

**Información General**

Facultad: CIENCIAS NATURALES E INGENIERIA			
Programa Académico: INGENIERIA DE TELECOMUNICACIONES		Grupo(s) de Investigación: GNET	
Nombre del semillero /Sigla: Semillero en sistemas de Telecomunicaciones/ SISTEL		Fecha creación: 12 febrero de 2015	
		Regional: Bucaramanga	
Líneas de Investigación: Comunicaciones inalámbricas - Protocolos de Transmisión y Recepción			
Áreas del saber *			
<input type="checkbox"/>	1. Ciencias Naturales	<input checked="" type="checkbox"/>	2. Ingeniería y Tecnologías
<input type="checkbox"/>	3. Ciencias Médicas y de la Salud	<input type="checkbox"/>	4. Ciencias Agrícolas
<input type="checkbox"/>	5. Ciencias sociales	<input type="checkbox"/>	6. Humanidades

**Información del Director del Proyecto**

Nombre: Johan Leandro Tellez Garzon	No. de identificación:	Lugar de expedición:
Nivel de Formación Académica (Pregrado / Postgrado / Link de CvLAC): Ingeniero en Telecomunicaciones / Maestría en Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones / Doctorado en Ingeniería Eléctrica /		
Celular	Correo Electrónico:	

**Información de los autores**

Nombre	No. de Identificación y lugar de expedición	Celular	Correo Electrónico
Miguel David Rincón Mendivelso			

**Proyecto**

1. Título del Proyecto:  Simulación de propagación de señal en un canal 5G para la ciudad de Bucaramanga mediante la herramienta Xirio	Modalidad del Proyecto				
	PA	PI	TG	RE	Otra. ¿Cuál?

## 2. Resumen del trabajo:

El progreso de las nuevas tecnologías creadas para satisfacer las necesidades del ser humano genera limitaciones de comunicación a nivel mundial, las comunicaciones se encuentran en un proceso de crecimiento e incursión tecnológico; las simulaciones son herramientas que ofrecen muchas alternativas para la resolución de problemas, este tipo de estudios brindan la posibilidad de analizar, evaluar y responder preguntas; tales, ¿cómo utilizar una herramienta de simulación especializada en propagación para analizar el área de cobertura de sistemas 5G?. Por medio de este proyecto se realizará un estudio de simulación de un canal con cobertura 5G en escenarios de radio propagación en la ciudad de Bucaramanga, Para ello se establecen los antecedentes a esta nueva tecnología como la evolución de las comunicaciones inalámbricas, tecnología para nueva generación, coberturas de propagación, análisis de factibilidad de los escenarios, análisis de los datos; con el cual se documenta información de interés y consulta exponiendo de manera detallada el comportamiento de las redes de quinta generación, Dentro de los hallazgos principales de este estudio se demuestra el impacto que las redes 5G en cuanto a cobertura, latencia, velocidades de transmisión, calidad de la información entre otros aspectos de interés para el desarrollo tecnológico de los escenarios estudiados. Además, detalla los procesos y configuraciones que se deben llevar a cabo para utilizar sistemas 5G en la plataforma Xirio.

## 3. Objetivo General y Objetivos específicos:

Realizar un estudio simulado en un canal de cobertura 5G mediante una herramienta online especializada, en escenarios de radio propagación de la ciudad de Bucaramanga con el fin de conocer el área de cobertura de esta nueva tecnología e identificar ventajas, y desventajas en su funcionamiento.

- Realizar el levantamiento de información para identificar las principales características de los sistemas móviles de cobertura 5G por medio de consulta en bases de datos reconocidas.
- Llevar a cabo las simulaciones de propagación mediante Xirio Online en los escenarios de radio propagación identificados en la ciudad de Bucaramanga y así evaluar el área de influencia del sistema 5G, ventajas y desventajas en cuanto a su funcionamiento.
- Analizar los resultados de las simulaciones de cobertura que permitan determinar el desempeño del canal 5G en los escenarios de radio propagación estudiados resumiendo esta información en el informe final.

## 4. Análisis de resultados:

Para el desarrollo del proyecto se decidió tomar el montaje de 5 estaciones en la ciudad de Bucaramanga, se diseñaron las estaciones teniendo en cuenta las características solicitadas por la herramienta Xirio Online; dichas estaciones se relacionan a continuación en la tabla donde se realiza una ubicación geográfica determinando latitud, longitud y altitud.

Tabla: Ubicación geográfica de las estaciones que serán estudiadas

<i>ESTACION</i>	<i>LATITUD</i>	<i>LONGITUD</i>	<i>ALTITUD</i>
<i>BUC.UTS</i>	07°06'19.46"N	073°07'23.57"W	931.31 m
<i>BUC.PQ-CIGARRAS</i>	07°06'13.41"N	073°07'16.97"W	930.66 m
<i>BUC.ACROPOLIS</i>	07°06'16.14"N	073°07'19.68"W	935.03 m
<i>BUC.PLAZAMAYOR</i>	07°06'13.24"N	073°07'27.84"W	928.22 m
<i>BUC.MARSELLA</i>	07°06'17.24"N	073°07'36.11"W	927.36 m

La "Polarización" se configuro en la opción "sin especificar", con el fin de que cualquier tipo de polarización sea válido, la antena del terminal no tiene diagrama de radiación horizontal, debido a que en este plano tiene radiación omnidireccional, ya que la estación móvil con respecto a la estación base puede estar en diferentes lugares, el terminal móvil necesita recibir la radiación de la estación base proveniente desde cualquier lugar en el plano horizontal, por lo tanto, siempre la antena del terminal móvil en el plano horizontal tiene radiación omnidireccional. Diagrama de Radiación Vertical: A continuación, se ilustra el diagrama de radiación vertical en la figura.

## Propiedades del Diagrama de Radiación

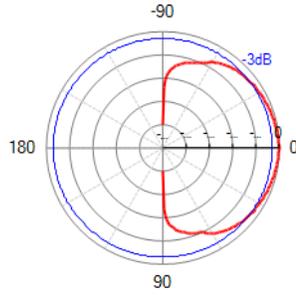
### Diagrama vertical

Azimut:

Inclinación:

Atenuación:

Inclinación	Atenuación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
-90.00	-40.00	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
-65.00	-10.00	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
-39.00	-3.00	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
0.00	0.00	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
39.00	-3.00	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
65.00	-10.00	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
90.00	-40.00	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>



#### Coordenadas:

Polares  Cartesianas

#### Escala:

Natural  Logarítmica

Inclinación

-

Atenuación

-

Mostrar marca -3dB

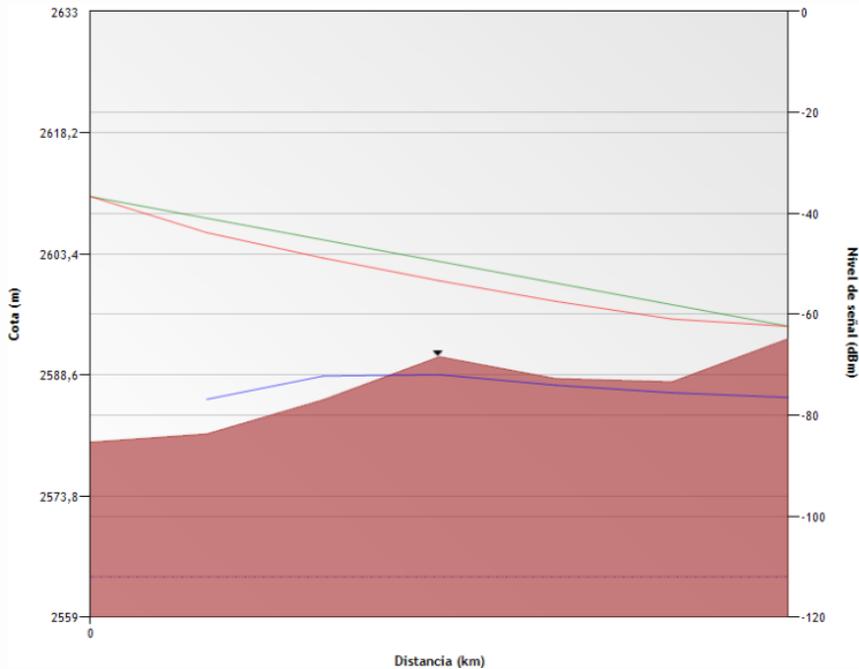
Mostrar rejilla Inclinación

Mostrar rejilla Atenuación

Intervalo Inclinación:

Intervalo Atenuación:

En la figura siguiente se expone el perfil topográfico del terreno que separa la estación base y el equipo de usuario. Se hace necesario mostrar mediante el informe del enlace (tabla 3) que los niveles de la señal receptora del equipo de usuario están en el rango de (-76,85 dBm – -71,98 dBm) por ende, se encuentran dentro del nivel de sensibilidad al umbral el cual es definido como RSRP threshold (-122 dBm – 44 dBm), como respuesta al estudio de enlace se tiene que la información enviada desde la estación base fue entregada al equipo de usuario. El estudio de enlace 5G cumple la línea de vista (LOS) y adicional la primera zona de Fresnel no se encuentra obstruida, lo que permite que el servicio móvil tenga un rendimiento favorable, analizando el informe de enlace en los detalles de distancia [Km], Cota[m], Nivel de señal[dBm] se puede apreciar los valores que recibe cada punto.

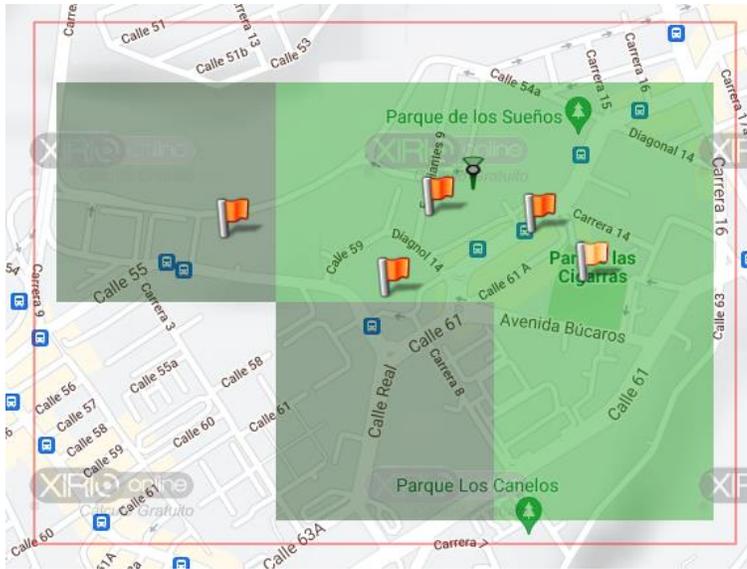


Los niveles de señal que se tienen como resultado del estudio de cobertura se encuentran registrados en la tabla. Se puede evidenciar que los puntos de interés se localizan dentro del nivel de sensibilidad umbral SS-RSRP (-12dBm a -44dBm).

Tabla. Nivel de señal SS-RSRP del estudio de cobertura 5G

Puntos de Interés	Nivel de Señal SS-RSRP[dBm]
BUC.UTS	-62.46
BUC.PQ-CIGARRAS	-80.54
BUC.ACROPOLIS	-90-01
BUC.PLAZAMAYOR	-82.65

Como se puede visualizar en la tabla anterior y la figura siguiente, la cobertura y nivel de señal que confieren las estaciones base aproximadamente son similares. Comparando los puntos de interés se puede observar que existe una diferencia de aproximadamente 8 dBm entre puntos de interés. Se debe tener en cuenta que, para los puntos de interés, los niveles de señal RSRP se encuentran dentro del rango umbral de sensibilidad, RSRP threshold (-122 dBm – 44 dBm), lo que implica que el servicio se le llegase a implementar esta tecnología funcionaría satisfactoriamente, con las diferencias de calidad dependiendo de la distancia con respecto a la estación base.



## 5. Conclusiones:

Culminado el desarrollo del proyecto de grado, se puede expresar respecto a algunas de las características más relevantes mencionadas durante el proceso de creación del documento, buscando hacer un consolidado sobre el impacto en el rendimiento de la red.

Es el uso del esquema de transmisión OFDM, este esquema permite obtener un gran ancho de banda para los datos, permite que los datos se transmitan de manera eficiente sin dejar de brindar un alto grado de calidad frente a las reflexiones e interferencia, adicional de tener alto grado de resistencia ante la pérdida de señal.

La tecnología 5G propuesta muestra variedad de cambios y mejoras respecto a las tecnologías actuales se mencionan en todo el documento la información más relevante, los cuales será nombrada a continuación

Una de las mejoras que se realizó en 5G es la del aumento en la cantidad de portadoras en "Carrier aggregation", ya que en 5G permite realizar la agregación de 16 portadoras, posiblemente de diferentes anchos de banda y diferentes esquemas dúplex, esto permite anchos de banda más superiores a los actuales.

La incorporación de "mini-slots" mejora de forma evidente el consumo de los recursos disponibles, Adicional se evidencia mejoría en los tiempos de respuesta del sistema de comunicación al permitir que un "mini-slot" pueda ser tan corto como un símbolo OFDM, también da la posibilidad de comenzar en cualquier momento durante una trama.

## 6. Recomendaciones:

Con base a lo plasmado en este documento, de los trabajos futuros relacionados con las tecnologías de quinta generación "5G", investigar sobre las especificaciones que entidades gubernamentales, proveedores de servicio desarrollen, que por medio de simulaciones evaluar los equipos que implementan, detallar las prestaciones que ofrecen para esta nueva tecnología con la finalidad de analizar sus capacidades de desempeño.

La herramienta Xirio Online posee capas administrativas los cuales brindan la posibilidad de obtener más resultados que pueden llegar a ser considerados valiosos, sería ideal obtener resultados de estas capas ya que puedan complementar este estudio con futuros estudios.

Es importante que desde el grupo de investigación del programa académico realizar una recopilación de parámetros, conceptos, definiciones, y posibles tecnologías que podrían ser utilizadas en la implementación de dispositivos IoT articulados con servicios 5G.

Realizar la implementación práctica de este estudio con fines educativos, que tengo como objetivo comparar de si el comportamiento de la señal en la vida real respecto al simulado posee resultados similares..

## 7. Bibliografía:

- Agusti, R., Bernardo, F., Casadevall, F., Ferrús, R., Pérez Romero, J., & Sallent, O. (2010). LTE: Nuevas tendencias en comunicaciones móviles. España: Fundación Vodafone.
- Anonimo. (2017). "Definición duplexor", Artículo, Electrónica Básica,. España: Artículo Electrónica Básica.
- Aptica. (02 de 10 de 2021). Manual XIRIO. Obtenido de Manual Aptica Online: <https://www.xirio-online.com/web/help/es/index.htm>
- Arévalo Peña, J. E. (2020). Simulación de radio propagación de arreglos de Múltiples-Entradas-Múltiples-Salidas (MIMO) en frecuencias de ondas milimétricas para redes 5G. En Desarrollo e innovación en ingeniería (5ta ed., pág. 241). Medellín: Editorial IAI.
- Barragán Martínez, X. (2020). Las redes 5G. Ecuador: Centro de Estudios Avanzados en Banda Ancha para el Desarrollo.
- Buitrago Arias, J. L., & González Acuña, D. S. (2021). Simulación de una red móvil 5G en la ciudad de Bogotá. Revista Científica: BIOTECH AND ENGINEERING, 1(1).
- Castellanos Hernández, W. E., & Chacón Osorio, M. E. (2006). Utilización de herramientas software para el modelado y la simulación de redes de comunicaciones. Revista GTI, 5(11), 73-81.
- Cataldi, Z., Lage, F., & Dominighini, C. (2013). Fundamentos para el uso de simulaciones en la enseñanza. Revista de informática educativa y medios audiovisuales, 10(17), 8-16.
- Chiang, M. (2016). Interference and Signal to Interference Ratio (SIR). New Jersey: Video de curso, Princeton University.
- Computing, S. M. (16 de Junio de 2016). UMTS (Universal Mobile Telecommunications Service). Obtenido de <https://searchmobilecomputing.techtarget.com/definition/UMTS>
- Constaín, S., Mantilla Gaviria, I. A., Rueda Jiménez, G. C., Trujillo, L. F., Barrera Medina, J. G., Thiriat Tovar, P. E., . . . Agudelo Mora, O. I. (2019). Plan 5G Colombia El Futuro Digital es de Todos. Bogotá, Colombia: Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.
- Dorado, J. L. (2012). Conceptos básicos sobre planificación de redes. Obtenido de Diario de Planificación y Diseño de Redes y Servicios: <https://diarioredesyserVICIOS.wordpress.com/2012/01/11/conceptos-basicos-sobre-planificacion-de-redes/>
- Espada Barba, B. (20 de Octubre de 2021). ¿Qué son el 1G, 2G, 3G, 4G y 5G y sus diferencias? OkDiarios, pág. 17:07.
- González Callejas, R. (2017). Implementación de movilidad en redes 5G. Granada: Escuela Técnica Superior de Ingenierías Informática y de telecomunicaciones .
- GSMA. (2016). Posición de la GSMA sobre políticas públicas. Obtenido de Espectro 5G: <https://www.gsma.com/spectrum/wpcontent/uploads/2017/02/Espectro-5G-Posici%C3%B3n-de-la-GSMA-sobrepol%C3%ABlicas.pdf>
- Guerrero, F., Parra Moreno, J. E., & Vejarano Acosta, G. A. (2004). Introducción a los sistemas de comunicaciones móviles modernos. Cali: Universidad del Valle.
- Gutierrez Gonzalez, O. S., & Ruiz Leal, B. L. (2020). Análisis y comparación de la interfaz de radio de las redes de comunicación móviles celulares de 4G y 5G. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Luque Quispe, J. M. (2020). Simulación y evaluación de los modelos de pérdidas de propagación de gran escala en entornos urbano-densos para la red de comunicaciones móviles de quinta generación (5G) para las bandas de 28 y 73GHz. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

8. Anexos: Corresponde a las evidencias de realización y resultados de proyecto y a las herramientas desarrolladas y/o utilizadas en su ejecución.

\* Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE)

\*\* PA: Plan de Aula, PI: Proyecto integrador, TG: Trabajo de Grado, RE:Reda