

Evaluación del desempeño de una red de datos corporativa

Alvaro Betancourt Uscátegui¹
Harold Mendez G.²

RESUMEN

El análisis del desempeño de las redes de telecomunicaciones es fundamental para su planeación, crecimiento y calidad de servicio. El artículo presenta una metodología para la evaluación del desempeño de una red de datos aún cuando la misma puede aplicarse para redes que manejen otro tipo de tráfico.

Palabras Clave: Red de datos, Tráfico, Modelamiento de red.

ABSTRACT

Performance evaluation in telecommunication networks is important for the management, expansion and quality of service. The paper presents a methodology for the performance evaluation network data, but the same could be used for networks with other type of traffic.

Key words: Data Network, Traffic, Performance Evaluation.

I. INTRODUCCIÓN

Cada vez es más necesario que las empresas que construyen redes de datos, utilicen una metodología que les permita conocer a través del tiempo el desempeño de su red. Este conocimiento facilita una planeación sobre su crecimiento y evita problemas en el futuro. El tratamiento del tráfico sobre la red nos permite calcular que tipo de elementos y cuantos son necesarios para lograr un buen desempeño. Esta optimización busca que la calidad del servicio prestado tenga una alta disponibilidad y confiabilidad además de ahorrar costos en la selección de los componentes de la red. En la investigación que se presenta a continuación se modela la una red de datos, se efectúa su simulación y se identifican los posibles puntos críticos. El artículo se organiza de la siguiente manera. En la segunda sección se plantea la metodología. En la siguiente sección se realiza el modelo de la red. A continuación se muestran los resultados bajo simulación y finalmente las conclusiones.

identificar los periodos de tiempo críticos en el comportamiento de la misma. Estos periodos de tiempo son aquellos en los cuales se presenta un mayor tráfico sobre la misma. Incluye dicha fase el inventario y configuración de la red, así como el análisis de dicha información. Posteriormente se plantea el modelo y desarrollo de la red, la simulación y resultados[1,2,3,4,5].

2.1 INVENTARIO Y CONFIGURACIÓN DE LA RED

Se identifican los equipos y elementos que conforman la red, los nodos respectivos, los canales de comunicaciones, los servidores de datos y las diferentes aplicaciones que corren sobre la red, lo que permitirá efectuar un análisis y simulación de la misma. En la figura No. 1, se observa la topología de la red en evaluación. Se trata de un Backbone en el protocolo Frame Relay cuya velocidad de interconexión se especifica en la tabla No. 1. La red se compone de 7 nodos de conmutación de paquetes. Las aplicaciones que corren sobre la red son de tipo corporativo y de oficina sucursal bancaria. Se toma la aplicación principal que de oficina bancaria que es la razón de ser de la red y que maneja 135 servidores de datos, 135 servidores de comunicaciones y 565 terminales de datos en el ámbito nacional.

El tratamiento del tráfico sobre la red nos permite calcular que tipo de elementos y cuantos son necesarios para lograr un buen desempeño.

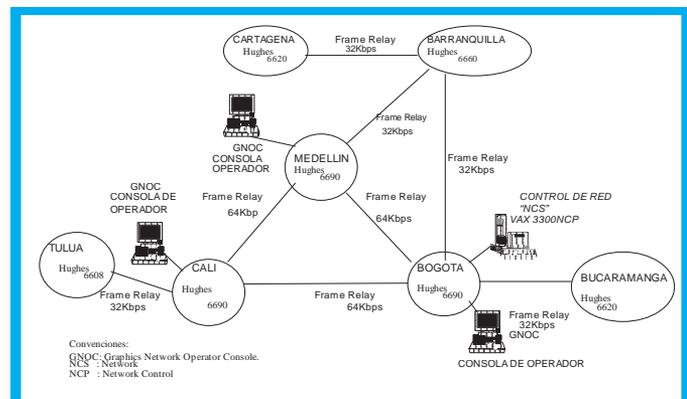


Figura 1. Red de Datos Bancaria "interconexión de nodos principales"

TABLA I. TABLA 1. VELOCIDADES DE LOS CANALES ENTRE CIUDADES

CANAL Interurbano	Protocolo	VELOCIDAD CIR (bits por segundo)
Frame Relay		
BOGOTA-CALI		64000
BOGOTA-MEDELLIN		64000
BOGOTA-BARRANQUILLA		32000
BOGOTA-BUCARAMANGA		32000
MEDELLIN-CALI		64000
MEDELLIN-BARRANQUILLA		32000
BARRANQUILLA-CARTAGENA		32000
CALI-TULLUA		32000

II. METODOLOGÍA

Una de las fases de mayor cuidado y trabajo es la captura de datos en la que se recopilan archivos estadísticos históricos del tráfico de la red con el fin de

¹ Director del Grupo de Investigación LAMIC de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas

² Funcionario E.T.B.

En la figura 2, se observa la aplicación principal que se conecta a cada uno de los nodos. Consiste en oficinas sucursales que por medio de módem para cobre, se conecta a cada uno de los nodos.

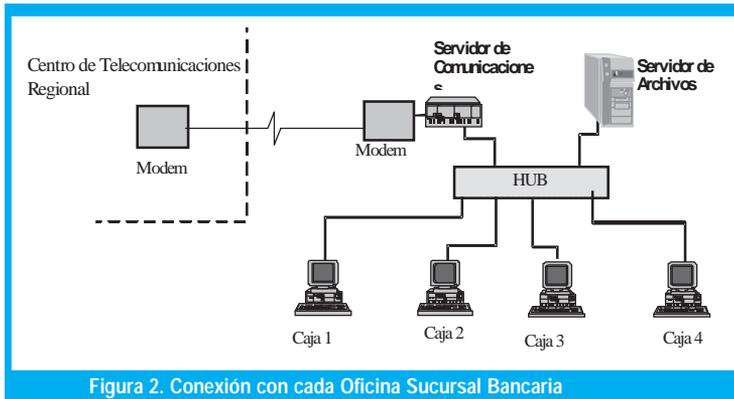


Figura 2. Conexión con cada Oficina Sucursal Bancaria

2.2 CAPTURA DE DATOS

Para la captura de datos, se necesita observar, en puntos seleccionados de la red, los paquetes de información que ingresan y salen. Para ello se busca dicha información en el sistema de gestión de red. En la figura 1 se especifica como "NCS". Como en la mayoría de las redes corporativas no se cuenta con un sistema de gestión que vaya a este nivel de detalle, una manera para superar esta dificultad es utilizar un analizador de protocolos o "Datascopios", con el fin de identificar los inicios y terminaciones de sesión, los tiempos de llegada entre sesiones, los números de paquetes de cada sesión o llamada y los tiempos de llegada entre paquetes en cada sesión. Para la captura apropiada de los datos y usando los archivos estadísticos que entrega el "NCS", se seleccionan: los sitios en la red de datos en los cuales se debe efectuar la toma de información, las fechas y el periodo de tiempo utilizado.

Es el momento de elaborar un modelo de tráfico, sobre la base de los datos capturados en puntos específicos de la red. Los datos presentan un comportamiento completamente aleatorio. El objetivo es hallar un tipo de función de distribución de probabilidad que rijan su comportamiento [6,7]. Una función de distribución empírica puede presentar ciertas irregularidades, particularmente si el número de datos disponibles es muy pequeño. En este momento se inicia la construcción de un modelo para una red corporativa tipo bancario. Se utilizan datos de 5 días continuos cuyo comportamiento fuera es aproximada-

Una función de distribución empírica puede presentar ciertas irregularidades, particularmente si el número de datos disponibles es muy pequeño.

mente similar. Periodo de tiempo que registre la mayor cantidad de tráfico en la red. Conocidas las características de cada una de las distribuciones típicas y seleccionada la información a analizar, se procede a identificar a que tipo de distribución corresponde. Para tal fin se siguen las siguientes actividades: selección preliminar de una distribución, estimación de parámetros y determinación de la eficiencia de la representación de la función de distribución elegida.

Los datos a analizar son: tiempos de llegada entre llamadas, tiempos de llegada entre paquetes y el número de paquetes entre llamadas. Se toman de las llamadas exitosas entre oficinas. Las posibles distribuciones de probabilidad que rigen su comportamiento deben ser continuas pues deben corresponder a funciones continuas en el tiempo. Cada una de estas distribuciones tiene una lista de propiedades relevantes que orientan su identificación. De los archivos históricos mensuales de tráfico, se observa en la figura No. 3, cómo el mes de diciembre es el que registra una mayor cantidad de tráfico y por lo tanto se toman los días correspondientes del 13 al 17 de diciembre.

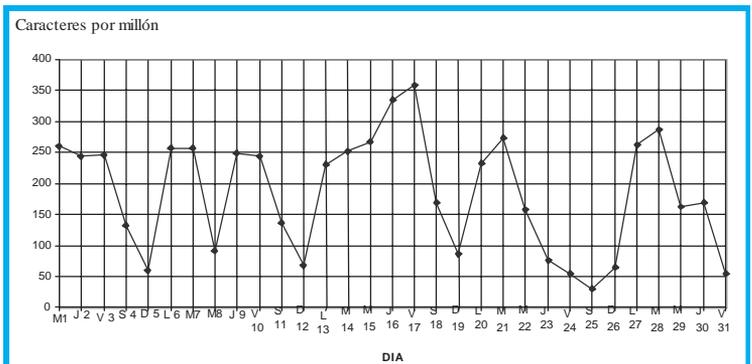


Figura 3. Tráfico en el Backbone

2.4 SELECCION DE LA DISTRIBUCION DE TIEMPO INTERARRIVOS DE LLAMADAS GENERADAS EN LA RED

Con los datos del sistema de control de red "NCS" y del analizador de protocolos, se hallan los periodos de tiempo de mayor carga en la red para su estudio. Se puede observar en la figura 4 que el mayor tráfico se encuentra entre las 9:00 a.m. y las 10:00 a.m.

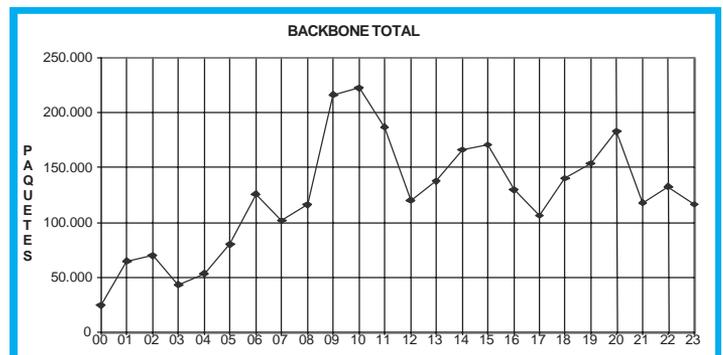


Figura 4. Tráfico Total por horas

En la muestra de análisis se tomaron fechas en las que la red tiene un comportamiento similar, aunque con una carga de tráfico mayor, con el propósito de obtener datos que reflejen las situaciones más críticas de su desempeño.

A continuación se halla la matriz de tráfico de los nodos principales (Bogotá, Cali, Medellín y Barranquilla) con el fin de conocer cómo se distribuyen los paquetes y llamadas generadas en la red de datos. El objetivo siguiente es analizar la clase de tráfico que se genera desde los usuarios hacia la red, para definir el tipo de distribución que rige el tiempo entre llegadas de las llamadas generadas por los usuarios, la distribución que rige la duración de las llamadas, el número de mensajes por llamada o sesión, el tiempo entre llegadas de los mensajes en cada llamada y el tiempo entre llegadas de estos mensajes. Para hallar el tiempo de llegada entre llamadas que llegan a un nodo, se estudia el tráfico de llamadas que genera una oficina típica identificando su distribución estadística. Para realizar el cálculo de tiempos de llegada entre llamadas se seleccionaron los registros originados desde una oficina específica, la cual es una oficina tipo sucursal bancaria y registra el mayor número de llamadas generadas. En la muestra de análisis se tomaron fechas en las que la red tiene un comportamiento similar, aunque con una carga de tráfico mayor, con el propósito de obtener datos que reflejen las situaciones más críticas de su desempeño. Estos datos se ordenan en forma descendente y se calcula la diferencia entre los tiempos de generación de las llamadas. A partir de estos valores, se realiza el cálculo de la media, la mediana, la Varianza, el coeficiente de variación, el valor mínimo y el valor máximo para el periodo de tiempo seleccionado los cuales se muestran en la tabla No. 2. Se deduce que el valor de la media no es aproximadamente igual al de la mediana y que el coeficiente de variación es cercano a uno, lo que nos da un indicio de que la distribución de probabilidad que más se aproxima al comportamiento es la distribución exponencial, que teóricamente es la distribución que rige los tiempos interarribos de llegada de clientes a un sistema. Por lo tanto, en primera instancia se selecciona esta distribución para el análisis de la variable tiempo interarribos.

TABLA II. RESUMEN DE ESTADÍSTICOS TIEMPOS INTERARRIBOS

Fecha	Media	Mediana	Varianza	Coeficient e variación	Mínimo Seg.	Máximo Seg.	Número Llamadas
13/12/XX	20.93	16.00	479.55	1.05	0	181	155
14/12/XX	21.56	15.00	551.88	1.09	0	151	165
15/12/XX	31.81	19.00	1427.31	1.19	1	209	112
16/12/XX	25.48	20.00	587.83	0.95	1	156	143
17/12/XX	18.22	11.00	452.02	1.17	1	114	194

Al efectuar histogramas con intervalos de tiempo de 2seg. , 3 seg. , 5seg. , y 10 seg. , se observa que hay menos dispersión de datos cuando se toma un intervalo de 5 seg. , y la distribución hallada se va asemejando a una distribución exponencial. Con el resumen de cuantiles, comparación de frecuencias y prueba de chi-cuadrado se ratifica que la distribución que más se aproxima es la exponencial con un buen grado de confianza.

2.5 SELECCIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DURACIÓN DE LLAMADAS GENERADAS

Mediante el mismo procedimiento utilizado para hallar la distribución de tiempo interarribos de llamadas generadas en la red y utilizando la información consignada en la tabla No. 3 se analiza dicha variable. Esta se puede regir por una de las siguientes distribuciones: gamma, weibull y lognormal. Se concluye que la distribución que mejor sigue el comportamiento es la distribución gamma, en razón a que el valor chi-cuadrado observado es menor que el valor chi-cuadrado teórico.

TABLA III. RESUMEN DE ESTADÍSTICOS DURACIÓN DE LLAMADAS GENERADAS

Fecha	Media	Mediana	Varianza	Coeficiente variación	Mínimo	Máximo
13/12/XX	4.67	4.4	3.51	0.44	1.1	9.7
14/12/XX	4.53	4.2	3.48	0.41	1.0	9.6
15/12/XX	4.03	3.8	3.88	0.49	1.0	9.8
16/12/XX	4.34	4.0	3.00	0.40	1.0	9.8
17/12/XX	4.49	4.3	3.00	0.39	1.0	9.5

2.6 SELECCIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN TIEMPO ENTRE LLEGADAS DE LOS MENSAJES DE CADA SESIÓN

Cada sesión está compuesta por varios mensajes o paquetes. En la Tabla No. 4 se observan las características estadísticas de la distribución en cuanto al tiempo entre llegadas de estos mensajes en varias sesiones. La figura No. 5 se muestra la distribución aproximada del tiempo entre llegadas. Analizando los datos de la tabla y la figura anterior se aprecia que se trata de una distribución exponencial ya que el coeficiente de variación es aproximadamente igual a 1 y el histograma demuestra su tendencia. El análisis realizado muestra que la distribución de mensajes o paquetes que ingresan a un nodo de comunicaciones sigue a la distribución exponencial. Para la elaboración del modelo de red y su simulación, a los nodos de comunicaciones ubicados en las ciudades principales, se les asigna a cada uno, generadores de llamadas o sesiones alimentados con las características de las distribuciones halladas.

TABLA IV. CARACTERÍSTICAS TIEMPOS ENTRE LLEGADAS MENSAJES POR SESIÓN

DESCRIPCIÓN	VALOR
Mínimo	8,00
Máximo	998,00
Media	276,70
Mediana	198,00
Varianza	78044,56
Coeficiente Variación	1,01
Número Máximo de Llamadas	199,00

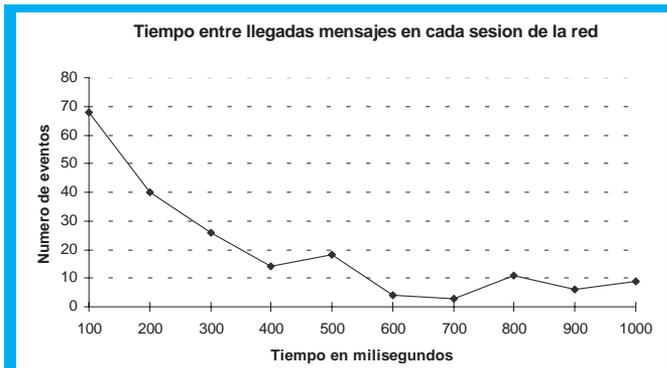


Figura 5. Distribución en el tiempo de llegadas de paquetes dentro de una llamada

III. DESARROLLO DEL MODELO DE LA RED

Con base en la información analizada anteriormente, se plantea ahora el modelo de la red, el cual se observa en la figura No. 6. La simulación de la red es llevada a cabo mediante un modelo de eventos, cuyo enfoque consiste en representar la evaluación del sistema mediante diferentes estados que se van presentando en tiempos discretos o eventos. Los primeros eventos impactan a los siguientes y así sucesivamente se va observando el comportamiento del sistema en su totalidad y en cada uno de los elementos que lo componen.

La herramienta utilizada es COMNET III [8] la que facilita la evaluación del desempeño en redes de telecomunicaciones ayudando a su planeación y evaluación de la misma. En este modelo se busca analizar los retardos o retrasos de los mensajes y respuestas a los mismos, retrasos en los

paquetes, bloqueos en los establecimientos de llamadas o sesiones, porcentaje de utilización de los buffers, retrasos y porcentaje de utilización de los enlaces.

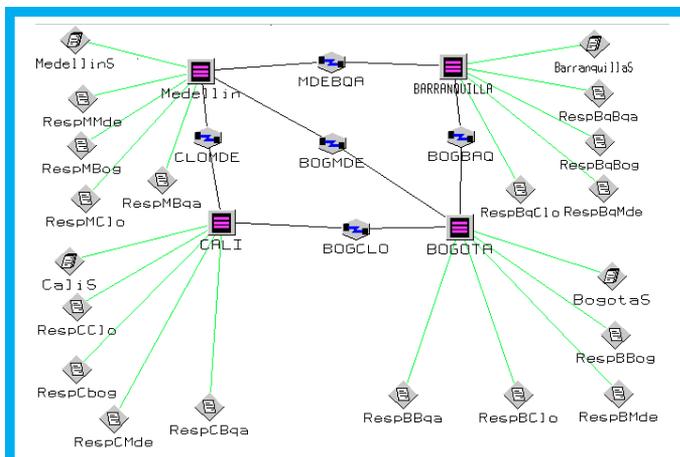


Figura 6. Modelo de la Red de Datos

IV. SIMULACION Y RESULTADOS

En la figura No. 6 se observa el Modelo de la Red de Datos bancaria a analizar para evaluar su desempeño. Con base en los datos estadísticos hallados con anterioridad, en las corridas de la simulación se halló que el porcentaje de utilización de los enlaces es bajo y que el enlace con mayor porcentaje de utilización es Bogotá Medellín (18,85%). Los mayores retardos o retrasos se presentan en los enlaces Bogotá - Barranquilla con un retraso promedio de las tramas que vienen de Barranquilla de 156.1 mseg. que se debe principalmente a la baja velocidad del canal que corresponde a 32kbps. Otro enlace que vienen con marcados retrasos es Medellín-Barranquilla con un retrasos o retardo de 140,48 mseg. de las tramas que vienen desde Barranquilla y con un retardo de 105,6 mseg de las tramas que vienen desde Medellín. Como en el caso anterior es debida a la baja velocidad del canal de 32kbps. En los demás casos la velocidad es de 64 kbps. Y los retardos son bastante inferiores. En la tabla No. 5 se muestra los retrasos en tiempo de los enlaces y su utilización.

TABLA V. RETRAZOS EN TIEMPO EN LOS ENLACES Y UTILIZACIÓN

Tramas	Retraso Transmisión (mseg.)		% Promedio	STD DEV	MAXIMUM	UTIL
	Entregados	Retenidos				
BOGCLO						
FROM CALI	6712	0	57.317	55.563	125.000	10.69
FROM BOGOTA	6210	0	62.756	56.793	125.000	10.83
CLOMDE						
FROM CALI	5059	0	51.099	53.430	125.000	7.18
FROM Medellín	3717	0	76.312	57.419	125.000	7.88
BOGBAQ						
FROM BOGOTA	3663	0	101.192	106.312	250.000	10.30
FROM BARRANQUILLA	2609	0	156.054	114.406	250.000	11.31
BOGMDE						
FROM BOGOTA	11390	0	59.317	56.114	125.000	18.77
FROM Medellín	11094	0	61.443	56.572	125.000	18.93
MDEBQA						
FROM Medellín	4785	0	105.594	108.346	250.000	14.04
FROM BARRANQUILLA	3972	0	140.483	115.027	250.000	15.50

El retardo en la transmisión es el tiempo que hay desde que la trama (la cual puede ser parte de un paquete o contener varios paquetes) es creada a la entrada del enlace hasta cuando la trama es dirigida al final del enlace. Incluye transmisión, contención - resolución de direcciones de destino en los nodos y tiempo de propagación. El tiempo de transmisión para una trama se calcula por su tamaño dividido por la velocidad del enlace. El enlace está en uso por este tiempo más el retardo de propagación a través del enlace por cada trama. La Utilización es reportada como el tiempo de uso total en la simulación dividido por el tiempo de simulación. A continuación se efectúa una fase de simulaciones. En este caso se incrementa el número de sucursales de 135 a 180 lo que equivale a un crecimiento de un 33%. Al evaluar de nuevo los parámetros anteriores, su resultado se muestra en la Tabla No. 6.

TABLA VI. RETRAZOS EN TIEMPO EN LOS ENLACES Y UTILIZACIÓN

TABLA 6	RETRAZOS EN TIEMPO EN LOS ENLACES Y UTILIZACIÓN					
	Tramas		Retraso Transmisión (mseg.)			%
	Entregados	Retenidos	Promedio	STD DEV	MAXIMUM	UTIL
BOGCLO						
FROM CALI	8307	0	59.155	56.053	125.000	13.65
FROM BOGOTA	7979	0	62.290	56.712	125.000	13.81
CLOMDE						
FROM CALI	7061	0	52.096	53.763	125.000	10.22
FROM Medellín	5319	0	74.808	57.445	125.000	11.05
BOGBAQ						
FROM BOGOTA	4619	0	101.057	106.349	250.000	12.97
FROM BARRANQUILLA	3349	0	152.556	114.810	250.000	14.19
BOGMDE						
FROM BOGOTA	15960	0	59.177	56.075	125.000	26.24
FROM Medellín	15480	0	61.196	56.532	125.000	26.31
MDEBQA						
FROM Medellín	6294	0	103.909	107.784	250.000	18.17
FROM BARRANQUILLA	5144	0	140.534	115.130	250.000	20.08

Comparando las dos tablas anteriores, se observa que el porcentaje de utilización de los enlaces sigue estando por debajo del 20%, lo cual indica que la red puede crecer en un 30% sin necesidad de efectuar inversión alguna en la Red. Los retardos en tiempo se mantienen; sin embargo, se observa que es necesario aumentar el ancho de banda en el canal de datos que comunica los nodos de Bogotá y Barranquilla puesto que los tiempos registrados son bastante elevados, comparables a un salto de transmisión de datos en una red satelital.

V. TRAFICO DE VOZ

El análisis del tema [9] sobrepasa el objetivo del presente artículo. En el documento [10] se analiza dicho tráfico con el fin de poder predecir el desempeño y evaluar si en las actuales condiciones se podría o no soportar dicho tráfico.

VIII. CONCLUSIONES

La creación de una metodología para la gestión de una red de datos, le permite al administrador de la red conocer el desempeño actual y a futuro de acuerdo con unas proyecciones de crecimiento. La modelación y la simulación tienen un papel importante, mediante ellas, se puede proyectar e identificar los posibles problemas que se pueden presentar una red. Con el anterior estudio se le entrega a la red corporativa bancaria un procedimiento que permite calcular y variar el ancho de banda necesario en los enlaces, tamaños de

paquetes, tiempo de llegadas entre llamadas y paquetes, matriz de enrutamiento y demás parámetros de la red con el fin de que se modele el comportamiento de la red ante futuros cambios.

Con la utilización del simulador de red se observó que la red en estudio se encuentra sobredimensionada para las necesidades actuales debido a los bajos niveles de utilización en buffers y procesamiento de CPUs reportados. Un análisis con el proveedor establece que la actual red de datos es una red orientada más a la prestación de servicios en el ámbito público que en el privado.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] LAW A. KELTON D. "Simulation Modeling an Analysis". Second Edition. McGraw-Hill International, 1991.
- [2] TANENBAUM A., "Redes de Computadoras". Tercera Edición. Prentice Hall, 1997.
- [3] SCHWARTZ M., "Redes de Telecomunicaciones, Protocolos, Modelado y Análisis", Addison-Wesley, 1994.
- [4] Held G., "Understanding Data Communications", SAMS Publishing, 1994.
- [5] COMER D., "Internetworking with TCP/IP". Tercera Edición. Prentice Hall, 1995.
- [6] SPIEGEL M. "Estadística. Segunda Edición", Mc Graw Hill, 1991.
- [7] HOAGLIN D., MOSTELLER F., TUKEY J. "Understanding Robust and Exploratory Data Analysis", John Wiley, 1983
- [8] CACI Products Company. "COMNET III User's Guide", 1999
- [9] CISCO SYSTEMS Inc. "Understanding Delay in Packet Voice Networks". <http://www.cisco.com/warp/public/788/voip/delay-details.html#20>, 2003.
- [10] Mendez, H, "Propotipo para la Gestión del Desempeño de una Red de Telecomunicaciones", Memoria de Maestría en Teleinformática, Universidad Distrital, 2003.

Alvaro Betancourt Uscátegui

Ingeniero Electrónico, Universidad Distrital. Especialista en Telecomunicaciones Móviles, Universidad Distrital, Msc. Ciencias Financieras y de Sistemas, Universidad Central, Magister en Ingeniería, Informatique Appliquée, Ecole Polytechnique Université de Montreal, Canada, Profesor Facultad de Ingeniería, Universidad Distrital, Coordinador de la Especialización en Telecomunicaciones Móviles abetancourt@udistrital.edu.co

Harol Mendez G.

Ingeniero de Sistemas. Funcionario E.T.B. Magister en Teleinformática, Universidad Distrital. haroldalexander@etb.net.co

La modelación y la simulación tienen un papel importante, mediante ellas, se puede proyectar e identificar los posibles problemas que se pueden presentar una red.