Resumen

Este trabajo de integración curricular aborda el análisis del desempeño de redes móviles 5G en entornos urbanos patrimoniales, tomando como caso de estudio el sector de la Plaza e Iglesia de San Francisco en el Centro Histórico de Quito. El objetivo principal de este estudio es analizar la influencia del entorno construido sobre la cobertura y la capacidad de la red, además de estimar los requerimientos de la red de transporte o backhaul. Con este fin, se realiza una simulación a nivel de sistema que considera la interacción entre varias estaciones, la ubicación espacial de los usuarios y las condiciones de propagación de un entorno urbano denso. Mediante información geográfica se construye una representación digital del área de estudio, en la cual se aplican modelos de pérdida por distancia y pérdidas equivalentes producidas por el bloqueo de las edificaciones.

En una primera etapa se evaluó un escenario conformado únicamente por una macrocelda que opera en la banda de 3,5 GHz, con el propósito de identificar las limitaciones de cobertura y capacidad de la red. En estas condiciones se obtuvo un throughput promedio de 14,72 Mbps, mientras que el 88,67 % del área presentó valores inferiores a 10 Mbps, lo que evidenció un desempeño limitado en gran parte del escenario. Posteriormente, se incorporaron cuatro small cells en ubicaciones estratégicas para mejorar el funcionamiento de la red. Como resultado, el throughput promedio aumentó hasta 22,63 Mbps, equivalente a una mejora del 53,7 %. Además, en las zonas donde inicialmente se registraban los mayores problemas de servicio, el throughput pasó de valores cercanos a cero a un rango comprendido entre 61,44 y 300 Mbps, reflejando una mejora significativa en la capacidad ofrecida.

Para estimar la capacidad del backhaul se analizaron los valores de throughput obtenidos por cada small cell y sus percentiles de mayor demanda. Los valores de p95 se ubicaron entre 261,32 y 300 Mbps, por lo que se estableció como referencia una capacidad de 400 Mbps por nodo y aproximadamente 1,6 Gbps para el conjunto de las cuatro small cells. Los resultados muestran que la planificación de una red 5G en un entorno patrimonial

debe considerar de manera conjunta la propagación, la interferencia, la ubicación de los nodos y la capacidad requerida en la red de transporte.

Palabras clave: 5G, small cells, backhaul, propagación radioeléctrica, entorno patrimonial, Centro Histórico de Quito.

Abstract

This undergraduate thesis analyzes the performance of 5G mobile networks in urban heritage environments, using the Plaza and Church of San Francisco in the Historic Center of Quito as a case study. The main objective is to evaluate the influence of the built environment on network coverage and capacity, as well as to estimate the requirements of the transport network (backhaul). To achieve this, a system-level simulation was conducted, considering the interaction among multiple base stations, the spatial distribution of users, and the propagation conditions of a dense urban environment. A digital representation of the study area was developed using geographic information, where distance-dependent path loss models and equivalent building blockage losses were applied.

In the first stage, a scenario consisting of a single macrocell operating in the 3.5 GHz band was evaluated to identify coverage and capacity limitations. Under these conditions, an average throughput of 14.72 Mbps was obtained, while 88.67% of the study area exhibited throughput values below 10 Mbps, revealing limited network performance over most of the scenario. Subsequently, four small cells were deployed at strategic locations to improve network performance. As a result, the average throughput increased to 22.63 Mbps, representing a 53.7% improvement. Furthermore, in the areas that initially experienced the poorest service, throughput increased from values close to zero to a range between 61.44 and 300 Mbps, demonstrating a significant enhancement in network capacity.

To estimate the required backhaul capacity, the throughput achieved by each small cell and their peak demand percentiles were analyzed. The 95th percentile throughput values ranged from 261.32 to 300 Mbps, leading to a recommended backhaul capacity of 400 Mbps

per node and approximately 1.6 Gbps for the four small cells combined. The results show that planning a 5G network in a heritage urban environment requires the joint consideration of radio propagation, inter-cell interference, node placement, and transport network capacity.

Keywords: 5G, small cells, backhaul, radio propagation, heritage environment, Historic Center of Quito.