



EVALUACIÓN DE TRÁFICO DE VOZ Y DATOS EN LAS REDES CELULARES

Rosa Carolina García
Universidad Rafael Belloso Chacín. Venezuela
Luis Rojas Cedeño
Universidad Rafael Belloso Chacín. Venezuela

RESUMEN

El propósito de la presente investigación fue evaluar el tráfico de voz y datos contenido en la red de una operadora de telefonía móvil ubicada en Maracaibo estado Zulia, mediante la comparación de la data de tráfico en bruto obtenida y sus niveles estándares correspondientes; para tal fin, se determinó el tráfico de voz así como la transferencia de datos a través de las transmisiones efectivas de los abonados, registradas en los equipos ubicados en el punto de presencia de la empresa objeto de estudio, y luego se establecieron comparaciones mediante análisis estadísticos en diseños completamente aleatorios para el tráfico de voz y con arreglo factorial hora por ancho de banda para el tráfico de datos. El tipo de estudio es descriptivo y el diseño no experimental, pues comprende el registro, análisis y descripción de la naturaleza actual de los datos concretos con el fin de presentar una interpretación confiable de los mismos, orientados a adoptar medidas que ayuden a minimizar el congestionamiento y colapso en la red.

Palabras clave: Tráfico de voz y datos, niveles estándares, congestión

ABSTRACT

The purpose of the investigation was to evaluate the traffic of voice and data contained in the net of a mobile telephony company located in Maracaibo Zulia's state, by means of the comparison of traffic data in brute obtained and their corresponding standard levels; in order to, It was determined the traffic of voice as well as data transference through effective transmissions of the subscribers, registered in the equipments located in the presence point of the company object of study, and then comparisons were established by means of statistical analyses in designs completely randomized designs the traffic of voice and with factorial arrangement hour for bandwidth for data traffic. This investigation is characterized for being descriptive since it includes the record, analysis and description of the current nature of the concrete data in order to



present a reliable interpretation of the same ones, orientated to adopting measurements that help to minimize the congestion and collapse in the net.

Key words: Traffic of voice and data, standard levels, congestion

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación se centra en la evaluación de tráfico telefónico en las redes celulares tanto en su plataforma de voz como de datos, estableciendo comparaciones mediante análisis estadísticos entre los datos obtenidos de las mediciones de tráfico y sus parámetros estándares correspondientes.

El alto tráfico contenido en las redes móviles ocasiona el deterioro en la calidad de la comunicación, puesto que la red se hace incapaz para atender las necesidades de los usuarios en los momentos en que éstos lo necesiten, dando como resultado la insatisfacción de los clientes finales en el servicio recibido.

La importancia de realizar estudios de esta naturaleza, radica en la necesidad de buscar soluciones orientadas a disminuir el congestionamiento y colapso de estas redes, permitiendo observar el comportamiento variable del tráfico e identificando además aquellos elementos donde sea necesario dedicar más recursos y asegurar la mayor fluidez posible en la transmisión y comunicación. Este artículo está estructurado de la siguiente manera: inicialmente se plantea el problema que definió la investigación, luego se presenta la teoría en la cual se fundamentó el estudio, posteriormente se detallan las fases utilizadas para llevar a cabo el desarrollo del trabajo, seguidamente la discusión de los resultados y por último las conclusiones a las que se llegó con el estudio.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Desde comienzos del siglo pasado la tecnología se ha ido inclinando hacia el sector de las telecomunicaciones, siendo el campo de más auge la telefonía en todos sus aspectos, ya sea alámbrica, inalámbrica, celular, entre otros, por la amplia gama de servicios que se pueden implementar, con lo que además se hace indispensable proporcionar la mejor calidad a quienes hacen uso de estos.

Inicialmente el canal telefónico (1) se concibió para las comunicaciones verbales, pero es en la actualidad cuando el desarrollo de las telecomunicaciones ha originado un crecimiento constante y acelerado de



suscriptores, que cada vez se vuelven más exigentes en cuanto a tecnología de alta capacidad de transmisión no sólo de voz sino también de datos con posibilidades de incluir nuevos servicios de valor agregado; esto ha traído como consecuencia el desarrollo de ideas y sistemas innovadores más sofisticados con respecto al concepto de brindar un servicio de excelencia a los abonados.

Vale la pena mencionar, que al realizar estudios estadísticos de esta naturaleza, se puede observar el comportamiento variable del tráfico y adoptar medidas orientadas a disminuir la incapacidad de la red para atender necesidades de comunicación de los usuarios en los momentos en que éstos lo necesiten, observando aquellos componentes donde sea necesario dedicar más recursos y asegurar la mayor fluidez posible en la transmisión y comunicación.

Debido al comportamiento de la empresa objeto de estudio, el alto tráfico contenido en ésta ha ocasionado el deterioro en la calidad de la comunicación, dando como resultado la insatisfacción de los clientes finales en el servicio recibido. Se han presentado problemas relacionados directamente con el aumento de tráfico gracias a la venta masiva de equipos terminales, la incorporación de nuevos servicios y la optimización de los servicios ya existentes, originando baja calidad del sistema y el colapso de la red.

Como alternativa a esta problemática, es necesario evaluar el tráfico de dicha red, con el fin de establecer comparaciones entre el tráfico existente y los niveles estándares exigidos, para así poder ofrecer un análisis estadístico que ayude a la búsqueda de soluciones orientadas a la disminución de congestión y colapso de la red.

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

CONCEPTO BÁSICO DE RADIO CELULAR

El concepto básico de radio celular es muy sencillo (2): cada área se divide en celdas (células) hexagonales que encastran juntas para poder formar un patrón de cobertura.

Se eligió la forma de hexágono porque proporciona la transmisión más efectiva aproximada a un patrón circular, mientras elimina espacios presentes entre los círculos adyacentes. Una célula se define por su tamaño físico y, lo más importante, por el tamaño de su población y patrones de



tráfico. El número de células por sistema lo define el proveedor y lo establece de acuerdo a los patrones de tráfico anticipados.

CARACTERÍSTICAS DEL CONTROL DE FLUJOS (ENTREGAS)

Una de las características más importantes de un sistema celular (1) es su capacidad de transferir llamadas, que ya están en proceso, de un controlador a otro conforme las unidades móviles se mueven, de célula a célula, dentro de la red celular. Este proceso de transferencia se llama control de flujo o entregas.

Las computadoras en las estaciones del controlador transfieren llamadas de célula a célula con un mínimo de interrupción y ninguna degradación en la calidad de la transmisión. El algoritmo para las decisiones del control de flujo se basa en las variaciones de intensidad correspondiente a la señal. Cuando una llamada está en progreso, el centro de conmutación monitorea la intensidad de la señal recibida en cada canal. Si el nivel de la señal en un canal ocupado cae debajo del nivel umbral predeterminado, para un intervalo dado, el conmutador realiza un control de flujo, si existe un canal vacante la operación para el control de flujo re enruta la llamada por un sitio de célula nuevo.

CARACTERÍSTICAS MÁS RELEVANTES DE UN SISTEMA INALÁMBRICO

Cobertura: La cobertura (2) del sistema se refiere a las zonas geográficas en las que se va a prestar el servicio. La tecnología más apropiada es aquella que permita una máxima cobertura con un mínimo de estaciones bases.

Capacidad: Se refiere a la cantidad de usuarios que se pueden atender simultáneamente. Es un factor de elevada relevancia, pues del adecuado dimensionamiento de la capacidad del sistema, según demanda de servicio, depende la calidad del servicio que se preste al usuario.

Diseño de las celdas: La estructura de las redes inalámbricas se diseña teniendo presente la necesidad de superar los obstáculos y manejar las características propias de la radio propagación. Disponer de un radio enlace directo para cada suscriptor, predecir las características de la señal en zonas urbanas donde la densidad de suscriptores es alta y las edificaciones tienen gran influencia en la propagación, son factores que establecen limitaciones fundamentales en el diseño y ejecución de los sistemas inalámbricos orientados a las necesidades personales y empresariales.



Manejo del Handoff: El handoff es el proceso de pasar una llamada de un canal de voz en una celda a un nuevo canal en otra celda o en la misma, a medida que el usuario se mueve a través de la red. El manejo de estas transiciones es un factor vital para garantizar la continuidad de las comunicaciones tanto de voz como de imágenes y datos, caso en el que es muy crítica la pérdida de información.

Movilidad: En la nueva generación de sistemas de telefonía celular digital, se involucra tanto la movilidad personal como la movilidad del terminal. La movilidad personal se refiere a la posibilidad de que el usuario tenga acceso a los servicios en cualquier terminal (alámbrico o inalámbrico) sobre la base de un número único personal y a la capacidad de la red para proveer esos servicios de acuerdo con el perfil de servicio del usuario. Por otro lado, la movilidad del terminal es la capacidad de tener acceso a servicios de telecomunicaciones desde diferentes sitios mientras está en movimiento, y también la capacidad de la red para identificar, localizar y seguir ese terminal.

Calidad: Uno de los parámetros a tener en cuenta para establecer las diferencias entre un sistema u otro, se refiere a la medida de calidad del servicio prestado. Las consideraciones que un usuario debe tener en cuenta a la hora de suscribirse a un servicio de telefonía móvil tienen que ver con el precio y las características de operación del dispositivo portátil, la disponibilidad de una variedad de servicios, la cobertura geográfica y la posibilidad de disfrutar el servicio en áreas diferentes a la que está inscrito, así como una confiable calidad de transmisión de voz y datos.

Flexibilidad y compatibilidad: Debido a la interacción con redes de diferente tipo que debe soportar una red con cubrimiento global (tales como red digital de servicios integrados, redes celulares, públicas conmutada, de datos, satelitales), ésta debe suministrar las interfaces adecuadas para la interoperabilidad, y poseer elevados niveles de gestión que permitan realizar cambios en su estructura inicial sin causar traumatismos en el funcionamiento

Costos de Infraestructura: Los costos de infraestructura se reflejan principalmente en el precio entre las estaciones base, ya que el manejo de una tecnología u otra en las mismas, no son un factor diferenciador. Lo deseable es que el dimensionamiento de la red minimice el número de celdas, la cantidad de quipos en general y sus costos de operación y mantenimiento.



TRÁFICO TELEFÓNICO

El tráfico (3) corresponde a uno de los análisis más importantes dentro del mantenimiento de las redes celulares, de su estudio depende el diseño de las redes de comunicación e incluso de la ubicación de las antenas.

Como lo indica Carmona (2003), en el momento de planificar la red se debe realizar una caracterización del tráfico, para de esta manera establecer la carga esperada y cumplir así mismo las necesidades de comunicación en los usuarios. En cuanto al tráfico telefónico Díaz (2002), lo define como el agregado de llamadas sobre un grupo de circuitos o troncales con respecto a la dirección de la llamada y a su cantidad. La teoría de tráfico esta basada en el estudio de la congestión, las llamadas perdidas y el grado de servicio.

CONGESTIÓN

La congestión (3) puede definirse como la incapacidad de la red o de sus componentes para atender una llamada o servicio en un momento determinado. Un equipo en congestión se percibe como una falla de comunicación de los usuarios; la congestión se presenta entonces cuando existen N ocupaciones simultáneas.

VARIACIONES EN EL TRÁFICO TELEFÓNICO

Para determinar el dimensionamiento de las instalaciones telefónicas en concordancia con las necesidades requeridas por los subscriptores, se requiere conocer la naturaleza del tráfico telefónico y su distribución con respecto al tiempo y destino (3).

Los volúmenes de tráfico varían de estación a estación, de mes a mes, de día a día, de hora a hora y aún de minuto a minuto dentro de una misma hora.

La duración de las conversaciones es otra importante variable a considerar. Aunque la duración de llamada puede variar considerablemente entre centrales y temporadas del año, se ha encontrado por mediciones reales, que tiempos de conversación de uno a tres minutos son relativamente frecuentes, en tanto que diez   más minutos son ocasionales.

GRADO DE SERVICIO

El término grado de servicio (3) define la proporción de las llamadas que se permite fallar durante la hora de mayor ocupación debido a la limitación,



por razones económicas, del equipo de conmutación de las plantas. En una oficina central con varias etapas de conmutación, existen grados de servicio para cada uno de dos que van desde 1 pérdida en 100 llamadas hasta 1 en 1,000. El grado de servicio total es aproximadamente igual a la suma de los grados de servicio parciales.

Grado de servicio = (número de llamadas perdidas) / (número total de llamadas ofrecidas)

El tráfico en una red de comunicaciones se refiere al acumulado de todas las solicitudes de los usuarios que la red está atendiendo. En lo que a la red se refiere, las solicitudes de servicio arriban aleatoriamente y usualmente requieren tiempos de servicio impredecible. El primer paso del análisis de tráfico es la caracterización de los arribos de tráfico y tiempos de servicio en un marco probabilístico. A partir de lo cuál la red pueda ser evaluada en términos de cuánto tráfico transporta bajo cargas normales o promedio y con que frecuencia el volumen de tráfico excede la capacidad de la red.

La impredecible naturaleza del tráfico telefónico es el resultado de dos procesos aleatorios subyacentes: El arribo de llamadas y los tiempos de retención. La aparición de un usuario particular se considera por lo general que ocurre completamente al azar y que es totalmente independiente de la presencia de otros usuarios. Así que el número de arribos durante un intervalo de tiempo particular es indeterminado. En la mayoría de los casos los tiempos de retención también se distribuyen aleatoriamente. En algunas aplicaciones este crecimiento de aleatoriedad se puede sustituir por considerar tiempos de retención constantes.

MODELOS DE TRÁFICO

El modelo Erlang (3), se utiliza para determinar el número de circuitos basados en la carga de tráfico en la hora más ocupada. Según Santa (2003), los factores que determinan el cálculo son los siguientes: Llamadas entrantes y tiempo de retención para distribución, número de fuentes de tráfico, disponibilidad, manejo de las llamadas perdidas.

De acuerdo a estos elementos, se definen las formulas de medición del flujo de tráfico, los cuales varían de un continente a otro.

Modelo Erlang b

En este modelo de tráfico aleatorio, existen pérdidas de cola de espera y las llamadas pueden ser enviadas a otras rutas. Los factores en la formula



Erlang B son el promedio del trafico ofrecido y el número de líneas troncales de servicio disponible.

El tráfico se origina en un número infinito de puntos, el tráfico de interés se mantiene constante o en el mismo valor promedio. No establece que exista poca o gran cantidad de llamadas.

Las llamadas perdidas son borradas asumiendo un tiempo de retención cero, es decir, no hay segundo intento de rediscado.

El número de troncales de servicio es limitado.

Existe completa disponibilidad, es decir que cualquier entrada libre puede alcanzar salida libre.

Tráfico aleatorio, indicando al tiempo entre dos llamadas, puede variar en forma aleatoria.

Este modelo es ampliamente usado por empresas u operadoras.

Modelo Erlang C

En este modelo el tráfico telefónico es aleatorio y se mantienen las colas de espera, hasta que existan recursos disponibles para procesar las llamadas, estos sistemas se conocen como sistemas con memoria. Este modelo es útil si se tiene un nivel estimado de la demanda. Los factores en la fórmula Erlang C, son el número de agentes, número de personas por ser atendidas, tiempo promedio de atender una llamada, para su aplicación es necesario tomar en cuenta las siguientes premisas:

Los usuarios no abandonan las llamadas, se mantienen esperando hasta ser atendidos.

Cuenta con una alta capacidad en el sistema.

El número aleatorio de llamadas se mantiene estable en el tiempo.

Tiempo de espera limitado.

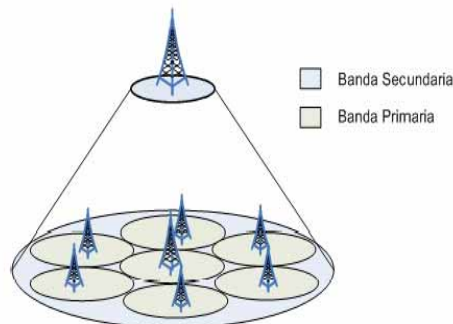
Existe prioridad en las llamadas, aplicando el modo FIFO, primero en entrar, primero en salir.

Como se puede ver en ambos modelos se aplican concepciones diferentes, los cuales en la realidad no son aplicables todo el tiempo y en todos los lugares, estas tentativas pueden acarrear problemas, ya que no toman en cuenta las ráfagas que pueden presentarse eventualmente en el tráfico, causando serios problemas en las comunicaciones.

Modelo del despliegue celular

Los operadores de telefonía móvil tienen asignadas por licencia administrativa una o dos bandas de frecuencias. Si disponen de dos bandas distintas, utilizan una de ellas para el despliegue celular inicial, y emplean la segunda para cubrir aquellas zonas en las que la capacidad de las estaciones base asignadas no es suficiente para cumplir con el grado de servicio requerido.

Este modelo considera ambas bandas, permite trabajar en cualquiera de ellas, e incluso, deja seleccionar que banda se quiere utilizar para el tráfico desbordado en el caso de trabajar con dos distintas.



Gráfico Número. 1. Esquema de la utilización de células paraguas para el tráfico desbordado

SISTEMAS DE PÉRDIDAS MULTIDIMENSIONALES

Se generalizar  la teoría clásica del teletr fico y se trasciende a los sistemas de servicio integrados (RDSI y RDSI-BA). Cada tipo de servicio corresponde a un flujo de tráfico. Se ofrecen varios flujos de tráfico al mismo grupo de enlace.

Los modelos considerados están basados en una asignación de canal/segmento flexible. Pueden estar generalizados a redes arbitrarias con conmutación de circuitos y encaminamiento directo, donde se calculan las probabilidades de bloqueo extremo a extremo. Los modelos considerados



son indiferentes a la distribución del tiempo de servicio y, por tanto, son resistentes a las aplicaciones.

FÓRMULA DE ERLANG-B MULTIDIMENSIONAL

Considérese un grupo de n líneas de enlace (canales, segmentos), que ofrecen dos flujos de tráfico PCT-I independientes: (λ_1, μ_1) y (λ_2, μ_2) . El tráfico ofrecido resulta $A_1 = \lambda_1/\mu_1$ y $A_2 = \lambda_2/\mu_2$, respectivamente.

Sea (i, j) la representación del estado del sistema, es decir i es el número de llamadas del flujo 1 y j es el número de llamadas del flujo 2. Se tienen las siguientes restricciones:

$$0 \leq i \leq n,$$

$$0 \leq j \leq n,$$

$$0 \leq i + j \leq n.$$

Bajo la hipótesis de equilibrio estadístico se obtienen las probabilidades de estado resolviendo las ecuaciones de equilibrio global para cada nodo (ecuaciones de nodo), en total $(n + 1)(n + 2)/2$ ecuaciones.

Este diagrama corresponde a un proceso de Markov reversible, que tiene equilibrio local y, asimismo, la solución tiene forma de producto. Se puede verificar fácilmente que las ecuaciones de equilibrio global se satisfacen por las siguientes probabilidades de estado que se pueden expresar en forma de producto.

$$\begin{aligned} p(i, j) &= p(i) \cdot p(j) \\ &= Q \cdot \frac{A_1^i}{i!} \cdot \frac{A_2^j}{j!} \end{aligned}$$

donde $p(i)$ y $p(j)$ son distribuciones de Poisson truncadas unidimensionales, Q es una constante de normalización, $e(i, j)$ cumple con las restricciones indicadas anteriormente. Como hay proceso de llegada de Poisson que disponen de la propiedad PASTA (Poisson Arrivals See Time Averages), la congestión temporal, congestión de llamadas y congestión de tráfico son iguales para ambos flujos de tráfico, equivalen a $P(i + j = n)$.

Por expansión binomial o por la convolución de dos distribuciones de Poisson se determinan las siguientes probabilidades de estado combinadas, donde Q se obtiene por normalización:

$$p(i, j) = p(i) \cdot p(j) \\ \ll Q \cdot \frac{A_1^i}{i!} \cdot \frac{A_2^j}{j!}$$

Esta es la distribución de Poisson truncada con el tráfico ofrecido:

$$A = A_1 + A_2 \quad (10.5)$$

Se puede también interpretar este modelo como un sistema de pérdidas de Erlang con un proceso de llegada de Poisson y tiempos de ocupación con distribución hiperexponencial de la siguiente manera. El proceso de llegada total es una superposición de dos procesos de Poisson con el régimen de llegada total:

$$\lambda = \lambda_1 + \lambda_2$$

y la distribución del tiempo de ocupación tiene características hiperexponenciales:

$$f(t) = \frac{\lambda_1}{\lambda_1 + \lambda_2} \cdot \mu_1 \cdot e^{-\mu_1 t} + \frac{\lambda_2}{\lambda_1 + \lambda_2} \mu_2 \cdot e^{-\mu_2 t}$$

Se asignan valores a las dos distribuciones exponenciales conforme al número relativo de llamadas por unidad de tiempo. El tiempo medio de servicio es:

$$m_1 = \frac{\lambda_1}{\lambda_1 + \lambda_2} \cdot \frac{1}{\mu_1} + \frac{\lambda_2}{\lambda_1 + \lambda_2} \cdot \frac{1}{\mu_2} = \frac{A_1 + A_2}{\lambda_1 + \lambda_2}, \\ m_1 = \frac{A}{\lambda}$$

Se puede observar que concuerda con el tráfico ofrecido.

Por lo tanto, el modelo de pérdidas de Erlang es válido para tiempos de ocupación con distribución hiperexponencial. Este es un caso especial de la propiedad general de insensibilidad de la fórmula B de Erlang.

ALGORITMO DE CONVOLUCIÓN PARA SISTEMAS DE PÉRDIDAS

El algoritmo se describe por medio de los tres pasos siguientes.

Paso 1: Calcular las probabilidades de estado de cada flujo de tráfico como si estuviera sólo en el sistema, es decir se consideran los sistemas de pérdidas clásicos. Para el flujo de tráfico i se obtiene:

$$P_i = \{p_i(0), p_i(1), \dots, p_i(n_i)\},$$
$$i = 1, 2, \dots, N$$

Sólo los valores relativos de $p_i(x)$ son de importancia, de modo tal que se puede seleccionar $q_i(0) = 1$ y calcular los valores de $q_i(x)$ relativos a $q_i(0)$. Si un término $q_i(x)$ llega a ser mayor que K (por ejemplo 1010), se pueden dividir todos los valores $q_i(j)$, $0 \leq j \leq x$, por K . Para evitar cualquier problema numérico en los cálculos siguientes es conveniente normalizar las probabilidades de estado en cada caso para evitar cualquier problema numérico.

Paso 2: Calcular por convoluciones sucesivas (operador de convolución $*$) las probabilidades de estado agregadas para el sistema total con excepción del número de flujo de tráfico i :

Se efectúa primero la operación de convolución de P_1 y P_2 y se obtiene P_{12} que se pone en convolución con P_3 , etc.

$$p_i(j) = \frac{q_i(j)}{Q_i}, j = 0, 1, \dots, n_i,$$

$$\square = \sum_{j=0}^{n_i} q_i(j)$$

$$Q_{N/i} = P_1 * P_2 * \dots * P_{i-1} * P_{i+1}$$
$$* \dots * P_{N-}$$

Para el operador de convolución, definido en el modo usual, son válidas las leyes de conmutación y de asociación:

$$P_i * P_j = \left\{ p_i(0) \cdot p_j(0), \sum_{x=0}^1 p_i(x) \cdot p_j \right. \\ \left. \sum_{x=0}^{u-1} (1-x), \dots, \sum_{x=0}^u p_i(x) \cdot p_j (u-x) \right\}$$

donde

$$u = \min \{n_i + n_j, n\}$$

Cabe señalar que el espacio de estado se interrumpe en el estado n . Aun si P_i y P_j están normalizados, el resultado de una convolución, en general, no está normalizado debido a la interrupción (truncamiento). Se recomienda efectuar la normalización después de cada operación de convolución para evitar problemas numéricos tanto en este paso como en el siguiente.

Paso 3: Calcular la congestión temporal E_i , la congestión de llamadas B_i , y la congestión de tráfico C_i del flujo i .

$$Q_N = Q_{N/i} * P_i$$

PROCEDIMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

La metodología implementada se describe en las siguientes fases:

FASE 1. Reconocimiento

Esta fase se desarrolló en dos etapas: en la primera se recolectó mediante un software los valores de los parámetros de tráfico medido y observado en diferentes períodos de tiempo y en la segunda se determinaron los niveles estándares correspondientes a dichos datos obtenidos.

FASE 2. Desarrollo

En esta etapa se determinaron las herramientas y métodos utilizados resolver del problema planteado. Inicialmente se registraron y ordenaron los



datos obtenidos de las mediciones, clasificándolos en tablas de acuerdo su naturaleza y hora de medición.

FASE 3. Análisis

El procesamiento y análisis de los datos obtenidos durante el desarrollo de la investigación se llevó a cabo mediante un tratamiento estadístico, utilizando un diseño completamente aleatorizado y empleando pruebas T para una muestra para la data de tráfico de voz y el mismo diseño con un arreglo factorial hora por banda para el tráfico de datos.

DISCUSION DE LOS RESULTADOS

La discusión de los resultados se basó en el análisis de varianza de un factor aplicando un diseño completamente aleatorizado (6), para cada uno de los parámetros medidos.

El procedimiento análisis de la varianza (ANOVA) de un factor genera un análisis para una variable dependiente cuantitativa respecto a una única variable de factor (la variable independiente). El análisis de varianza se utiliza para contrastar la hipótesis de que varias medias son iguales (6).

De acuerdo a la definición anteriormente descrita y en relación con las tablas derivadas por el método, se puede conocer si existe diferencia entre las medias, tomando como base un nivel alfa igual a 0,05 donde un valor menor a este indica una diferencia significativa. De acuerdo a esto, se podrá observar en la tabla siguiente los parámetros obtenidos en las mediciones del tráfico de voz, así como para el tráfico de datos.

ANOVA de un factor, parámetros medidos tráfico de voz.

		Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
Trama recibida por segundo	Inter-grupos	4276,550	1425,517	3,69	,034
	Intra-grupos	6177,200	386,075		
	Total	10453,750			
Exceso de tramas recibidas descartadas	Inter-grupos	21531117,000	7177039,000	4,12	,024
	Intra-grupos	27870129,200	1741883,075		
	Total	49401246,200			



Exceso de tramas recibidas	Inter-grupos	289461,200	96487,067	5,51	,009
	Intra-grupos	280094,000	17505,875		
	Total	569555,200			
Exceso de tramas recibidas por segundo descartadas	Inter-grupos	2,550	,850	1,36	,291
	Intra-grupos	10,000	,625		
	Total	12,550			
Tramas descartadas en un bit	Inter-grupos	2,400	,800	1,00	,418
	Intra-grupos	12,800	,800		
	Total	15,200			
Tramas congestionadas recibidas descartadas	Inter-grupos	66,150	22,050	1,27	,317
	Intra-grupos	276,800	17,300		
	Total	342,950			
Error en formatos cortos recibidos	Inter-grupos	2366,550	788,850	2,34	,112
	Intra-grupos	5386,400	336,650		
	Total	7752,950			
Error en formatos largos recibidos	Inter-grupos	1153,750	384,583	2,49	,097
	Intra-grupos	2470,800	154,425		
	Total	3624,550			
Kilobytes enviados	Inter-grupos	732659,350	244219,783	4,15	,024
	Intra-grupos	940821,600	58801,350		
	Total	1673480,950			
Exceso de bytes descartados	Inter-grupos	4,400	1,467	1,15	,359
	Intra-grupos	20,400	1,275		
	Total	24,800			
Kilobytes recibido	Inter-grupos	3454172,550	1151390,850	2,62	,086
				7	



	Intra-grupos	7013806,000	438362,875		
	Total	10467978,550			
Exceso de bytes recibidos por segundo descartados	Inter-grupos	894164,550	298054,850	1,73	,2007
	Intra-grupos	2746152,400	171634,525		
	Total	3640316,950			

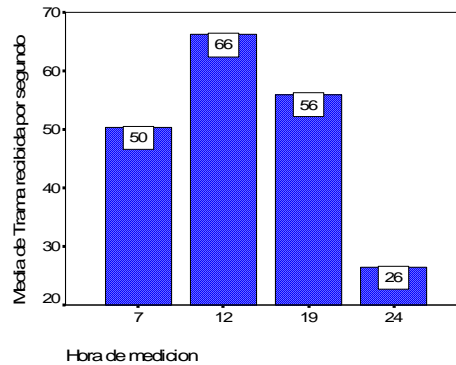
Las pruebas de rango identificaron subconjuntos homog  neos de medias que no se diferencian entre s  . Las comparaciones m  ltiples por parejas contrastan la diferencia entre cada pareja de medias y dan lugar a una matriz donde se indican las medias de grupo significativamente diferentes a un nivel alfa de 0,05 (6).

Como se muestra a continuaci  n para el primer par  metro medido, este an  lisis se realiz   de la siguiente manera:

Cuadro 2: Prueba post hoc, trama recibida por segundo

Hora de medici��n	N	Subconjunto para alfa = .05	
		1	2
24	5	26,40	
7	5	50,40	50,40
19	5	56,00	56,00
12	5		66,20
Sig.		,121	,593

Gráficamente, podemos observar este comportamiento en la siguiente figura:



CONCLUSIONES

En relación al objetivo propuesto en la investigación, se puede afirmar que las evaluaciones estadísticas en estudios relacionados con el campo de tráfico en operadoras de telefonía móvil, permiten conocer lo que realmente ocurre a nivel interno entre sus propios componentes, además de brindar la facilidad de observar el mismo en comparación con niveles de exigencia y operacionalización efectiva.

Así mismo, estos análisis nos facilitan la compresión de la data arrojada por equipos utilizados para realizar mediciones en este tipo de redes, que a simple vista no tienen significado relevante.

Por otra parte, cabe destacar que existe una gran variedad de herramientas y métodos que posibilitan el estudio de los parámetros contenidos en las plataformas de las operadoras de esta índole, como ocurre con los programas informáticos que incluyen análisis estadísticos, donde se puede obtener información clara y eficaz, que puede ser usada en la toma de decisiones, con la intención de mejorar los procesos y la calidad de servicio.

Es importante mencionar, que de igual manera en cualquier campo donde se apliquen estas técnicas, se obtendrá una serie de datos cuyo contenido representa información veraz y confiable

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. León y Widjaja. **Redes de Comunicación**. McGraw Hill, Madrid (2002)



2. León y Widjaja. **Sistemas de Comunicación digitales y análogos.** McGraw Hill, Madrid (2003)
3. Losa, Alexiy. **Estudio del tráfico telefónico.** Editorial Prentice. México (2003)
4. Santa Wilddgha. **Redes inalámbricas de nueva generación.** Editorial McGraw Hill, Colombia (2002)
5. Sabino, Carlos. **Como hacer una tesis.** Editorial Panapo, Caracas (2001)
6. **Spss** (Tutorial) para Windows. V. 10.0.
7. UIT. **Manual de Indicadores de Telecomunicaciones** Editorial IEEE (2002)