

# MODELO PARA DESCRIBIR EL COMPORTAMIENTO DEL TRAFICO DE DATOS EN UNA RED LOCAL ETHERNET Y WiFi EMPLEANDO GEOMETRIA FRACTAL

**Gustavo A. Pérez Z.**

**Director :**

**Prof. John William Branch, M.Sc, Ph.D(c)**

**Co-Director**

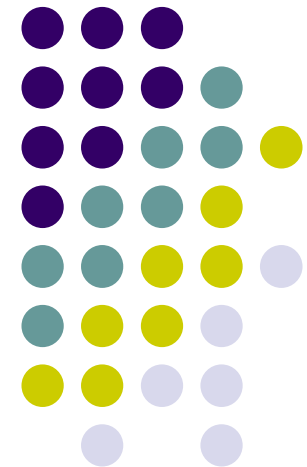
**Prof. Juan David Velásquez, M,Sc, Ph.D(c)**

**Universidad Nacional de Colombia**

**Maestría en Ingeniería de Sistemas**

**Medellín, Colombia**

**2007**



# Comité Evaluador



**Prof. Andres Marín M.Sc.**

Universidad de Antioquia Medellín

**Prof. Jovani Jimenez Ph.D**

Universidad Nacional Medellín

**Prof. German Zapata M.Sc.**

Universidad Nacional Medellín



# Agenda

## 1. ÁREA DE INVESTIGACIÓN

- Generalidades
- Estado del Arte
- Trabajos Previos
- Limitaciones

## 2. PROPUESTA

- Objetivos

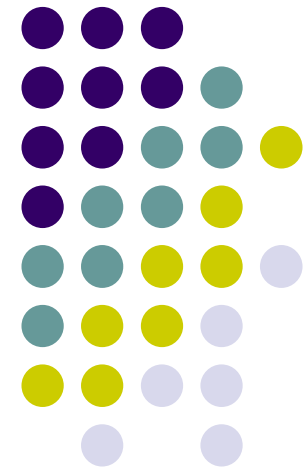
## 3. DESCRIPCION DE LA INVESTIGACION

- Establecer Laboratorio
- Modelo
- Aportes
- Conclusiones
- Trabajos futuros

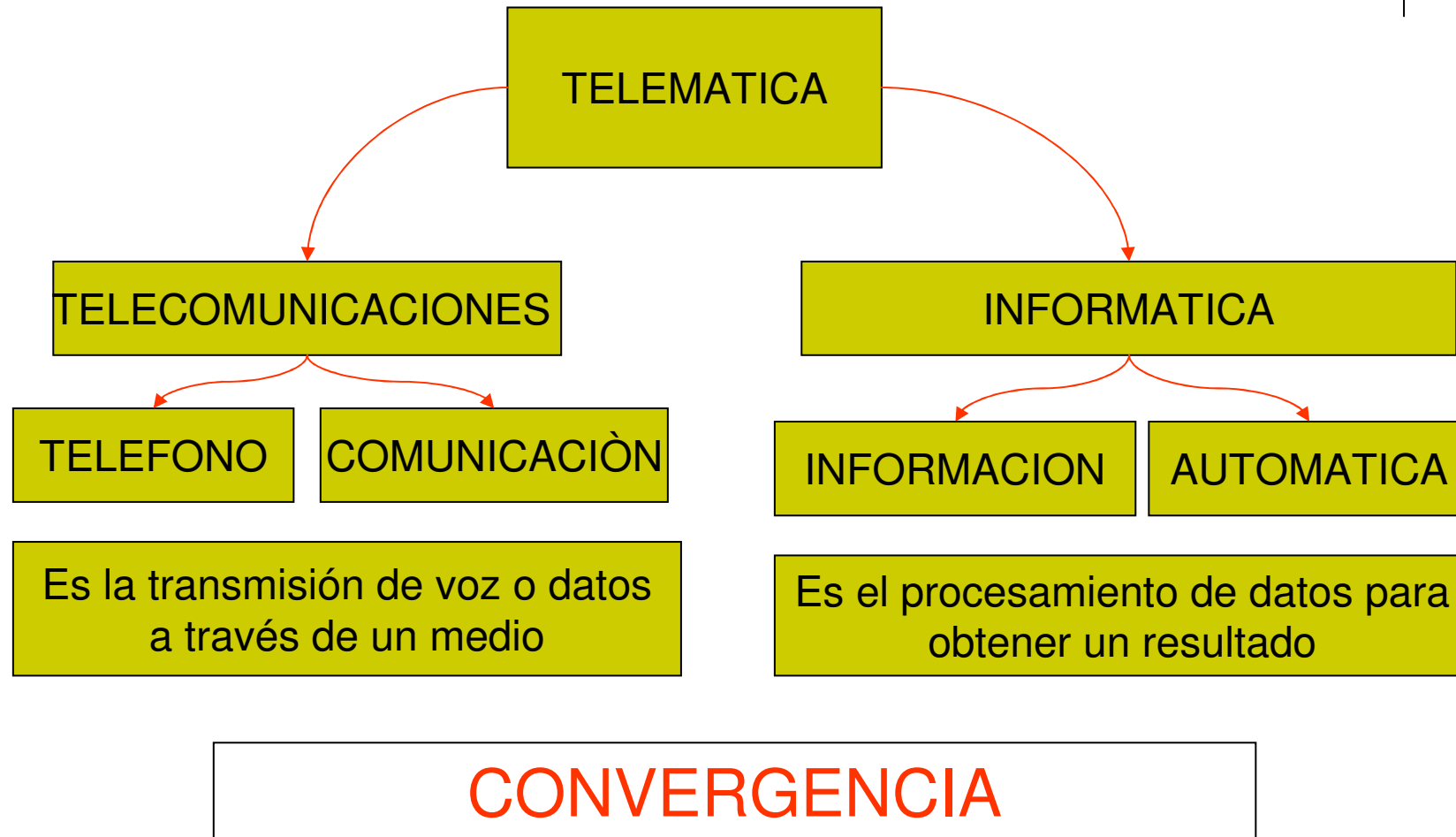
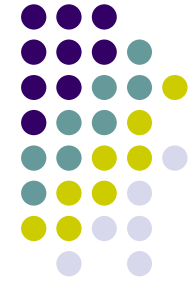
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

# Parte 1

## ÁREA DE INVESTIGACIÓN

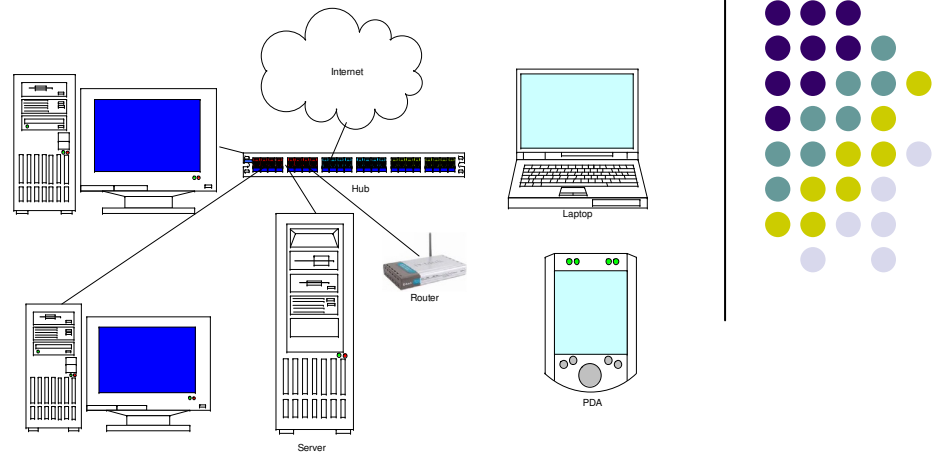


# Problemática



# Generalidades

- Modelo TCP / IP

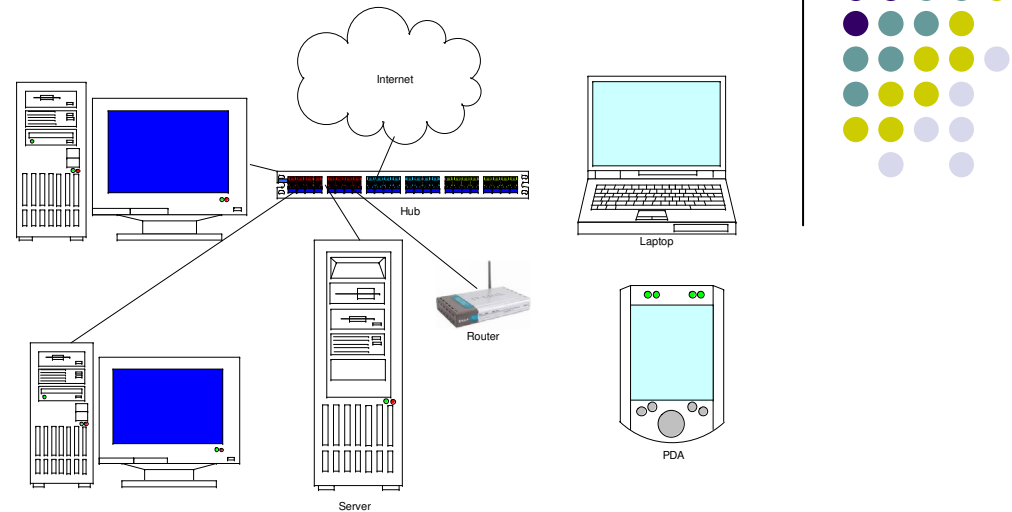


CAPAS	PROTOCOLOS
Aplicación	DNS, TLS/SSL, TFTP, FTP, HTTP, IMAP, IRC, NNTP, POP3, SIP, SMTP, SNMP, SSH, TELNET, BitTorrent, RTP, rlogin, ENRP
Transporte	TCP, UDP, DCCP, SCTP, IL, RUDP
Red	IP (IPv4, IPv6), ICMP, IGMP, ARP, RARP
Enlace	Ethernet, Wi-Fi, Token ring, PPP, SLIP, FDDI, ATM, DTM, Frame Relay, SMDS

El modelo es explicado detalladamente en Clark, 1998

# Generalidades

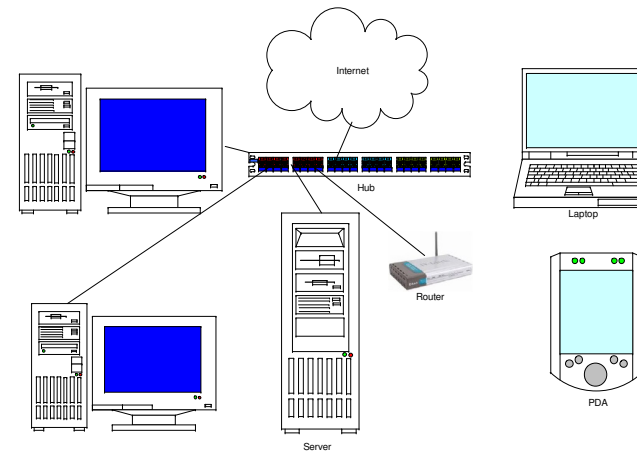
- Modelo TCP / IP
- Ethernet



- Robert Metcalfe y otros en *Xerox Parc*
- Norma IEEE 802.3
- Velocidad de Tx
  - 10 Mbps, 100 Mbps, 1 Gbps o 10 Gbps ( Hoy )
  - 40 Gbps y 100 Gbps. ( Versiones futuras )
- CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access / Collision Detec)

# Generalidades

- Modelo TCP / IP
- Ethernet
- WiFi



- Wireless Fidelity
  - Norma IEEE 802.11x
  - Wi-Fi Alliance
  - Velocidades de TX
    - 11b y 11g, Banda 2.4 Ghz y 11, 54 y 108 Mbps
    - 11<sup>a</sup>, Banda 5 Ghz



# Generalidades



- Benoît B. Mandelbrot
  - Matemático Franco- Americano padre de la **Geometría Fractal**.

“Clouds are not spheres, mountains are not cones, coastlines are not circles, and bark is not smooth, nor does lightning travel in a straight line.” *The Fractal Geometry of Nature*
  - *Como se mide la costa de gran bretaña*
  - Auto similitud – Auto semejanza

Es la capacidad de ver un objeto conformado por objetos iguales a diferentes escalas.



# Estado del Arte

- **Redes de Voz Análoga**

- **1876**

- Alexander Graham Bell patentó el Teléfono [Bellamy,2000]

Más de 100 años de trabajo en

- *Creación de redes de voz de alta calidad*
- *Depuración los modelos matemáticos para tráfico en la red*

- **Redes de Voz Análoga Transportando Datos**

- **1974**

- *Arpanet vs el cobre. Cert y Kanh*

- **1985**

- *Internet definido por Leiner y Cols.*



# Estado del Arte

- **Trabajos de Teoría de Colas**

- Experimental Statistics, National Bureau of Standards, Handbook 91, 1963.
- Queuing System, Kleinrock, L Vol I, II, NY: Wiley, 1975-1976.
- Introduction to data analysis and statistical Inference, Morris, C.;Rolph, J.Rand Corp. Report 05819, 1978
- A computer and communications network performance analysis primer, Stuck, B. Arthurs, E., Englewood Cliffs, NJ ; Prentice Hall, 1985
- The art the computer system performance analysis, Jain, R., NY Wiley 1991.
- Practical Queuing Analysis, Tanner, M., NY: McGraw-Hill, 1995
- Fundamental of Queuing theory, Gross, D., Harrys, C., NY: Wiley, 1998
- Practical Importance Analyst, Gunther, N.,NY : Authors Choice Press, 2000

# Estado del Arte

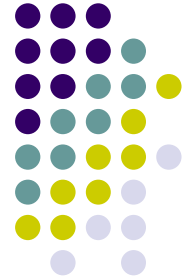


- **Otros Trabajos**
  - **Self Similar Error Cluster in Communication System and The Concept of Condicional Stationarity.** Maelbrot M. IEEE Transactions on Communications Technology, volumen 13, 1965
    - *Demostró que los errores de las líneas de transmisión de voz no tenían un comportamiento tradicional.*
  - **Packet trains - measurements and a new model for computer network traffic,** Raj Jain, Shawn A. Routhier, IEEE Journal on Selected Areas in Communications, 1986.
    - *Red Token Ring - Poisson vs modelos analíticos*

# Estado del Arte



- **Tráfico en Ethernet**
  - **On The Self-Similar Nature of Ethernet Traffic**, Leland, W.; Taqqu, M; Willinger, W.; Wilson, D. IEEE/ACM Transactions on Networking, 1994.
    - *Presenta la noción de auto similaridad en el análisis de tráfico de datos.*
    - *Determina que la teoría de colas basada en Poisson no sirve para modelar el tráfico de una red actual.*



# Estado del Arte

- **Tráfico en TCP**
  - **Empirically derived analytic models of wide-area tcp connections**, V. Paxson, IEEE/ACM Transactions on Networking, 1994.
    - *Aplicaciones comunes de Internet vs Poisson*
  - **Wide Area Traffic: The Failure of Poisson Modeling**, Paxson, V., Floyd, S., IEEE/ACM Transactions on Networking, 1995.
    - *Trabaja además FTP y Telnet y sugiere que Poisson explica claramente el comportamiento de Telnet en las conexiones*
  - **Measurement and Analysis of long-range Paquet Dependent Behaivor of Internet Paquet Delay**, Borella, M., Brewster, G., IEEE infocom 98, 1998.
    - *Uso de paquete UDP para medir el retardo en internet, mostrando que este retardo muestra dependencia de largo alcance.*

# Estado del Arte



- **Tráfico en la Web**
  - **Naturaleza Fractal de Trafico en Internet**, Ricardo Lent, Peter Yamakawa, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima – Perú, 1998
    - *Recoge grandes volúmenes de paquetes de Internet y establece el comportamiento auto similar de Tcp/IP y su analogía con Ethernet.*
    - *Plantea el primer interrogante sobre la calidad de los servicios de red actuales.*
  - **Self Similarity in World Wide Web Traffic: Evidence and Possible Causes**. Bestavros A. Crovella M. 1996.
    - *Analiza mas de medio millón de solicitudes de documentos a través de 37 navegadores Web y muestra que el patrón de trafico generado era auto similar.*

# Estado del Arte



- **Tráfico de Video**
  - **Analysis, Modeling and Generation of Self-similar VRB video Traffic**, Garret, M., Willinger W. Proceedings, SIGCOM 94, 1994.
    - *Un experimento corto de dos horas de video, en el demuestra el comportamiento similar de un video codificado en JPEG.*
  - **Caracterización de tráfico de vídeo y tráfico Internet**, E. Casilary, A. Reyes Lleucona, A. Diaz Estrella y Y F. Sandoval, Universidad de Malaga, 2001.
    - *Recogen varias imágenes comprimidas de VBR y se muestra que sus variable tienen dependencia de amplio rango.*
  - **Long-Range Dependence in Variable-Bit-Rate Video Traffic**, Beran, J., Sherman, M., Willinger, W., IEEE Transactions on Communication, 1995.
    - *Se examinaron 20 secuencias distintas, originadas de diferentes codecs con un comportamiento auto similar.*



# Estado del Arte



- **Trafico de Voz Digital**

- **Fractal Analysis and Modeling of VoIP Traffic**, Trang Dinh Dang, Balázs Sonkoly, Sándor Molnár, Budapest Univ. of Technology & Economics, Budapest, Hungary, 2004
  - *Dos aplicaciones nuevas sobre paquetes IP*
  - *Hace uso de algoritmos ya existentes, usa un medio cambiante*

# Estado del Arte



- **Wavelet Analysis of Long-Range Dependent Traffic.** IEEE Transactions on Information Theory, P. Abry and D. Veitch. 1998
  - *Propone un método para estimar el parámetro de Hurst.*
  - *Es el método mas referenciado por los autores.*
- **A NOVEL APPROACH TO THE ESTIMATION OF THE HURST PARAMETER IN SELF-SIMILAR TRAFFIC,** Gubner J Kettani H, *Proceedings of IEEE Conference on Local Computer Networks, Tampa, Florida, 2002*
  - *Propone un nuevo algoritmo para el calculo del parámetro de Hurst para LAN vs el ya existente Wavelet*



# Estado del Arte

- **MODELIZACIÓN DE TRÁFICO AUTO-SIMILAR Y EVALUACIÓN DE SUS EFECTOS EN EL TAMAÑO DE LAS COLAS**, Ricardo VECCHIO, INSTITUTO TECNOLÓGICO de BUENOS AIRES, Argentina, 2003
  - *Se revisan los modelos clásicos de teoría de colas y se muestran los resultados de simulaciones de tráfico con tráfico Poissoniano.*
  - *Se desarrolla un generador de tráfico (EH)*
- **ANÁLISIS MULTIESCALA DEL TRÁFICO ETHERNET E INTERNET USANDO DAUBECHIES WAVELETS** V. Alarcón-Aquino, Luis G. Guerrero-Ojeda, Y. L. Takahashi, Universidad de las Américas, MEXICO. 2003.
  - *Experimentación del parámetro Hurst-Wavelet sobre Ethernet e Internet*

# Trabajos Previos



- **Estudio del Tráfico de Redes de Datos de área local empleando análisis Fractal**, German Andrés Ramírez Gómez., Trabajo dirigido de grado, Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales. 2004
  - *Primer acercamiento en el país al tema*
  - *Se plantea un numero limitados de datos que dificultan la observación*
  - *Se plantea la comparación entre medias y medias estimadas para encontrar valores de auto similitud.*

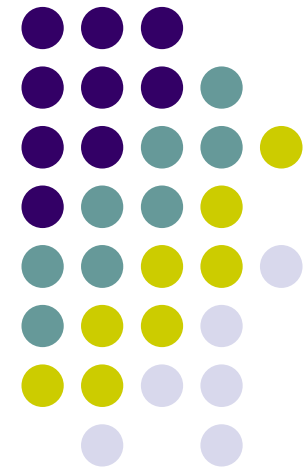


# Limitaciones

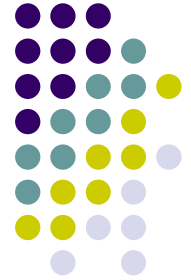
- No se plantea trafico en una red Lan Ethernet con componentes Wifi.
- Cada investigador busca una característica fractal en sus trabajos.
- Varios de los trabajos proponen el calculo del parámetro de hurtz bajo su propio método, pero sin evaluar los otros.

# Parte 2

## PROPUESTA



# Objetivo



## General

Proponer un Modelo que permita describir el comportamiento del tráfico de datos en una red local Ethernet y WiFi empleando geometría fractal.

# Objetivos



- **Específicos**

- Diseñar una red local que sirva de ambiente controlado de experimentación, capturando todo el flujo de datos en la red, proveniente de las diferentes aplicaciones que interactúan entre las estaciones y el servidor, con el fin de facilitar la obtención de flujos de datos a diferentes escalas de tiempo.
- Construir archivos con los paquetes que sean capturados en posiciones estratégicas de la red y almacenarlos, con el fin de descubrir patrones, eliminar tiempos muertos y hacer mediciones que nos permitan mas adelante trabajar sobre ellos.



# Objetivos

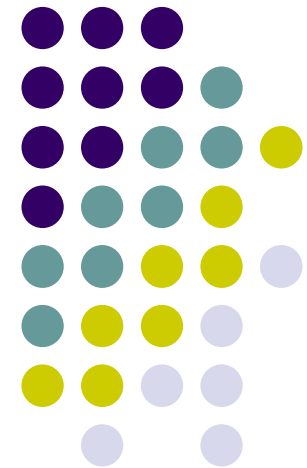


- **Específicos**

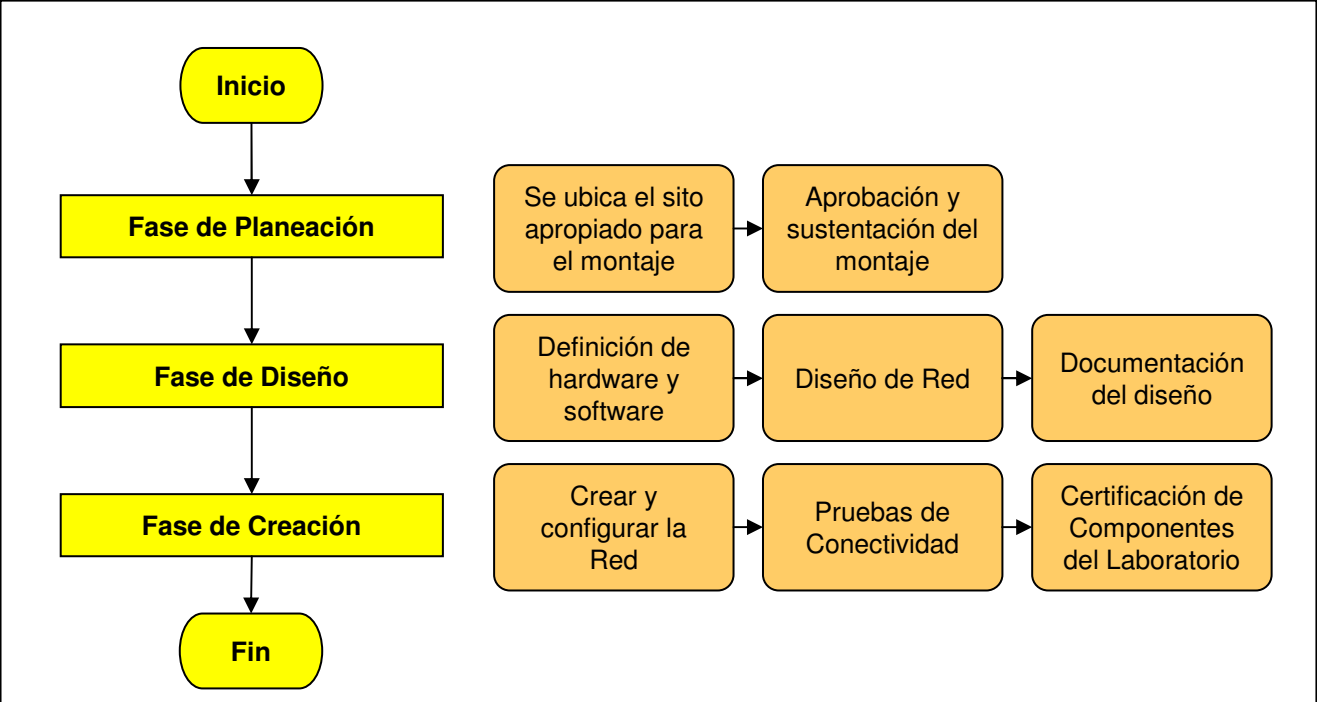
- Diseñar un Modelo para describir el comportamiento fractal del tráfico de datos de una red local Ethernet y WiFi empleando geometría fractal.
- Comparar el Modelo aplicado a los datos almacenados en nuestra base y establecer si la geometría fractal puede explicar el comportamiento del tráfico de datos en una red local Ethernet y WiFi.

# Parte 3

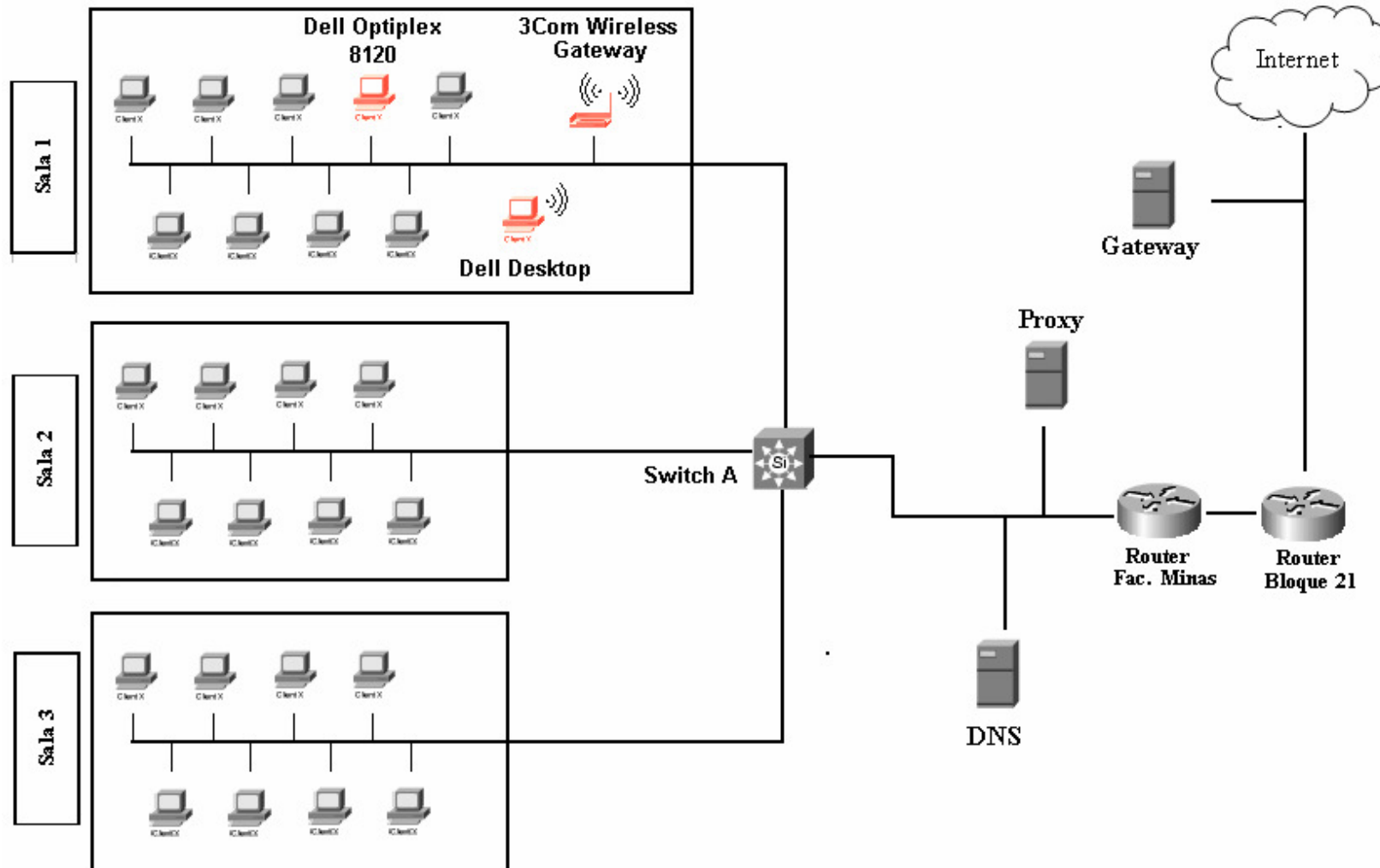
## DESCRIPCION DE LA INVESTIGACION



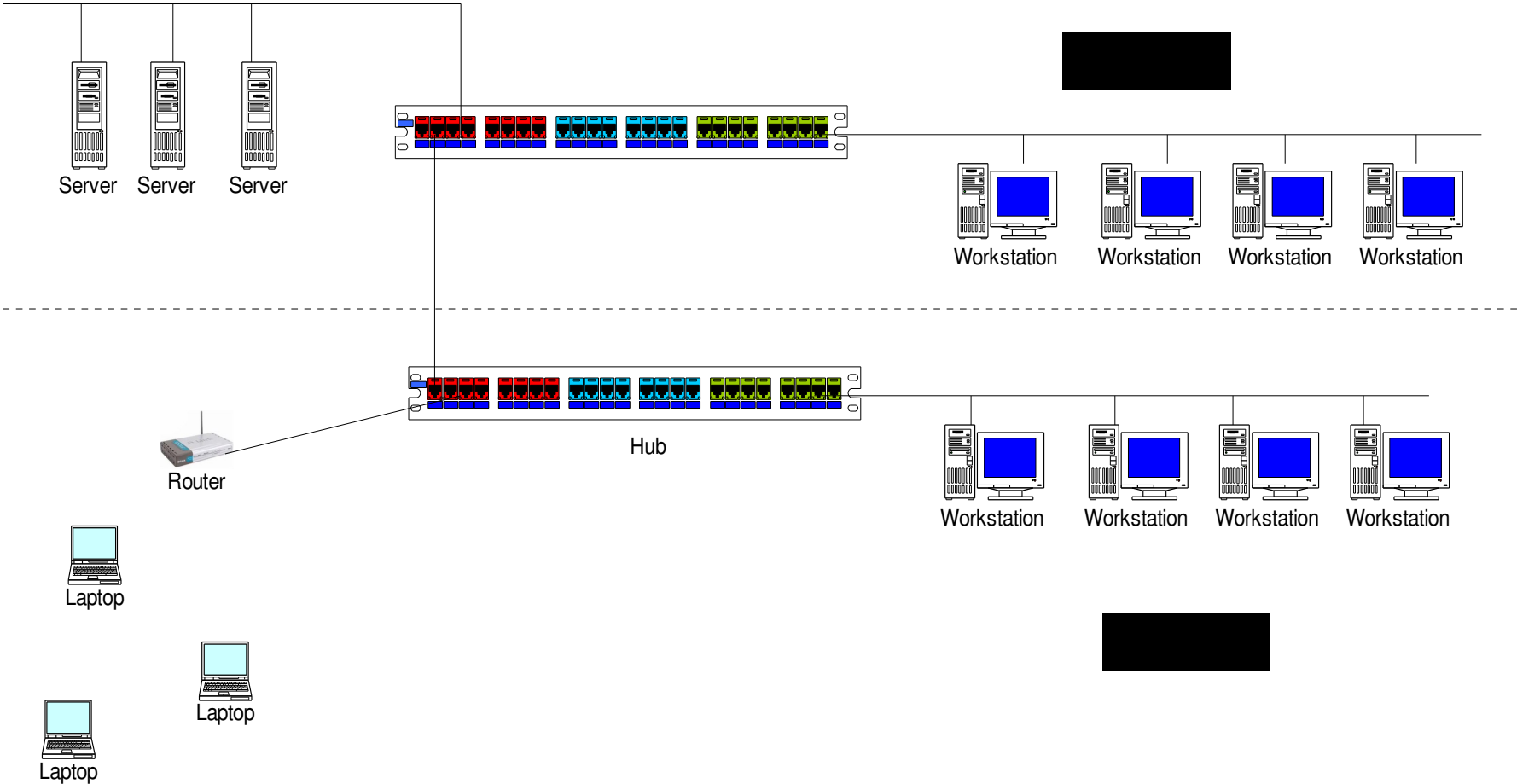
# Laboratorios



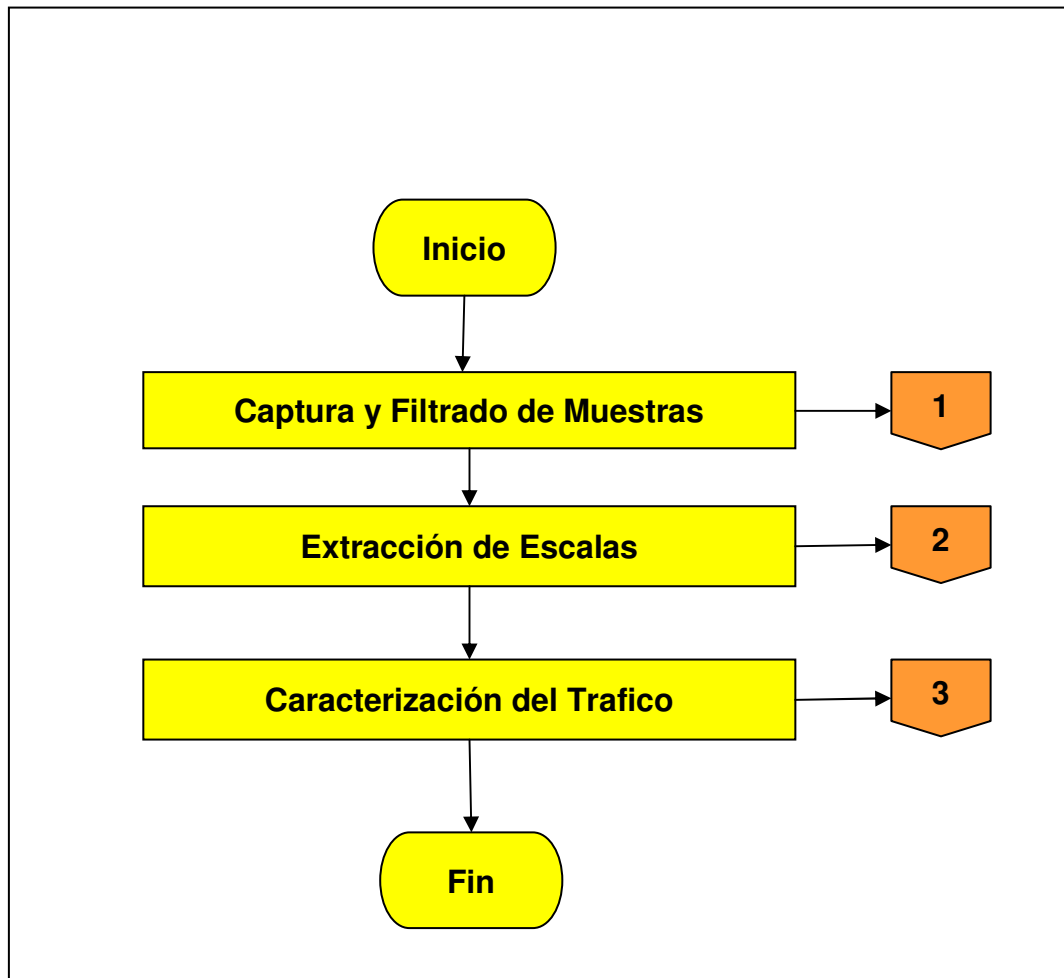
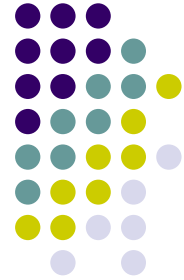
# Ambiente Académico



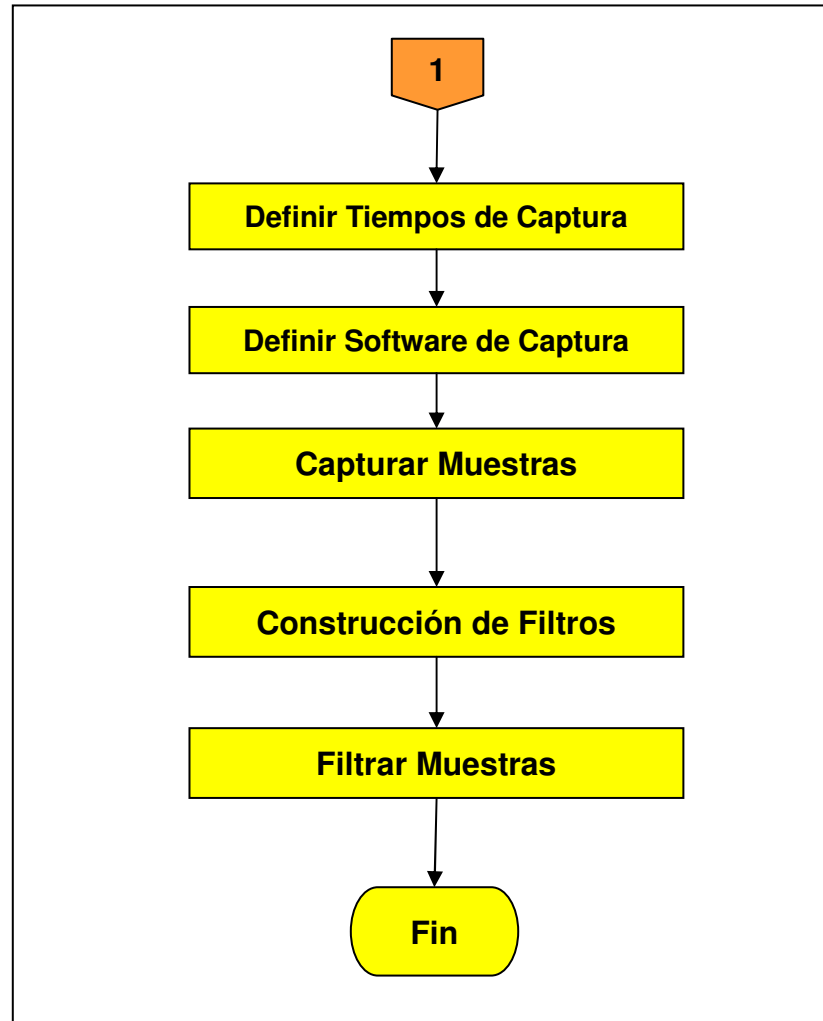
# Ambiente Comercial



# Modelo Propuesto



# Modelo Captura y Filtrado de Muestras



# Muestra Académica



Archivo	Fecha	Numero de Cabeceras
logtcpdump	Marzo 13 - Abril 6	6.725.120
logtcpdump.0	Abril 7 - Abril 17	2.970.190
logtcpdump.1	Abril 17 - Abril 18	218.227
logtcpdump.2	Abril 18 - Abril 20	586.705
logtcpdump.3	Abril 20 - Abril 24	3.808.549
logtcpdump.4	Abril -25 - Abril 25	110.143
logtcpdump.5	Abril 26 - Abril 27	556.272
logtcpdump.6	Abril 28 - Mayo 1	8.173.679
logtcpdump.7	Mayo 2 -Mayo 3	1.301.044
<b>Total de Cabeceras Capturadas</b>		<b>24.449.929</b>



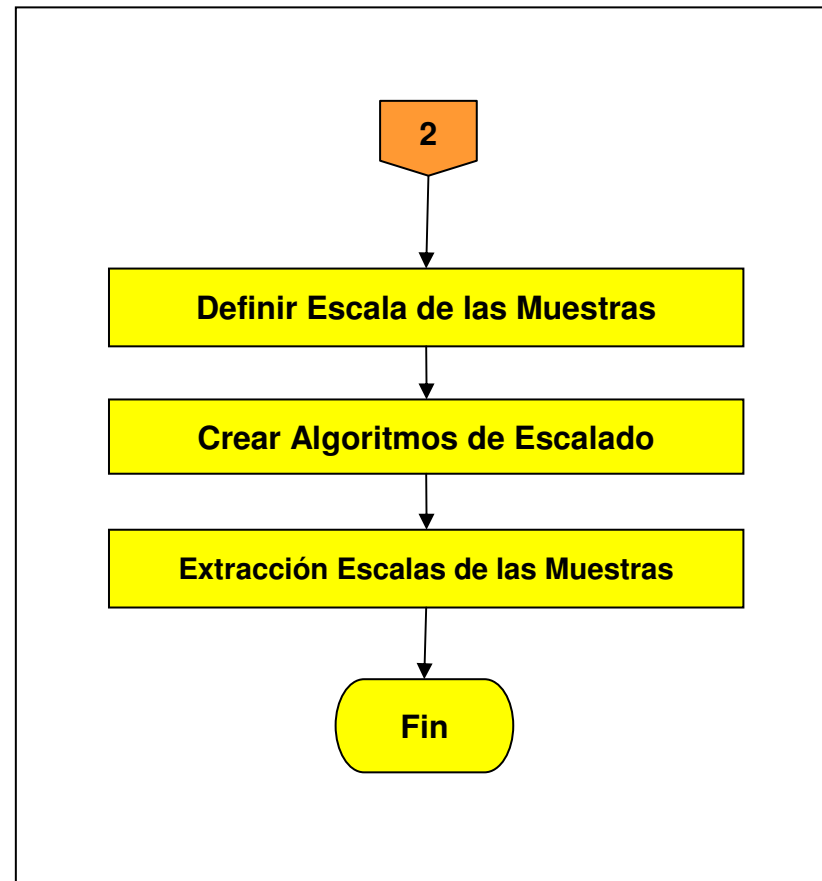
# Muestra Comercial



Enero		Febrero		Marzo		Abril	
1.479.316	30/01/2005	982.519	02/02/2006	1.373.510	01/03/2006	2.580.642	04/04/2006
2.669.325	31/01/2005	2.820.735	03/02/2006	2.135.753	02/03/2006	3.083.675	05/04/2006
827.393	03/01/2006	3.932.882	06/02/2006	3.804.134	07/03/2006	6.109.913	06/04/2006
		2.186.643	07/02/2006	5.068.677	08/03/2006	2.910.690	07/04/2006
		2.465.222	08/02/2006	92.406	09/03/2006	1.124.187	10/04/2006
		8.163.533	09/02/2006	4.096.437	10/03/2006	5.363.459	11/04/2006
		1.920.461	13/02/2006	3.441.104	13/03/2006	3.534.711	12/04/2006
		2.326.633	15/02/2006	5.655.398	14/03/2006	2.325.031	17/04/2006
		1.424.259	16/02/2006	436.052	15/03/2006	1.872.854	18/04/2006
		3.452.879	17/02/2006	2.575.176	16/03/2006	2.256.099	19/04/2006
		2.156.715	21/02/2006	1.875.126	17/03/2006	1.920.882	20/04/2006
				937.296	21/03/2006	1.526.180	21/04/2006
				1.678.979	22/03/2006	2.673.978	24/04/2006
				2.410.982	23/03/2006	3.965.931	25/04/2006
				2.684.783	24/03/2006	1.501.957	26/04/2006
				2.602.031	27/03/2006	1.604.547	27/04/2006
				2.100.926	28/03/2006	1.947.222	28/04/2006
				2.407.715	29/03/2006		
				1.832.242	30/03/2006		
				2.471.690	31/03/2006		
<b>4.976.034</b>		<b>31.832.481</b>		<b>49.680.417</b>		<b>46.301.958</b>	
<b>Total de Cabeceras de Paquetes</b>							<b>132.790.890</b>

# Modelo

## Extracción de Escalas





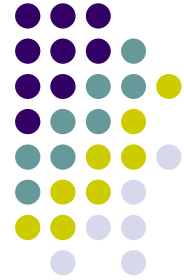
# Ambiente Académico

## Escalas

- Decasegundo
- Hectosegundo
- Kilosegundo
- Segundo
- Decisegundo
- Centisegundo
- Milisegundo

Captura Original	Cabeceras	nombre del archivo	numero de líneas
logtcpdump	6725120	delta.log.es1000	599
		delta.log.es100	5975
		delta.log.es10	58574
		delta.log.es1	487425
		delta.log.es01	1787554
		delta.log.es001	2592182
		delta.log.es0001	3111318
logtcpdump.0	2970190	delta.log0.es1000	560
		delta.log0.es100	5585
		delta.log0.es10	54610
		delta.log0.es1	442799
		delta.log0.es01	1447812
		delta.log0.es001	1897340
		delta.log0.es0001	2105120
logtcpdump.1	218227	delta.log1.es1000	21
		delta.log1.es100	203
		delta.log1.es10	1999
		delta.log1.es1	17773
		delta.log1.es01	85974
		delta.log1.es001	146568
		delta.log1.es0001	165288

# Ambiente Comercial

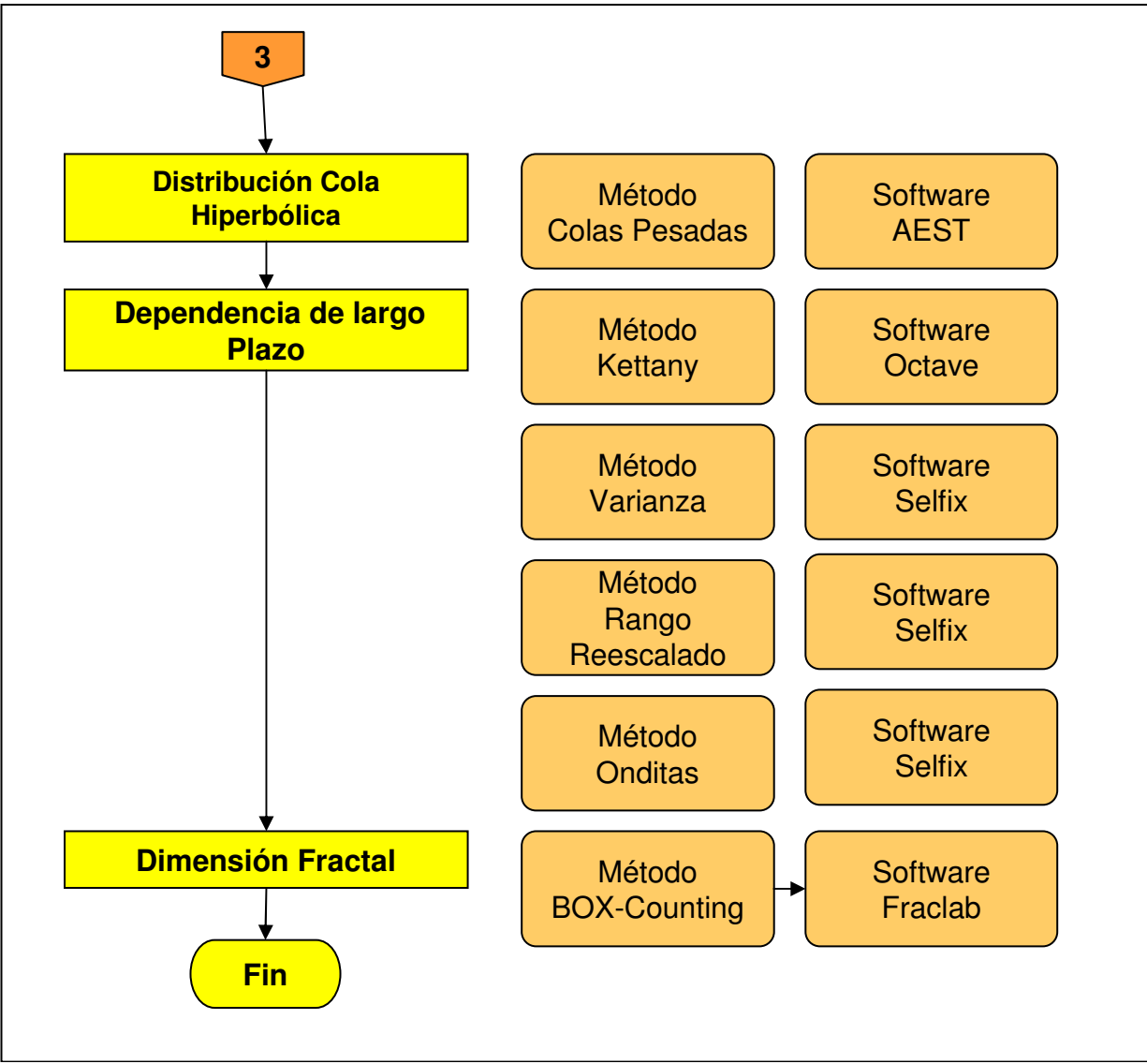


## Escalas

- 1 segundo
- 10 segundos
- 60 segundos
- 3600 segundos

	Nombre del Archivo	No de Líneas
1	t 01032006 c esc 1	31851
2	t 01032006 c esc 10	3185
3	t 01032006 c esc 60	530
4	t 01032006 c esc 3600	8
5	t 02022006 c esc 1	11963
6	t 02022006 c esc 10	1196
7	t 02020006 c esc 60	199
8	t 02022006 c esc 3600	3
9	t 02032006 c esc 1	32124
10	t 02032006 c esc 10	3212
11	t 02032006 c esc 60	535
12	t 02032006 c esc 3600	8
13	t 03022006 c esc 1	28138
14	t 03022006 c esc 10	2813
15	t 03022006 c esc 60	468
16	t 03022006 c esc 3600	7
17	t 04042006 c esc 1	35039
18	t 04042006 c esc 10	3503
19	t 04042006 c esc 60	583
20	t 04042006 c esc 3600	9

# Modelo Caracterización del Trafico



# Distribución de Cola Hiperbólica



- Se dice que la distribución de una variable aleatoria  $X$  tiene cola Hiperbólica si :

$$1 - F(x) = \Pr[X > x] \approx \frac{1}{x^\alpha} \quad \text{si } x \rightarrow \infty, \quad 0 < \alpha$$

- Sirve para caracterizar densidades de probabilidad que describen los procesos de tráfico.
  - Tiempos entre llegadas de paquetes
  - Longitudes de las ráfagas
- Se dice que una variable  $X$  tiene cola pesada si su varianza tiende a infinito y su media probablemente también.

# Distribución de Cola Hiperbólica



Basados en el documento de **[Taqqu y Corovella,1999]**, donde proponen el método y un programa ( AEST ) para encontrar el índice de cola pesada Alfa así :

$$P[X > x] \sim cx^{-\alpha}, \quad \text{as } x \rightarrow \infty, \quad 0 < \alpha < 2,$$

- El programa da una estimación de ese Alfa a partir de un “f” que es una agregación puede ser de 2 de 3 de 4...
- El valor de Alfa debe estar entre 0 y 2 para decirse que es una distribución de cola pesada.
- El programa a cada uno de los niveles de agregación le calcula un Alfa de prueba, algunos los acepta otros los rechaza dependiendo de su comportamiento consistente. Luego ofrece como resultado o estimación definitiva el valor promedio de los Alfa de prueba aceptados.

```
aest -f datafile -n 5000 -a 2 -l 10 -w -g -s
```

# Ambiente Académico



<b>Captura Original</b>	<b>nombre del archivo</b>	<b>numero de líneas</b>	<b>índice de cola estimado</b>
logtcpdump	delta.log.es1000	599	0,58987
	delta.log.es100	5975	0,827784
	delta.log.es10	58574	0,955387
	delta.log.es1	487425	1,023916
	delta.log.es01	1787554	1,002923
	delta.log.es001	2592182	1,003035
	delta.log.es0001	3111318	1,014651
logtcpdump.0	delta.log0.es1000	560	0,951584
	delta.log0.es100	5585	0,933824
	delta.log0.es10	54610	1,021944
	delta.log0.es1	442799	0,999941
	delta.log0.es01	1447812	0,998347
	delta.log0.es001	1897340	0,967005
	delta.log0.es0001	2105120	1,006193



# Ambiente Comercial



		Prueba AEST		
	Nombre del Archivo	No de Líneas	Alpha Estimado	Media Estimada
1	t_01032006_c_esc_1	31851	1,178061	43,082132
2	t_01032006_c_esc_10	3185	1,42173	430,832339
3	t_01032006_c_esc_60	530	1,117725	2587,575472
4	t_01032006_c_esc_3600	8	No estimado	No estimado
5	t_02022006_c_esc_1	11963	1,406095	82,010867
6	t_02022006_c_esc_10	1196	1,542026	820,302676
7	t_02020006_c_esc_60	199	1,163324	4929,497487
8	t_02022006_c_esc_3600	3	No estimado	No estimado
9	t_02032006_c_esc_1	32124	1,181557	66,45343
10	t_02032006_c_esc_10	3212	1,182894	664,498132
11	t_02032006_c_esc_60	535	1,080565	3988,725234
12	t_02032006_c_esc_3600	8	No estimado	No estimado
13	t_03022006_c_esc_1	28138	1,431208	100,177269
14	t_03022006_c_esc_10	2813	1,544005	1001,991113
15	t_03022006_c_esc_60	468	2,164549	6020,014957
16	t_03022006_c_esc_3600	7	No estimado	No estimado

# Dependencia de Largo Alcance



- Se define con el comportamiento de autocovarianza y decrece forma hiperbólica.

a medida que

$$|k| \rightarrow \infty, 0 < \beta < 1.$$

$$C(k) \approx |k|^{-\beta}$$

$$H = 1 - \frac{\beta}{2}.$$

- La sumatoria de las autocovarianzas es igual a  $\infty$

# Dependencia de Largo Alcance



- Se logra calculando el parámetro de Hurst en las diferentes escalas y se utilizó el método propuesto por [Kettani,2002] e implementado en Octave.
- Si el parámetro de Hurst es  $> 0,5$  y  $< 1$ , se dice que la serie de datos tiene auto similitud o autosemejanza.

# Ambiente Académico



	<b>Captura Original</b>	<b>Cabeceras</b>	<b>Nombre del Archivo</b>	<b>Parámetro de Hurst estimado</b>
1	Logtcpdump	6725120	delta.log.es1000	0.56217
2			delta.log.es100	0.91856
3			delta.log.es10	0.98516
4			delta.log.es1	0.99035
5			delta.log.es01	0.97612
6			delta.log.es001	0.88419
7			delta.log.es0001	0.93258
8	logtcpdump.0	2970190	delta.log0.es1000	0.52029
9			delta.log0.es100	0.79153
10			delta.log0.es10	0.96411
11			delta.log0.es1	0.96853
12			delta.log0.es01	0.95530
13			delta.log0.es001	0.92912
14			delta.log0.es0001	0.91614

# Ambiente Comercial



	Nombre del Archivo	P. HURST
1	t_01032006_c_esc_1	0,72139
2	t_01032006_c_esc_10	0,68628
3	t_01032006_c_esc_60	0,64463
4	t_01032006_c_esc_3600	0,45388
5	t_02022006_c_esc_1	0,70599
6	t_02022006_c_esc_10	0,66532
7	t_02020006_c_esc_60	0,65401
8	t_02022006_c_esc_3600	0,12122
9	t_02032006_c_esc_1	0,77476
10	t_02032006_c_esc_10	0,73228
11	t_02032006_c_esc_60	0,67441
12	t_02032006_c_esc_3600	0,43397
13	t_03022006_c_esc_1	0,72838
14	t_03022006_c_esc_10	0,71798
15	t_03022006_c_esc_60	0,70398
16	t_03022006_c_esc_3600	0,35877

# Caracterización Fractal



- **Comprobación Auto-similitud**

- Para procesos auto-similares esta igualdad puede ser interpretada en el sentido de sus estadísticas de segundo orden, por ejemplo, las funciones de media y varianza.

Se dice que un proceso  $x$  es auto similar con parámetro

$\beta$  ( $0 < \beta < 1$ ) si para todo  $m=1,2,3\dots$  se tiene

$$\text{Var}(x^m) = \text{Var}(x) / m^\beta$$

- Se despeja el valor de  $\beta$  si este está entre 0 y -1 se dice que las variables aleatorias están correlacionadas por lo tanto la auto similitud se repite en todas las escalas de tiempo.

# Ambiente Academico



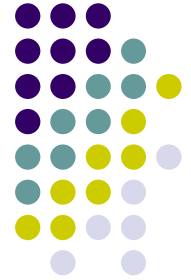
	<b>Captura Original</b>	<b>Cabece ras</b>	<b>nombre del archivo</b>	<b>numero de lineas</b>	<b>Varianza</b>	<b>V estimada</b>	<b>Correla</b>
<b>1</b>	logtcpdump	6725120	delta.log.es1000	599	5830200000	160065382,4	-0,56217
<b>2</b>			delta.log.es100	5975	13719000	4661,540973	-0,91856
<b>3</b>			delta.log.es10	58574	1635300	32,85831543	-0,98516
<b>4</b>			delta.log.es1	487425	20712,000000	0,048217262	-0,99035
<b>5</b>			delta.log.es01	1787554	636,270000	0,00050198	-0,97612
<b>6</b>			delta.log.es001	2592182	92,354000	0,000197041	-0,88419
<b>7</b>			delta.log.es0001	3111318	9,516400	8,38074E-06	-0,93258
<b>8</b>	logtcpdump.0	2970190	delta.log0.es1000	560	198400000	7373724,703	-0,52029
<b>9</b>			delta.log0.es100	5585	9787900	10587,8619	-0,79153
<b>10</b>			delta.log0.es10	54610	254830	6,902383355	-0,96411
<b>11</b>			delta.log0.es1	442799	3516,500000	0,011956116	-0,96853
<b>12</b>			delta.log0.es01	1447812	130,860000	0,000170404	-0,95530
<b>13</b>			delta.log0.es001	1897340	15,120000	2,22025E-05	-0,92912
<b>14</b>			delta.log0.es0001	2105120	1,740700	2,80361E-06	-0,91614

# Ambiente Comercial



Nombre del Archivo	No de Lineas	Varianza	Varianza Estiamada	Beta
t_01032006_c_esc_1	31851	10386	2,514435452	-0,8030
t_01032006_c_esc_10	3185	46330	84,41715677	-0,7820
t_01032006_c_esc_60	530	70445	691,9247374	-0,7370
t_01032006_c_esc_3600	8	No estimado		
t_02022006_c_esc_1	11963	37798	69,38060966	-0,6710
t_02022006_c_esc_10	1196	19109	601,5962837	-0,4880
t_02020006_c_esc_60	199	1,91	0,186010737	-0,4400
t_02022006_c_esc_3600	3	No estimado		
t_02032006_c_esc_1	32124	26448	16,18166922	-0,7130
t_02032006_c_esc_10	3212	16048	47,53743601	-0,7210
t_02032006_c_esc_60	535	3,293	0,040526965	-0,7000
t_02032006_c_esc_3600	8	No estimado		

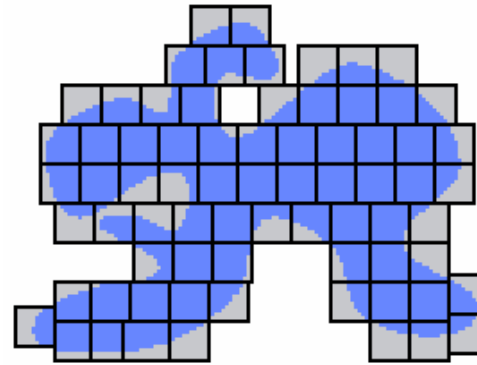




# Dimensión Fractal

- En la geometría euclidiana las dimensiones son :
  - El punto  $DE = 0$
  - La línea  $DE = 1$
  - El cuadrado  $DE = 2$
  - El cubo  $DE = 3$
- En los fractales  $DF > DE$  [Mandelbrot, 1977]
- En la transmisión de datos la dimensión euclidiana tiende a presentar valores cercanos a una línea recta ósea que su  $DE = 1$ , pero su dimensión fractal es  $0 < DF > 2$

# Dimensión Fractal



- Box counting o conteo de cajas, entropía de Kolmogorov

$$\ln N(r) = D * \ln (1/r) + C$$

N : número de cajas

r : valor de un lado del cuadro

D: Dimensión

- Se utilizó la implementación de FracLab, Al despejar D si los valores oscilan entre 0 y 2 se dice que se tiene su dimensión fractal.

# Ambiente Académico



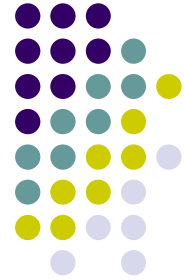
	Captura Original	Cabeceras	nombre del archivo	dimensión fractal
1	logtcpdump	6725120	Delta.log.es1000	0,854
2			Delta.log.es100	0,898
3			Delta.log.es10	1,01
4			Delta.log.es1	1,03
5			Delta.log.es01	0,954
6			Delta.log.es001	0,885
7			Delta.log.es0001	0,893
8	logtcpdump.0	2970190	Delta.log0.es1000	0,919
9			Delta.log0.es100	0,898
10			Delta.log0.es10	1,01
11			Delta.log0.es1	1,03
12			Delta.log0.es01	0,967
13			Delta.log0.es001	0,885
14			Delta.log0.es0001	0,893

# Ambiente Comercial



BOX COUNTING	Coefficiente de Correlación	Nombre del Archivo
1.07000	0.97000	t_01032006_c_esc_1
0.95900	0.97000	t_01032006_c_esc_10
0.89500	0.97000	t_01032006_c_esc_60
		t_01032006_c_esc_3600
0.92100	0.95000	t_02022006_c_esc_1
0.88300	0.95000	t_02022006_c_esc_10
0.88500	0.96000	t_02020006_c_esc_60
		t_02022006_c_esc_3600
1.06000	0.97000	t_02032006_c_esc_1
0.95200	0.97000	t_02032006_c_esc_10
0.89400	0.09800	t_02032006_c_esc_60
		t_02032006_c_esc_3600
1.07000	0.96000	t_03022006_c_esc_1
0.91700	0.95000	t_03022006_c_esc_10
0.91800	0.96000	t_03022006_c_esc_60
		t_03022006_c_esc_3600

# Aportes



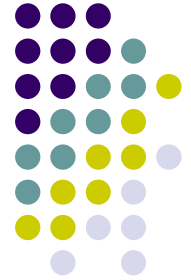
- El aporte general de esta tesis es un modelo que permite encontrar auto similitud o auto semejanza en el tráfico de datos de una red Ethernet y en especial con componentes de red inalámbricos o Wifi .
- El modelo en si entrega tres características fundamentales para comprobar el comportamiento auto similar del tráfico de datos, tales como la distribución de colas hiperbólicas, la memoria de largo plazo y la dimensión fractal opuesta a la euclidiana por todos conocida.
- El análisis sobre las muestras de dos fuentes diferentes de datos, permite definir si su utilización no influencia el comportamiento de los datos.
- Se propone que los investigadores miren hacia la nueva generación de redes IP y apliquen los nuevos conceptos de la geometría fractal y abandonen el paradigma de las redes de voz convencional o análoga y su sustentación sobre las teorías de Poisson.

# Conclusiones



- De acuerdo a los diferentes resultados en los ambientes experimentales podemos determinar que efectivamente el comportamiento del tráfico de datos no obedece a las matemáticas tradicionales como la distribución de Poisson utilizadas para el control de las redes de voz análoga y que equivocadamente se han utilizado para diseñar redes locales basadas en TCP/IP.
- En los dos ambientes arroja características auto similares comprobadas en cada uno de los pasos del modelo propuesto, como fueron la distribución de cola hiperbólica, la memoria de largo plazo y la dimensión fractal.
- Que el origen o fuente de los datos no altera en si el comportamiento del trafico en una red de área local.
- Las nuevas redes locales inalámbricas o Wifi también presentan características auto similares o auto semejantes al igual que redes tradicionales de Ethernet ya que la voz, los datos y el video han sido encapsulados en el protocolo TCP/IP.
- Aunque en algunas muestras no arrojan resultados , se debe a que las escalas logradas no tienen un gran volumen de información y por lo tanto no se puede estimar el resultado

# Trabajos Futuros



- Partiendo que las redes examinadas ya presentan un comportamiento fractal entonces debemos **construir herramientas** que nos permitan resolver los problemas de congestión y seguridad propios de las redes.
- Existen algunos fenómenos que presentan variaciones que pueden insinuar que no existe autosimilitud en un tráfico de datos, este ha sido denominado **multifractalidad**, el cual debe ser mas ampliado y estudiado.
- ***Data Networks as Cascades: Investigating the multifractal Nature of Internet WAN Traffic*** Anja Feldmann, A.C. Gilbert, y W. Willinger..  
Procedures of the ACM SIGCOMM'98, pp. 25-38, Vancouver, B.C., Canadá, 1998.

# Publicaciones



- **Ponencia en el V Congreso Internacional de Electrónica y Tecnologías de Avanzada CEITA, Pamplona, 2006.**
- **Por enviar**
  - **Revista Dime, Universidad Nacional, Marzo 2007**
  - **Revista S&T, Sistemas & Telemática, de la facultad de Ingeniería de la Universidad ICESI- Cali**
    - Indexadas por Colciencias en categoría C del Índice Bibliográfico Nacional de Publicaciones Científicas y Tecnológicas



# Bibliografía



- **[Belamy,2000]** Belamy, John, Digital telephony, 3<sup>a</sup> ed., NY :wiley 2000.
- **[Jain,1986]** Raj Jain, Shawn A. Routhier, "Packet trains - measurements and a new model for computer network traffic", IEEE Journal on Selected Areas in Communications, vol. SAC-4, pp. 986-995, Sep. 1986.
- **[Paxson,1994]** V. Paxson, "Growth trends in wide-area tcp connections" tech. rep., Lawrence Berkeley Laboratory, University of California, May 1994.
- **[Claffy,1994]** K. Claffy, "Internet traffic characterization" PhD dissertation, University of California, San Diego, Department of Computer Science, 1994.
- **[Leland,1994]** W. Leland, "On the self-similar nature of ethernet traffic (extended version)", IEEE/ACM Transactions on Networking, vol. 2, pp. 1-15, Feb. 1994.
- **[Yamakawa,1998]** Yamakawa P. Lent R. Naturaleza Fractal del Trafico de Internet. 1998.
- **[Paxson,1994]** V. Paxson, "Empirically derived analytic models of wide-area tcp connections" IEEE/ACM Transactions on Networking, vol. 2, pp. 316-336, Aug. 1994.
- **[Bestavros-Crovella,1996]** Bestavros A. Crovella M. Self Similarity in World Wide Web Trafic: Evidence and Possible Causes. 1996.
- **[Trang-Balázs-Sándor,2004]** Trang Dinh Dang, Balázs Sonkoly, Sándor Molnár "Fractal Analysis and Modeling of VoIP Traffic", Budapest Univ. of Technology & Economics, Budapest, Hungary 2004
- **[Vecchio, 2003]** Ricardo Vecchio "Modelación de Trafico autosimilar y evaluación de sus efectos en el tamaño de las colas, Instituto >Tecnológico de Buenos Aires, Argentina, 2003
- **[Kettani,2002]** Houssain Kettani y John A. Gubner. A Novel Approach to the Estimation of the Hurst Parameter in Self-similar Traffic. Electrical and Computer Engineering Department, University of Wisconsin. 2002.
- **[Alarcón-Aquino,2003]** V. Alarcón-Aquino, Luis G. Guerrero-Ojeda, Y. L. Takahashi, "Análisis Multiescala del Trafico Ethernet e Internet Usando DauBechies Wavelets" Universidad de las Américas, MEXICO 2003
- **[Boudec,2004]** Le Boudec J. Performance Evaluation: Lecture Notes. Methods, Practice and Theory for the Performance Evaluation of Computer and Communication Systems. Jean-Yves Le Boudec, EPFL, 2004

# Bibliografía



- **[López-Velayo,2001]** Alberto López, Héctor Velayos, Tomás Robles, Nuria Villaseñor, “Provisión de Calidad de Servicio Basada en Reservas para Entornos Móviles”, Departamento de Ingeniería de la Información y las Comunicaciones, Universidad de Murcia, 2001.
- **[López y Otros,2002]** David López P, Jorge E. López-de-Vergara, Luis Bellido, David Fernández “Monitorización de una red académica mediante Netflow”, Departamento de Ingeniería de Sistemas Telemáticos, Universidad Politécnica de Madrid
- **[ITU/T,2003]** ITU-T. Teletraffic Engineering Handbook. International Union of Telecommunications, 2003.
- **[Paxson,1995]** Paxson,V, y Floy, S, wide area traffic: The failure of Poisson Modeling”, Procc SIGCOMM’94 Conf.,1995
- **[Abry-Veitch,1998]** Abry and D. Veitch. Wavelet Analysis of Long-Range Dependent Traffic. IEEE Transactions on Information Theory, 44(1):2–15. (1998)
- **[Schroeder,1991]** Manfred Schroeder, M. Fractals, Chaos, Powes Laws: Minutes from and Infinite Paradise. NY, Freeman, 1991.
- **[Taqqu y Corovella,1999]** Taqqu M. y Crovella M. Estimating the Heavy Tail Index from Scaling Properties. ACM, 1999.
- **[Nakagawa,1999]** Nakagawa Masahiro, Chaos and Fractals in Engineering. Editorial: World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd. Singapore. ISBN: 981-02-3833-9 .1999
- Fraclab [www.irccyn.ec-nantes.fr/hebergement/FracLab/index.html](http://www.irccyn.ec-nantes.fr/hebergement/FracLab/index.html)
- **[Beran, 1994]** Beran J. Statitics for long memory processes. New York, Chapman anfd Hall, 1994.
- **[Ramirez, 2004]** German Andrés Ramírez Gómez., Estudio del Tráfico de Redes de Datos de área local empleando análisis Fractal. Trabajo dirigido de grado, Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales. 2004
- **[Barnsley ,1993]** Michael F. Barnsley. Fractals Everywhere. Second edition, Iterated Sistemas, Inc. Atlanta Georgia. 1993.
- **[Maldelbrot,1965]** Maldelbrot Beniot. Self Similar Error Cluster in Comunication System and The Concept of Condicional Stationarity. M. IEEE Transactions on Comuncations Tecnology, volumen 13, 1965
- **[Maldelbrot,1977]** Maldelbrot Beniot, Fratals:Form, Chance and dimension, freedman, San Francisco,1977.