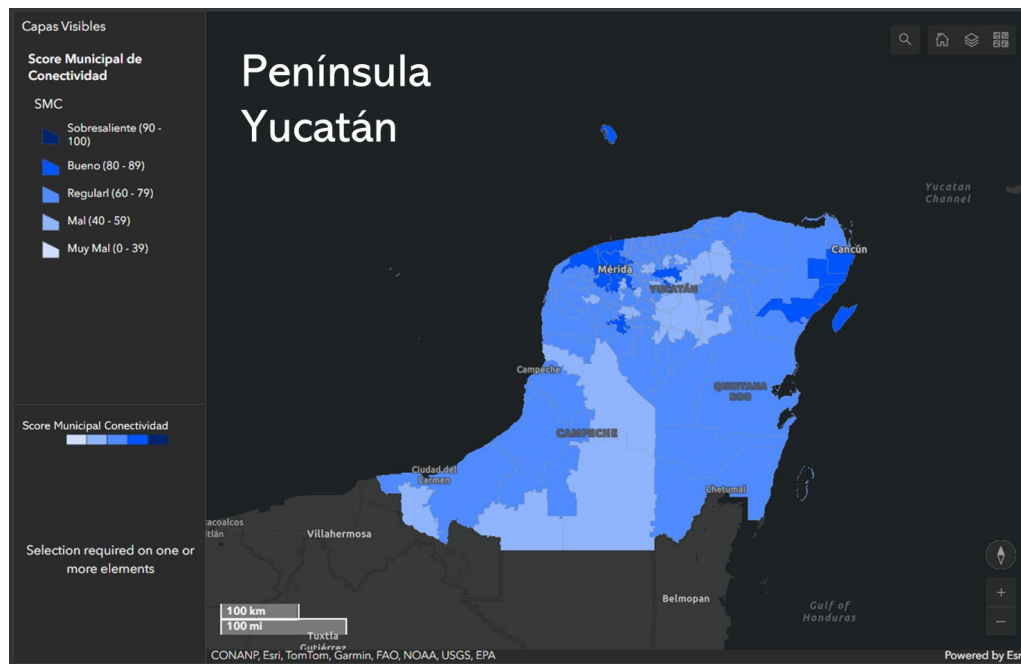


estado de la conectividad, lo que facilita la planificación de inversiones y estrategias para mejorar la infraestructura digital de manera equitativa y efectiva.

## 5.2 Resultados del Score Municipal de Conectividad

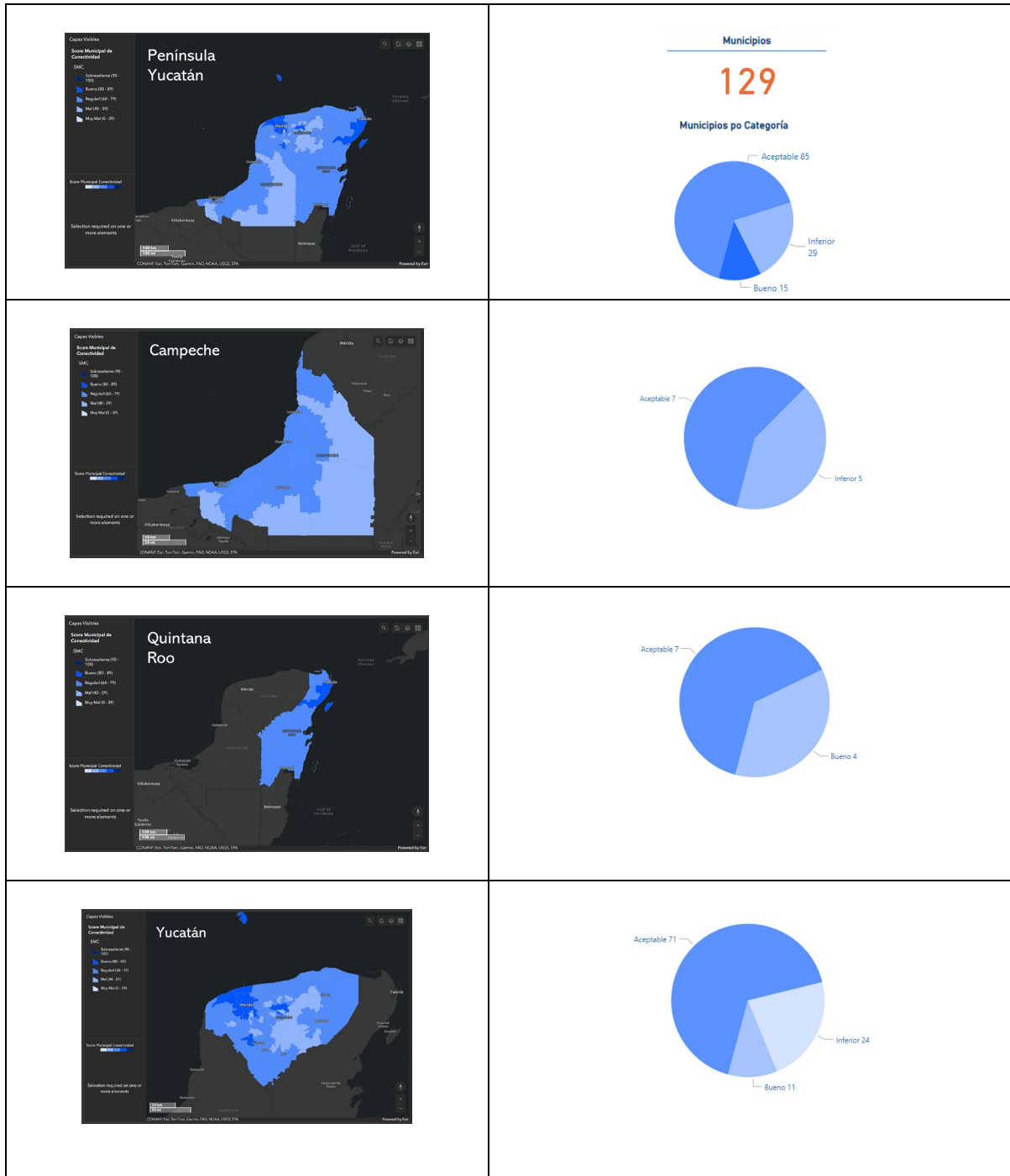
A continuación, se presentan los resultados del Score Municipal de Conectividad (SMC), que ofrece una visión integral del estado de la conectividad digital en la región. Este índice evalúa la cobertura (considerando tanto la población cubierta como el territorio habitado), así como los indicadores de calidad y competencia.

El mapa siguiente muestra los resultados del SMC para la Península de Yucatán, con las categorías representadas mediante un código de colores según el puntaje obtenido.



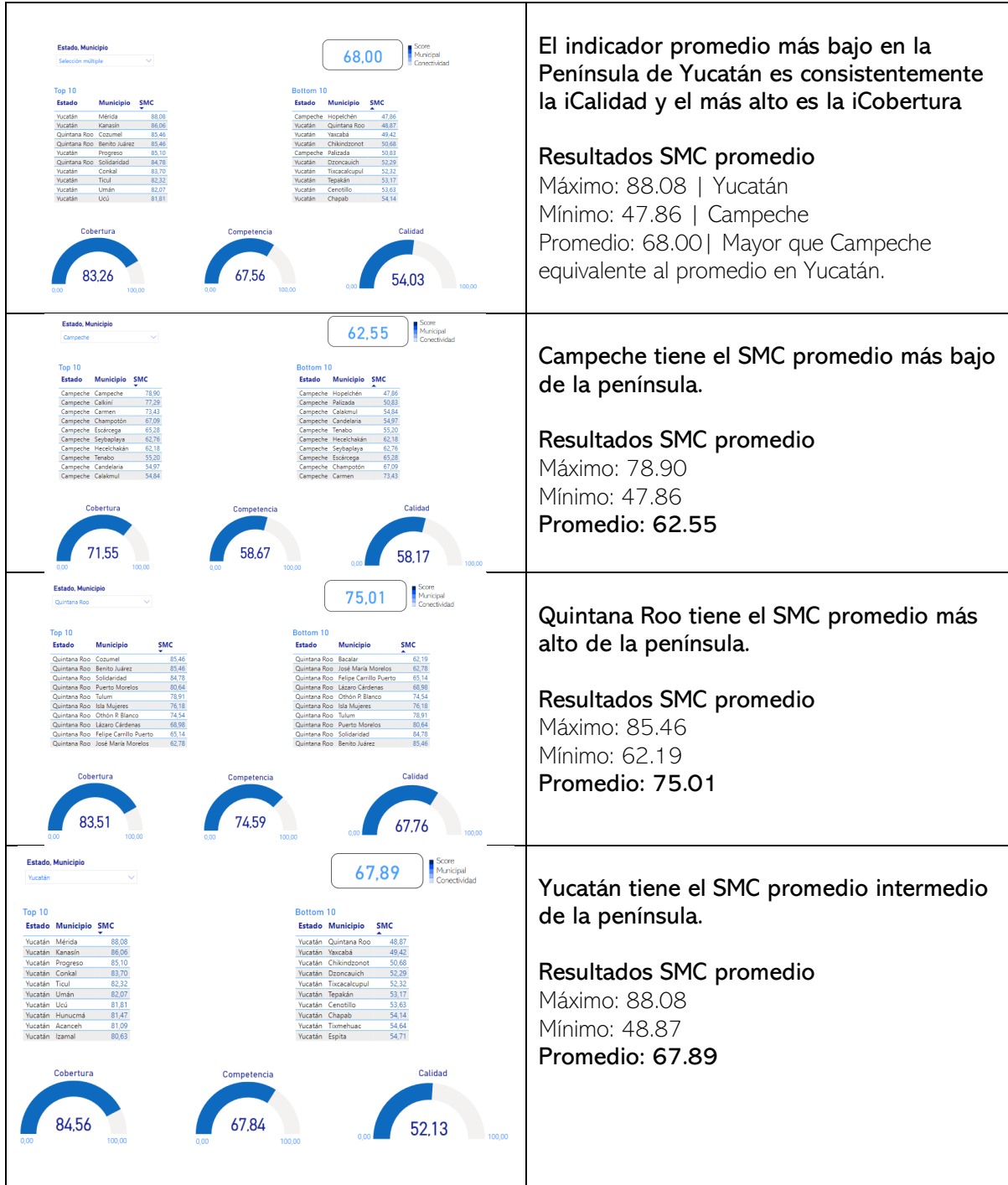
En la Península de Yucatán, no se registran municipios en los extremos de la clasificación: no hay municipios clasificados como Sobresalientes ni como Deficientes en términos de conectividad digital.

La siguiente tabla muestra la distribución de municipios por categoría, tanto a nivel peninsular como por estado:





Resultado promedio de SMC a nivel peninsular y estatal:



El análisis de las métricas del SMC, Cobertura, Calidad y Competencia revela que Quintana Roo es el estado con el mejor desempeño general. Con un promedio de 75.22, Quintana Roo sobresale en todas las áreas evaluadas, lo que indica un sistema bien equilibrado y eficiente. Su puntuación en Cobertura (83.51) asegura que una gran parte de la población y territorio objetivo tiene acceso a los servicios, mientras que sus puntuaciones en Competencia (74.59) y Calidad (67.76) reflejan un entorno competitivo en lo general y con servicios de media a alta calidad.

Por otro lado, Yucatán muestra un desempeño sólido en Cobertura (84.56), la más alta entre los tres estados, lo que sugiere una amplia disponibilidad de servicios. Sin embargo, su baja puntuación en Calidad (52.13) afecta su promedio general, situándolo en 68.11. Esto indica que, aunque los servicios están ampliamente disponibles, hay problemas significativos en la calidad que deben abordarse para mejorar la satisfacción y eficiencia general.

Finalmente, Campeche tiene el promedio más bajo (62.73), con puntuaciones moderadas en todas las métricas. Su Cobertura (71.55) es aceptable, pero las puntuaciones en SMC (62.55), Competencia (58.67) y Calidad (58.17) son inferiores en comparación con los otros estados. Esto sugiere que hay múltiples áreas de mejora, especialmente en competencia y calidad, para elevar su desempeño general.

### 5.3 Análisis detallado al interior de los municipios

El Score Municipal de Conectividad (SMC) permite desglosar y abordar la conectividad digital desde un nivel macro hasta un nivel micro. A nivel nacional, se pueden identificar tendencias y desafíos generales en la infraestructura de telecomunicaciones del país. Este enfoque amplio proporciona una visión integral de las áreas que requieren atención y facilita la formulación de políticas nacionales que promuevan la conectividad en todo el territorio.

A nivel estatal, el análisis se vuelve más específico, permitiendo a los gobiernos estatales identificar las diferencias en conectividad entre los municipios. Esto facilita la asignación eficiente de recursos y la implementación de programas que aborden las necesidades particulares de cada región.

Por otra parte, el análisis de conectividad intramunicipal, o análisis detallado al interior de cada municipio, es esencial para identificar y abordar las deficiencias en conectividad digital de forma particular. Este enfoque permite detectar puntos críticos donde la infraestructura y los servicios de telecomunicaciones son insuficientes, facilitando así la focalización de recursos y esfuerzos en las zonas que más lo necesitan. No solo optimiza el uso de recursos, evitando inversiones innecesarias, sino que también garantiza que se cuente con información precisa para enfocar acciones y/o inversiones mucho más específicas en zonas muy puntuales y enfocadas a mejorar una o más características de la conectividad (cobertura, calidad o competencia) de acuerdo con el análisis del SMC, esto impactará positivamente de forma tangible la percepción de la población al acceso de los servicios de internet, mejorando su calidad de vida.

El análisis intramunicipal, proporciona datos precisos y detallados que permiten a los responsables de la toma de decisiones, diseñar políticas y estrategias fundamentadas en evidencia. Esto fomenta la equidad

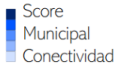
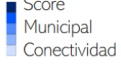
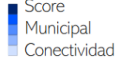









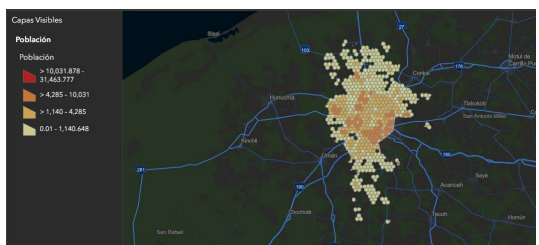
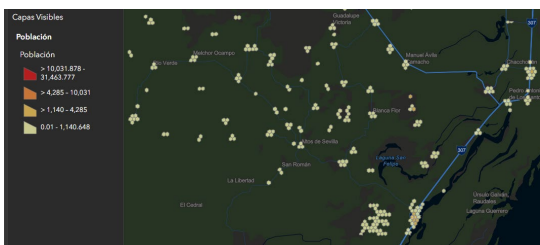
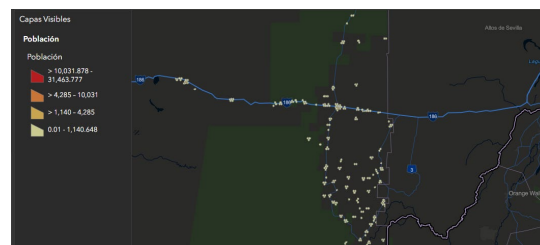
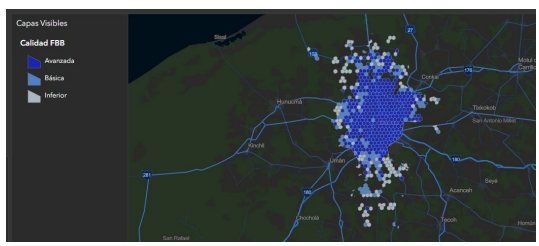
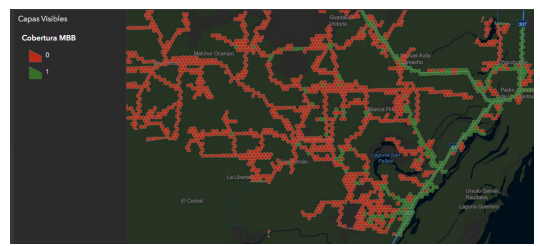
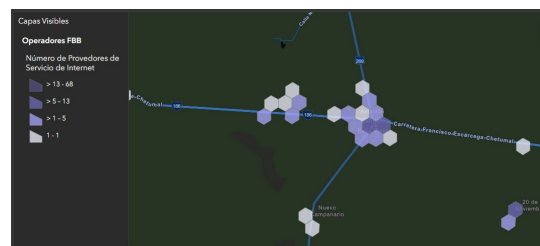
al reducir la brecha digital, asegurando que incluso las áreas rurales y periféricas tengan acceso a una conectividad adecuada. Este enfoque integral no solo contribuye al desarrollo económico y social del municipio, sino que también genera información accionable que impacta positivamente a nivel estatal y nacional. Al abordar las deficiencias de conectividad desde el nivel local, se sientan las bases para mejoras más amplias y sostenibles en todo el país.

Para explorar el potencial de análisis intramunicipal, utilizaremos tres municipios con diferentes categorías según el SMC:

- Mérida, Yucatán: categoría Bueno (80-89 puntos) con 88.08 puntos. El mejor calificado en la península.
- Bacalar, Quintana Roo: categoría Aceptable (60-79 puntos), con 62.19 puntos. Es el municipio con el resultado más bajo en el estado de Quintana Roo.
- Calakmul, Campeche: categoría Inferior (40-59 puntos) con 54.84 puntos. El tercer resultado más bajo en el estado de Campeche.

La siguiente tabla muestra la gran capacidad de análisis intramunicipal que ofrece la estructura del HexaGrid, base del SMC. Esta información es completamente accionable y permite planificar de manera estratégica el mejoramiento de la conectividad digital a nivel municipal.

En la siguiente tabla se muestran los resultados del SMC para los municipios seleccionados por indicador para hacer un comparativo directo entre ellos.

Mérida	Bacalar	Calakmul
<div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 10px; display: inline-block;">88,08</div> <div style="margin-left: 20px;">  <p>Score Municipal Conectividad</p> </div>	<div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 10px; display: inline-block;">62,19</div> <div style="margin-left: 20px;">  <p>Score Municipal Conectividad</p> </div>	<div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 10px; display: inline-block;">54,84</div> <div style="margin-left: 20px;">  <p>Score Municipal Conectividad</p> </div>
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>Cobertura 97,11</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Competencia 94,66</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Calidad 73,46</p> </div> </div>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>Cobertura 64,42</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Competencia 56,14</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Calidad 66,66</p> </div> </div>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>Cobertura 56,36</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Competencia 42,07</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Calidad 66,66</p> </div> </div>
 <p>Capas Visibles Población  <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; 10,031.878 - 31,463.777</li> <li>&gt; 4,285 - 10,031</li> <li>&gt; 1,140 - 4,285</li> <li>0,01 - 1,140,648</li> </ul> </p>	 <p>Capas Visibles Población  <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; 10,031.878 - 31,463.777</li> <li>&gt; 4,285 - 10,031</li> <li>&gt; 1,140 - 4,285</li> <li>0,01 - 1,140,648</li> </ul> </p>	 <p>Capas Visibles Población  <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; 10,031.878 - 31,463.777</li> <li>&gt; 4,285 - 10,031</li> <li>&gt; 1,140 - 4,285</li> <li>0,01 - 1,140,648</li> </ul> </p>
 <p>Capas Visibles Calidad FBB  <ul style="list-style-type: none"> <li>Avanzada</li> <li>Básica</li> <li>Infantil</li> </ul> </p>	 <p>Capas Visibles Cobertura MBB  <ul style="list-style-type: none"> <li>0</li> <li>1</li> </ul> </p>	 <p>Capas Visibles Número de Proveedores de Servicio de Internet  <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; 13 - 48</li> <li>&gt; 5 - 13</li> <li>&gt; 1 - 5</li> <li>1 - 1</li> </ul> </p>
<p>La alta densidad poblacional hace que el mercado sea rentable, con buena cobertura y alta competencia. Sin embargo, la calidad es el indicador más bajo, especialmente en las áreas periféricas del municipio.</p>	<p>La población está muy dispersa en extensas zonas rurales, lo que resulta en una cobertura territorial muy baja y, en consecuencia, un esfuerzo mucho mayor para aumentar la cobertura en un mercado poco rentable.</p>	<p>La población está dispersa en una zona rural de extensión moderada, con un resultado muy bajo en el indicador de competencia, especialmente para las redes móviles.</p>

Como se puede observar en la tabla anterior, existe una enorme capacidad de análisis que puede desarrollarse gracias a la estructura del HexaGrid, esta información es 100% accionable y permite planificar estratégicamente el mejoramiento de la conectividad digital a nivel municipal.

## 6 Conclusiones

Los resultados de nuestro análisis indican que la Península de Yucatán enfrenta importantes desafíos para mejorar la conectividad digital, especialmente en cuanto a la calidad y competencia de los servicios de internet, afectando principalmente a las áreas rurales.

De cara al futuro, es esencial implementar estrategias que prioricen la expansión de la infraestructura de telecomunicaciones en las zonas de mayor vulnerabilidad digital, así como el fortalecimiento de la capacidad de las redes en áreas urbanas que maximicen además el intercambio de tráfico local de Internet. Además, es fundamental fomentar la competencia entre proveedores para mejorar la calidad de los servicios y promover incentivos gubernamentales que impulsen la inversión en zonas de baja rentabilidad, asegurando así un acceso equitativo a toda la población.

Gracias a este trabajo, ahora contamos con información de alta granularidad que pueden permitir tomar acciones específicas de manera precisa y efectiva. Esta información no solo facilita la priorización de los municipios que requieren mayor atención, sino que también permite identificar las zonas concretas dentro de cada municipio donde se encuentran los problemas más críticos de conectividad. Esto sumamente relevante, pues significa que se podrán dirigir los recursos y esfuerzos hacia áreas específicas con brechas más pronunciadas, optimizando la efectividad de las intervenciones y asegurando que cada comunidad reciba el soporte necesario para mejorar su conectividad digital. La capacidad de actuar a este nivel de detalle representa un avance significativo en la planificación y ejecución de estrategias, ya que proporciona una base sólida para la toma de decisiones informadas que buscan reducir las desigualdades digitales.

Finalmente, como parte de los próximos pasos en la colaboración entre IXSY y EFTS se incluyen el análisis detallado de la infraestructura existente del estado, la colaboración en conjunto con otros actores (triple hélice) para la generación de la estrategia de mejoramiento de la conectividad en la región y una actualización del Score Municipal de Conectividad (SMC) posterior para medir el impacto de las acciones implementadas. El objetivo es proporcionar información relevante que abone a la guía políticas públicas para fomentar una conectividad digital inclusiva y de alta calidad en toda la Península de Yucatán.



## 7 Anexos

### 7.1 Análisis Histórico de Calidad en el servicio de internet en la Península de Yucatán utilizando datos abiertos de *crowdsourcing*

Sin duda en nuestros días, el *crowdsourcing*, se ha convertido en una estrategia que aprovecha la inteligencia colectiva y la colaboración de un gran número de personas, a través de plataformas en línea, para recopilar información. Esta metodología permite a las organizaciones acceder a una amplia gama de datos de manera rápida, eficiente y económica respecto a los métodos tradicionales, permitiendo tener información de calidad, en grandes volúmenes y de forma inmediata acelerando así, el desarrollo de proyectos y/o productos.

La información histórica de *crowdsourcing*, obtenida de la iniciativa de Ookla® for Good, fue utilizada para realizar el análisis de evolución de la calidad del servicio de internet en la Península de Yucatán, considerando la latencia, la velocidad de subida y de bajada de la señal de operadores fijos. El histórico comprende de 2019 al 2Q de 2024, dentro del cual tuvimos uno de los sucesos más importantes e impactantes dentro de las telecomunicaciones, la Pandemia por COVID 19. La pandemia tuvo un profundo impacto en las telecomunicaciones, acelerando la adopción de tecnologías digitales y cambiando la forma en que nos comunicamos y trabajamos. Con las restricciones de movilidad sanitarias y el distanciamiento social, muchas empresas y organizaciones se vieron obligadas a implementar rápidamente soluciones de trabajo remoto. Esto llevó a un aumento significativo en el uso de plataformas de videoconferencia, servicios de mensajería instantánea y herramientas de colaboración en línea. Las redes de telecomunicaciones tuvieron que adaptarse para manejar el incremento en la demanda de ancho de banda y garantizar la continuidad del servicio, demostrando ser un pilar fundamental para mantener la productividad y la conexión social durante la crisis.

Además, la pandemia resaltó la importancia de la conectividad digital, evidenciando no solo la existencia de las brechas digitales, también su enorme profundidad. No todas las regiones y comunidades tenían acceso a una infraestructura de telecomunicaciones para soportar la tendencia de las nuevas necesidades. Esto resaltó la necesidad de invertir para expandir y mejorar las redes de telecomunicaciones para asegurar así, que todos puedan beneficiarse de las ventajas de la conectividad digital, tanto en tiempos de crisis como en el futuro.

El análisis de la latencia y las velocidades de subida y bajada en conjunto nos dieron una percepción de la realidad de la calidad del servicio de internet durante este periodo en la península de Yucatán.

Con base en el contexto anterior una buena velocidad de descarga favorece la transmisión fluida de videos, la descarga rápida de archivos grandes y una experiencia de navegación web sin interrupciones. Esto fue especialmente importante en el trabajo remoto y la educación en línea, así como el entretenimiento digital, ya que se convirtieron en las actividades más demandadas por la población.

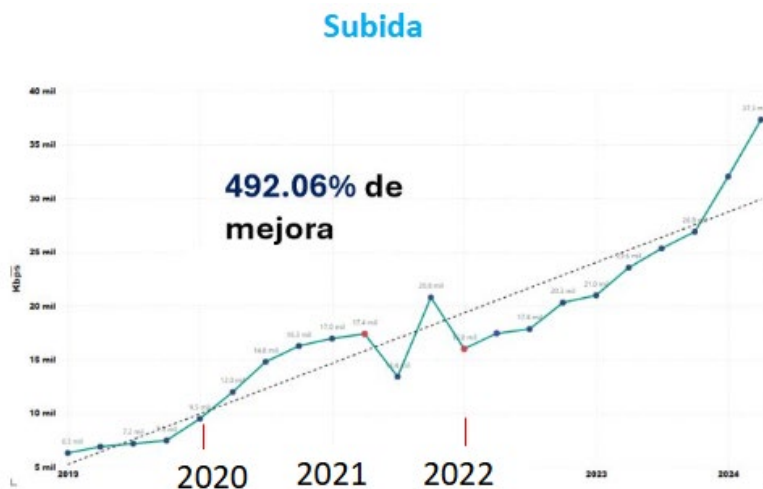
La velocidad de descarga en la Península de Yucatán nos muestra una tendencia en el incremento respecto al tiempo, sin embargo, la capacidad y los recursos son finitos y en el 2Q de 2021 se muestra claramente un punto de quiebre cayendo de 36 kbps a 26 kbps, recuperándose a 42 kbps en el 4Q de 2021. En el

1Q de 2022 comienza a presentar una tendencia a estabilizarse e ir al alza hasta finales del 2Q del 2024, logrando una mejora del 241.18 %.



Fuente: análisis realizado por IXSY con datos de Ookla for Good

Caso muy similar fue la velocidad de subida, quien presenta las mismas características que la velocidad de descarga y de tendencia al alza, lo que nos hace pensar que cambios en la infraestructura y presencia de inversiones, fue lo que provocó el cambio tan abrupto que se presentó entre 2021 y 2022. Incluso presenta también, la misma tendencia a estabilizarse a partir de 2022 y hasta el 2Q de 2024 que la velocidad de descarga, alcanzando una mejora del 492.06%

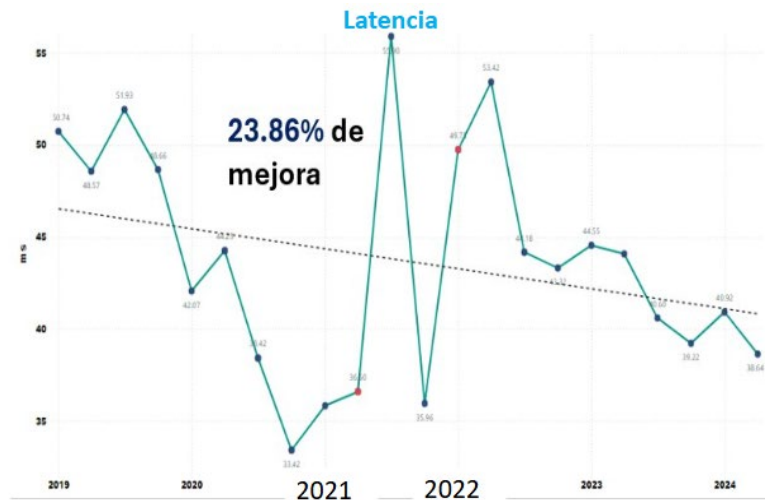


Fuente: análisis realizado por IXSY con datos de Ookla for Good

En este periodo de pandemia, el impacto de contar con una buena velocidad de subida radicaba en poder llevar a cabo diversas actividades en línea de manera eficiente y sin interrupciones, para subir archivos a la nube, realizar videollamadas de buena calidad, transmitir en vivo y compartir contenido en redes sociales mejorando la experiencia del usuario. Además, en un entorno de trabajo remoto, una velocidad de subida adecuada es esencial para la colaboración en tiempo real y el intercambio de grandes volúmenes de datos. En resumen, la velocidad de subida y descarga son componentes clave para mantener la productividad y la conectividad en el mundo digital actual.

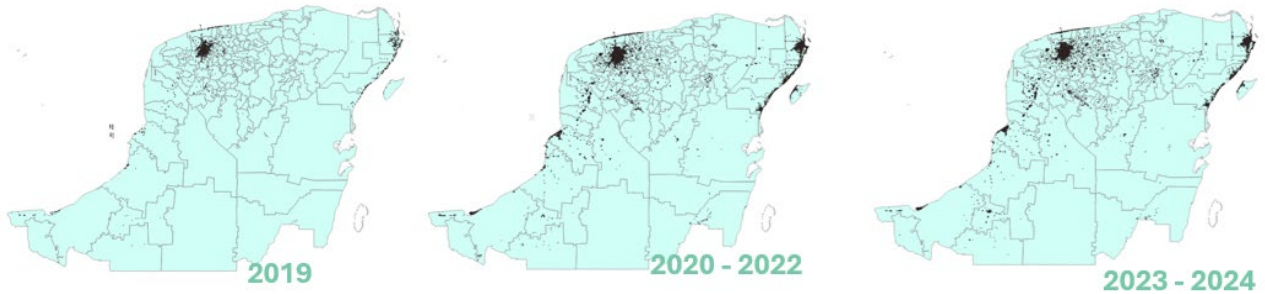
Debido a la pandemia, muchas empresas de telecomunicaciones realizaron importantes inversiones en infraestructura para mejorar la calidad y capacidad de sus redes, en respuesta al aumento de la demanda de servicios de internet y de conexiones más rápidas y estables, lo que llevó a una actualización de los servicios ofrecidos por los proveedores de internet. Por otro lado, la competencia entre los proveedores de servicios de internet se intensificó durante este periodo y para atraer y retener a los clientes, muchas empresas mejoraron sus ofertas de velocidad de internet, tanto de subida como de bajada, lo que resultó en un aumento generalizado de las velocidades promedio disponibles para los usuarios, lo cual coincide con las gráficas de velocidad de subida y descarga.

A diferencia de las velocidades de subida y de bajada, en el caso de la latencia, buscamos que cada vez sea más pequeña, ya que una latencia alta puede causar retrasos y afectar negativamente la calidad de la comunicación. La siguiente figura muestra claramente como la tendencia que lleva la latencia es a la baja, sin embargo, en el mismo periodo del 2Q de 2021 al 4Q de 2022, se refleja el mismo fenómeno detectado tanto para la velocidad de subida como de bajada, con una tendencia posterior a estabilizarse e ir mejorando este tercer componente, que en conjunto a los dos anteriores determinan la calidad del servicio de conectividad.



Fuente: análisis realizado por IXSY con datos de Ookla for Good

Considerando una latencia en un rango de 0 a 10 ms, la siguiente figura muestra como la calidad fue incrementándose conforme al paso de tiempo, dentro de los periodos de Pre-Pandemia, En-Pandemia y Postpandemia, teniendo cada vez más muestras dentro del rango de 0-10 ms.



Adicionalmente mostramos los tres municipios con mejor y peor latencia en cada uno de los estados que conforman la Península de Yucatán al término del 2Q de 2024.

Municipios con mejor Latencia			Municipios con peor Latencia		
Estado	Municipio	Latencia Promedio 2024	Estado	Municipio	Latencia Promedio 2024
Campeche	Calkiní	15.12	Campeche	Calakmul	173.86
Campeche	Hecelchakán	19.92	Campeche	Palizada	102.20
Campeche	Tenabo	21.06	Campeche	Candelaria	67.20
<b>Total</b>		<b>17.15</b>	<b>Total</b>		<b>111.11</b>
<b>Estado</b>	<b>Municipio</b>	<b>Latencia Promedio 2024</b>	<b>Estado</b>	<b>Municipio</b>	<b>Latencia Promedio 2024</b>
Quintana Ro	Benito Juárez	23.52	Quintana Ro	Lázaro Cárdenas	87.94
Quintana Ro	Isla Mujeres	29.85	Quintana Ro	José María Morelos	76.33
Quintana Ro	Solidaridad	31.50	Quintana Ro	Bacalar	75.06
<b>Total</b>		<b>26.94</b>	<b>Total</b>		<b>79.14</b>
<b>Estado</b>	<b>Municipio</b>	<b>Latencia Promedio 2024</b>	<b>Estado</b>	<b>Municipio</b>	<b>Latencia Promedio 2024</b>
Yucatán	Cansahcab	8.07	Yucatán	Chikindzonot	100.06
Yucatán	Tekantó	8.48	Yucatán	Rio Lagartos	95.06
Yucatán	Chumayel	8.78	Yucatán	Sanahcat	86.75
<b>Total</b>		<b>8.33</b>	<b>Total</b>		<b>97.41</b>



La pandemia fue un punto de inflexión en la vida moderna y un catalizador clave para la mejora en la calidad de las transmisiones de internet. Garantizar una experiencia óptima para el usuario final requiere una atención meticulosa a las tres métricas fundamentales de conectividad.

El análisis geoespacial de datos permite generar información accionable que facilita la identificación de áreas de oportunidad para la inversión y el mejoramiento de la infraestructura digital. En este contexto, el uso de datos abiertos obtenidos por colaboración masiva representa una ventaja significativa, ya que al ser Open Source, reduce costos y tiempos en la recopilación de información.

Sin embargo, esta metodología presenta una limitación: los datos se presentan en forma de promedios, lo que impide obtener cálculos más detallados a partir de ellos. A pesar de esto, la información resultante ofrece un panorama general confiable y alineado con la realidad, sin costos adicionales, lo que permite a los tomadores de decisiones contar con un punto de referencia sólido sin necesidad de realizar inversiones en adquisición de datos.

## 7.2 Acerca de IXSY

La conectividad es el cimiento sobre el cual se construye y se expande el vasto universo de Internet y la economía digital, por las siguientes razones:

- Permite que cualquier persona con un dispositivo conectado a Internet pueda acceder a una inmensa cantidad de información desde cualquier lugar del mundo.
- Ha transformado la forma en que aprendemos, relacionamos, trabajamos y nos comunicamos.
- Ha generado nuevas oportunidades de negocio y ha cambiado la forma en que consumimos.
- Fomenta la innovación, dando lugar a nuevos productos, servicios y tecnologías.
- Impulsa el crecimiento económico al crear nuevas industrias y generar empleos.
- Ha mejorado la eficiencia de muchos sectores, desde la agricultura hasta la salud.
- Al garantizar el acceso a Internet para todos, se reducen las brechas digitales y se promueve la igualdad de oportunidades.

La conectividad es el alma de los Puntos de Intercambio de Tráfico – IXP. Un IXP (Internet Exchange Point) es una infraestructura física que permite a las redes de Internet intercambiar tráfico de manera local. Los IXP son infraestructura clave para el desarrollo de Internet; son motor de negocios que impulsa la economía digital; son pilar para afrontar los desafíos de nuevas plataformas y alta densidad de la demanda de contenidos. Sin conectividad, los IXP no podrían cumplir su función principal: interconectar redes y permitir el intercambio de datos de manera eficiente.

Yucatán está experimentando un crecimiento exponencial en su conectividad tecnológica en los años, transformándose en un actor clave en la interconexión de la Península de Yucatán con el resto del país, que por su ubicación geográfica la posiciona con una ventaja comparativa y competitiva en conectividad e interconexión con Estados Unidos y Centroamérica. Un factor clave fue el desarrollo del Punto de Intercambio de Internet (IXP – Internet Exchange Point) a través de Internet Exchange Services Yucatán, A. C. (IXSY), cuyo nodo central se encuentra en la ciudad de Mérida y provee servicio de interconexión para el ecosistema de Internet de la Península de Yucatán.

IXSY es una asociación civil sin fines de lucro basada en membresía, neutral y con personalidad jurídica plena, conformada por un Consejo Directivo y Comité Técnico, con participación de los mismos asociados. El objetivo es mejorar la conectividad de Internet en beneficio de los asociados y del ecosistema de Internet de la región peninsular de México. Está conformado por organizaciones de los diversos sectores: academia, gobierno, iniciativa privada, proveedores de servicios de Internet (ISPs), y proveedores de contenidos (CDNs).

IXSY promueve la construcción de capacidades para el desarrollo local de Internet, considerando lo siguiente:

- Continuidad al crecimiento del IXP para la mejora de la experiencia del usuario final y para bajar los costos de acceso mientras que catalizan el desarrollo del ecosistema local de Internet.

- Fomentar con acciones para que el tráfico de Internet de Yucatán y de la Península se mantenga local.
- Ayudar a comunidades e ISP locales que trabajan en la construcción y ampliación de infraestructuras de Internet, para conectar a los habitantes de zonas rurales, remotas y de bajos ingresos. Reconocemos que las personas de las zonas rurales de Yucatán con acceso a Internet tienen más posibilidad de desarrollo integral: conocimiento, cultural, salud, seguridad ante amenazas de huracanes, nuevas oportunidades de negocio, etc.
- Desarrollar soluciones nuevas e innovadoras para que Internet llegue con mejor calidad y resiliencia a las zonas rurales de Yucatán.

Hoy en día IXSY ha firmado 20 convenios de colaboración (MoU), que la ha permitido emprender alianzas y sinergias con sus aliados, para afrontar los diferentes desafíos y colaborar en la construcción de capacidades para el desarrollo del Ecosistema de Internet de Yucatán; basado en la cooperación, confianza y construcción de comunidad. Un ejemplo es la alianza entre IXSY y EFTS Group bajo el convenio marco de colaboración, emprendiendo el proyecto de Diagnóstico de Conectividad Digital de la Península de Yucatán.

La conectividad en Yucatán experimentó un crecimiento significativo en los últimos años, mucho detonado por la pasada pandemia, que impulsó la expansión de redes, y nuevos proyectos de conectividad, lo que impactó en el incremento de la penetración de Internet en el estado de Yucatán; pero aún persisten importantes desafíos que impiden alcanzar su máximo potencial en términos de desarrollo digital, en especial para las zonas rurales donde los ISP locales juegan un importante papel.

Los ISP locales en Yucatán, tienen los siguientes desafíos y necesidades:

- alta latencia e intermitencia de Internet,
- fortalecer la conectividad,
- resiliencia del Internet con servicios de mejor calidad,
- Internet más asequible,
- mejorar la calidad del servicio al usuario final,
- concesión de permisos para operar como ISP,
- profesionalización de servicios,
- no cuentan con recursos numéricos de Internet: ASN e IPv6,
- capacitaciones especializadas para la comunidad de operadores de red de los ISP locales.

Algunos de los factores clave para lograr una conectividad óptima, son:

- Inversión en infraestructura: Es necesario invertir en la expansión y modernización de las redes de telecomunicaciones, especialmente en las zonas rurales.
- Reducción de costos: Los gobiernos y los reguladores deben trabajar para reducir los costos de acceso a internet y fomentar la competencia en el mercado.
- Desarrollo de habilidades digitales: Es fundamental invertir en la formación de capital humano y desarrollar las habilidades digitales de la población.



- Cooperación regional: La cooperación entre los países de la región es clave para lograr una mayor interconexión y aprovechar las economías de escala.

La mejora de la conectividad en Yucatán es un desafío que requiere una colaboración estrecha entre los gobiernos y el sector privado. Esta sinergia puede impulsar el desarrollo económico, social y tecnológico de la región, posicionándola como un actor clave en la interconexión global

En conclusión, Yucatán tiene un gran potencial para convertirse en un líder y referente regional de Internet e interconexión. Para aprovechar todo su potencial, es necesario abordar los desafíos actuales y estar preparados para las tendencias futuras. La colaboración entre los actores del sector, el apoyo de los gobiernos y la inversión en tecnología serán fundamentales para consolidar su desarrollo económico y social, mejorar la calidad de vida de sus ciudadanos y consolidar su papel en la economía global.

### 7.3 Acerca de EFTS Group

EFTS Group SA de CV (*Expert and Fast Technology Solutions*) es una firma de consultoría mexicana especializada en la inteligencia en conectividad digital basada en su *expertise* en sistemas de información geográfica, telecomunicaciones y ciencia de datos.

#### Nuestros Valores

- Experiencia: Con base en nuestra experiencia en telecomunicaciones, ciencia de datos y sistemas de información geográfica ofrecemos soluciones a la vanguardia de los estándares de la industria.
- Agilidad: como microempresa global, nos enorgullecemos de nuestro enfoque ágil, adaptándonos rápidamente a los cambios de la industria y aprovechando la automatización de procesos para la ejecución eficiente de proyectos.
- Innovación: Aprovechando el poder de la analítica avanzada y diseño de redes de telecomunicaciones, aportamos innovación de vanguardia a cada proyecto, garantizando soluciones innovadoras y efectivas.

#### Nuestras Fortalezas

- Equipo Interdisciplinario: Ciencia de Datos, Inteligencia Geoespacial, Ingeniería, Regulación y Finanzas aplicadas a las telecomunicaciones.
- Experiencia Pionera en el uso de datos de crowdsourcing para la detección de brechas.
- Amplia Gama de Proyectos: Banca de Desarrollo, Reguladores y Ministerios de Telecomunicaciones, Gobiernos Estatales y Municipales, Organizaciones No Gubernamentales, así como Proveedores de Servicios de Internet.
- Herramientas y Metodologías Propietarias probadas Internacionalmente (SPOC, SMC): Hemos implementado y validado nuestras metodologías en Brasil, México, Perú y Guatemala.



## Maximizamos el Impacto Social de las inversiones en infraestructura de telecomunicaciones

- Ofrecemos reportes precisos de demanda de conectividad digital.
- Diagnosticamos la situación actual de los servicios de acceso a internet.
- Proponemos estrategias para el despliegue eficiente de nueva infraestructura de telecomunicaciones.



Expertos en el Diseño Ágil de Soluciones Innovadoras

## Proyectos con Gobiernos Estatales

Nuestro equipo tiene experiencia trabajando con entidades de gobierno. Entre nuestros clientes se encuentran los gobiernos de los estados de Jalisco y Chihuahua en México.

## Proyectos con Entidades de Telecomunicaciones en México

Hemos colaborado con dos de las principales entidades de telecomunicaciones en México para analizar la Conectividad Digital del país: Instituto Federal de Telecomunicaciones y en colaboración con el Instituto Politécnico Nacional (IPN) hemos entregado al Organismo Promotor de Inversiones en Telecomunicaciones (PROMTEL) los servicios de analítica avanzada de conectividad digital.

## Experiencia Internacional

Hemos realizado Análisis de Conectividad Digital en diversos países en Latinoamérica.



## Principales colaboraciones con instituciones nacionales e internacionales:

- BID: Proyecto C2DB *Crowdsourcing for Digital Connectivity in Brazil*<sup>15</sup>, entre otros
- UNICEF: Evaluación de la Conectividad Digital en las Escuelas Públicas del Perú.
- ITU: Participación en workshops con los temas Planeación Estratégica de Óptima Conectividad y Score Municipal de Conectividad
- IXSY: Diagnóstico de la Conectividad Digital de la Península de Yucatán
- ICT Inova Brasil: Diagnóstico y evaluación de impacto social en la implementación de internet en ciudades inteligentes.
- IPN: analítica avanzada para la conectividad digital, proyecto SIECD<sup>16</sup>

<sup>15</sup> [C2DB](#)

<sup>16</sup> SIECD, Servicio Integral de Evaluación de la Conectividad Digital para PROMTEL



Fin del Documento