

Desarrollo de un mapa espectral de cobertura móvil en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo

*Development of a spectral map of mobile coverage at the Quevedo State
Technical University.*

Diego Fernando Intriago Rodríguez
Universidad Técnica Estatal de Quevedo
dintriagor3@uteq.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-4829-0089>
Ecuador, Quevedo

Daniel Josue Arboleda Chalco
Universidad Técnica Estatal de Quevedo
daniel.arboleda2018@uteq.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0009-1688-393X>
Ecuador, Quevedo

Ángel Iván Torres Quijije
Universidad Técnica Estatal de Quevedo
atorres@uteq.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-7037-7191>
Ecuador, Quevedo

Wimper Josue Triana Cuenca
Universidad Técnica Estatal de Quevedo
wtrianac@uteq.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0009-4460-6251>
Ecuador, Quevedo

Stiven Yiovanny Moreira Villafuerte
Instituto Superior Tecnológico Bolivariano de Tecnología
symoreira@itb.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0000-4217-084X>
Ecuador, Guayaquil

Formato de citación APA

Intriago, D. Arboleda, D. Torres, A. Triana, W. Moreira, S. (2025). Desarrollo de un mapa espectral de cobertura móvil en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Revista REG, Vol. 4 N°(2). 834 – 843.

PROYECTO CIENCIA

Vol. 4 (Nº. 2). Abril - junio 2025.

ISSN: 3073-1259

Fecha de recepción: 06-05-2025

Fecha de aceptación :20-05-2025

Fecha de publicación:30-06-2025



RESUMEN

Este estudio evaluó la cobertura de redes móviles en los campus "Manuel Haz Álvarez" y "La María" de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador, mediante la aplicación de sistemas de información geográfica (SIG). El objetivo principal fue identificar y caracterizar las zonas críticas de cobertura en ambos campus. Se emplearon herramientas como ArcGIS y la aplicación Network Cell Info Lite para la recopilación de datos de potencia de señal y coordenadas geográficas. El análisis combinó técnicas cuantitativas, a través de interpolación lineal, y cualitativas, mediante mapeo espectral. Los resultados revelaron una cobertura deficiente (≤ -100 dB) en el 80% del campus "La María", particularmente en laboratorios de peces, zonas ganaderas y áreas de cultivo, un entorno caracterizado por vegetación densa e infraestructura agrícola. En contraste, el campus "Manuel Haz Álvarez" presentó una cobertura más uniforme, aunque con puntos críticos localizados en auditorios subterráneos y áreas de alta concurrencia. El análisis técnico consideró las bandas de frecuencia móvil ecuatorianas (2G-4G), resaltando el potencial de la banda B28 (700 MHz) para la mejora de la cobertura 4G en entornos rurales. La metodología, basada en cartografía digital, capas de densidad y modelos de interpolación, evidenció la necesidad de la instalación de repetidoras en áreas con atenuación significativa por obstáculos físicos.

PALABRAS CLAVE: Sistemas de información geográfica, espectro electromagnético, interpolación espacial, mapas de calor espectrales.

SUMMARY

This study evaluated mobile network coverage in the "Manuel Haz Álvarez" and "La María" campuses of the State Technical University of Quevedo, Ecuador, through the application of geographic information systems (GIS). The main objective was to identify and characterize the critical coverage areas in both campuses. Tools such as ArcGIS and the Network Cell Info Lite application were used to collect signal strength and geographic coordinates data. The analysis combined quantitative techniques, through linear interpolation, and qualitative techniques, through spectral mapping. The results revealed poor coverage (≤ -100 dB) in 80% of the "La María" campus, particularly in fish laboratories, livestock areas and farming areas, an environment characterized by dense vegetation and agricultural infrastructure. In contrast, the "Manuel Haz Álvarez" campus presented a more uniform coverage, although with critical points located in subway auditoriums and areas of high concurrence. The technical analysis considered the Ecuadorian mobile frequency bands (2G-4G), highlighting the potential of the B28 band (700 MHz) for improving 4G coverage in rural environments. The methodology, based on digital mapping, density layers and interpolation models, showed the need to install repeaters in areas with significant attenuation due to physical obstacles.

KEYWORDS: Geographic information systems, electromagnetic spectrum, spatial interpolation, spectral heat mapping

INTRODUCCIÓN

La conectividad móvil se ha convertido en un componente esencial para el funcionamiento integral de las instituciones de educación superior. La disponibilidad de redes móviles confiables no solo facilita el acceso a plataformas virtuales de enseñanza-aprendizaje, sino que también permite la ejecución de actividades de investigación colaborativa, gestión administrativa en tiempo real y comunicación de emergencias. En este contexto, la carencia de cobertura móvil adecuada en los campus universitarios rurales genera una brecha digital que impacta directamente en la calidad educativa y en las oportunidades de desarrollo académico de docentes, estudiantes y personal administrativo.

En zonas rurales como las que rodean a los campus "Manuel Haz Álvarez" y "La María" de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, diversos factores geográficos y ambientales afectan la calidad de las telecomunicaciones. La densa vegetación, las variaciones topográficas y la dispersión de infraestructuras limitan la propagación de señales móviles. Estas condiciones particulares requieren herramientas técnicas especializadas para evaluar y representar de manera precisa las zonas con deficiencia de cobertura. La ausencia de datos georreferenciados confiables impide la implementación eficiente de soluciones por parte de los operadores móviles y dificulta la planificación institucional para mejorar la conectividad.

Los sistemas de información geográfica (SIG) ofrecen una alternativa tecnológica eficaz para abordar esta problemática. Al integrar datos espaciales con información espectral y topográfica, los SIG permiten generar mapas temáticos que identifican áreas críticas de cobertura y proponen rutas de solución técnica. Esta metodología ha demostrado ser especialmente útil en regiones donde los modelos tradicionales de diagnóstico de redes móviles no son suficientes. A través del análisis de capas geoespaciales, es posible proyectar el comportamiento de la señal y orientar la instalación de infraestructura adicional, como antenas repetidoras o estaciones base.

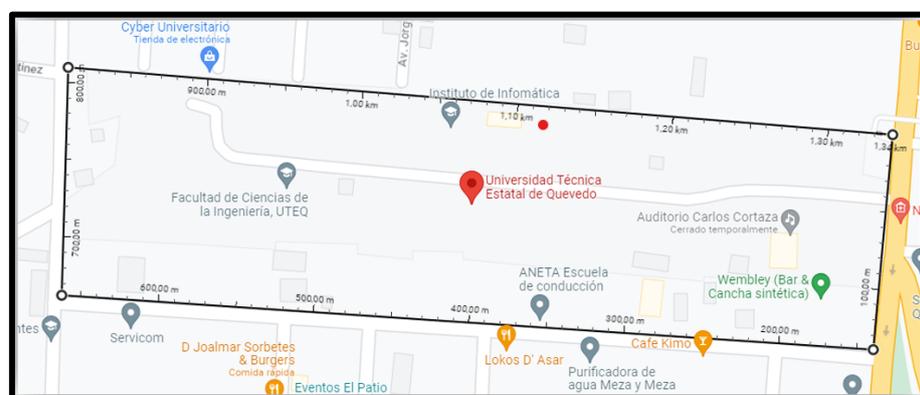
La aplicación de SIG en el ámbito universitario no solo responde a una necesidad operativa, sino que también representa una oportunidad de innovación educativa. Involucrar a estudiantes y docentes en proyectos de levantamiento de información territorial fortalece las competencias técnicas y promueve la investigación aplicada con impacto local. Asimismo, el uso de mapas digitales permite visibilizar las desigualdades tecnológicas en el entorno rural y generar propuestas basadas en evidencia, orientadas a garantizar una conectividad equitativa. En este sentido, la creación de un mapa espectral digital representa un paso estratégico para modernizar la gestión de redes móviles en contextos donde el acceso a las telecomunicaciones sigue siendo limitado.

MÉTODOS MATERIALES

La investigación se llevó a cabo en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, específicamente en los siguientes campus:

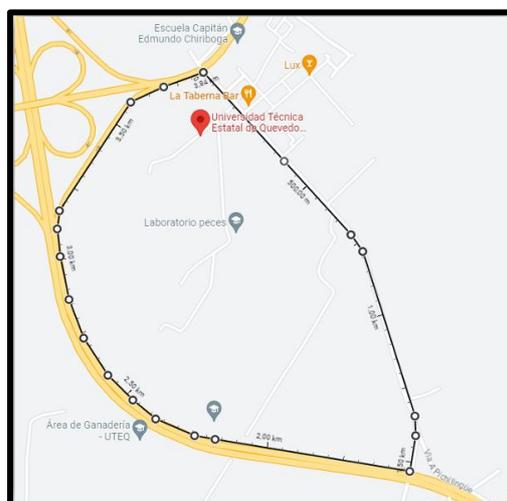
- Campus "Manuel Haz Álvarez": Ubicado en la Av. Carlos J. Arosemena, con coordenadas geográficas (-1.0126914349377685, -79.46950960065178), km. 1 1/2 vía a Santo Domingo de los Tsáchilas, Quevedo – Los Ríos – Ecuador. (Superficie total: 75.622,72 m², Distancia total: 1,34 km).

Fig 1: Ubicación de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo campus "Manuel Haz Alvarez"



- Campus "La María": Ubicado en la entrada al cantón Mocache, pasando por la transversal central del cantón Quevedo al Anillo vial, con coordenadas geográficas (-1.0803360959423112, -79.501464085417). Mocache – Los Ríos – Ecuador. (Superficie total: 971.152,62 m², Distancia total: 3,84 km)

Fig 2: Ubicación de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo campus "La María"



- **Investigación Descriptiva:** Se utilizó para realizar un análisis detallado del problema y sus implicaciones, identificar patrones y tendencias en la situación actual, y generar una descripción clara del fenómeno de estudio.
- **Investigación de Campo:** Se empleó para la recopilación de datos en los campus universitarios. Los datos recolectados fueron la potencia de la señal de cobertura móvil (en dB) y sus respectivas coordenadas geográficas.
- **Método Cuantitativo:** Para determinar las zonas que abarca la cobertura móvil mediante el análisis de los resultados obtenidos.
- **Método Cualitativo:** Para observar eventos, patrones de comportamiento durante la elaboración del mapa y la carga de datos, con el fin de mejorar la identificación de las zonas.

Herramientas de Software

Para la recolección y el análisis preciso de los datos de cobertura móvil en los campus universitarios, se consideraron diversas herramientas de software y aplicaciones móviles especializadas en la medición de la intensidad de la señal y las características de la red.

Nombre Software	Datos en tiempo real	Soporta Sistema operativo propuesto	Precisión en las lecturas
LTE Discovery	NO	SI	ALTO
Open Signal	SI	SI	MEDIO
Signal Strength	SI	SI	MEDIO
Network Cell Info Lite	SI	SI	ALTO
Root Metrics	NO	NO	BAJO
Cell Signal Monitor	NO	SI	ALTO
Net-Simulator	SI	SI	MEDIO
CoberApp	SI	SI	BAJO
Network Signal Speed Booster	NO	SI	MEDIO
GSM 3G/4G Amplificador	NO	SI	MEDIO



Interfaz Red	NO	SI	ALTO
integrada en smartphone			

Tabla 1: Comparación herramientas de software

La decisión de utilizar Network Cell Info Lite (versión premium) se basó en la comparativa de software, donde destacó como la opción mejor valorada en la plataforma de distribución digital y por su funcionalidad más completa.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

El análisis de los datos recopilados en los campus de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo revela una clara correlación entre la proximidad a las antenas transmisoras y la calidad de la cobertura de red móvil. Sin embargo, la efectividad de esta cobertura se modula significativamente por las características del entorno y las bandas de frecuencia utilizadas por los operadores en Ecuador.

En el Campus "La María", caracterizado por su densa vegetación e infraestructura agrícola significativa, se observó una disminución sustancial de la señal móvil en aproximadamente el 80% del campus. Áreas específicas como el laboratorio de peces, el lago, el laboratorio de cuyes, las plantaciones agrícolas, los invernaderos y otras zonas de producción agrícola exhiben niveles de señal móvil excepcionalmente bajos. Esta deficiencia, en parte, a la atenuación de la señal por la vegetación y las estructuras, pero también puede estar influenciada por las bandas de frecuencia predominantes en la zona.

Fig 3: Mapa espectral de cobertura del campus "La María".



Es probable que, a pesar de la presencia de la banda de 850 MHz (Banda 5), conocida por su buena penetración en áreas rurales, la densa vegetación y la infraestructura agrícola actúen como obstáculos que limitan su alcance efectivo. Las bandas de frecuencia más altas, como la de 1900 MHz (Banda 2) y las bandas 4G (1700/2100 MHz), comunes en áreas urbanas y con menor capacidad de penetración en obstáculos, podrían tener una presencia limitada o su efecto verse igualmente disminuido por las condiciones del entorno.

En contraste, el Campus "Manuel Haz Álvarez" muestra una situación más favorable en términos de cobertura móvil. Aunque existen áreas con señal débil, como los auditorios subterráneos, la cobertura general permite la realización ocasional de llamadas o la búsqueda de una señal más fuerte al aire libre. Esta diferencia debido a un escenario más urbano del campus y una posible mayor influencia de las bandas de 1900 MHz (Banda 2) y 4G (1700/2100 MHz), optimizadas para áreas urbanas y que ofrecen un buen equilibrio entre cobertura y capacidad de datos. No obstante, la presencia de estructuras subterráneas actúa como una barrera física que impide la correcta propagación de la señal.

Fig 4: Mapa espectral de cobertura del campus "Manuel Haz Álvarez".



Zonas Críticas y Desafíos de Cobertura

Tras la ejecución del levantamiento espectral de la cobertura de red móvil en los campus de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, se procedió a la identificación de zonas específicas que exhiben desafíos significativos en la provisión de conectividad. El análisis, reveló variaciones espaciales

críticas en la calidad de la cobertura. La tabla subsiguiente sintetiza las principales zonas críticas identificadas y los desafíos de cobertura asociados a cada una, detallando las implicaciones técnicas observadas.

Tabla 2: Zonas críticas de cobertura de red móvil

Campus	Zonas	Desafíos
Manuel Haz Álvarez	Auditorios Subterráneos	Presentan una señal móvil débil. La profundidad de estas estructuras y los materiales de construcción bloquean las frecuencias más altas, incluso aquellas optimizadas para áreas urbanas.
	Áreas de Congestión	Las áreas alrededor de los edificios académicos y las zonas de aparcamiento pueden experimentar congestión de red durante las horas pico. La alta densidad de usuarios en estas zonas puede saturar la capacidad de la red, independientemente de las bandas de frecuencia disponibles.
La María	Laboratorio de Peces y Lago	La densa vegetación y la presencia del lago resultan en una señal móvil extremadamente baja.
	Laboratorio de Cuyes y Conejos, Zona de Producción Agrícola e Invernaderos y Zona Ganadera	La infraestructura agrícola y la vegetación obstruyen la señal móvil en estas áreas.



CONCLUSIONES

La generación de una representación virtual de los campus "Manuel Haz Álvarez" y "La María" se fundamentó en la implementación de herramientas de geolocalización, específicamente ArcGIS y mapas de OpenStreetMap, estableciendo así una base para el análisis de la infraestructura de cobertura de red móvil. Este proceso integró datos geoespaciales para la visualización del entorno universitario y se complementó con el diseño de capas de información especializadas y la utilización de ArcGIS para la creación de mapas con codificación de colores. Adicionalmente, se desarrolló un código para la representación de los niveles de señal mediante técnicas de interpolación. La combinación de estas tecnologías SIG y programación, mostraron su viabilidad para el análisis de cobertura y su capacidad de ser replicada en otros contextos geográficos para optimizar la planificación de redes.

La elaboración de una guía de cobertura, fundamentada en datos de observación directa y mediciones de señal, proporciona información relevante para la gestión y planificación territorial. Esta guía permite la identificación objetiva de áreas con deficiencias de cobertura y ofrece datos para la toma de decisiones basada en evidencia, para la administración de la infraestructura de telecomunicaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Sánchez, F. M., Fernández, I. M. S., & Muñoz, L. M. A. (2012, 7 de abril). Análisis de mapas de interacción social en contextos virtuales para la reinterpretación de las relaciones en la escuela. RELATEC: Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa, 11(1), 101-114. Recuperado de <https://mascvuex.unex.es/revistas/index.php/relatec/article/view/849>
- Guzman, D. C., & Poma, G. R. (2022, mayo 12). Modelo tecnológico e infraestructura informática de un campus virtual para el contexto universitario. Revista Científica y Tecnológica UPSE, 8(2), 71-80. <https://doi.org/10.26423/rctu.v8i2.627>
- Pérez, J. I. J. (2016). Análisis del espacio geográfico y el paisaje de un campus universitario. Investigaciones Geográficas, (65), 69-86. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/721/72148468004.pdf>
- Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones. (2017). Espectro Radioeléctrico
- ARCOTEL Ecuador (2018). Plan Nacional de Frecuencias 2017

CONFLICTO DE INTERÉS:

Los autores declaran que no existen conflicto de interés posibles

FINANCIAMIENTO

No existió asistencia de financiamiento de parte de pares externos al presente artículo.

NOTA:

El artículo no es producto de una publicación anterior.