

**UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES**

**DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA DE MEDICIÓN  
DE DESEMPEÑO EN TRANSMISIÓN DE DATOS PARA UNA  
RED CDMA 1xEVDO**

**TRABAJO ESPECIAL DE GRADO**

presentado ante la

**UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO**

Como parte de los requisitos para optar al título de

**INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES**

REALIZADO POR

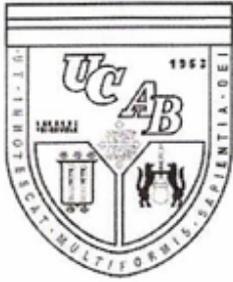
*Jorge Luis Angulo Martínez.  
Arsenio David Gómez García.*

PROFESOR GUÍA

*Luis Birollo*

FECHA

Caracas, 7 de julio de 2006.



**UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES**

**DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA DE MEDICIÓN  
DE DESEMPEÑO EN TRANSMISIÓN DE DATOS PARA UNA  
RED CDMA 1xEVDO**

**TRABAJO ESPECIAL DE GRADO**

presentado ante la

**UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO**

Como parte de los requisitos para optar al título de

**INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES**

REALIZADO POR

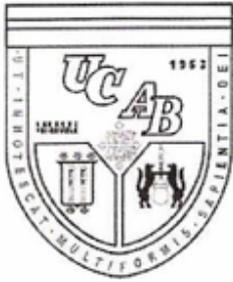
*Jorge Luis Angulo Martínez.  
Arsenio David Gómez García.*

PROFESOR GUÍA

*Luis Birollo*

FECHA

Caracas, 7 de julio de 2006.



**UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES**

**DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA DE MEDICIÓN  
DE DESEMPEÑO EN TRANSMISIÓN DE DATOS PARA UNA  
RED CDMA 1xEVDO**

REALIZADO POR

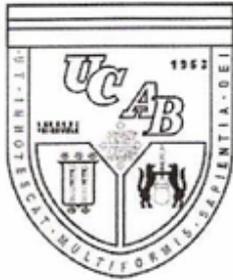
*Jorge Luis Angulo Martínez.  
Arsenio David Gómez García.*

PROFESOR GUÍA

*Luis Birollo*

FECHA

Caracas, 7 de julio de 2006.



**UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES**

**DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA DE MEDICIÓN  
DE DESEMPEÑO EN TRANSMISIÓN DE DATOS PARA UNA  
RED CDMA 1xEVDO**

**Este jurado; una vez realizado el examen del presente trabajo ha evaluado  
su contenido con el resultado: \_\_\_\_\_**

**J U R A D O   E X A M I N A D O R**

Firma: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_  
Nombre: Luis Fernández Nombre: Mayra Narváez Nombre: Luis Birollo

REALIZADO POR *Jorge Luis Angulo Martínez.  
Arsenio David Gómez García.*

PROFESOR GUÍA *Luis Birollo*

FECHA Caracas, 7 de julio de 2006.

---

**UNIVERSIDAD CATÓLICA “ANDRÉS BELLO”**  
**Facultad de Ingeniería**  
**Escuela de Ingeniería de Telecomunicaciones**  
**Trabajo Especial de Grado**

**DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA DE MEDICIÓN DE DESEMPEÑO EN  
TRANSMISIÓN DE DATOS PARA UNA RED CDMA 1XEVD0**

**Julio de 2006.**

---

## **Desarrollo de una herramienta de medición de desempeño en transmisión de datos para una red CDMA 1xEVDO**

Angulo, Jorge  
[jorgelangulo@yahoo.com](mailto:jorgelangulo@yahoo.com)

Gómez, Arsenio  
[arsenio.gomez@gmail.com](mailto:arsenio.gomez@gmail.com)

Considerando la necesidad existente debido a la reciente implementación del sistema 1xEVDO y 3G1x y la creciente demanda del servicio de Internet móvil inalámbrico se diseñó el proyecto de tesis “*DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA DE MEDICIÓN DE DESEMPEÑO EN TRANSMISIÓN DE DATOS PARA UNA RED CDMA 1xEVDO*” con la finalidad de medir en tiempo real el desempeño de la red y las condiciones en las cuales se está operando de forma fácil, rápida y amigable. La herramienta que se desarrolla, realiza un muestreo periódico de diferentes parámetros que contemplan los distintos niveles que abarcan una transmisión de datos a través de Internet, destacando principalmente la velocidad de transmisión, el ancho de banda, intentos de conexión, degradación de la calidad de servicio, basándose en la configuración del modelo TCP/IP en sus capas de transporte, red e interfaz de red.

Asimismo, integra la navegación en Internet y la transferencia de archivos vía FTP (*File Transfer Protocol*) en módulos para automatizar la realización de dichas pruebas y facilitar la detección de fallas.

Una de las principales características de EVDO es su movilidad por lo que el empleo del sistema GPS (*Global Positioning System*) representa una gran ayuda puesto que permite establecer la ubicación (latitud, longitud y velocidad) en el momento en que se realiza la prueba. Posteriormente la información recabada se

trasladada a un mapa que muestra el recorrido realizado en la prueba, indicando los parámetros solicitados en los distintos puntos de medición.

Por último, permite generar un reporte estadístico general de las pruebas realizadas para poder observar de forma concisa los resultados obtenidos.

Palabras Claves: **Tiempo Real, Desempeño de la Red, FTP, GPS, Reporte Estadístico.**

## **Dedicatoria**

*A mis padres,  
A mis hermanos,  
Y a mi novia*

Arsenio Gómez

*A mis viejos*

Jorge Angulo

## **Agradecimientos**

Queremos mostrar nuestro agradecimiento a la Universidad Católica Andrés Bello por su aporte en nuestra formación como Ingenieros en Telecomunicaciones y otorgarnos los conocimientos, herramientas y aptitudes necesarias para desempeñarnos en el ámbito laboral y poder realizar con éxito nuestro Trabajo Especial de Grado en una prestigiosa empresa.

A la empresa Lucent Technologies por brindarnos la oportunidad de trabajar con ellos en este proyecto y a las personas que de una manera u otra colaboraron con nosotros en la realización de este Trabajo Especial de Grado.

A nuestro tutor Luis Birollo, por su apoyo y buena disposición en todo momento para que se cumpliesen los objetivos dentro de los plazos establecidos y por conseguir las herramientas que nos eran necesarias en el transcurso del proyecto.

A Oscar Colmenares, quien sin ser nuestro tutor, ejerció como tal durante todo el Trabajo Especial de Grado y su ayuda fue fundamental para que se pudiesen cumplir con todas las metas planteadas.

También queremos agradecer de forma especial por su cooperación y apoyo a Raúl Namur, Joaquin Fung, María Alejandra Zavala, Manuel Turipe, Raúl Socorro, Luis Rodríguez, Derwin Varela y Alexander Chassaigne.

## Índice General

Hoja de Evaluación.....	i
Resumen.....	ii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimientos.....	v
Índice General.....	vi
Índice de Figuras.....	ix
Introducción.....	xi
Capítulo I.....	1
Planteamiento del Proyecto.....	1
I.1 Planteamiento del problema.....	1
I.2 Objetivos.....	2
I.3 Justificación.....	2
I.4 Alcance y Limitaciones.....	3
Capítulo II.....	4
Marco Referencial o Teórico.....	4
II.1 1xEVDO.....	4
II.1.1 Evolución.....	5
II.1.2 Arquitectura.....	6
II.1.3 Componentes del sistema.....	7
II.1.4 Estándar de 1xEVDO. Diseño por capas.....	8
II.1.5 Interfase de aire.....	9
II.1.6 Enlace de bajada.....	9
II.1.7 Enlace de subida.....	12
II.1.8 Beneficios de 1xEVDO.....	14
II.2 3G1x.....	15
II.2.1 Usuario Móvil.....	15

---

II.2.2 Características.....	16
Capítulo III.....	18
Metodología y Desarrollo .....	18
III.1 Estudio introductorio de la arquitectura CDMA EVDO y datos 3G1x.....	18
III.2 Estudio de los protocolos involucrados.....	19
III.3 Diseño e implementación de la herramienta.....	19
III.3.1 Obtención y registro de los parámetros de red.....	21
III.3.2 Diseño del Módulo HTTP.....	24
III.3.3 Diseño del Módulo FTP.....	26
III.3.4 Diseño del Módulo Ping/TraceRT.....	29
III.3.5 Obtención y registro de parámetros GPS.....	32
III.3.6 Generación de informe y análisis de datos.....	36
III.3.7 Exportación de datos a mapas <i>MapInfo</i> <sup>®</sup> .....	38
III.3.8 Automatización de pruebas.....	40
III.4 Pruebas, verificación y corrección de errores.....	42
Capítulo IV.....	43
Resultados.....	43
Capítulo V.....	61
Conclusiones y Recomendaciones.....	61
V.1 Conclusiones.....	61
V.2 Recomendaciones.....	64
Capítulo VI.....	65
Bibliografía.....	65
Apéndice A. Protocolos de Comunicaciones.....	68
Apéndice B. GPS ( <i>Global Positioning System</i> ).....	74
Apéndice C. FTP ( <i>File Transfer Protocol</i> ).....	79
Apéndice D. Enrutamiento.....	84
Apéndice E. Parámetro de Red.....	86
Apéndice F. Leyenda <i>MapInfo</i> <sup>®</sup> .....	90

Apéndice G. Modelo de Prueba.....	92
Apéndice H. Glosario de Acrónimos.....	104
Anexo A. Tarjeta Sierra Wireless – AirCard 580.....	115
Anexo B. Tarjeta Kyocera Passport 1xEVDO.....	118
Anexo C. Receptor GPS- GARMIN GPS III Plus.....	122

## Índice de Figuras

Figura 1. Diagrama del sistema 1xEVDO.....	6
Figura 2. Estructura de enlace de bajada.....	10
Figura 3. Ranuras y tasas de transmisión (Enlace de bajada).....	12
Figura 4. Estructura de enlace de subida.....	13
Figura 5. Ranuras y tasas de transmisión (Enlace de subida).....	14
Figura 6. Integración de paquetes de datos y celulares del sistema 3G1x.....	15
Figura 7. Sesión de datos 3G1x.....	17
Figura 8. Esquema de funcionamiento de la herramienta.....	20
Figura 9. Esquema del formato de datos.....	23
Figura 10. Esquema del arreglo de datos.....	24
Figura 11. Esquema del formato de datos para el Módulo HTTP.....	26
Figura 12. Esquema del formato de datos para el Módulo FTP.....	29
Figura 13. Esquema del formato de datos para el comando Ping.....	31
Figura 14. Esquema del funcionamiento del módulo TraceRT.....	32
Figura 15. Formato de una oración NMEA.....	34
Figura 16. Formato de una oración NMEA (RMC) y descripción de sus campos. 34	
Figura 17. Formato de una oración NMEA (GLL) y descripción de sus campos.. 35	
Figura 18. Esquema del formato de datos para la información GPS.....	36
Figura 19. Esquema de la cabecera de un archivo MIF.....	39
Figura 20. Esquema de un objeto gráfico puntual.....	40
Figura 21. Aspecto general de la herramienta.....	44
Figura 22. Estado de la conexión.....	45
Figura 23. Monitoreo de la interfaz de red.....	47
Figura 24. Monitoreo de la capa de red.....	48
Figura 25. Monitoreo de la capa de transporte.....	49
Figura 26. Pantalla para la navegación en páginas Web.....	50
Figura 27. Pantalla de los comandos Ping y TraceRT.....	52

Figura 28. Pantalla para la transferencia de archivos vía FTP.....	53
Figura 29. Pantalla para el sistema GPS.....	54
Figura 30. Pantalla de configuración de la prueba.....	55
Figura 31. Pantalla de configuración de páginas Web.....	56
Figura 32. Pantalla de configuración de comandos Ping.....	57
Figura 33. Pantalla de configuración de archivos FTP.....	57
Figura 34. Pantalla de configuración del GPS.....	58
Figura 35. Gráfica utilizando <i>MapInfo</i> ® .....	59
Figura 36. Pantalla para generar los reportes.....	60

## **Introducción**

La necesidad de presentar de una manera clara y concisa el desarrollo de la herramienta de medición de desempeño en transmisión de datos para una red CDMA 1xEVDO fue lo que motivó a la elaboración de este documento, el cual a través de documentación teórica, práctica y ejemplos pretende dar a conocer el funcionamiento de la herramienta desarrollada en este Trabajo Especial de Grado.

Este documento consta de tres bloques principales: la parte preliminar, el cuerpo central y el complementario. En la parte preliminar podrá observar la portadilla, la hoja de evaluación, el resumen, la dedicatoria, los agradecimientos, el índice general y de figuras y la introducción. Seguidamente aparece el cuerpo central el cual se divide en seis capítulos. El capítulo uno describe el planteamiento del proyecto en donde se muestran los objetivos y las razones que justifican el proyecto, el capítulo dos presenta el marco teórico el cual indica la información teórica referente a las redes en estudio, el capítulo tres muestra la metodología y desarrollo donde se explican los pasos seguidos en la elaboración del proyecto, el capítulo cuatro indica los resultados obtenidos, el capítulo cinco las conclusiones y recomendaciones y el capítulo seis la bibliografía. Por último, en el cuerpo complementario se presenta un glosario con los acrónimos empleados en el documento, los anexos y los apéndices.

Las nuevas tecnologías de las comunicaciones abarcan las redes CDMA 1xEVDO y 3G1x, por lo que le invitamos a que disfrute de este documento en el cual podrá encontrar la respuesta a muchas de sus interrogantes sobre las herramientas que monitorean el desempeño de este tipo de redes.

# Capítulo I

## Planteamiento del proyecto

En este capítulo se pretende mostrar las necesidades y requerimientos que presenta este Trabajo Especial de Grado, así como establecer los objetivos, tanto generales como específicos y el alcance y las limitaciones del proyecto.

### I.1 Planteamiento del Problema

Actualmente no se dispone de un software de interfaz gráfica, de bajo costo, que permita monitorear en tiempo real el desempeño de una conexión de datos inalámbrica establecida a través de una red CDMA/1xEVDO. El desarrollo de una herramienta de esta naturaleza permitiría al personal que labora en la gerencia de Soporte Técnico de Lucent Technologies (Technical Support Services) simplificar las tareas de aislamiento y depuración de problemas de transmisión de datos, contribuyendo con esto a reducir los tiempos de respuesta y resolución asociados.

Cabe señalar que la Gerencia de Soporte Técnico de Lucent Technologies es básicamente una organización de servicios y actualmente atiende a las dos operadoras más grandes de telefonía celular del país: Movilnet y Movistar. Los beneficios de esta herramienta podrían ser aprovechados también por estos clientes

## **I.2 Objetivos**

### **I.2.1 General**

Diseñar e implementar una aplicación de interfaz gráfica para medir el desempeño de una conexión de datos inalámbrica establecida a través de una red CDMA/1xEVDO.

### **I.2.2 Específicos**

I.2.2.1 Diseñar e implementar un entorno integrado de aplicaciones como FTP para bajada y subida de archivos, navegación en páginas WEB.

I.2.2.2 Medir el rendimiento en transmisión de datos para conexiones EVDO en términos de velocidad de transmisión, ancho de banda, intentos de conexión, degradación de la calidad del servicio.

I.2.2.3 Medir el rendimiento en transmisión de datos para conexiones 3G1x en términos de velocidad de transmisión, ancho de banda, intentos de conexión, degradación de la calidad del servicio.

## **I.3 Justificación**

Este trabajo Especial de Grado se realiza debido a la rápida evolución de las tecnologías de las telecomunicaciones, lo que genera que se requiera de herramientas capaces de medir el desempeño de las nuevas redes.

La empresa Lucent Technologies es una de las pioneras a nivel mundial en el desarrollo y suministro de equipos de telecomunicaciones, y por esta razón, requiere de una herramienta que les permita monitorear el desempeño en tiempo real de las redes CDMA 1xEVDO.

Actualmente en Venezuela ya están siendo implementadas redes CDMA 1xEVDO por las operadoras Movilnet y Movistar, cuyo principal proveedor de equipos tecnológicos es Lucent Technologies. Se espera que en los próximos meses Digitel también ofrezca este servicio a sus usuarios.

#### **I.4 Alcance y Limitaciones**

Este Trabajo Especial de Grado desarrolla una aplicación para medir en tiempo real el desempeño de sesiones de datos EVDO y 3G1x y mostrar resultados gráficos y estadísticos.

La herramienta busca realizar las mediciones de desempeño de la red 1xEVDO y 3G1x y por tanto presentar los reportes pertinentes a los posibles fallos que puedan ocurrir en la red, pero es importante destacar que la herramienta no va a solventar los problemas que puedan presentar las redes que esté analizando.

La obtención de la documentación detallada de los terminales (tarjetas PCMCIA) usados para establecer las conexiones de datos puede constituir la principal limitante para el desarrollo de esta aplicación. Los fabricantes de estos equipos no suelen abrir el acceso a la forma en que sus productos manejan los protocolos de comunicación.

## Capítulo II

### Marco Referencial o Teórico

#### II.1 1xEVDO

EVDO (*Evolution Data Only o Evolution Data Optimized*) es un estándar inalámbrico para transferencia de datos de banda ancha el cual ha sido adoptado por varios proveedores de servicios de telefonía celular CDMA en distintas partes del mundo (Enciclopedia Wikipedia, 2005). Es estandarizado por 3GPP2, como parte de la familia de estándares CDMA2000.

IS-856, conocido como 1xEV-DO, involucra una nueva tecnología en la interfase de aire, especialmente diseñada para transmitir paquetes de datos y ofrecer un eficiente uso del ancho de banda para tráfico de datos, que es de tres a cuatro veces más grande que los actuales estándares de tercera generación (W-CDMA y 1xRTT).

El protocolo de la interfase de aire de 1xEVDO está definido como una evolución del protocolo de CDMA2000 3G-1xRTT, el cual ha sido optimizado para transmitir paquetes usando una portadora separada y exclusiva de 1.25 MHz.

1xEVDO puede ser implementado como una solución “*Stand Alone*” sobre cualquier tipo de sistema CDMA. A su vez, es lo suficientemente flexible para brindar sus bondades a usuarios móviles y fijos.

1xEVDO es significativamente más rápida, proveyendo terminales de acceso (dispositivos móviles) con velocidades de interfaz de aire hasta de 2.4576 Mbps (Rev. 0) y hasta de 3.1 Mbps (Rev. A), disponible para finales de este año.

## II.1.1 Evolución

El diseño inicial de 1xEVDO fue desarrollado por Qualcomm en 1999 para satisfacer los requerimientos IMT-2000 de velocidades de bajada (*downlink*) superiores a 2 Mbps para comunicaciones estacionarias. Inicialmente el estándar era denominado HDR (*High Data Rate*) y fue renombrado a 1xEVDO una vez que fue ratificado por la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones). El nombre hacía referencia a “*1x Evolution Data Only*”, refiriéndose a ser una evolución directa del estándar de interfaz de aire 1x, con sus canales portando únicamente tráfico de datos (Enciclopedia Wikipedia, 2005). Posteriormente, debido a la posibilidad de erradas connotaciones de la palabra ‘*only*’ en su mercadeo, la parte “DO” del estándar cambió para referirse a “*Data Optimized*”. Por lo que ahora 1xEVDO significa “*1x Evolution Data Optimized*”, proveyendo un énfasis de mercadeo más amigable puesto que la tecnología es optimizada para transferencia de datos.

Cuando 1xEVDO se desarrolla con una red de voz, requiere un canal de radio separado de 1.25 MHz. La Rev. A (implementación en el año 2006) ofrece un establecimiento de paquetes más rápido en los enlaces de aire, reduciendo la latencia y mejorando las tasas de datos. Además provee un incremento de la tasa máxima de bajada de datos (*downlink*) de 2.4576 Mbps a 3.1 Mbps, Rev. A mejora aproximadamente 12 veces la tasa de datos de subida (*uplink*) pasando de 0.15 Mbps a 1.8 Mbps. EVDO Rev. A soporta servicios de baja latencia incluyendo VoIP y Video telefonía en la misma portadora con servicios de datos de paquetes de Internet tradicionales.

## II.1.2 Arquitectura

1xEVDO utiliza el modelo para las redes de datos inalámbricos basado en el Protocolo de Internet (IP) en la RAN (*Radio Access Network*), permitiéndole al operador ganar experiencia antes de evolucionar los sistemas de voz a sistemas basados en *All-IP* (Clark, Estrella & Robleh, 2005). A su vez, permite el acceso tanto en “*Simple IP*” y “*Mobile IP*” dependiendo de las capacidades del terminal y / o el PDSN (*Packet Data Service Node*). La figura 1 muestra el diagrama del sistema 1xEVDO con todos los componentes que lo constituyen.

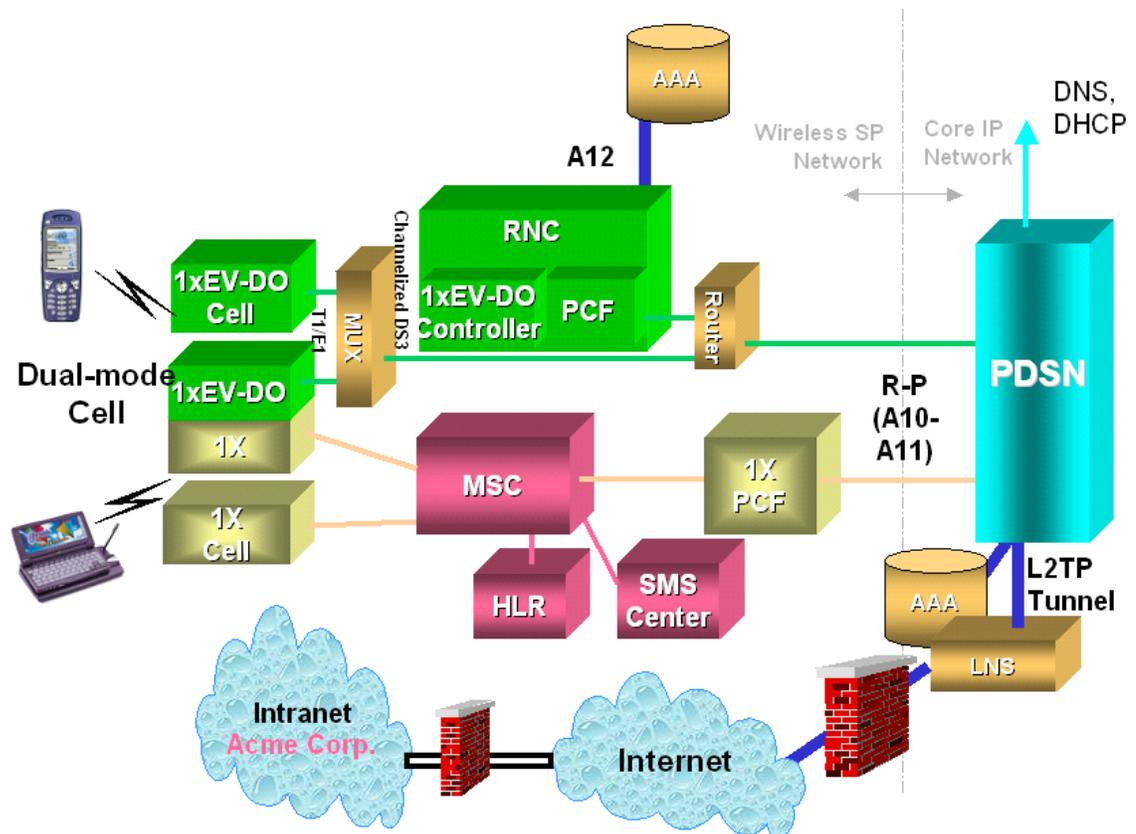


Figura 1. Diagrama del sistema 1xEVDO (tomado de 1xEVDO. Ayala, M)

Toda la información del suscriptor reside en los servidores AAA los cuales realizan el “*Accounting, Authentication and Authorization*”. Los usuarios son identificados por un NAI (*Network Access Identifier*), como por ejemplo, rodrigo@3g.empresa.com. Las autenticaciones son realizadas vía RADIUS (*Remote Authentication Dial-In User Service*) hacia los servidores AAA basados en nombre, clave, información secreta.

La interoperabilidad de 1xEVDO y CDMAOne / CDMA2000 dependerá de que los móviles duales puedan monitorear canales de voz y otros servicios de IS41/IS2000 simultáneamente intercambiando datos en 1xEVDO.

### **II.1.3 Componentes del sistema**

El sistema 1xEVDO es una combinación de dos redes: la RAN y la red IP.

La RAN consiste de los siguientes componentes (Clark, Estrella & Robleh, 2005):

- Estación Base 1xEVDO. El sistema transmisor / receptor base provee la interfase de aire 1xEVDO.
- Controlador 1xEVDO. La trama 1xEVDO FMS (*Flexent Mobility Server*), que consiste en Aps (*Application Processors*) y TPs (*Traffic Processors*), controla el sistema 1xEVDO y las interfases al 1xEVDO BTS (*Base Transceiver Station*), 1xEVDO EMS (*Element Management System*), y PDSN.
- 1xEVDO EMS. El EMS provee la interfaz de usuario de operación y mantenimiento para el 1xEVDO RAN. 1xEVDO EMS gerencia las celdas y el controlador 1xEVDO. El 1xEVDO EMS corre en el OMP-FX (*Operation and Maintenance Platform for Flexent*).

Los elementos de la red IP son manejados independientemente de la 1xEVDO RAN. Los elementos de la red IP son:

- PDSN. Un enrutador estándar que interconecta el sistema 1xEVDO, el servidor AAA y la red IP externa.
- Enrutador RAN. El enrutador provee conexión a los controladores 1xEVDO.
- Servidor RADIUS AAA (*Authentication, Authorization and Accounting*).
- HA (*Home Agent*). HA es un requisito para IP móvil.
- Servidor DHCP (*Dynamic Host Configuration Protocol*).
- DNS (*Domain Name Server*).

#### **II.1.4 Estándar de 1xEVDO. Diseño por capas.**

- **Capa física:** define la estructura de canal, la frecuencia, la potencia de salida, modulación y codificación de los enlaces de bajada y de subida.
- **Capa MAC (*Medium Access Control*):** define los procedimientos usados para recibir y transmitir sobre la capa física.
- **Capa de seguridad:** provee los servicios de autenticación y encriptación.
- **Capa de conexión:** provee los servicios de establecimiento y mantenimiento de la conexión de aire.
- **Capa de sesión:** provee la negociación y configuración de protocolos, y los servicios de mantenimiento de las sesiones.

- **Capa de control de flujos:** esta capa multiplexa los flujos de las diferentes aplicaciones.
- **Capa de aplicación:** provee las aplicaciones para el transporte de los mensajes del protocolo EVDO y la data de usuario.

### II.1.5 Interfase de aire

- Servicio asimétrico
  - Tasa del canal de bajada: 38.4 Kbps hasta 2.4 Mbps.
  - Tasa del canal de subida: 9.6 Kbps hasta 153.6 Kbps.
- Canal de bajada
  - Canal compartido a potencia constante.
  - El AT selecciona la mejor estación base y la tasa de transmisión.
  - No hay *soft handoff* en el enlace de bajada.
- Canal de subida
  - *Soft handoff*.
  - Control dinámico de tasa y potencia de transmisión.

### II.1.6 Enlace de bajada

Entre las principales características de los enlaces de bajada tenemos las siguientes (Ayala, 2005):

- Es un canal compartido en tiempo no en potencia.
- Hay *soft/softer handoff* VIRTUAL, no hay *soft/softer handoff* como en IS-95A/B

- El sector sirve a un usuario a la vez, este usuario recibe toda la potencia disponible.
- El AT le dice al sector a que rata de datos debe transmitirle.
- Posee un algoritmo de *scheduling* estadístico que permite optimizar la transmisión de datos en el canal de bajada.
- Se pueden servir un máximo de 59 usuarios simultáneamente, es decir, en estado activo (64 códigos de Walsh cubren el canal de trafico, 59 para usuarios). Si el factor de actividad es de 10% se pueden servir hasta 600 usuarios por sector.
- Los canales no son fijos, cada AT escucha un preámbulo para determinar si se le esta enviando un paquete o no.

A continuación se muestra la estructura de enlace de bajada en la Figura 2.

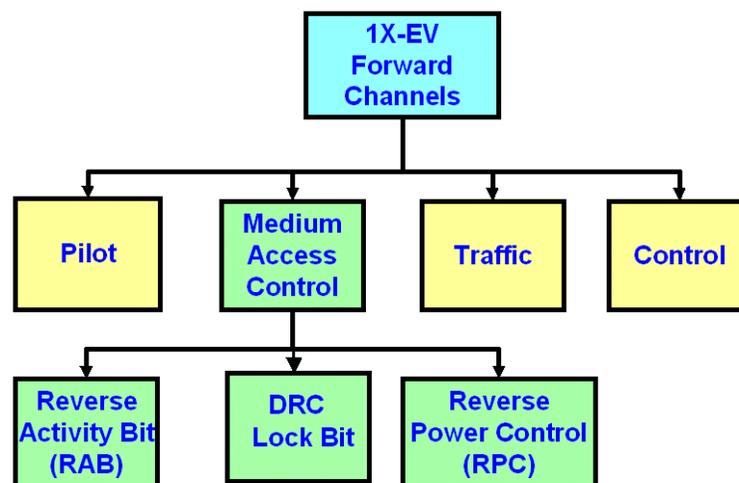


Figura 2. Estructura de enlace de bajada (tomado de 1xEVDO. Ayala, M)

El **canal piloto** consiste en 96 chips transmitidos en el centro de cada medio slot. Estos pulsos son transmitidos a máxima potencia, de esta forma produce la mayor relación señal a ruido.

El **canal MAC** (*Medium Access Control*) está compuesto de 64 códigos de Walsh. Está modulado en BPSK en una fase particular. Cada código está identificado por un índice, entre 2 y 63 que lo identifica.

Tiene 3 sub-canales:

- *Reverse Activity Channel (RAC)*: indica al AT si debe incrementar o disminuir la velocidad de transmisión en el enlace de subida.
- *Reverse Power Control Channel (RPC)*: le indica al AT subir (“1”) o bajar potencia (“0”).
- *DRC Lock Channel*: indica al AT si el sector al cual esta apuntando el DRC le puede transmitir datos. Por ejemplo si es “0” indica que el sector no puede transmitir datos y que el AT no debe apuntar a ese sector.

El **canal de control** puede ser transmitido a 38.4 o 76.8 kbps, aunque normalmente se usa 76.8 kbps. Combina la información que se transmite en IS-95 en los canales de sincronismo y *page*. Tiene 8 ranuras (*slots*) que se transmiten cada 426.67 ms y las ranuras tienen la misma estructura que las ranuras de tiempo del canal de tráfico.

La velocidad en el canal de bajada va desde 38.4 Kbps hasta 2.4 Mbps. El objetivo es optimizar la eficiencia espectral (bits/seg/Hz) adaptando el canal a las variables condiciones de RF en la que se mueve el usuario. En la figura inferior (figura 3) se muestran las ranuras y tasas de transmisión en los enlaces de bajada dependiendo de los distintos tipos de modulación y ranuras que se empleen.

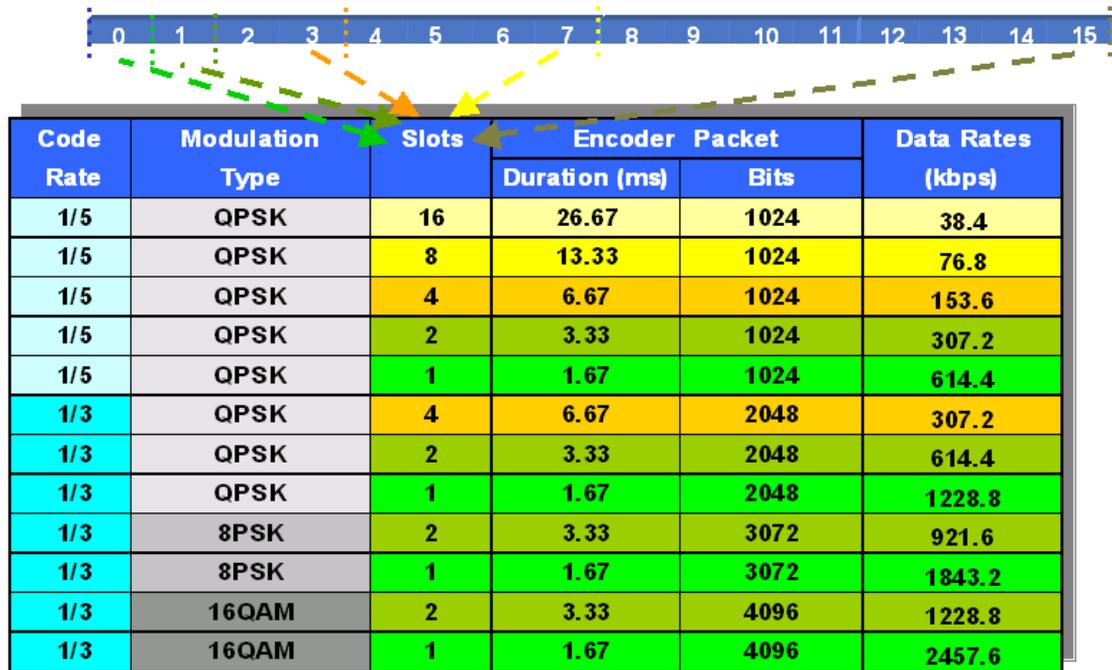


Figura 3. Ranuras y tasas de transmisión - Enlace de bajada (tomado de 1xEVDO. Ayala, M)

## II.1.7 Enlace de subida

El enlace de subida está estructurado de la siguiente manera (Ayala, 2005):

- Canal de tráfico.
  - Canal piloto.
  - Canal de control de acceso al medio (MAC).
    - Indicador de tasa inverso (RRI - *Reverse Rate Indicator*): indica la tasa de transmisión del canal de datos.
    - Control de tasa de datos (DRC - *Data Rate Control*): indica cual deber ser la estación base que le otorgue servicio y la tasa a la que el canal de bajada debe transmitir.

- Canal ACK: indica al AP si los paquetes fueron recibidos exitosamente.
- Canal de datos (Tráfico): transmite a 9.6, 19.2, 38.4, 76.8 o 153.6 Kbps.
- Canal de acceso
  - Canal piloto
  - Canal de datos (Acceso)

Esta estructura de enlace de subida se muestra esquemáticamente en la figura 4.

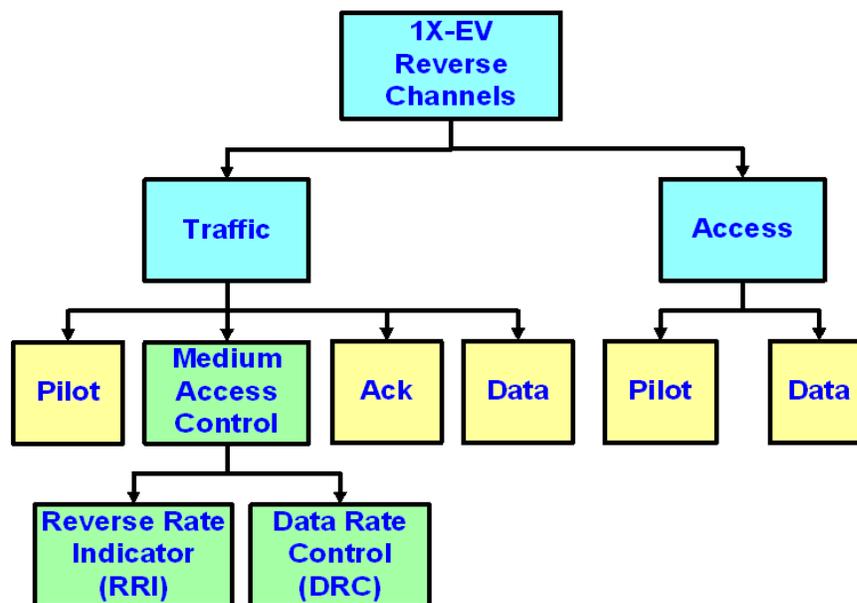


Figura 4. Estructura de enlace de subida (tomado de 1xEVDO. Ayala, M)

En la figura 5 se muestran las ranuras y tasas de transmisión en los enlaces de subida dependiendo de los distintos tipos de modulación y ranuras que se empleen.



Code Rate	Modulation Type	Slots	Encoder Packet		Data Rates (kbps)
			Duration (ms)	Bits	
1/4	BPSK	16	26.67	256	9.6
1/4	BPSK	16	26.67	512	19.2
1/4	BPSK	16	26.67	1024	38.4
1/4	BPSK	16	26.67	2048	76.8
1/2	BPSK	16	26.67	4096	153.6

Figura 5. Ranuras y tasa de transmisión - Enlace de subida (tomado de 1xEVDO).

Ayala, M)

## II.1.8 Beneficios de 1xEVDO

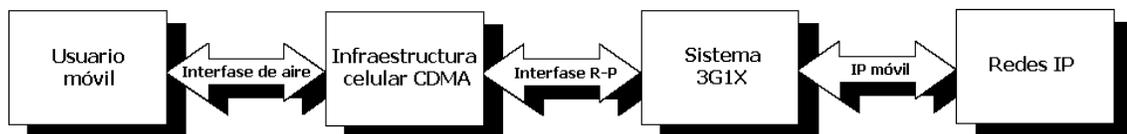
- Transmisión de datos a velocidades de hasta 2.45 Mbps en el canal de bajada y hasta 153 Kbps en el canal de subida.
  - Rendimiento promedio de 500-600 Kbps por sector / portadora.
  - Transmisión asimétrica para el manejo de aplicaciones basadas en Internet.
  - Optimizado para servir al usuario con la más alta tasa de transmisión posible.
  
- Compatibilidad e interoperatividad de RF con 1xRTT.
  - Utiliza un espectro con las mismas características que el de 1xRTT y maneja los conceptos de *handoff*, control de potencia, acceso, con ciertas variaciones.
  - Permite el uso de terminales de modo dual o híbrido, 1xRTT/1xEVDO.

## II.2 3G1x

Los sistemas 3G1x proveen acceso de tercera generación a clientes móviles a redes de paquetes de datos. 3G1x se refiere a CDMA 2000 1x en todo lo relacionado con la parte de datos, adicionalmente CDMA 2000 1x abarca la parte de voz. 3G1x ofrece datos a una tasa promedio de 80 Kbps, la cual puede alcanzar hasta 153 Kbps.

La designación de 1x es utilizada para identificar la versión de la tecnología de radio CDMA2000 que opera en un par de canales de radio de 1.25 MHz.

La figura 6 muestra como el sistema 3G1x integra el concepto de las redes de paquetes de datos y celulares.



*Figura 6. Integración de paquetes de datos y celulares del sistema 3G1x (tomado de Wireless 3G System. 3Com Corporation)*

### II.2.1 Usuario móvil

El usuario móvil es un usuario con un teléfono CDMA o un nodo móvil (MN – *Mobile Node*) que puede cambiar su punto de conexión de una red a otra sin cambiar su dirección IP mientras mantiene comunicación continua con los nodos móviles correspondientes(3Com Corporation, 2001).

Para acceder a una red de datos como Internet, el teléfono CDMA debe tener la habilidad de conectarse a una computadora personal (PC) o soportar servicios WAP (*Wireless Application Protocol*).

Los teléfonos que se conectan a un laptop lo hacen a través de la interfaz serial (EIA-232 / RS-232) o la interfaz PCMCIA (*PC Memory Card International Association*). En los anexos A y B se observan las especificaciones de dos tipos de tarjetas que permiten este tipo de conexiones. El laptop corre aplicaciones compatibles a PPP (*Point to Point Protocol*), ver apéndice A, para comunicarse con la red de paquetes de datos. El teléfono es el responsable de convertir la data del laptop para adaptarla a una forma óptima para ser enviada por el aire.

El sistema 3G1x provee una solución completa a la red de datos para los equipos de la infraestructura celular CDMA. 3G1x conecta dichos equipos a una red IP.

## **II.2.2 Características**

Entre las principales características de 3G1x se tienen las siguientes:

- Provee acceso público a Internet o acceso a una VPN a 9.6 KB (mínimo) y ráfagas de hasta 153.6 KB (máximo).
- Una llamada 3G1x siempre se establece usando un canal fundamental de 9.6 KB.
- Soporta tres algoritmos de compresión de data: MPPC, LZS y Deflate.
- Permite encriptación de data.
- Permite un uso más eficiente de los recursos.
- Tipos de llamadas: originada por móvil, reactivada por móvil o reactivada por red.

- Las ráfagas sólo ocurren por pequeñas porciones de tiempo (hasta pocos segundos) y es controlada por la celda. Sus tasas suelen ser de: 19.2 KB, 38.4 KB, 76.8 KB y 153.6 KB.

La figura 7 muestra una sesión de datos 3G1x, en la cual se pueden apreciar el canal fundamental y los canales suplementarios, y los intervalos de tiempo en los cuales se pueden presentar las ráfagas, las cuales no se establecen por prolongados períodos de tiempo.

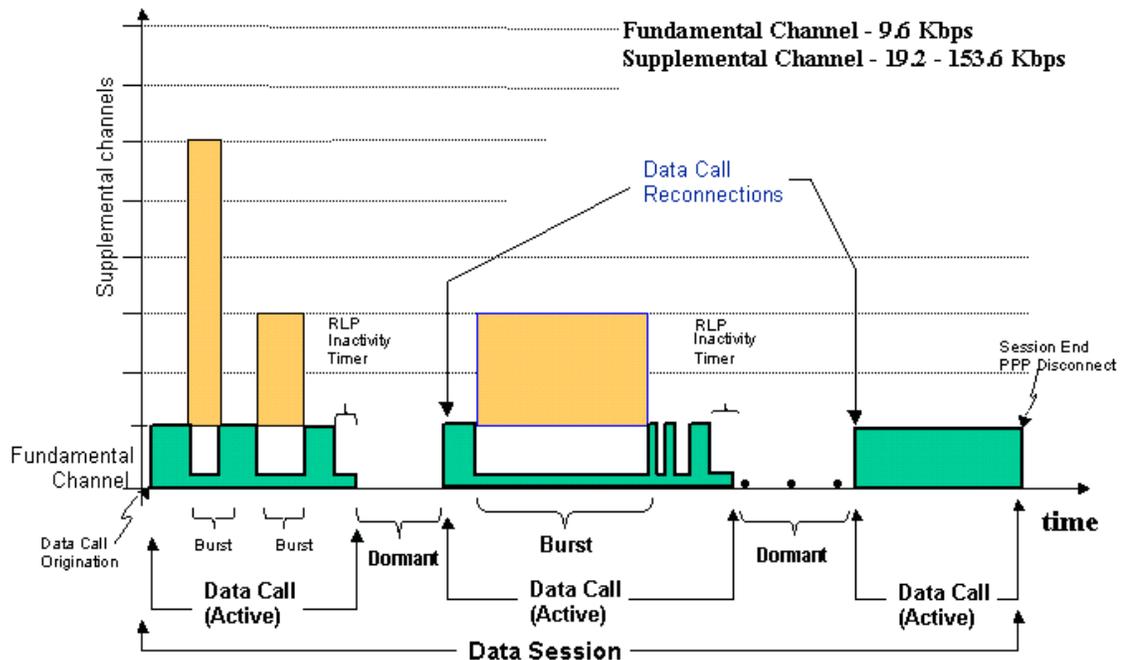


Figura 7. Sesión de datos 3G1x (tomado de *CDMA 3G-1X Packet Mode Data*. Cast, K.)

## **Capítulo III**

### **Metodología y Desarrollo**

El proyecto de Trabajo Especial de Grado se dividió en cuatro actividades principales, donde cada una de ellas tiene a su vez actividades específicas que permitieron cumplir en los plazos establecidos los objetivos pautados inicialmente. Las actividades se describen a continuación:

1. Estudio introductorio de la arquitectura Lucent en redes CDMA EVDO y datos 3G1x.
2. Estudio de los protocolos involucrados, búsqueda de especificaciones de los fabricantes e información detallada de los terminales a emplear.
3. Diseño e implementación de la herramienta.
4. Pruebas, verificación y corrección de errores.

#### **III.1. Estudio introductorio de la arquitectura CDMA EVDO y datos 3G1x.**

La metodología seguida en el estudio de la arquitectura CDMA EVDO y datos 3G1x se basa en una consulta bibliográfica de libros específicos, manuales de operación (*Lucent Technologies*), artículos de revistas especializadas y cursos proporcionados por la empresa (*3G1x Packet Data Architecture, CDMA 3G1x Packet Mode Data, CDMA2000 1xEVDO Overview*)

Una vez que se tiene la información recopilada, se procede a realizar un análisis de ésta, para poder establecer la documentación necesaria para llevar a cabo el proyecto.

### **III.2. Estudio de los protocolos involucrados**

Para el estudio de los protocolos involucrados, se utilizó una estrategia similar a la del punto III.1, basando el estudio en libros enfocados sobre Internet y toda su gama de protocolos y en los cursos proporcionados por Lucent Technologies relacionados con IP, TCP y UDP (*Introduction to TCP/IP and Routing Protocols*).

El estudio de los protocolos de comunicación representa un punto importante dentro del desarrollo de este proyecto puesto que existe una gran variedad de protocolos que pueden ser implementados, dependiendo del tipo de medición que esté realizando la herramienta en un momento determinado.

### **III.3. Diseño e implementación de la herramienta.**

Antes de comenzar a diseñar la herramienta de medición de desempeño de redes 1xEVDO y 3G1x, se debe tener claro lo que se quiere mostrar al usuario durante la realización de las pruebas.

La herramienta debe tener la capacidad de salvar toda la información que se recolecte y a su vez mostrar en tiempo real los datos durante un cierto intervalo de tiempo, para de esta manera hacer posible la percepción de los efectos producidos por cambios en el sistema.

Como las tecnologías 1xEVDO y 3G1x involucran protocolos de comunicaciones como PPP para el establecimiento de la conexión a través de puertos RAS (*Remote Access Server*) y protocolos como TCP, UDP e IP para la transferencia de datos, se esquematizó el funcionamiento de la herramienta tomando como base el modelo OSI, como muestra la figura 8.

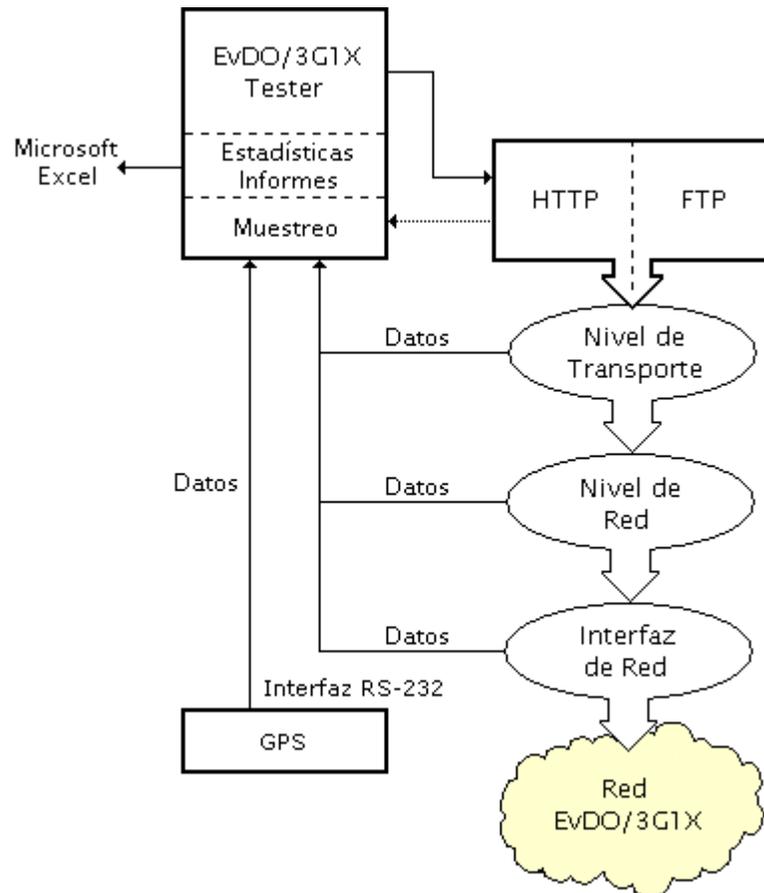


Figura 8. Esquema de funcionamiento de la herramienta (elaboración propia).

Se planteó entonces la idea de diseñar la aplicación de forma tal que permita generar tráfico en la red y medir ciertos parámetros de red en distintos niveles del modelo OSI, para de esta manera obtener una visión integral del desempeño del sistema. Asimismo, como las tecnologías 1xEVDO y 3G1x permiten al usuario total movilidad en el área de cobertura de la red, la aplicación debe ser compatible con equipos GPS que indiquen la posición del usuario en todo momento y así poder identificar durante las pruebas los lugares geográficos en los cuales existen fallas del sistema.

### **III.3.1 Obtención y registro de los parámetros de red.**

Para entender cómo se obtienen estos datos es necesario comprender la arquitectura del sistema operativo del cual se obtienen. Windows trabaja bajo un esquema donde los procesos son representados como objetos. Un objeto es una forma conveniente y eficiente de definir las propiedades y métodos asociados a un proceso en particular. De esta manera, es posible acceder a los datos de los diferentes procesos que lleva a cabo el sistema operativo ya que estos se reflejan en las propiedades del objeto que los representan. Entonces, la herramienta se basa en este modelo orientado a objetos para monitorear el comportamiento de los procesos que tienen que ver con la conexión de datos 1xEVDO o 3G1x.

Estos procesos que lleva a cabo el sistema operativo al establecer una conexión de datos a través del protocolo PPP tienen asociados como propiedades un formato de datos denominado contadores. Estos contadores indican el comportamiento de una actividad específica de un proceso, lo que hace posible medir el desempeño de dicha actividad a través de los datos que ellos suministran. Es importante destacar que cada objeto o proceso tiene un grupo de contadores único asociado a él.

Posteriormente, al acceder a los contadores que proveen los objetos en el sistema operativo, es necesario identificar los que proporcionan la información concerniente a los procesos involucrados en la conexión de transferencia de datos. Estos contadores se obtienen de los procesos asociados a cada nivel del modelo OSI.

Después de que se tiene acceso a los contadores de interés, estos deben ser guardados para mostrar al usuario el comportamiento del sistema en tiempo real y para realizar análisis posteriores a la realización de las pruebas. Para salvar cada uno de los valores obtenidos se creó un formato de datos tipo objeto que permite tener

asociados todos los contadores en un solo conjunto. Este objeto tiene como atributos las variables en las cuales se guardan los valores de los contadores que se obtengan del sistema operativo. El esquema de este formato de datos se muestra en la figura 9, donde se puede observar el orden y la ubicación de los atributos dentro del objeto. Los atributos correspondientes a los valores de la interfaz de red, nivel de red y nivel de transporte se almacenan cada uno en espacios de 8 bytes, espacio correspondiente a una variable de tipo *double*.

El objeto creado para almacenar los datos guarda los valores obtenidos de los contadores del sistema operativo, pero para poder observar el comportamiento de la red en el tiempo, es necesario adquirir los valores repetitivamente. A este procedimiento se le llama muestreo. Los valores de los contadores del sistema operativo se obtienen de forma sincrónica con el reloj del computador en el que se realiza la prueba, haciéndose un muestreo cada segundo. Por esta razón, se debe también guardar la fecha y la hora en la cual se realizó la muestra.

De esta manera, se obtiene una serie de valores que varían con el tiempo. Esta serie es guardada en forma de un arreglo de datos, donde cada casilla del arreglo corresponde a una muestra obtenida del sistema operativo de todos los contadores, para distintos valores en el tiempo. La figura 10 es una representación gráfica de la idea de este concepto.

En el arreglo, junto a los parámetros que se registran de la red, se incluye una bandera para indicar el estado de la conexión con la red durante la realización de la prueba. Este indicador se incluye ya que existe la posibilidad de que se pierda por una u otra razón la conexión durante la prueba. En estos casos la herramienta debe reconectarse con el sistema y registrar la falla entre los datos.

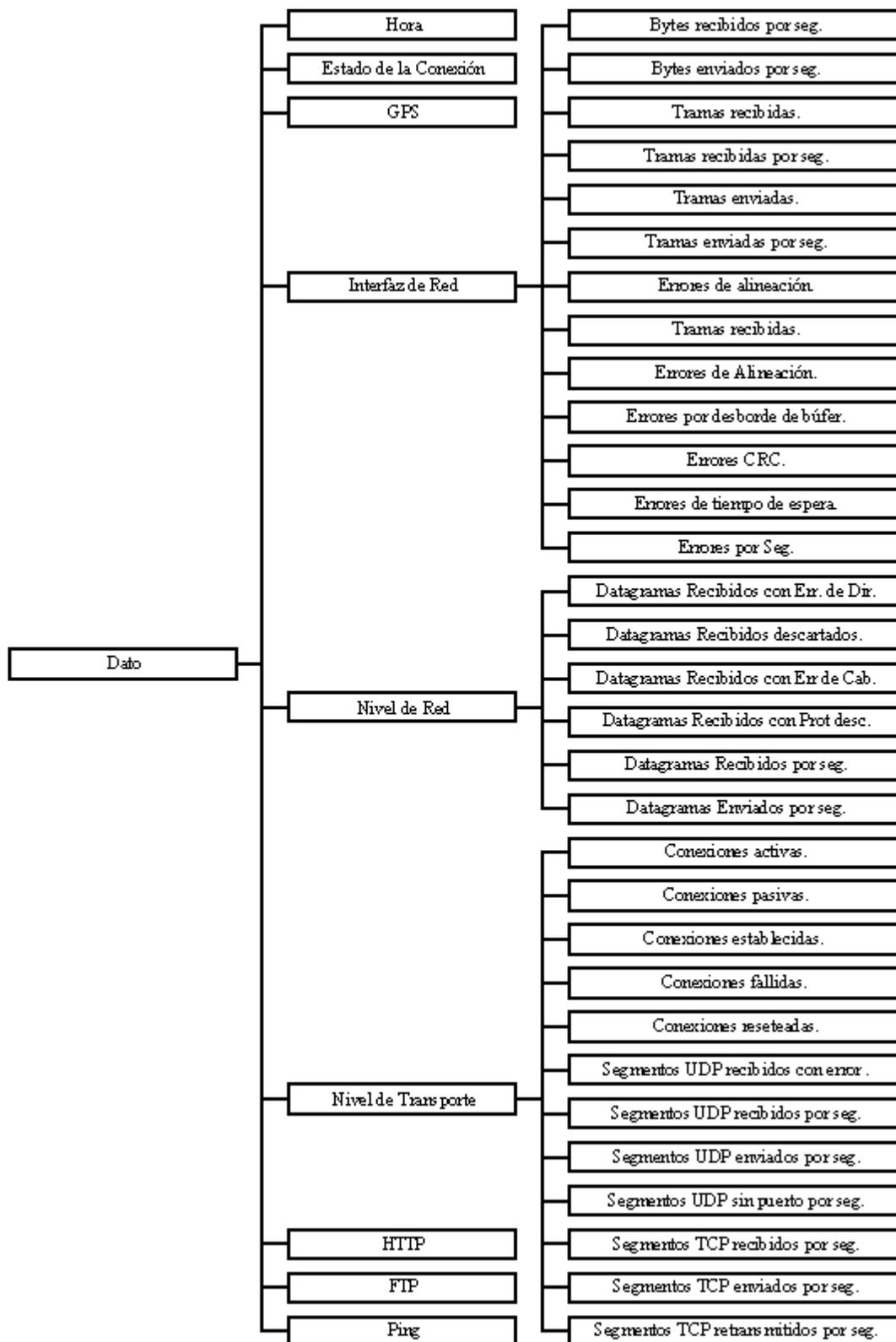


Figura 9. Esquema del Formato de Datos (elaboración propia).

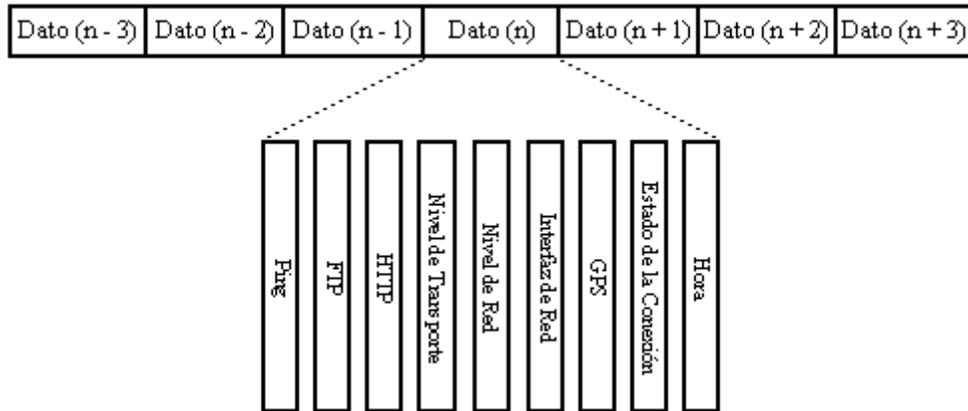


Figura 10. Esquema del Arreglo de Datos (elaboración propia).

Todos los datos que se obtienen son almacenados en el disco como archivos de texto con terminación “.log”. En estos archivos se guarda el valor de cada parámetro como cadenas de caracteres, separados por comas “,”.

Este conjunto de operaciones permite obtener la información necesaria para monitorear el desempeño y poder identificar y diagnosticar problemas en las redes 1xEVDO y 3G1x. La etapa que le sigue en el desarrollo de la herramienta debe hacer que ésta permita al usuario generar tráfico en la red, ejecutando peticiones de navegación en Internet y transferencias de archivos de distintos tamaños.

### III.3.2 Diseño del Módulo HTTP

Para que el usuario tenga la posibilidad de navegar en Internet mientras realiza las pruebas, es preciso que la herramienta permita mostrar e interactuar con texto e imágenes y cualquier otro tipo de información presente en una página Web. Por esta razón, se diseñó un módulo dentro de la herramienta que proporcione al usuario la posibilidad de utilizar el protocolo HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*). Este protocolo define la forma en la cual debe ser enviada la información a los servidores

Web para conseguir como respuesta la información correspondiente a la página que se desea obtener. Este protocolo se define en el documento RFC 2616.

El usuario debe proporcionar a la herramienta la dirección de la página Web a través de un URL (*Uniform Resource Locator*). Esta dirección debe comenzar por el prefijo “*http:*” para indicar al servidor Web que se utilizará ese protocolo para la comunicación con el terminal. De esta manera, el módulo HTTP de la herramienta proporciona al usuario las opciones básicas que posee cualquier navegador Web comercial. Estas incluyen opciones como volver a la página anterior, adelantar a la siguiente, ir a la página principal, refrescar la página actual, entre otras.

Estas acciones que efectúa el usuario generan tráfico en la red, por lo que es conveniente salvar también la dirección de las páginas que se visitan, así como el momento en el cual se hace la petición al servidor y el momento en el cual se termina de obtener la información de la página. De esta forma, es posible calcular posteriormente el tiempo en que la red permite obtener la respuesta del servidor y el que le tomó a ésta llegar por completo al equipo terminal. Esta información es almacenada de la misma manera en que se guardan los valores de los atributos de la red. Esto se hace en campos diseñados para almacenar los datos donde se utilizan dos banderas que indican el momento de la solicitud al servidor y el momento en el que se terminó de recibir la página y se asigna un espacio de memoria variable para almacenar la dirección URL como una cadena de caracteres. Así, es posible asociar automáticamente la acción en el módulo HTTP a la hora en la cual se genera. Los campos diseñados para almacenar la información que se obtiene del módulo HTTP y su ubicación dentro del formato de datos se muestra en la figura 11.

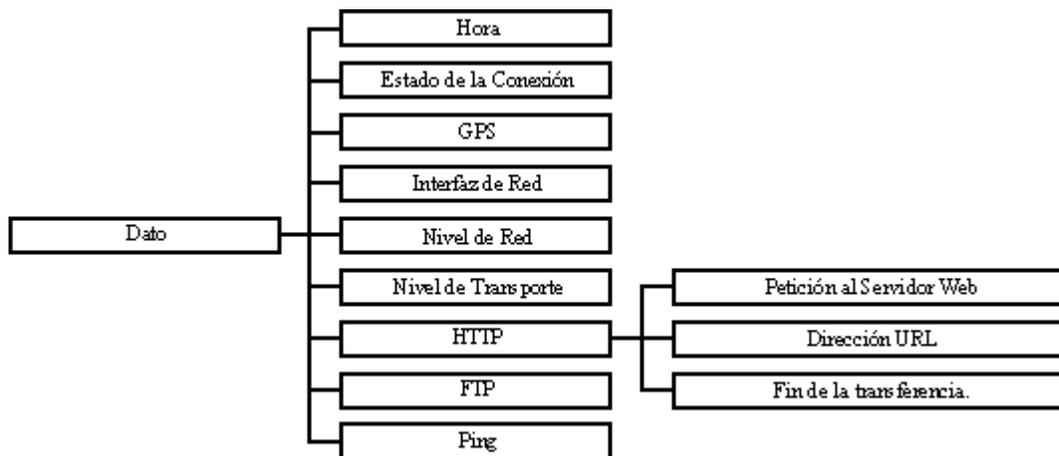


Figura 11. Esquema del Formato de Datos para el módulo http (elaboración propia).

### III.3.3 Diseño del Módulo FTP

A pesar de que navegar en Internet genera cierto nivel de tráfico en la red, suficiente como para realizar estimaciones elementales del desempeño, es necesario forzar transferencias de datos de mayor tamaño para obligar al sistema a trabajar a su máxima capacidad. Esto se alcanza haciendo transferencias de archivos de distintos tamaños utilizando el protocolo FTP (*File Transfer Protocol*). Este protocolo (ver apéndice C) proporciona a los usuarios una forma sencilla y confiable de intercambiar datos a través de redes privadas o públicas que soporten la suite de protocolos TCP/IP.

De la misma forma que el módulo HTTP, se realizó el diseño de un segundo módulo que permite al usuario acceder como cliente a cualquier servidor FTP que se encuentre presente en la red que se está evaluando. Este protocolo se define en el documento RFC 959.

El usuario debe suministrar al módulo FTP la dirección del servidor al que desea conectarse, ya sea como URL, o como dirección IP. De la misma manera, debe

suministrar un nombre de usuario y una contraseña que le permita tener acceso a los archivos presentes en el servidor, como lo establece el protocolo. El usuario también tiene la opción de especificar un número de puerto y el tiempo de espera de su preferencia, pero si estos no se especifican se toman los valores predeterminados por la herramienta (puerto 21 y 30 segundos de tiempo de espera).

Con esta información, la herramienta debe realizar el proceso de conexión al servidor. El módulo envía la información de nombre de usuario y contraseña a la dirección especificada para autenticar al usuario y obtener la dirección del directorio raíz del servidor. Esta conexión se llama conexión de control y se utiliza exclusivamente para el intercambio de comandos con el servidor.

Una vez que el usuario es autenticado como válido, éste tiene acceso a cualquier archivo que le permita el nivel de su contraseña. Los archivos son presentados en una ventana dentro del módulo FTP, donde se indica el nombre y el tipo del archivo, su tamaño y la última fecha en que fue modificado. Esta información se obtiene del servidor, cada vez que se tiene acceso a un nuevo directorio en formato “UNIX” o “DOS”, que son los más utilizados.

En esta ventana, el usuario puede descargar, cargar o borrar archivos. Para descargar un archivo, el usuario debe seleccionar en la lista el nombre deseado. Posteriormente, el módulo FTP envía la solicitud al servidor donde este indica el nombre del archivo y el directorio donde se encuentra para que la transferencia de datos se lleve a cabo. El módulo FTP está obligado entonces a establecer una segunda conexión, distinta a la conexión de control, para iniciar la transferencia. Esta transferencia puede realizarse utilizando dos modos, dependiendo del tipo de archivo: el modo ASCII o el modo Binario. El modo de transferencia ASCII transmite los archivos utilizando caracteres ASCII de 8 bits por carácter y se utiliza para transmitir archivos de texto simple. Cualquier otro tipo de archivos se envía utilizando el modo

binario, donde la información se envía bit a bit y la estación que la recibe la ensambla en la medida que ésta llega. Cualquier archivo que no sea texto simple debe ser enviado utilizando este modo para evitar que se corrompa durante la transferencia. El módulo decide automáticamente que modo utilizar dependiendo del tipo de archivo que se descargue.

Cuando se envía un archivo al servidor, el módulo utiliza un procedimiento similar. El usuario debe primero seleccionar el directorio al cual desea enviar el archivo y luego el módulo le solicita al usuario que seleccione el archivo en la máquina donde está trabajando. Una vez que se tiene el nombre y la ubicación del archivo, el módulo lo envía siguiendo el mismo procedimiento que se utilizó para descargar los datos desde el servidor.

Por último, el módulo FTP debe mostrar al usuario en todo momento la información que se envía y se recibe del servidor en la conexión de control, a través los mensajes de Protocolo de Sesión. Esto se alcanza agregando un cuadro de texto donde se informa al usuario de cualquier comando que se recibe o se envía con el servidor, donde se muestra cada mensaje. En este cuadro, los mensajes son enviados al servidor se muestran en color azul y las respuestas del servidor a comandos válidos se muestran en color verde y las respuestas a comandos inválidos o alarmas se colocan en color rojo.

En el formato de datos se guarda también la información concerniente a las acciones que se efectúan en el módulo FTP. La información que se registra consta de tres banderas de un bit que indican el momento en el cual se inicia la carga o la descarga de un archivo del servidor y cuando culmina dicha transferencia. Asimismo, es necesario registrar la dirección del servidor, el nombre y el tamaño del archivo en el momento que se inicia la transferencia. Con esta información es posible calcular el tiempo y la velocidad promedio a la que se envió o se recibió cada archivo de cada

servidor. Por último, la herramienta registra entre los datos si existe o no alguna alarma enviada por el servidor, como consecuencia de algún error durante la transferencia, así como el significado de la alarma misma. Esto resulta útil a la hora de estudiar las causas por las cuales se interrumpen las transferencias de datos con el servidor. Información como la dirección, el nombre y el tamaño del archivo y los mensajes del servidor se registran en el formato como cadenas de caracteres de tamaño variable. Los registros donde se almacenan los valores que se obtienen del módulo FTP y su ubicación dentro del formato de datos se muestra en la figura 12.

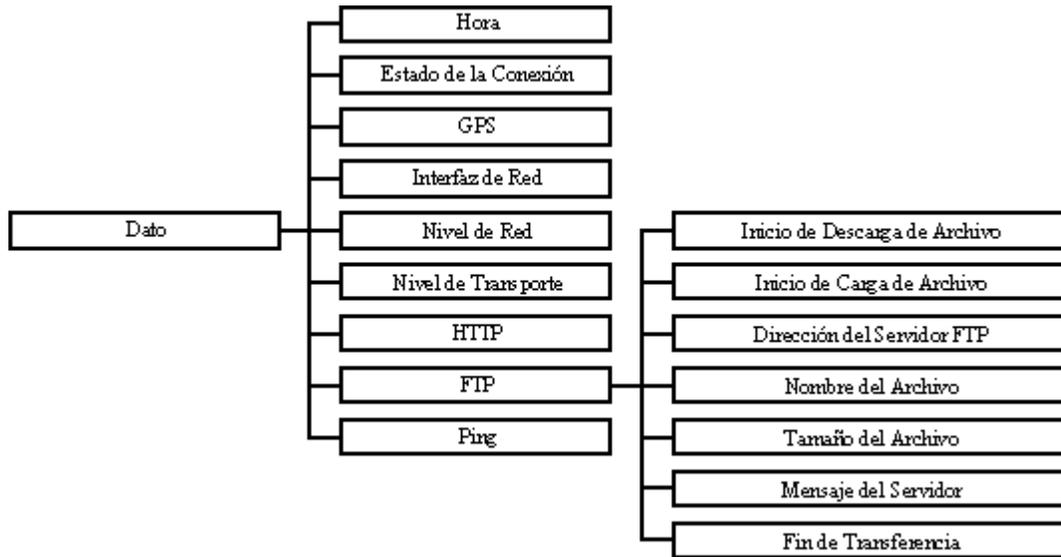


Figura 12. Esquema del Formato de Datos para el módulo FTP (elaboración propia).

### III.3.4 Diseño del Módulo Ping/TraceRT

El módulo FTP y el explorador Web son herramientas útiles para medir el rendimiento de las redes 1xEVDO y 3G1x, pero no permiten evaluar conectividad entre el equipo que realiza las pruebas y los nodos y terminales que la conforman. Por ende, se diseñó un tercer módulo que permita detectar conectividad y retardo entre

terminales y nodos. Este último módulo de la herramienta se apoya en el protocolo ICMP (*Internet Control Message Protocol*) para realizar estas mediciones.

ICMP, definido en el documento RFC 792, es uno de los protocolos principales de la suite de protocolos IP y es utilizado principalmente para verificar conectividad entre terminales y nodos de una red, a diferencia de TCP y UDP, que buscan enviar información de terminal a terminal. Este módulo permite utilizar dos herramientas vinculadas a este protocolo: el comando *Ping* (*Packet Internet Grouper*) y el comando *TraceRT*.

El comando *Ping* permite verificar si un terminal en la red IP es alcanzable o no y estima el tiempo total de viaje del paquete entre el emisor y el receptor. El módulo, para efectuar el comando *Ping*, envía un paquete ICMP "*Echo Request*" a la dirección especificada, la cual puede ser tanto una dirección IP como un URL. Una vez enviado el paquete, el módulo espera la respuesta. Si el terminal al cual se le hace la petición es alcanzado por el paquete y responde, el módulo estima el RTT (*Round Trip Time*). El RTT es el tiempo total que le toma al paquete en hacer el viaje de ida y de regreso al terminal especificado por la dirección. De esta manera es posible medir el tiempo de respuesta en milisegundos de cualquier servidor Web o FTP durante la realización de las pruebas. Si el terminal no responde, se indica en el módulo la razón por la cual no se obtuvo respuesta del mismo.

De este módulo es posible registrar ciertos parámetros para analizar la red de una forma íntegra después de realizada la prueba. En primer lugar, para cada *Ping* realizado, se guarda como cadena de caracteres el URL, la dirección IP del equipo que recibe el paquete ICMP y el estado del intento. Igualmente, se guarda en un espacio de 2 bytes, el RTT calculado para cada paquete en milisegundos. Los campos diseñados para almacenar la información que se obtiene de este módulo y su ubicación dentro del formato de datos se muestra en la figura 13.

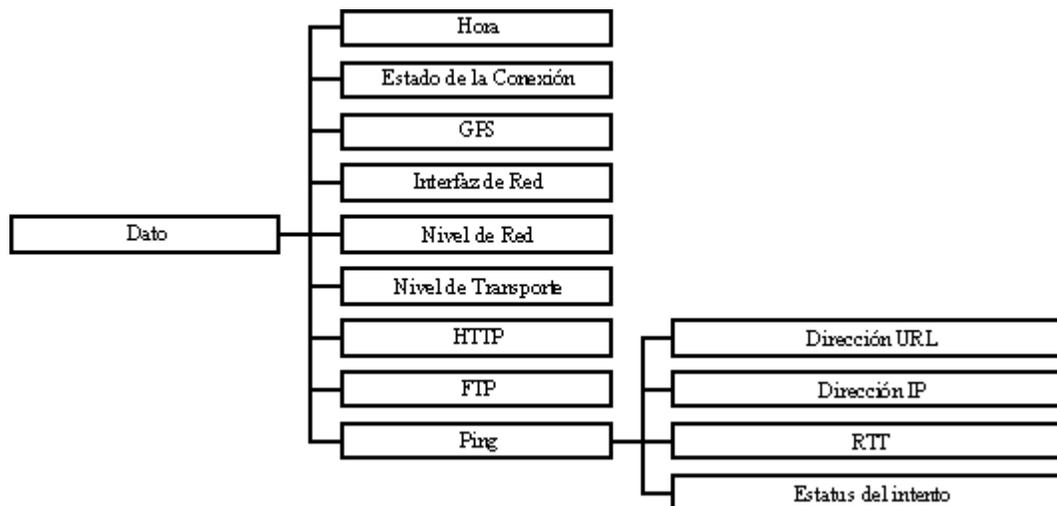


Figura 13. Esquema del Formato de Datos para el comando Ping (elaboración propia).

El comando *TraceRT* (o *traceroute* para los usuarios de Linux), funciona de manera similar al comando *Ping*. Cuando se indica a la herramienta que se desea hacer un *TraceRT*, se envían una serie de paquetes ICMP “*Echo Request*”, donde cada paquete de la serie tiene un valor diferente en el campo TTL (*Time To Live*). El campo TTL especifica el número máximo de retransmisiones que un paquete puede experimentar antes de ser descartado. Este campo es el noveno de veinte campos que contiene la cabecera IP y consta de 8 bits, por lo que el número máximo de TTL en un paquete IP es 255. Este valor lo especifica el terminal emisor. Cada nodo de la red recibe este paquete, resta uno al valor del campo y lo retransmite al siguiente nodo en su camino hacia el receptor. Una vez que este contador llega a cero, tras haber transitado por cierto número de nodos, el último nodo descarta el paquete recibido y envía un paquete de regreso al emisor, indicando que el TTL ha vencido (*ICMP Time Exceeded*) junto con su dirección IP.

Cuando se realiza un *TraceRT*, el primer paquete ICMP se envía con TTL igual a 1, para que el primer nodo de la red devuelva el paquete indicando su dirección.

Luego, el módulo envía un segundo paquete incrementando el valor del TTL a 2, para que sea el segundo nodo en la red el que devuelva el paquete, y así sucesivamente hasta que el paquete alcanza al terminal. De esta manera, el módulo puede mostrar al usuario el URL y la dirección IP de cada nodo en el camino hacia el equipo receptor y calcular el RTT que le toma al paquete alcanzar a cada uno. La figura 14 muestra gráficamente el funcionamiento del módulo *TraceRT*, y este módulo de la herramienta muestra al usuario una lista de toda la información que se obtiene de cada salto que toman los paquetes para llegar al destino.

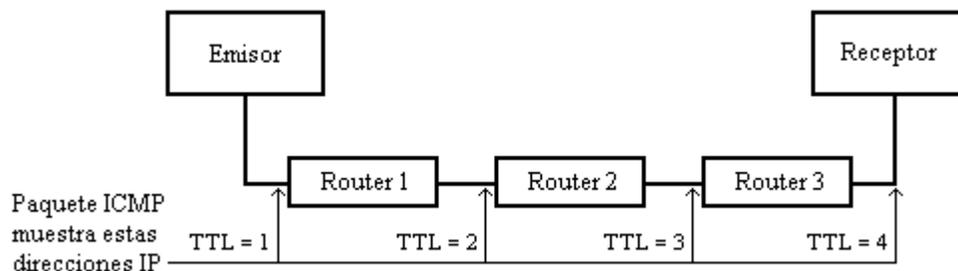


Figura 14. Esquema del funcionamiento del módulo *TraceRT* (elaboración propia).

### III.3.5 Obtención y registro de parámetros GPS.

Para poder ubicar la posición del usuario durante la realización de pruebas en campo es necesario que la herramienta de medición de desempeño sea capaz de obtener información de un sistema GPS (ver apéndice B). Para alcanzar este objetivo, fue necesario obtener un dispositivo GPS (anexo C) que permita ser conectado a un computador y permita transmitir los datos obtenidos a la herramienta.

La NMEA (*National Marine Electronics Association*) desarrolló, con este propósito, un estándar que define las especificaciones técnicas de las interfaces de conexión entre distintos equipos electrónicos en 1983. Este estándar permite

intercambiar información entre equipos receptores GPS y computadores personales, entre muchos otros equipos electrónicos. De esta manera es posible indicar al usuario en tiempo real la información de su posición, además de su velocidad, altura sobre el nivel del mar, dirección, entre otros parámetros.

El equipo GPS debe cumplir con requerimientos del estándar NMEA para que pueda ser utilizado junto a la herramienta de medición de desempeño. A pesar de que el estándar recomienda el uso de interfaces EIA-422, es compatible con interfaces RS-232 o USB, presentes en la mayoría de los computadores personales del mercado. La comunicación es asíncrona y debe darse a 4800 bps, 8 bits de datos, sin paridad y con un bit de parada. Para conectar los equipos es necesario utilizar un cable, el cual usualmente es único para cada modelo de equipo receptor GPS.

Una vez establecida la conexión, el estándar NMEA transmite líneas de caracteres llamadas oraciones. Estas oraciones contienen diferentes tipos de datos en formato de texto ASCII y son totalmente independientes unas de otras. Según el tipo de dispositivo, estas oraciones poseen un prefijo de dos caracteres (“GP” para equipos GPS), seguidas por una secuencia de dos caracteres que definen el tipo de oración que se recibe y su contenido. Para indicar el inicio, cada oración comienza enviando el carácter “\$” antes del prefijo y termina con el carácter correspondiente a un salto de línea (carácter número 13 en la tabla ASCII). Los datos en la oración están delimitados por comas “,” y una oración no puede poseer más de 80 caracteres. Además, cada oración posee un campo que incluye la suma de comprobación (*checksum*) de los datos que ella contiene. Este campo comienza con el carácter “\*” y esta formado por dos caracteres hexagesimales que representan el XOR (*Exclusive OR*) de todos los datos entre los caracteres “\$” y “\*”, sin incluirlos. La figura 15 muestra el formato de una oración obtenida desde el GPS utilizando el formato NMEA.

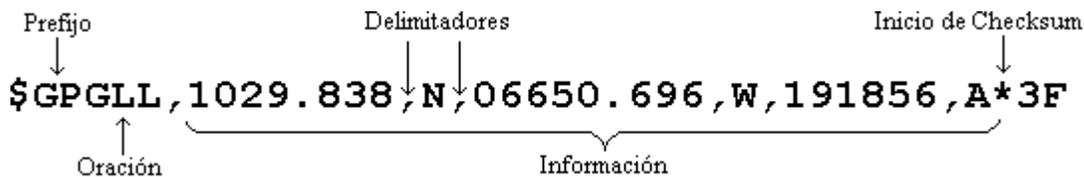


Figura 15. Formato de una oración NMEA (elaboración propia).

Existen más de 24 tipos de oraciones y existen algunos dispositivos que agregan algunas oraciones propias o eligen omitir otras. Para propósitos de la herramienta, se utilizarán únicamente dos tipos, presentes en los equipos GPS más comunes en el mercado (*Garmin*<sup>®</sup>, *Magellan*<sup>®</sup> y *Motorola*<sup>®</sup>, entre otros). Estas oraciones son:

### III.3.5.1 - RMC (*Recommended Minimum Data for GPS*)

La oración contiene información mínima necesaria para navegar utilizando un equipo GPS. Una oración de este tipo tiene la siguiente forma (figura 16):

**\$GPRMC,123519,A,4807.038,N,01131.000,E,022.4,084.4,230394,003.1,W\*6A**

Cambo	Valor	Comentarios
Identificación	\$GPRMC	
Hora	123519	Muestra tomada a las 12:35:19
Estatus del GPS	A	A = Activo, V = Inválido
Latitud	4807.038	Latitud: 48° 07.038 min.
Indicador N/S	N	N = Norte, S = Sur
Longitud	01131.000	Longitud: 11° 31.00 min.
Indicador E/W	E	E = Este, W = Oeste
Velocidad	22.4	Velocidad en nudos.
Dirección Azimutal	84.4	Dirección en grados.
Fecha	230394	23 de Marzo de 1994
Variación Magnética	003.1,W	
Checksum	*6A	

Figura 16. Formato de una oración NMEA tipo RMC y descripción de sus campos (elaboración propia).

### III.3.5.2 - GLL (*Geographic Latitude and Longitude Position*)

Esta oración contiene sólo información de la latitud y longitud del usuario y se utiliza cuando la oración RMC no se encuentra entre los datos recibidos del GPS o su suma de comprobación (*checksum*) es inválida. GLL intenta emular la información que se recibiría del sistema Loran. Una oración de este tipo tiene la siguiente forma (figura 17):

***\$GPGLL,4916.45,N,12311.12,W,225444,A,\*31***

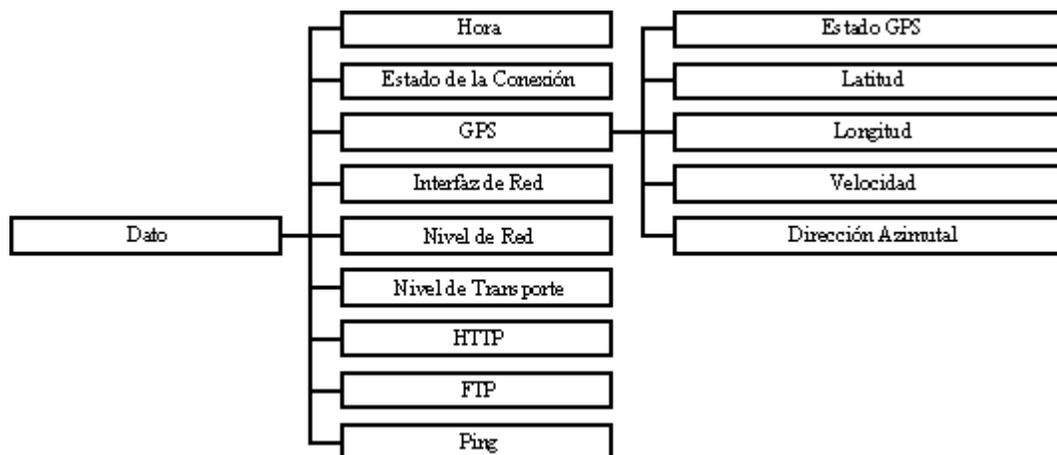
<b>Campo</b>	<b>Valor</b>	<b>Comentarios</b>
Identificación	<i>\$GPGLL</i>	
Latitud	<i>4916.45</i>	Latitud: 49° 16.45 min.
Indicador N/S	<i>N</i>	N = Norte, S = Sur
Longitud	<i>12311.12</i>	Longitud: 123° 11.12 min.
Indicador E/W	<i>E</i>	E = Este, W = Oeste
Hora	<i>225444</i>	Muestra tomada a las 22:54:44
Estatus del GPS	<i>A</i>	A = Activo, V = Inválido
Checksum	<i>*31</i>	

*Figura 17. Formato de una oración NMEA tipo GLL y descripción de sus campos (elaboración propia).*

Estos datos se obtienen en la herramienta leyendo los datos del puerto por el cual se interconecta el computador con el equipo GPS. Los datos se reciben como un flujo de caracteres del cual es necesario extraer la información que es de interés. En primer lugar, la herramienta examina los prefijos de cada oración y selecciona cual de ellas utilizar, para después separar cada campo para ser registrado como parte del formato en cada muestra del arreglo de datos.

Cuando se tiene cada campo por separado, se hace cierto procesamiento de la información para guardar cada uno en la manera más conveniente. Para evitar tener

que salvar la información de la latitud y longitud de cada punto como tres variables diferentes (grados, minutos e indicador), cada dato de este tipo se convierte a un solo valor numérico, donde los minutos son convertidos en valores decimales y son agregado al valor de los grados y donde el indicador define si el valor de la posición es positivo o negativo (positivo para Norte y Este, negativo para Sur y Oeste). Por otro lado, la herramienta convierte automáticamente el valor de la velocidad de nudos a kilómetros por hora antes de registrarlo. Estos valores se guardan en un espacio reservado en el formato de datos de 8 bytes. Asimismo, de la oración se extraen el estado del GPS en cada muestra y la dirección azimutal. Estos valores se guardan sin ningún procesamiento previo en el formato que se reciben. La figura 18 muestra donde se registran los valores obtenidos del equipo GPS dentro del formato de datos.



*Figura 18. Esquema del Formato de Datos para la información GPS (elaboración propia).*

### **III.3.6 Generación de Informes y análisis de datos.**

Una vez que las pruebas se realizan exitosamente es necesario analizar los datos obtenidos. Para esto, se añadieron en la herramienta una serie de algoritmos que

realizan un análisis preliminar de los datos y exportan los resultados como tablas en formato *Microsoft Excel*<sup>®</sup>.

Una vez que se tienen los datos guardados en el disco duro del computador, la herramienta debe cargarlos a la memoria RAM y comenzar su análisis. Este análisis se basa en el cálculo de promedios, desviaciones estándar, valores máximos y mínimos de cada uno de los valores que se tienen en el formato de datos a través del tiempo.

La herramienta va analizando cada uno de los parámetros de red por separado y arroja los resultados obtenidos en una hoja de cálculo de Excel utilizando lo que se denomina en lenguajes de programación orientados a aplicaciones como *Macros*. Un *Macro* puede ser definido como un grupo de parámetros de texto que denotan una u otra acción, el cual es programado en un cierto lenguaje, pero es ejecutado por algún otro programa. En este caso, el *Macro* es programado en lenguaje *Microsoft Visual Basic*<sup>®</sup> pero es ejecutado por el programa *Microsoft Excel*<sup>®</sup>.

La herramienta entonces genera un formato de hoja de cálculo predefinido y luego va llenando las casillas correspondientes a cada atributo de los parámetros de red. Es importante mencionar que no es necesario calcular promedios y desviaciones para todos los atributos, ya que algunos son sencillamente contadores (por ejemplo, los contadores que llevan el número de errores de cada tipo durante la prueba). Estos valores se colocan en sus celdas respectivas en la hoja sin que se realice ningún cálculo en ellos. Además, la herramienta calcula el porcentaje de confiabilidad del sistema tanto en el *uplink* como en el *downlink* a partir de diferentes parámetros. La confiabilidad del canal *downlink* se calcula fácilmente, teniendo el número de tramas erróneas recibidas y dividiendo este valor entre el número total de tramas recibidas durante la prueba. Pero, como la herramienta no es capaz de saber la cantidad de tramas erróneas que se reciben en el extremo opuesto de la comunicación, debe

recurrir a la información que tiene del número de retransmisiones que se hacen desde su posición. Entonces, la confiabilidad del *uplink* se calcula dividiendo el número de paquetes TCP retransmitidos entre el valor de paquetes TCP enviados por el terminal.

### **III.3.7 Exportación de Datos a Mapas *MapInfo*<sup>®</sup>.**

Por otro lado, se desarrolló en la herramienta la posibilidad de generar archivos de intercambio de datos compatibles con el programa *MapInfo*<sup>®</sup>. *MapInfo*<sup>®</sup> es una aplicación que permite a los usuarios visualizar fácilmente la geografía de cierta ciudad, región o país, utilizando el sistema GIS (*Geographic Information System*). Para poder intercambiar la información, *MapInfo*<sup>®</sup> define un formato de archivo que permite adjuntar datos a una gran variedad de elementos gráficos. Estos archivos se escriben utilizando caracteres ASCII, lo que los hace fáciles de generar y editar.

Para exportar los datos, es necesario generar dos archivos diferentes: los archivos MIF (*MapInfo*<sup>®</sup> *Interchange Format*) y los archivos MID (*MapInfo*<sup>®</sup> *Interchange Data*).

#### III.3.7.1 – Formato de archivos MIF:

El archivo MIF entrega al programa *MapInfo*<sup>®</sup> la información de la ubicación en el mapa de los lugares en los cuales se colocará un elemento gráfico. Este archivo consta de dos partes, la cabecera del archivo, donde se coloca la información necesaria para crear las tablas de información *MapInfo*<sup>®</sup>, y la sección de datos, donde se colocan las definiciones de los objetos gráficos a colocar en el mapa. El formato de la cabecera de un archivo MIF se muestra en la figura 19.

La primera línea de la cabecera indica la versión del formato que se está utilizando. La segunda línea muestra qué conjunto de caracteres se ha utilizado para crear el texto en la tabla. En la tercera línea se indica cual será el delimitador de los datos por defecto que utilizará para separar los datos en el archivo. A esta línea le sigue la cláusula que muestra como se guardan los datos de latitud y longitud del archivo. Posteriormente, se especifica el número de columnas que tendrá el archivo. En las columnas se registran los datos que se adjuntan a cada objeto gráfico que se coloca en el mapa. Los tipos de datos válidos para las columnas son: cadenas de caracteres, enteros (*integer*, 4 bytes), enteros pequeños (*smallint*, 2 bytes), decimales, fechas y valores lógicos. Posteriormente se debe definir cada uno de los datos que contendrá cada columna con su nombre. Por ultimo, la cláusula "*Data*" indica el comienzo de la sección de datos.

```
VERSIÓN n
Charset "nombre del set"
Delimiter "<c>"
CoordSys ...
Columns n
    <nombre> <tipo>
    <nombre> <tipo>
    .
    .
Data
```

*Figura 19. Esquema de la cabecera de un archivo MIF (elaboración propia).*

La sección de datos puede contener cualquier número de objetos gráficos. Estos pueden ser: puntos, líneas, regiones, arcos, rectángulos, elipses o texto sencillo, entre otros. Pero para efectos de la herramienta se utilizan sólo los puntos como objetos gráficos.

Para designar un objeto puntual es necesario indicar a *MapInfo*<sup>®</sup> las coordenadas “X” y “Y” de su ubicación. Estas corresponderán a la latitud y longitud de cada punto. Además se debe especificar el tipo de símbolo, su forma, color y tamaño utilizando un código numérico. El formato de texto para designar un punto se muestra en la figura 20.

**POINT x y**  
**SYMBOL (forma, color, tamaño)**

*Figura 20. Esquema de un objeto gráfico puntual (elaboración propia).*

La herramienta permite exportar dos tipos diferentes de datos en formato MIF, los datos que muestran el desempeño de la red en el tiempo y los datos que proporcionan información de las acciones que se realizan en los módulos de la herramienta. Para mostrar los datos de desempeño se utilizan círculos de diferentes colores que se colocan en el punto geográfico en el cual se obtuvo la muestra. El color de cada círculo viene dado por el nivel del parámetro que se tiene en cada muestra y se elige según una leyenda que se muestra en el apéndice F. Asimismo, la información de las acciones que se generan en cada módulo se muestra con varios tipos de símbolos de diferentes colores según sea el tipo de acción.

### III.3.7.2 – Formato de Archivos MID

El formato de archivos MID almacena los datos asociados a cada objeto gráfico y contiene tantos campos como columnas se le haya indicado en la cabecera del archivo MIF. Estos datos son delimitados por el carácter que se haya especificado en la cabecera del archivo MIF. Para efectos de la herramienta el archivo MID puede contener el valor y la hora de cada muestra para los datos de los parámetros de red o información adicional de cada objeto gráfico si se trata de la información de las acciones de cada módulo.

### III.3.8 Automatización de pruebas.

La última parte del desarrollo de la herramienta tiene como objetivo permitir al usuario programar pruebas automatizadas que se realicen a cierta hora, sin que sea necesario su presencia durante su desarrollo.

En primer lugar se deben registrar la fecha, la hora de inicio y la duración de la prueba. Asimismo, la herramienta inicia la conexión que le sea indicada. Esta conexión debe definirse en la configuración de la prueba indicando el nombre de la misma.

Las pruebas automatizadas deben poder realizar todas las acciones que hiciera un usuario. Por esta razón se incluyeron tres opciones a la hora de configurar una prueba automática. En primer lugar, el usuario puede establecer un número de páginas Web a visitar y cada uno de los URL. La herramienta entonces procede a iniciar peticiones HTTP utilizando el módulo Web, enviando una petición a cada URL y esperando recibir toda la información. Una vez que se ha culminado la transferencia, procede a enviar la petición al siguiente URL de la lista. El usuario puede también en esta parte decidir si la herramienta enviará *Pings* a los servidores durante la prueba automática para medir los RTT respectivos.

De la misma forma, la herramienta puede tomar una lista aparte de URLs, a los cuales se les enviarán *Pings* únicamente, en caso de que se deseen medir RTT a los mismos servidores u otros cualesquiera durante la prueba. Estos *Pings* se envían a la lista de URLs

Por último, se desarrolló en la herramienta la posibilidad de automatizar las transferencias de datos a servidores FTP. En esta parte, el usuario indica a la

herramienta una serie de archivos que bajar, el servidor en el cual se encuentra y la información necesaria para tener acceso a la misma. La herramienta utiliza entonces el módulo FTP y dependiendo del estado del mismo decide que acción realizar. El módulo comienza iniciando la conexión con el servidor indicado. Una vez hecho esto, se autentica con el nombre de usuario y contraseña que haya registrado. Luego procede automáticamente a indicar la dirección y el nombre del archivo en el servidor e inicia la transferencia. Así, una vez que culmina la conexión de datos, la herramienta procede a comenzar de nuevo el procedimiento, con el siguiente archivo en la lista. Si en cualquier parte de este proceso ocurre algún error, ya sea por una mala programación de la prueba (por ejemplo, el usuario colocó un nombre de usuario o una contraseña inválida para el servidor) o por problemas del sistema (por ejemplo, se interrumpe la transferencia porque existe una cobertura deficiente en el área), la herramienta registra la falla, interrumpe el procedimiento y reinicia el mismo con el siguiente archivo en la lista.

En cada uno de estos casos, la herramienta realiza las acciones con los elementos indicados en cada lista hasta el último. Una vez que esto ocurre, reinicia el ciclo con el primer elemento de cada lista una y otra vez por el tiempo que se le haya indicado a la prueba.

### **III.4 Pruebas, verificación y corrección de errores**

La última etapa de la metodología consiste en realizar las pruebas pertinentes a la herramienta desarrollada, lo que permite verificar el funcionamiento de la misma y también realizar las depuraciones y corrección de errores necesarios a la herramienta para que se encuentre en un estado óptimo de rendimiento.

## Capítulo IV

### Resultados

La herramienta desarrollada en este Trabajo Especial de Grado permite establecer un monitoreo completo de las redes 1xEVDO y 3G1x. En este capítulo se presentan los resultados que se obtienen una vez culminada la herramienta. A través de este apartado se busca dar a conocer por separado todas las funciones que caracterizan este proyecto.

El programa desarrollado se basa en una interfaz gráfica de fácil manejo, la cual está dividida en dos bloques principales. En el sector de la izquierda, se presentan los resultados obtenidos tanto numérica como gráficamente a nivel de interfaz de red, capa de red y capa de transporte, así como los campos relacionados con el estado de la conexión. En el sector derecho, se presentan tres pestañas que permiten acceder a los módulos de páginas Web, transferencia vía FTP y la información de enrutamiento.

La herramienta posee un menú con tres opciones principales: Archivo, Prueba y Ver. En Archivo se puede acceder a: nueva sesión (ctrl. + N), abrir sesión (ctrl. + A), generar reporte (ctrl. + R), exportar archivo *MapInfo*<sup>®</sup> (ctrl. + M) y salir (ctrl. + S). En Prueba se accede a: iniciar prueba (F5), detener prueba (F6) y configuración (ctrl. + F). En Ver se puede acceder a: ocultar / mostrar funciones (ctrl. + H) y mostrar / ocultar información GPS (ctrl. + P) .

La figura 21 muestra la pantalla general de la herramienta desarrollada, en la cual se puede observar la distribución de todos los elementos que la componen. Posteriormente en este capítulo se explica de forma detallada cada una de las secciones que conforman la herramienta.

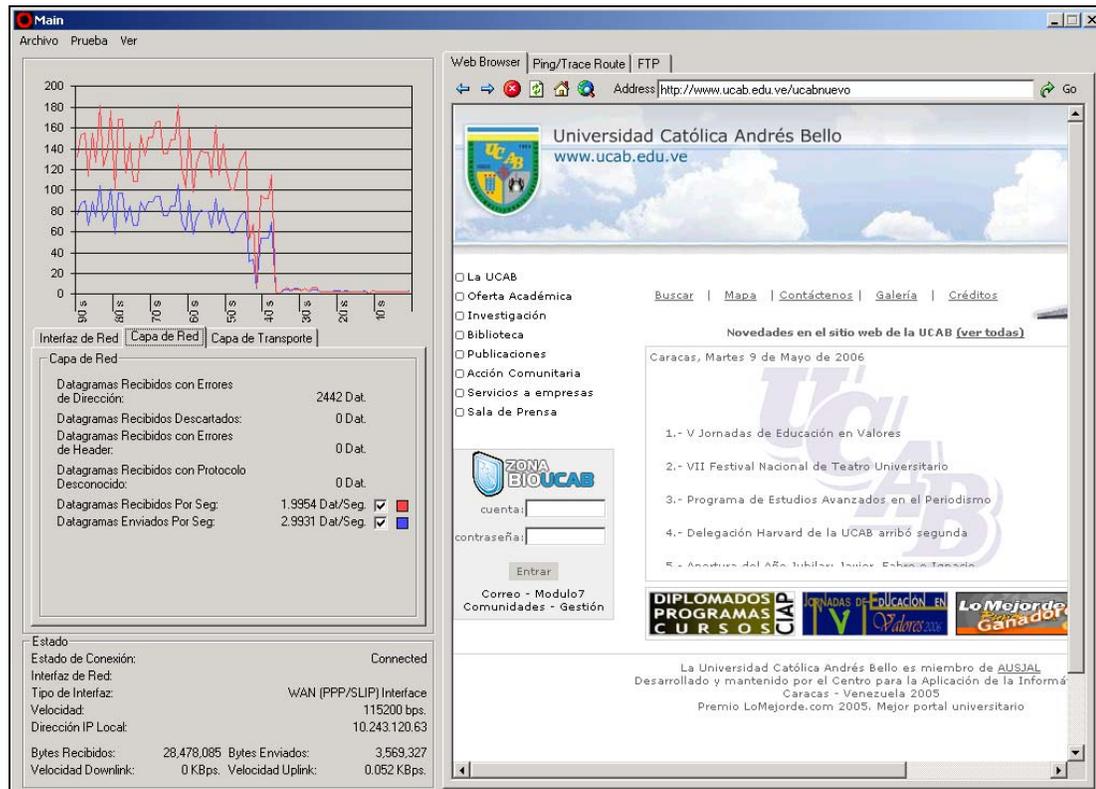


Figura 21. Aspecto general de la herramienta (elaboración propia).

La sección de la herramienta relacionada con el estado, presenta nueve campos: estado de conexión, tipo de interfaz, interfaz de red, velocidad de conexión, dirección IP local, bytes recibidos, bytes enviados, velocidad de bajada (*downlink*) y velocidad de subida (*uplink*).

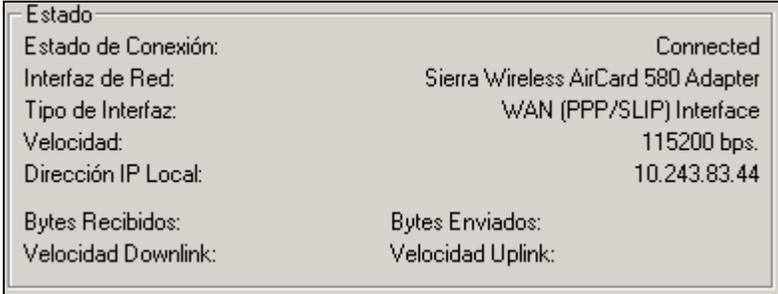
El *estado de conexión* indica en que situación se encuentra la conexión que se está intentando establecer o que se ha establecido. Existen seis posibles situaciones que se pueden presentar: no operacional (*not operational*), inalcanzable (*unreachable*), desconectado (*disconnected*), conectando (*connecting*), conectado (*connected*) y operacional (*operational*).

El *tipo de interfaz* puede ser: Ethernet, PPP (EVDO y 3G1x), Token Ring, Loopback, FDDI y Slip.

La *interfaz de red* hace referencia al modelo de la tarjeta con la cual se está efectuando la conexión, mientras que el campo *velocidad* indica cual es la máxima tasa de transferencia de información que soporta la conexión establecida.

La *dirección IP local*, como su nombre lo dice, indica la ubicación IP en la cual se encuentra ubicada la red en el momento de la conexión.

Por último se indican los bytes recibidos y enviados, y en base a eso, se calcula la velocidad de subida (*uplink*) y la velocidad de bajada (*downlink*). La figura 22 muestra el sector de la herramienta que presenta toda la información relacionada con el estado.



Estado	
Estado de Conexión:	Connected
Interfaz de Red:	Sierra Wireless AirCard 580 Adapter
Tipo de Interfaz:	WAN (PPP/SLIP) Interface
Velocidad:	115200 bps.
Dirección IP Local:	10.243.83.44
Bytes Recibidos:	Bytes Enviados:
Velocidad Downlink:	Velocidad Uplink:

Figura 22. Estado de la conexión (elaboración propia).

A continuación se presentan los tres niveles que se están monitoreando con esta herramienta: interfaz de red, capa de red y capa de transporte. Cada uno de ellos, presenta dos modalidades para indicar los resultados que se están obteniendo de la red en estudio; de forma numérica o de forma gráfica (no todos los parámetros). Los resultados gráficos se encuentran en una escala de tiempo que muestra los últimos 90 segundos de muestreo, y que se va actualizando cada segundo.

Esta interfaz gráfica está representada por un eje cartesiano, donde en el eje de las abscisas se muestra la escala de tiempo mientras que en el eje de las ordenadas se indica el valor del parámetro seleccionado (número de errores, bits recibidos por segundo, tramas enviadas por segundo, etc).

En cada uno de los niveles, se puede seleccionar alguno(s) de los parámetros que posean una casilla en su parte derecha. Cuando aparece seleccionado dicho renglón, se le asigna un color con el cual se va a diferenciar de otros parámetros elegidos. Es importante tener en cuenta los elementos que se seleccionan puesto que las escalas pueden ser diferentes y por tanto algunos de los valores no van a ser apreciados en la gráfica.

La interfaz de red representa el nivel de enlace del modelo OSI. Este nivel proporciona facilidades para la transmisión de bloques de datos entre dos estaciones de red. La principal función de la interfaz de red es transformar el nivel físico en un enlace fiable y es responsable de la entrega nodo a nodo. Los parámetros que son monitoreados en este nivel se pueden apreciar con mayor detalle en el apéndice E.

Cada uno de los niveles posee su pestaña para poder evaluar la información pertinente en el momento que sea necesario. En la figura 23 se puede observar la sección para realizar las mediciones respectivas a la interfaz de red, en la figura 24 las de la capa de red y en la figura 25 la de la capa de transporte.

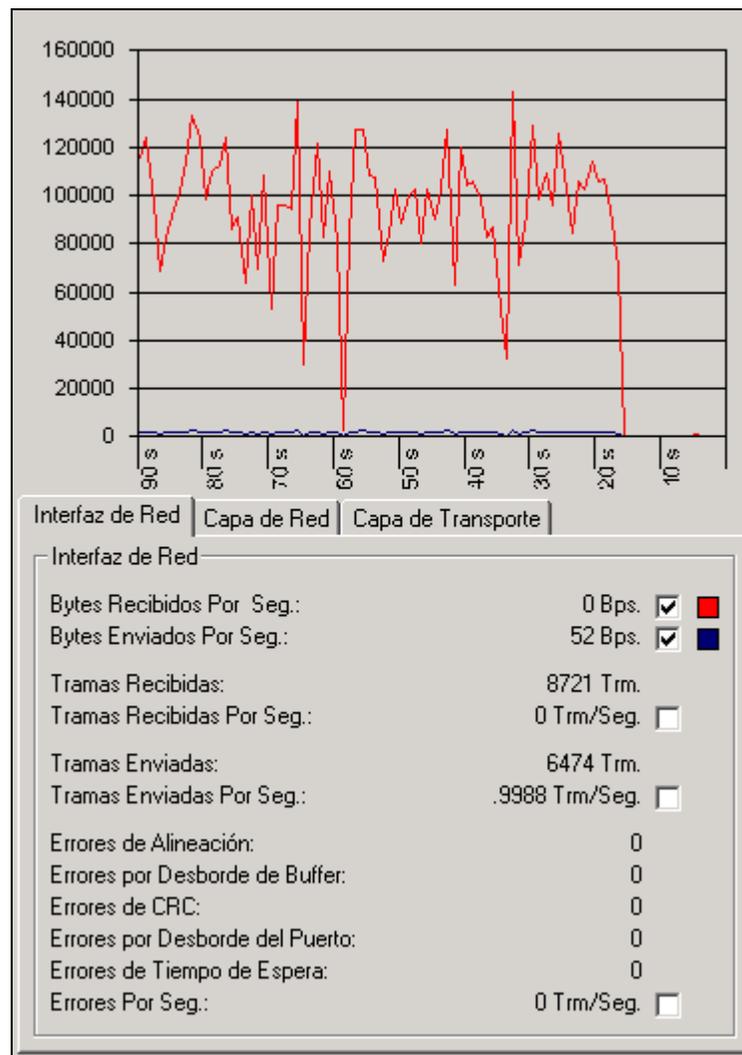


Figura 23. Monitoreo de la Interfaz de Red (elaboración propia).

La capa de red perteneciente al modelo OSI define el enrutamiento y el envío de paquetes entre redes, así como el estado de los mensajes que se envían a cada nodo de la red. En este nivel se analizan los datagramas que transitan por la red. Los parámetros que son monitoreados en este nivel se pueden apreciar con mayor detalle en el apéndice E.

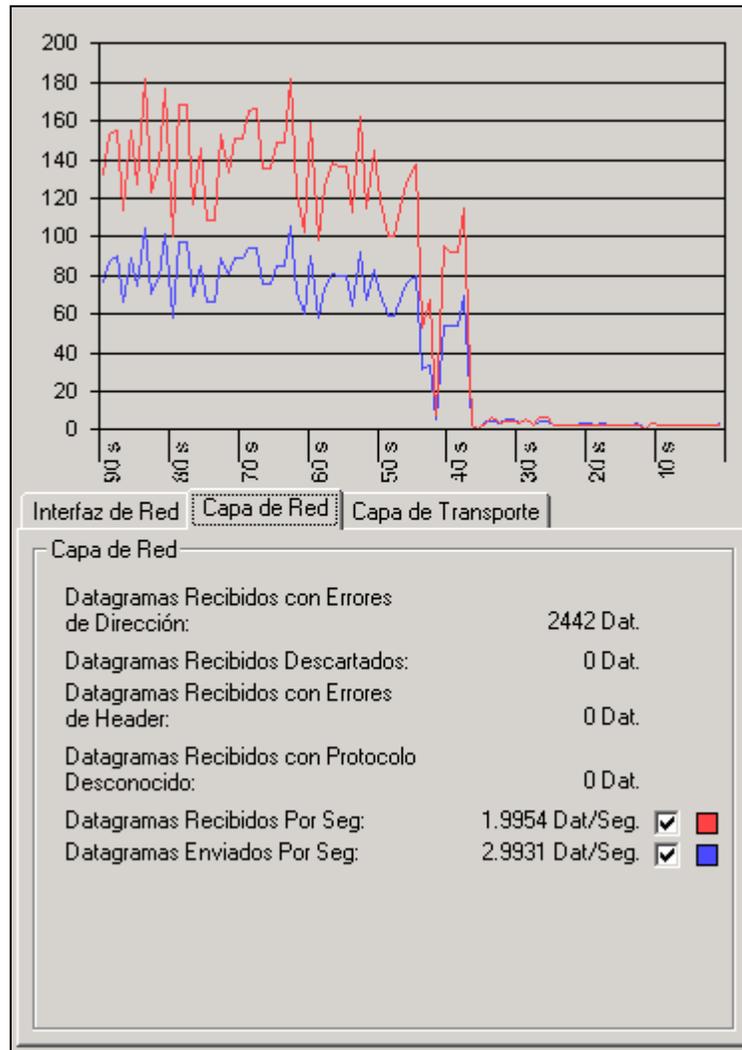


Figura 24. Monitoreo de la capa de red (elaboración propia).

La capa de transporte es responsable de la entrega origen a destino (extremo a extremo) de todo el mensaje. Asegura que todo el mensaje llega intacto y en orden, supervisando tanto el control de errores como el control de flujo a nivel origen a destino. Los parámetros que son monitoreados en este nivel se explican con mayor detalle en el apéndice E.

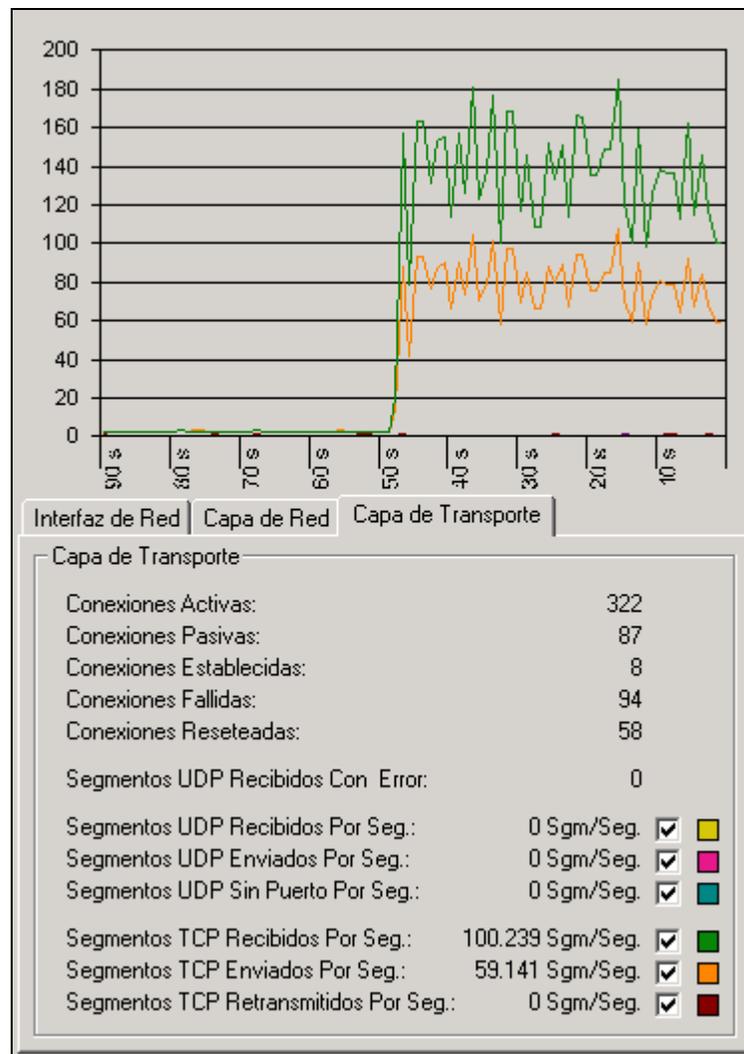


Figura 25. Monitoreo de la capa de transporte (elaboración propia).

La herramienta está desarrollada para permitir la navegación en páginas Web, con sus funciones básicas. Esta actividad permite monitorear el comportamiento de la red, a su vez que se puede estar trabajando en Internet simultáneamente con las pruebas que está realizando el programa. Este módulo se observa en la figura 26.



Figura 26. Pantalla para la navegación en páginas Web (elaboración propia).

La herramienta permite establecer un monitoreo constante de la red y del enrutamiento presente para cada paquete. Para esta finalidad se introdujeron los comandos “*Ping*” y “*TraceRT*”. La figura 27 muestra la sección de la herramienta desarrollada para controlar estos comandos.

El controlador *Ping* permite verificar la conectividad con otro terminal, para lo cual es necesario introducir el nombre del *host* o su dirección IP. Una vez que se determina la conectividad entre ambos *host*, aparece en pantalla el nombre del mismo, así como su dirección IP, el estado de la conexión entre ellos (*OK*, *Req Timed Out*, *Bad Route*), el tiempo que toma en alcanzar el otro terminal (RTT – *Round Trip delay Time*) y el tamaño del paquete.

El controlador *TraceRT* permite a través de un nombre de *host* y/o su dirección IP, rastrear la ruta que sigue un paquete en la búsqueda de su destino. En pantalla se muestra el enrutador alcanzado, su dirección IP y el tiempo transcurrido (RTT). Si la búsqueda resulta exitosa, el último salto debe indicar el *host* solicitado y se muestra un mensaje “*Trace Route Complete*”.

Otra opción que presenta la herramienta es la carga o descarga de archivos vía FTP (*File Transfer Protocol*) para la cual es necesario indicarle al programa cual es la dirección del servidor FTP con el cual se va a establecer el intercambio de datos, el nombre de usuario (ver apéndice C) y contraseña de acceso al mismo, el puerto y el tiempo de espera son opcionales. En la sección “Archivos del Servidor” aparecen todos los archivos que se encuentran en el directorio del servidor, los cuales pueden ser seleccionados para ser cargados o descargados según sea el caso. En “*FTP Log*” se muestra el registro de acciones que efectúa el protocolo de transferencia de archivos. Esto se puede observar en la figura 28.

Web Browser | **Ping/Trace Route** | FTP

Ping/Trace Route Control

Ping Control

Nombre del Host:

IP del Host:

Nombre del Host	Direccion IP	Status	RTT	Paquete
www.ucab.edu.ve	200.2.14.175	OK	467 ms	32 bytes
www.ucab.edu.ve	200.2.14.175	OK	387 ms	32 bytes
www.ucab.edu.ve	200.2.14.175	OK	412 ms	32 bytes

Trace Route Control

Nombre del Host:

IP del Host:

# Salto	Router	Dirección IP	RTT
<b>Tracing Route to 200.2.9.247</b>			
1		192.168.17.130	90 ms
2		161.196.251.69	105 ms
3	200.109.126.217.genericrev.cantv.net	200.109.126.217	110 ms
4	cnt-00-ge6-0-0-10.gcore.cantv.net	172.16.67.1	76 ms
5	cnt-00-pos7-1.gw.cantv.net	200.44.43.158	99 ms
6		200.44.43.170	71 ms
7	sl-st21-mia-15-0.sprintlink.net	144.223.245.233	122 ms
8	sl-bb22-ori-12-0.sprintlink.net	144.232.8.55	125 ms
9	sl-bb20-atl-10-1.sprintlink.net	144.232.9.98	137 ms
10		144.232.18.14	142 ms
11	0.so-2-2-0.XL2.ATL4.ALTER.NET	152.63.86.174	161 ms
12	0.so-7-0-0.XL2.MIA4.ALTER.NET	152.63.86.193	183 ms
13	0.so-3-0-0.CL2.MIA4.ALTER.NET	152.63.101.45	149 ms
14	206.ATM4-0.IH4.MIA4.ALTER.NET	152.63.7.181	142 ms
15	0.so-1-0-0.IL2.MIA6.LAC.ALTER.NET	152.63.83.33	184 ms
16	0.t3-2-1-0.TL2.CCS1.LAC.ALTER.NET	64.116.36.29	187 ms
17	POS9-0-0.GW1.CCS1.LAC.ALTER.NET	64.116.40.253	192 ms
18	ucab-gw3.customer.lac.alter.net	64.116.128.86	485 ms
19		200.2.13.254	233 ms
20	zonasistemas.ucab.edu.ve	200.2.9.247	286 ms

**Trace Route Complete**

Figura 27. Pantalla de los comandos Ping y TraceRT (elaboración propia).

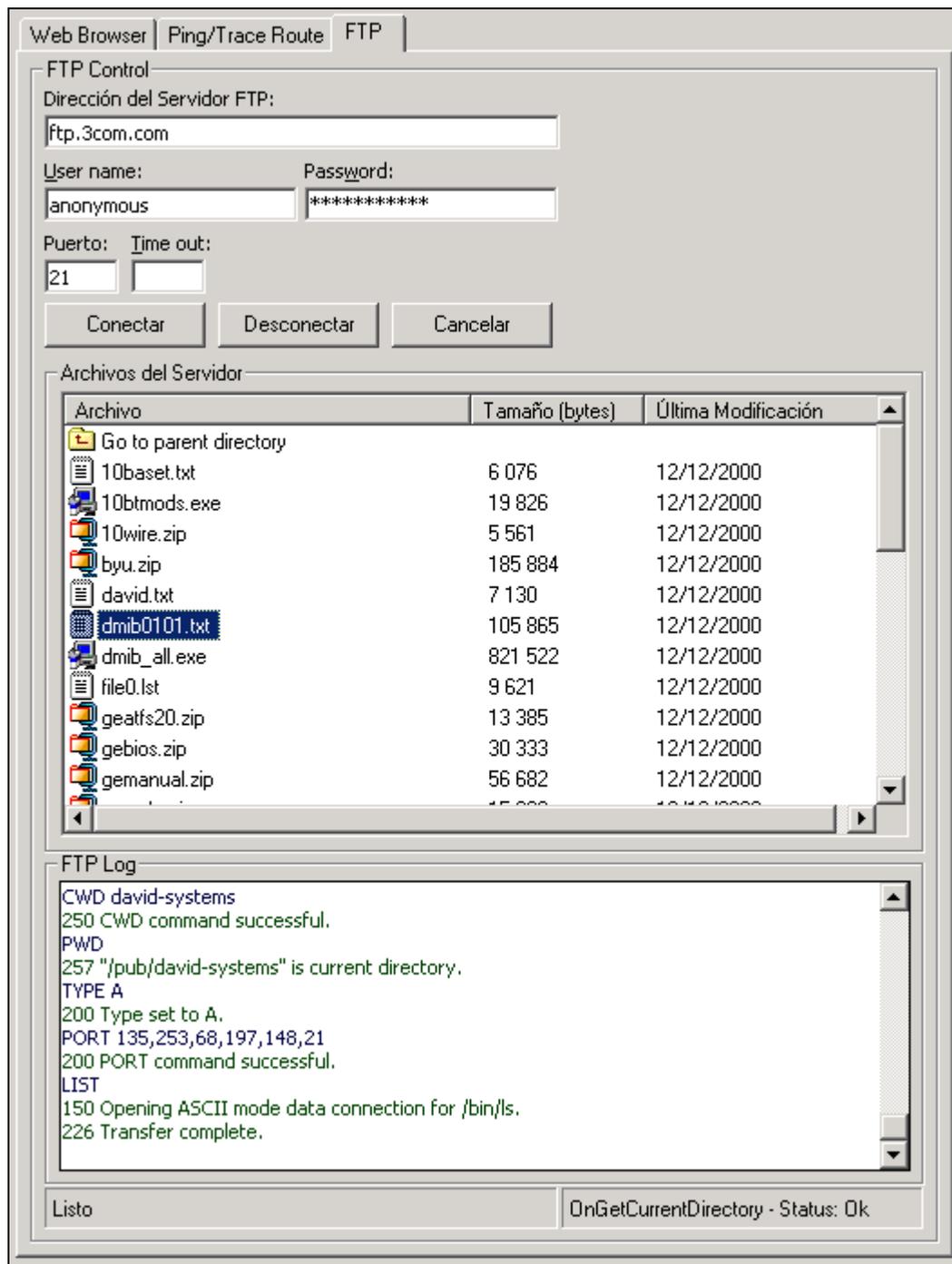
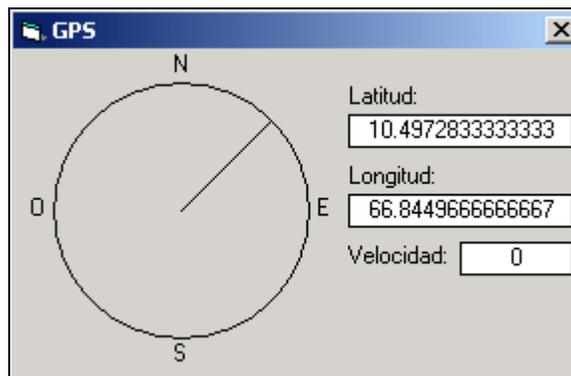


Figura 28. Pantalla para la transferencia de archivos vía FTP (elaboración propia).

Las tecnologías 1xEVDO y 3G1x se caracterizan por ser inalámbricas y móviles, por lo que emplear un sistema GPS es de suma importancia para obtener resultados más consistentes y precisos. La figura 29 muestra la pantalla GPS de la herramienta desarrollada en la cual se indican los tres valores principales de este tipo de sistemas: la latitud, la longitud y la velocidad.



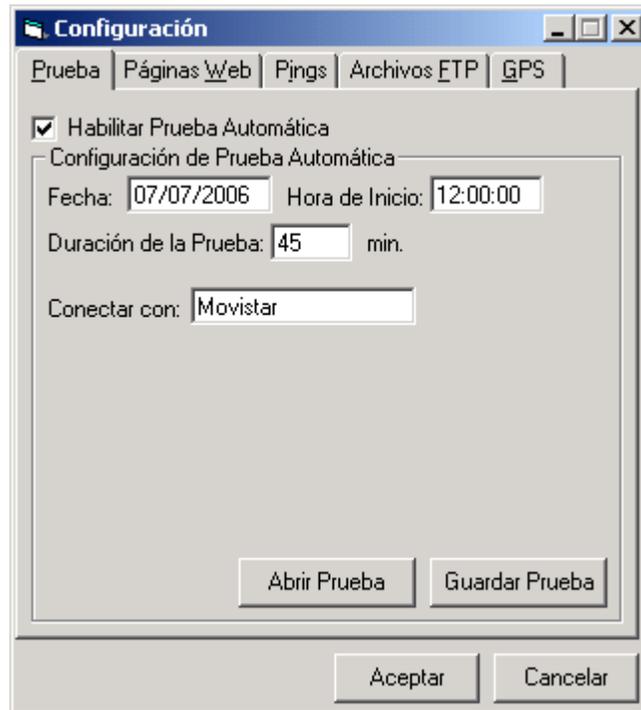
*Figura 29. Pantalla para el sistema GPS (elaboración propia).*

La herramienta permite establecer las configuraciones de la prueba en forma automática, así como también de las páginas Web que va a visitar, las direcciones de los comandos ping que se quiere enviar, los archivos FTP y la información del GPS.

La pantalla para la configuración de la prueba se muestra en la figura 30. En ésta se puede observar que existe una casilla para activar la opción “habilitar prueba automática” la cual permite establecer la fecha y la hora de inicio en cual se quiere que se desarrolle la prueba de forma automática, así como la duración de la misma y el tipo de conexión establecida con la que se quiere realizar la prueba.

La herramienta permite guardar toda la configuración automática que se genere en un momento determinado, lo que permite que pueda ser utilizada en otra oportunidad empleando la opción “Abrir Prueba”. Al guardar la configuración, se está almacenado

la información relacionada con la prueba, las páginas Web, los comandos ping y los archivos FTP.



*Figura 30. Pantalla de configuración de prueba (elaboración propia).*

La configuración automática de páginas Web permite agregar las direcciones URL a las cuales se quiere acceder durante la prueba. Una vez que se almacenan todas las direcciones, cuando se ejecuta la prueba, se accede a cada una en el orden en que fueron guardadas. En el momento en que se llega a la última dirección guardada, se vuelve a empezar desde la primera y así sucesivamente hasta que se concluya con la prueba automática. La pantalla de configuración de páginas Web se ilustra en la figura 31.

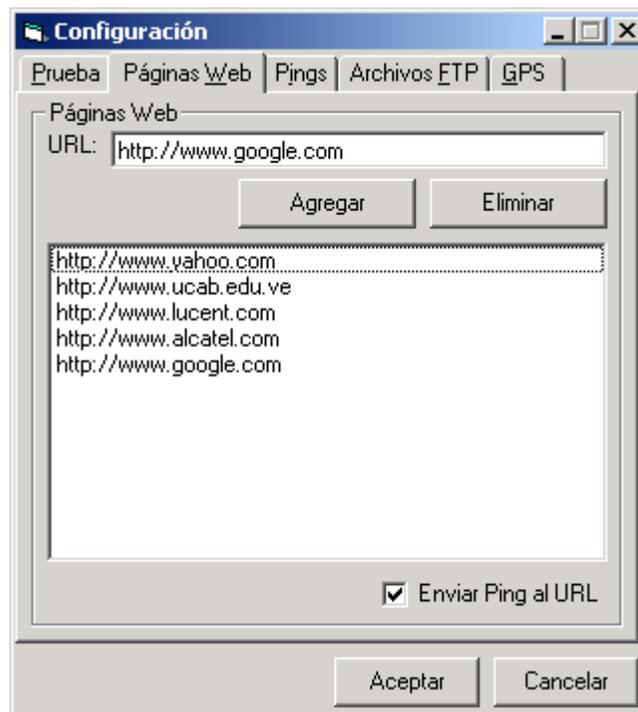


Figura 31. Pantalla de configuración de páginas Web (elaboración propia).

La configuración automática de los comandos ping permite al igual que con las páginas Web, introducir las direcciones URL o la dirección IP con las cuales se quiere comprobar la conectividad. La pantalla de este tipo de configuración se muestra en la figura 32.

Para la configuración de los archivos FTP es necesario indicar el servidor FTP al que se quiere acceder, así como el usuario y contraseña. Posteriormente se indica el nombre del archivo que se pretende descargar o cargar, dependiendo de cual sea el caso, y se agrega a la lista de archivos que se van a utilizar durante la prueba. Como se puede observar en la figura 33, se crea una lista con todos los archivos que se han seleccionado para transferir pero que pueden ser retomados en caso de que se empleen todos y la prueba no haya concluido.

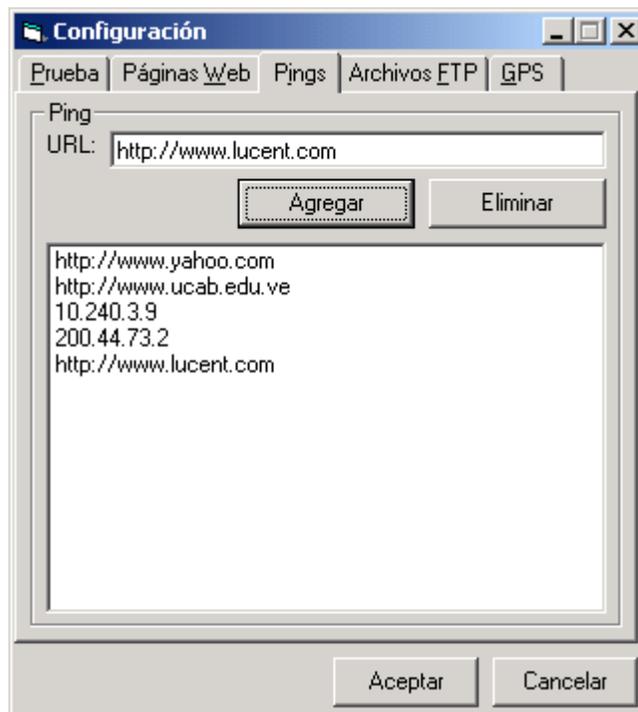


Figura 32. Pantalla de configuración de comandos Ping (elaboración propia).

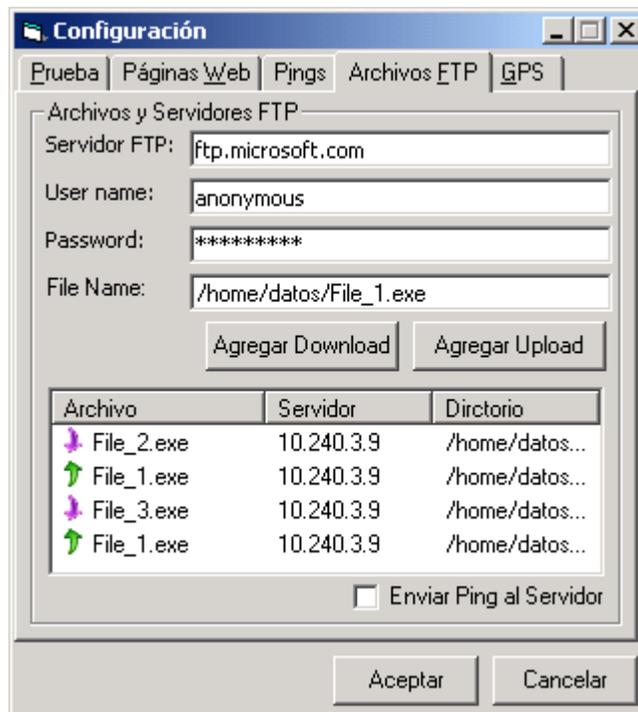


Figura 33. Pantalla de configuración de archivos FTP (elaboración propia).

La figura 34 muestra la configuración del GPS la cual es opcional, puesto que la prueba se puede realizar sin el empleo éste. Si se utiliza, es necesario marcar la casilla “Habilitar GPS” e introducir el puerto, la velocidad con la que se va a trabajar y el formato de datos que utiliza.



Figura 34. Pantalla de Configuración del GPS (elaboración propia).

La herramienta permite con la ayuda de *MapInfo*<sup>®</sup>, graficar en un mapa de la zona donde se haya realizado la prueba, el ancho de banda que se estuvo empleando en el momento del recorrido. Para facilitar el entendimiento del gráfico se emplea una tabla (ver apéndice F) que asigna a un color específico, un rango de kilobits por segundo con el cual está asociado. Este rango varía dependiendo si el archivo se está descargando o cargando. También se pueden graficar los errores que ocurren durante la prueba, para lo cual existe un código de colores respectivo.

En la figura 35 se puede observar un recorrido realizado por la autopista Francisco de Fajardo entre Plaza Venezuela y Montalbán (Caracas). La gráfica muestra los valores obtenidos (ancho de banda) para la descarga de datos y se ilustra mediante el código de colores indicado anteriormente.

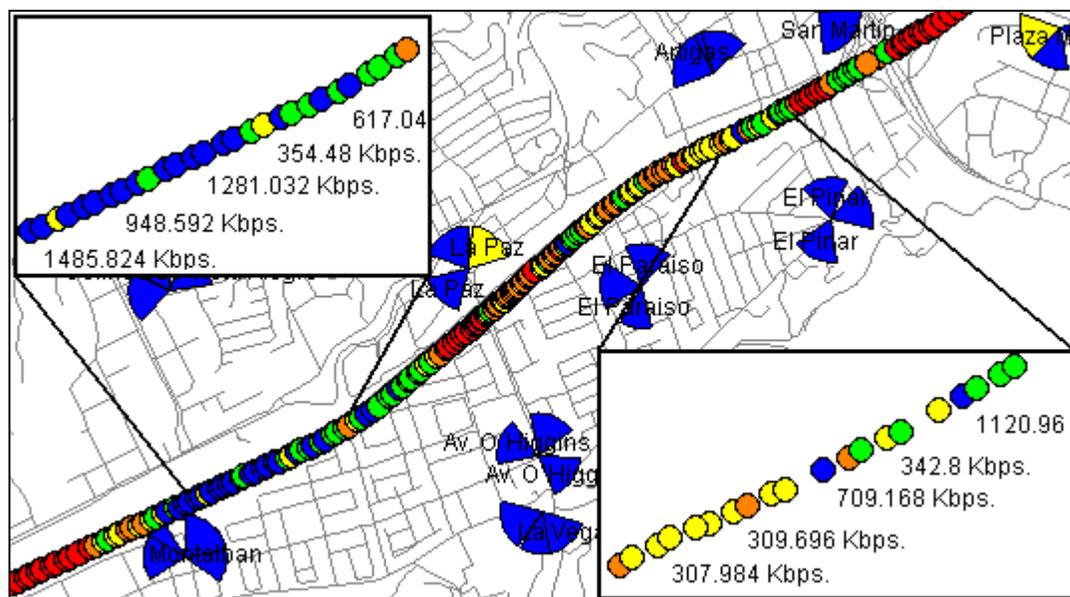


Figura 35. Gráfica utilizando MapInfo® (elaboración propia).

Una vez que se tienen todos los resultados de la prueba efectuada se puede generar un reporte estadístico que permite visualizar de forma más concreta los resultados obtenidos. Este reporte se genera en una hoja de cálculo. El formato predeterminado de ésta se divide en cuatro partes. La primera muestra los cálculos de las estadísticas generales de la prueba, donde se calculan promedios, desviaciones, mínimos y máximos de cada parámetro de red en el transcurso de toda la prueba, sin importar que no haya habido tráfico durante ciertos momentos (por ejemplo, entre el fin y el inicio de dos transferencias de datos diferentes). La segunda parte del análisis muestra una lista de las páginas Web que se visitaron durante la prueba utilizando el módulo HTTP de la herramienta, donde se muestra para cada una de las páginas visitadas el

RTT medido en ese momento y el tiempo que le tomó a la herramienta descargar la página por completo. A esta sección le sigue una tercera parte, donde se muestra una lista de las transferencias de datos que se realizaron a través del módulo FTP. Esta sección calcula la velocidad promedio de cada una de las transferencias hechas a cada servidor FTP e indica el tamaño, la cantidad de errores y la confiabilidad para cada una de ellas. Por último, la cuarta sección permite al usuario comparar la prueba que se está realizando con cualquier otra prueba previa que se haya hecho utilizando la herramienta. Esto resulta sumamente útil a la hora de verificar los resultados de cambios hechos en la red, después de haber detectado un bajo rendimiento o fallas en la red. La figura 36 muestra la pantalla en la cual se puede generar el reporte. Si se quiere realizar una comparación entre dos pruebas es necesario indicar los parámetros requeridos en prueba primaria y prueba secundaria.

The screenshot shows a dialog box titled "Información de Reporte". It is divided into two main sections: "Prueba Primaria" and "Prueba Secundaria". Each section has four input fields: "Inicio de Prueba", "Fin de Prueba", "Fecha de Inicio", and "Hora de Inicio". The "Prueba Primaria" section has the following values: Inicio de Prueba: 5/23/2006 2:12:48 PM, Fin de Prueba: 5/23/2006 2:47:53 PM, Fecha de Inicio: 5/23/2006, Hora de Inicio: 2:12:48 PM, Fecha Final: 5/23/2006, Hora Final: 2:47:53 PM. The "Prueba Secundaria" section has: Inicio de Prueba: 5/23/2006 7:45:43 PM, Fin de Prueba: 5/23/2006 8:05:24 PM, Fecha de Inicio: 5/23/2006, Hora de Inicio: 7:45:43 PM, Fecha Final: 5/23/2006, Hora Final: 8:05:24 PM. There is a "Cargar Prueba" button next to the "Fin de Prueba" field in the secondary test section. At the bottom of the dialog are two buttons: "Generar Reporte" and "Cancelar".

Figura 36. Pantalla para generar los reportes (elaboración propia).

En el apéndice G se presenta una prueba completa en la cual se muestran todos los reportes generados y los mapas obtenidos.

## **Capítulo V**

### **Conclusiones y Recomendaciones**

#### **V.1 Conclusiones**

Las tecnologías 1xEVDO y 3G1x representan el presente y futuro de las comunicaciones inalámbricas móviles y por tanto requieren de equipos y herramientas que permitan optimizar su desempeño.

La herramienta desarrollada permite medir en tiempo real el desempeño de la red CDMA 1xEVDO así como 3G1x, en los niveles de interfaz de red, capa de red y capa de transporte.

La herramienta tiene como finalidad presentar los reportes pertinentes a las mediciones realizadas donde se puedan apreciar los posibles fallos que puedan ocurrir en la red, pero bajo ninguna circunstancia va a solventar los problemas que puedan presentar las redes que esté analizando.

El entorno gráfico bajo el cual ha sido desarrollada la herramienta, permite que sea amigable para el usuario y a su vez de fácil manejo, puesto que los comandos que se requieren para utilizarla se encuentran claramente definidos.

La herramienta abarca en sus mediciones tres niveles del Modelo OSI; interfaz de red, capa de red y capa de transporte, para los cuales muestra de manera cuantitativa y gráfica, los valores obtenidos al monitorear el desempeño de la red.

La interfaz de red representa el nivel de enlace del modelo OSI y se encarga principalmente de la transmisión de datos entre dos estaciones de una red por lo que se muestran valores como: bytes enviados por segundo, bytes recibidos por segundo, tramas recibidas, recibidas por segundo, enviadas y enviadas por segundo, errores de alineación, por desborde de buffer, CRC, de tiempo de espera y por segundo.

El nivel de capa de red define el enrutamiento y la entrega de paquetes y por tanto se muestran valores como: datagramas recibidos con errores de dirección, con errores de encabezado, descartados, con protocolos desconocidos y por segundo y datagramas enviados por segundo.

El nivel de transporte asegura que todo el mensaje llega intacto y en orden y los valores que se monitorean son: conexiones activas, pasivas, establecidas, fallidas y reseteadas, segmentos TCP enviados por segundo, recibidos por segundo y retransmitidos por segundo, segmentos UDP recibidos con error, recibidos por segundo, enviados por segundo y sin puerto por segundo.

Para realizar las pruebas, la herramienta presenta dos modalidades que permiten obtener los valores de desempeño de la red que se está analizando. La primera opción es a través de la navegación en páginas Web, la cual se puede realizar de forma manual o de forma automática, mientras que la otra forma es a través de transferencia de archivos (FTP) tanto para carga como para descarga, para lo cual es necesario conectarse con algún servidor FTP privado o público (FTP anónimo).

En todo momento que se esté empleando la herramienta es posible utilizar los comandos *Ping* y *TraceRT*, por medio de los cuales se puede observar la conectividad entre terminales y rastrear los paquetes nodo a nodo a lo largo de la red.

Una de las principales ventajas que posee la herramienta y que representa un valor agregado para este tipo de aplicaciones es que se le introdujo el uso de un sistema GPS que permite establecer en todo momento la ubicación de la prueba, arrojando valores de latitud, longitud y velocidad. Este aspecto es sumamente importante para las tecnologías de EVDO y 3G1x debido a que una de sus principales características es la movilidad.

Para darle mayor profundidad a la herramienta se complementó con el uso del programa *MapInfo*<sup>®</sup>, el cual permite ubicarse en cualquier lugar del planeta (se necesita la data de la ciudad o país), mostrando las calles, avenidas, principales infraestructuras y sitios de interés de la zona.

Una de las acciones más importantes que debe tener una herramienta que monitorea el desempeño de una red es presentar de forma clara y concisa los resultados obtenidos, es por ello que una vez que se finalizan las pruebas, la herramienta desarrollada presenta un informe estadístico mostrando la velocidad de transmisión, tramas, errores, valores de la capa de red, capa de transporte y la confiabilidad, así como la información pertinente a las páginas Web visitadas y a los archivos transferidos vía FTP.

## V.2 Recomendaciones

La herramienta no es autónoma y por tanto requiere de otros equipos para su desenvolvimiento, los cuales deben ser de buena calidad, para que los resultados no se vean alterados por factores ajenos.

Se recomienda utilizar una laptop cuyas especificaciones mínimas sean las siguientes:

- ✓ Windows 2000
- ✓ PIII 700 MHz
- ✓ 256 MB RAM
- ✓ Espacio en disco: 25 MB

## Capítulo VI

### Bibliografía

#### LIBROS:

- 1) Carlson, A., Crilly, P. & Rutledge, J. (2002). *Communication Systems. An Introduction to Signals and Noise in Electrical Communication* (4<sup>a</sup> ed.). New York: McGraw Hill.
- 2) Charte, F. (1998). *Programación con Visual Basic 6. Adquiera los fundamentos básicos de programación*. Madrid: Ediciones Anaya Multimedia.
- 3) Forouzan, B. (2002). *Transmisión de Datos y Redes de Comunicaciones* (2<sup>a</sup> ed.). Madrid: McGraw Hill.
- 4) Hac, A. (2003). *Mobile Telecommunicatios Protocols for Data Networks*. New Jersey: John Wiley & Sons, LTD.
- 5) Kozierok, C. (2005). *The TCP/IP Guide: A comprehensive, Illustrated Internet Protocols Reference*. San Francisco: No Starch Press.
- 6) León-García, A. & Widjaja, I. (2002). *Redes de Comunicaciones. Conceptos Fundamentales y Arquitecturas Básicas*. Madrid: McGraw Hill.
- 7) Sendín, A. (2004). *Fundamentos de los Sistemas de Comunicaciones Móviles*. Madrid: McGraw Hill.
- 8) Tanenbaum, A. (2003). *Redes de Computadoras* (4<sup>a</sup> ed.). México: Prentice Hall.
- 9) Universidad de Las Palmas de Gran Canarias. *Tutorial y Descripción Técnica de TCP/IP*. Las Palmas de Gran Canarias.

### **INFORME DE UNA ORGANIZACIÓN PRIVADA:**

- 10) 3Com Corporation (2001). *Wireless 3G System*. California, USA.
- 11) Lucent Technologies (2005). *CDMA2000 1xEV-DO. Overview*. Clark, M., Estrella, D. & Robleh, I.
- 12) Lucent Technologies (2005). *CDMA 3G-1X Packet Mode Data*. Cast, K.
- 13) Lucent Technologies (2002, Enero). *3G-1X Packet Data Architecture*. Minzer, S.
- 14) Lucent Technologies (2001, Diciembre). *Introduction to TCP/IP and Routing Protocols*. Gragido, W.
- 15) Lucent Technologies (2005, Mayo). *Flexent Wireless Networks. CDMA2000 1xEV-DO Radio Networks Controller Application Processor Operations, Administration, and Maintenance* (Issue 8 Release 24.0). Abell, M.
- 16) Lucent Technologies (2005). *Redes Celulares de Próxima Generación*. Weinschenk, C.
- 17) Lucent Technologies (2002). *Performance Analysis of 3G-1X EVDO*. Bi, Q. & Vitebsky, S.
- 18) Telefónica Venezuela (2005). *1xEVDO*. Caracas: Ayala, M.
- 19) Nortel Networks (2003, Noviembre). *CDMA 2000 1xEVDO System Overview Guide*. Nortel Networks.

### **ARTÍCULO DE REVISTA**

- 20) Bhushan, N., Lott, C., Black, P., Attar, R., Yu-Cheun Jou, Mingxi, F., Ghosh, D., Jean A. (2006). *CDM2000 1xEVDO Revision A: a physical layer and MAC layer overvier*. *IEEE Communications Magazine*, Febrero 2006, 37-49.

- 21) Rezaiifar, R., Agashe, P., Bender, P. (2006). Macro: Mobility Management in EVDO. *IEEE Communications Magazine*, Febrero 2006, 65-72.
- 22) Yavuz, M., Diaz, S., Kapoor, R., Grob, M., Black, P., Tokgoz, Y., Lott, C. (2006). VoIP over cdma2000 1xEVDO Revision A. *IEEE Communications Magazine*, Febrero 2006, 50-57.

**FUENTES ELECTRÓNICAS (INTERNET):**

- 23) Enciclopedia libre Wikipedia. Evolution-Data Optimized. <http://en.wikipedia.org/wiki/Evdo> (2005, Octubre)
- 24) Enciclopedia libre Wikipedia. CDMA 2000 1x. [http://en.wikipedia.org/wiki/Cdma2000\\_1X](http://en.wikipedia.org/wiki/Cdma2000_1X) (2005, Octubre)
- 25) Enciclopedia libre Wikipedia. TCP/IP. Internet Protocol Suite. <http://en.wikipedia.org/wiki/TCP/IP> (2005, Noviembre)

## **APÉNDICE A**

### **PROTOCOLOS DE COMUNICACIONES**

Los protocolos de red se diseñan en forma de capas o niveles, donde cada nivel es responsable de una faceta diferente de las comunicaciones. TCP/IP se considera una arquitectura de cuatro niveles o capas.

TCP e IP son los dos protocolos que dan nombre a una arquitectura de red. Sin embargo, una red TCP/IP necesita de otros protocolos para tener todas las funcionalidades.

### A.1 IP (*Internet Protocol*)

El protocolo de Internet (IP) es el corazón de la familia de protocolos TCP/IP. Este protocolo se corresponde con la capa de red del modelo de referencia OSI y proporciona a la capa de transporte un servicio no orientado a la conexión y de entrega del mejor esfuerzo, es decir, no ofrece comprobaciones ni seguimientos. IP no ofrece ninguna garantía de calidad de servicio (QoS). Una aplicación que requiera una gran seguridad debe implementar la función de seguridad dentro de un protocolo de las capas superiores.

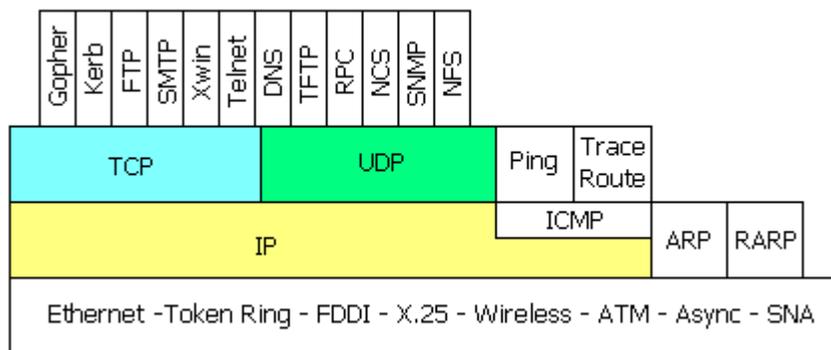


Figura A.1. Esquema de protocolos referenciados al modelo OSI

IP transporta los datos en paquetes denominados datagramas, cada uno de los cuales es transportado de forma independiente. Los datagramas pueden viajar a través de

enrutadores diferentes y llegar fuera de secuencia o duplicados. Como se trata de un servicio sin conexión, IP no crea circuitos virtuales para la entrega.

## **A.2 UDP (*User Datagram Protocol*)**

El protocolo de datagramas de usuario (UDP) es un protocolo de nivel de transporte extremo a extremo que añade sólo direcciones de puertos, control de errores mediante sumas de comprobación y la información de longitud de datos del nivel superior.

UDP proporciona sólo las funciones básicas necesarias para la entrega extremo a extremo de una transmisión. No ofrece funciones de secuenciamiento ni de reordenación y no puede especificar el paquete dañado cuando se informa de un error.

El protocolo UDP utiliza el Protocolo de Internet subyacente para transportar un mensaje de una máquina a otra y proporciona la misma semántica de entrega de datagramas, sin conexión y no confiable que IP. No emplea acuses de recibo para asegurarse de que llegan mensajes, no ordena los mensajes entrantes, ni proporciona retroalimentación para controlar la velocidad del flujo de información entre las máquinas. Por tanto, los mensajes UDP se pueden perder, duplicar o llegar sin orden alguno. Además, los paquetes pueden llegar más rápido de lo que el receptor los puede procesar.

UDP es un servicio muy básico, solamente envía mensajes individuales a IP para su transmisión. Para IP, UDP es básicamente una interfaz de aplicación. No añade fiabilidad, control de flujo o recuperación de errores a IP.

### **A.3 TCP (*Transmission Control Protocol*)**

El protocolo de control de transmisión (TCP) proporciona servicios completos de transporte a las aplicaciones. Es un protocolo de transporte puerto a puerto que ofrece un flujo fiable, orientado a conexión, lo que significa que se debe establecer una conexión entre ambos extremos de la transmisión antes de poder transmitir datos. Al crear esta conexión, TCP genera un circuito virtual entre el emisor y el receptor que se encuentra activo durante la duración de la transmisión. La fiabilidad se asegura mediante la detección de errores y la retransmisión de las tramas con errores, ya que para que la transmisión sea considerada completa, se deben recibir todos los segmentos.

TCP se puede caracterizar por los siguientes servicios que suministra a las aplicaciones que lo usan: transferencia de datos a través de un canal, fiabilidad, control de flujo, multiplexación, conexiones lógicas, *full duplex*.

### **A.4 PPP (*Point to Point Protocol*)**

El protocolo punto a punto (PPP) se diseñó para usuarios que necesitan conectarse a una computadora a través de la línea telefónica. Este protocolo funciona en los niveles físico y de enlace de datos del modelo OSI. Una conexión PPP pasa por varias fases: inactiva, establecimiento, autenticación, red y terminación.

El protocolo PPP puede operar a través de prácticamente cualquier tipo de enlace de transmisión punto a punto full duplex. También puede operar en los enlaces tradicionales asíncronos, enlaces de bits síncronos y nuevos sistemas de transmisión como ADSL y SONET.

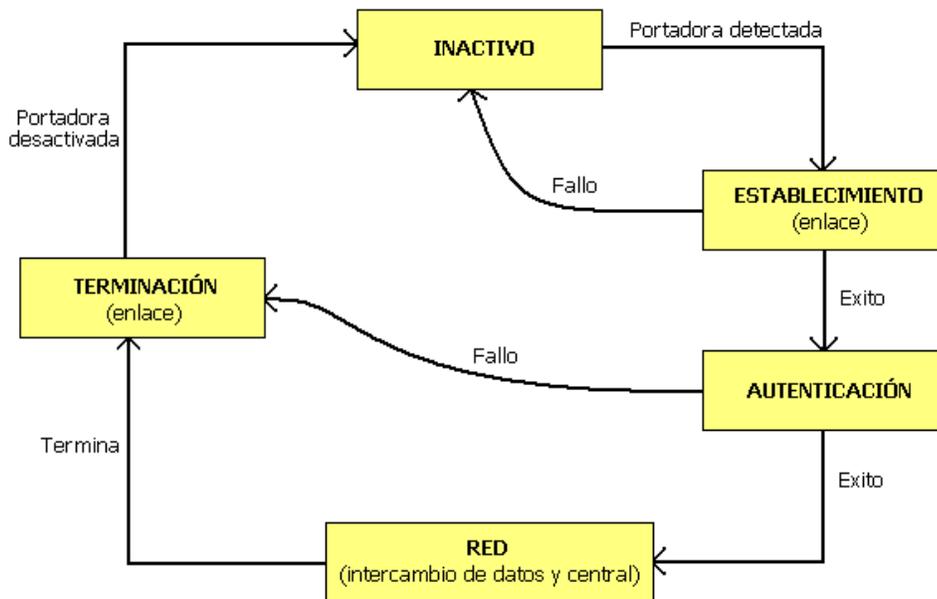


Figura A.2. Fases de una conexión PPP

PPP fue diseñado para permitir varios protocolos de red simultáneos, es decir, que se puedan transferir paquetes producidos por diferentes protocolos de la capa de red. Esta situación se da en los enrutadores multiprotocolo, que pueden permitir varios protocolos de la capa de red.

El protocolo PPP proporciona muchas capacidades útiles a través del protocolo de control de enlace y una familia de protocolos de control de red. El protocolo de control de enlace (*LCP – Link Control Protocol*) se utiliza para establecer, configurar, probar, mantener y finalizar la conexión del enlace. Una vez que se completa la autenticación, se usa un protocolo de control de red (*NCP – Network Control Protocol*) para configurar cada protocolo de red que deba operar usando el enlace. PPP puede transferir paquetes de los diferentes protocolos de red usando el mismo enlace de datos.

Uno de los puntos fuertes de PPP es que incluye protocolos de autenticación, lo que constituye un aspecto especialmente importante cuando las computadoras se conectan a una red remota. Una vez que LCP ha establecido el enlace, estos protocolos pueden ser utilizados para autenticar al usuario. El protocolo de autenticación mediante clave de acceso (PAP – *Password Authentication Protocol*) requiere que la máquina que inicia la comunicación envíe un identificador del usuario y una palabra de acceso. Por su parte, el protocolo de autenticación por desafío (CHAP – *Challenge-Handshake Authentication Protocol*) proporciona mayor nivel de seguridad al establecer un intercambio de mensajes de desafío y respuesta entre ambas máquinas.

## **APÉNDICE B**

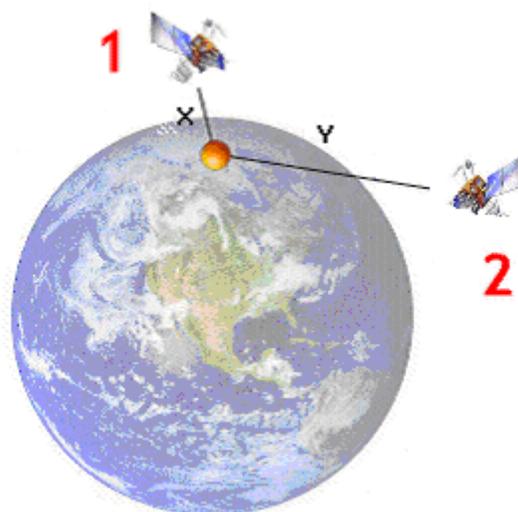
### **GPS (GLOBAL POSITIONING SYSTEM)**

El sistema GPS es actualmente una constelación de 27 satélites en la órbita terrestre, de los cuales, 24 se encuentran operativos mientras que los otros 3 son de reserva por si acaso alguno falla.

Cada uno de estos satélites (utilizan paneles solares) engloban la Tierra aproximadamente a 19300 km creando dos rotaciones completas cada día. Estas órbitas están dispuestas de tal forma que a cualquier hora y en cualquier lugar de la Tierra existen cuatro satélites visibles en el cielo

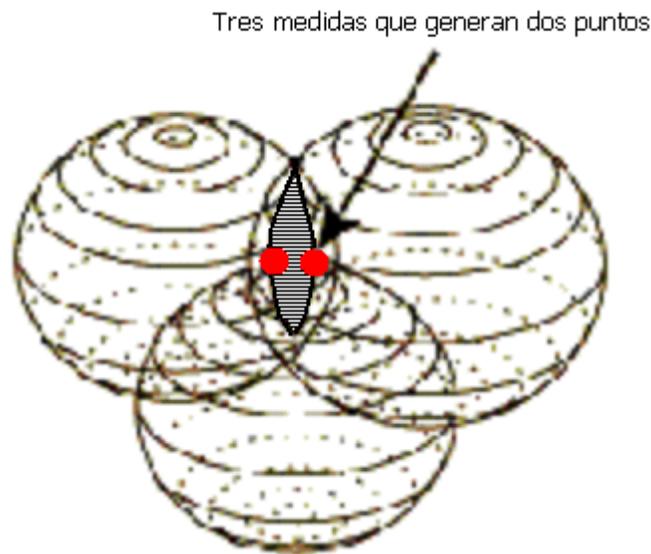
El GPS busca utilizar los satélites ubicados en el espacio alrededor de la Tierra para poder obtener ubicaciones de puntos específicos que se encuentren en la superficie terrestre. Esta medición es bastante precisa en el momento que se logra ubicar el punto en cuestión con al menos tres satélites.

Al buscar la posición de un punto específico de la Tierra, este punto se encuentra a una distancia “X” de un primer satélite. Esta distancia ya representa un factor limitante, ya que reduce considerablemente los puntos que se pueden ubicar a “X” metros con respecto al satélite.



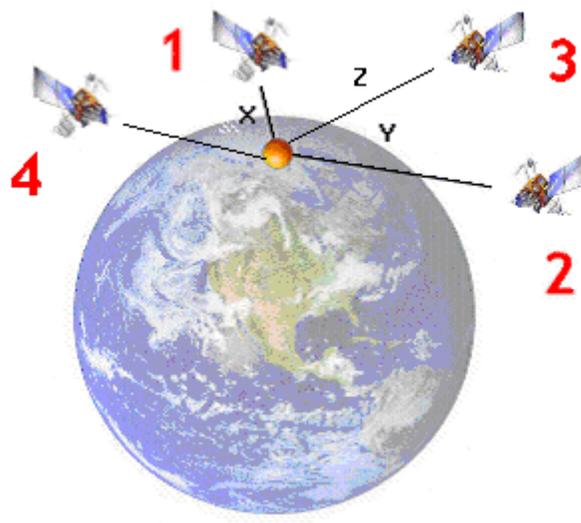
*Figura B.1. Ubicación de un punto con dos satélites.*

Posteriormente se establece la posición con un segundo satélite, que se encuentra a una distancia “Y” del punto. Y por último para poder tener una medición bastante precisa se emplea un tercer satélite a una distancia “Z” del punto. Con la intersección de las tres esferas que se forman se obtienen dos puntos.



*Figura B.2. Dos puntos generados por tres mediciones distintas.*

Para decidir cual de ellos es nuestra posición verdadera, podríamos efectuar una nueva medición a un cuarto satélite. Pero normalmente uno de los dos puntos posibles resulta ser muy improbable debido a que su ubicación es demasiado lejana de la superficie terrestre y puede ser descartado sin necesidad de mediciones posteriores.



*Figura B.3. Punto de ubicación exacto (medido por 4 satélites).*

La distancia que existe hasta el satélite se determina midiendo el tiempo que tarda una señal de radio, emitida por el mismo, en alcanzar al receptor de GPS. Para efectuar dicha medición asumimos que tanto el receptor GPS como el satélite, están generando el mismo Código Pseudo Aleatorio exactamente en el mismo momento. Este código se trata de una secuencia o código digital bastante complejo. Dado que cada uno de los satélites tiene su propio y único código pseudo aleatorio, esta complejidad también garantiza que el receptor no se confunda accidentalmente de satélite.

Comparando cuanto retardo existe entre la llegada del código pseudo aleatorio proveniente del satélite y la generación del código de nuestro receptor de GPS, podemos determinar cuanto tiempo le llevó a dicha señal llegar hasta nosotros. Posteriormente multiplicamos dicho tiempo de viaje por la velocidad de la luz y obtenemos la distancia al satélite.

## **B.1 Causas de los errores de precisión**

Son varios los fenómenos que pueden causar una precisión pobre. Por ejemplo, cuando las señales de radio de satélite son transmitidas, son distorsionadas por la troposfera y especialmente la ionosfera.

Afortunadamente, la distorsión atmosférica puede ser medida y corregida en su mayor parte. Esto se logra a través de las estaciones de tierra de los GPS, arreglando las ubicaciones que constantemente miden distorsiones en las señales de radio de los satélites. Las correcciones calculadas son posteriormente enviadas por radio, las cuales, cuando se combinan con la señal actual del satélite, le da al receptor GPS la habilidad de corregir las distorsiones en tiempo real.

Los errores de precisión pueden estar compuestos por inecuaciones en cada efeméride de satélite. Efemérides es una tabla que da las coordenadas de un cuerpo celestial en el tiempo. Si el curso actual del satélite se desvía de su efemérides, la precisión puede diluirse más adelante. Esta fuente de error sólo puede ser corregida disparando pequeños cohetes en los propios satélites. Los ajustes son transmitidos desde la Estación de Control Maestra GPS en Schriever Air Force Base en Colorado Springs, Colorado.

## **APÉNDICE C**

### **FTP (FILE TRANSFER PROTOCOL)**

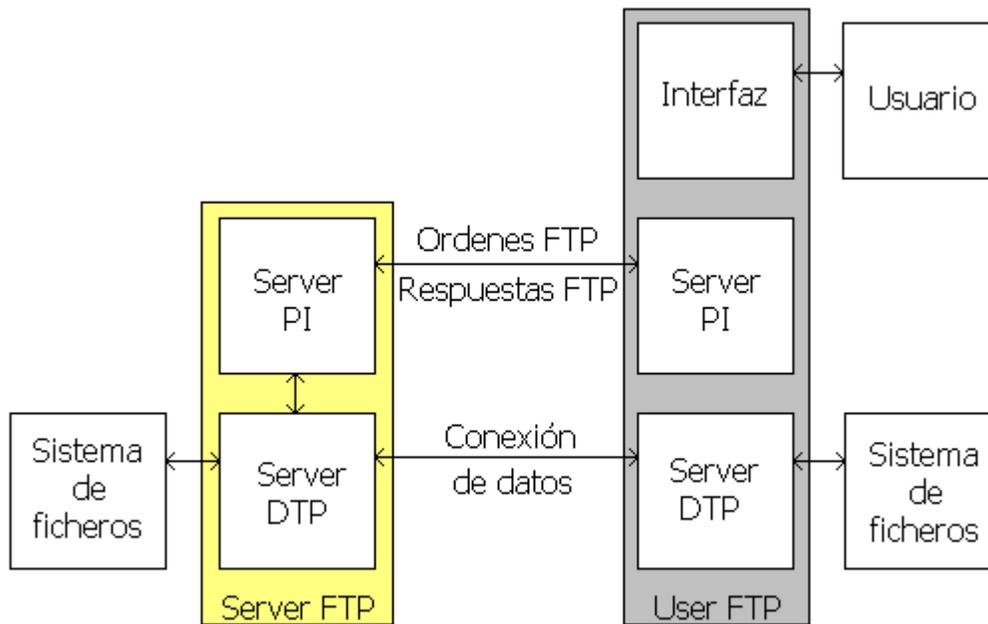
Las primeras aplicaciones fueron divididas conceptualmente en dos categorías según los métodos en los cuales se emplea la red: directa o indirecta. Las aplicaciones de red directa permiten al usuario acceder a un *host* remoto y utilizarlo como si fuese local, creando de esta manera la sensación de que no existiese ningún tipo de red. Por su parte, las aplicaciones de red indirectas necesitan obtener recursos de un *host* remoto y utilizarlos en sus sistemas locales, y transferirlos de vuelta posteriormente. Estos dos métodos de uso se convirtieron en los modelos para las dos primeras aplicaciones formales TCP/IP: Telnet (acceso directo) y FTP (uso indirecto).

El protocolo FTP es idóneo para transferir grandes bloques de información a través de la red y entre sus objetivos se pueden destacar: promover la transferencia de archivos (programas de computadora y/o datos), animar el uso indirecto o implícito de computadoras remotas, transferir datos confiable y eficientemente.

Se precisa de un Servidor de FTP y un cliente FTP, puede darse el caso de que los servidores sean de libre acceso para todo el mundo y entonces estamos hablando de *login* anónimo o FTP anónimo. Por defecto utiliza los puertos 20 y 21. El puerto 20 es el utilizado para el flujo de datos entre el cliente y el servidor y el puerto 21 para el flujo de control, es decir, para enviar las órdenes del cliente al servidor. Mientras se transfieren datos a través del flujo de datos, el flujo de control permanece en espera.

### **C.1 Operación de FTP**

FTP fue creado con el propósito de permitir el uso indirecto de computadoras en una red, haciéndole más sencillo a los usuarios el mover archivos de un lugar a otro. Como la mayoría de los protocolos TCP/IP, está basado en un modelo cliente / servidor, con un cliente FTP en una máquina de usuario creando una conexión a una servidor FTP para enviar y recibir archivos desde y hacia el servidor.



*Figura C.1. Estructura del protocolo FTP.*

Para asegurarse que los archivos son enviados y recibidos sin ningún tipo de pérdida de información, FTP utiliza el Protocolo de Control de Transmisión(TCP) en la capa de transporte. Un sistema de autenticación es utilizado para asegurarse que sólo clientes autorizados tienen permitido el acceso al servidor. Al mismo tiempo, una propiedad denominada FTP anónimo (*anonymous FTP*) permite a una organización que lo desee, establecer un servidor de información general que provea archivos a cualquier persona que pueda querer obtenerlos.

Una vez que la conexión TCP está establecida, se crea una conexión de control FTP. Los comandos internos FTP son pasados a través de esta conexión lógica basada en reglas establecidas por el protocolo Telnet. Cada comando enviado por el cliente recibe una respuesta del servidor para indicar si fue exitoso o fallido. FTP soporta conexiones de datos tanto normales como pasivas, permitiendo al servidor o el cliente

iniciar la conexión de datos. Múltiples tipos de datos y archivos son soportados para permitir flexibilidad para varios tipos de transferencia.

La interfaz entre un usuario FTP y el protocolo es suministrada como un conjunto de comandos de usuario interactivos. Después de establecer una conexión y completar la autenticación, se pueden usar dos comandos básicos para enviar o recibir archivos. Adicionalmente se suministran comandos de soporte para manejar la conexión FTP, así como realizar funciones de soporte como listar los contenidos de un directorio o borrar o renombrar archivos. En los últimos años, se han creado aplicaciones gráficas de FTP para permitir que los usuarios transfieran archivos con la ayuda del ratón (de la computadora) en lugar de estar memorizándose los comandos.

## **C.2 FTP anónimos**

Hoy en día, la mayoría de las organizaciones emplean la Web para distribuir documentos, programas y otros archivos a los clientes y otras personas que quieran obtenerlos. El uso del FTP se remonta a los años 80, antes de que Internet se volviese tan popular, estas transferencias de información se hacían a través de FTP.

En 1994, el RFC 1635 definió un uso para el protocolo como “*anonymous FTP*” (FTP anónimo). Con esta técnica, un cliente se conecta a un servidor y suministra un nombre de usuario por defecto para acceder como un invitado. Generalmente los nombres “*anonymous*” y “*ftp*” son soportados. Viendo este nombre, el servidor responde solicitando una contraseña, la cual puede ser cualquier carácter o conjunto de caracteres, puesto que es un requisito que necesita el servidor para poder darle acceso a la persona que lo está solicitando. Posteriormente el invitado está en la capacidad de acceder al sitio, aunque generalmente el servidor restringe los derechos de acceso del invitado en el sistema. Muchos servidores FTP soportan accesos

identificados como anónimos, aunque los usuarios autorizados tienen más permisos mientras que los anónimos sólo pueden leer los archivos de un directorio en particular establecido para acceso público.

## **APÉNDICE D**

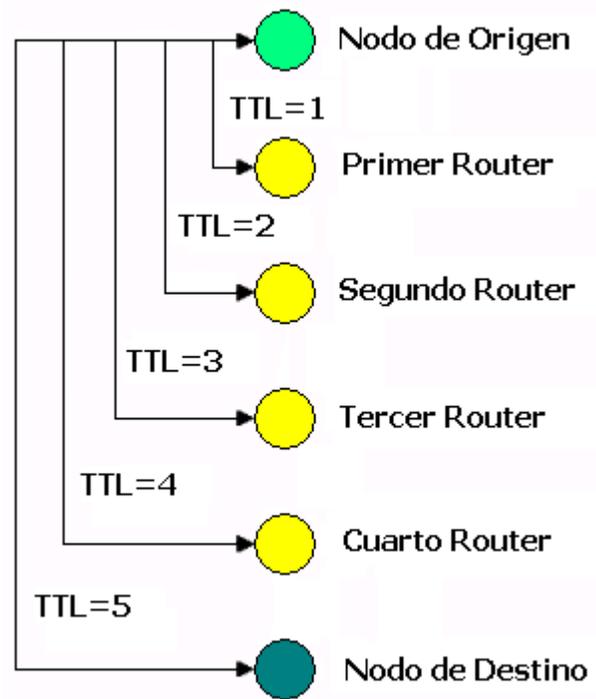
### **ENRUTAMIENTO**

## D.1 Comando Ping

El comando “Ping” es una herramienta que ayuda a verificar el nivel de conectividad IP. Cuando se presentan errores, el comando ping es utilizado para enviar una petición ICMP a un destinatario a través de su nombre o su dirección IP.

## D.2 TraceRoute

El *traceroute* es una aplicación que rastrea un paquete desde la computadora hasta un *host* de Internet, mostrando todos los nodos que el paquete requirió para alcanzarlo y cuanto tiempo se tomó en cada nodo. El valor TTL (*Time To Live*) especifica cuantos nodos puede alcanzar el paquete antes de devolverse. Cuando un paquete no puede alcanzar su destino porque el valor del TTL es muy pequeño, el último *host* devuelve el paquete y se identifica. Generalmente es mejor verificar que una ruta existe entre la computadora local y el *host* de red usando primero el comando ping y la dirección IP del *host* de la red a la cual se quiere conectar. IP no garantiza que todos los paquetes tomen la misma ruta. Habitualmente se utiliza *traceroute* para problemas con la red. Mostrando la lista de los enrutadores recorridos, le permite al usuario identificar el camino tomado para alcanzar un destino en particular de la red. Esto puede ayudar a identificar problemas de enrutamiento o corta fuegos que pueden estar bloqueando el acceso al sitio



## **APÉNDICE E**

### **PARÁMETROS DE RED.**

La interfaz de red posee 12 campos en nuestra herramienta los cuales se detallan a continuación:

- **Bytes recibidos por segundo:** es el número de bytes recibidos por segundo.
- **Bytes enviados por segundo:** es el número de bytes transmitidos por segundo.
- **Tramas recibidas:** es el número total de tramas de datos recibidas para esta conexión.
- **Tramas recibidas por segundo:** es el número de tramas recibidas por segundo.
- **Tramas enviadas:** es el número total de tramas de datos transmitidas para esta conexión.
- **Tramas enviadas por segundo:** es el número de tramas transmitidas por segundo.
- **Errores de alineación:** ocurren cuando un byte recibido es diferente del byte esperado.
- **Errores por desborde de buffer:** ocurren cuando el programa (software) no puede manejar la tasa a la cual es recibida la data.
- **Errores CRC:** ocurren cuando la trama recibida contiene datos erróneos.
- **Errores de tiempo de espera (timeout):** ocurren cuando un trama esperada no es recibida a tiempo.
- Los **errores por segundo:** es el número total de errores CRC, tiempo de espera, alineación y por desborde de buffer por segundo.

La capa de red posee los siguientes campos:

- **Datagramas recibidos con errores de dirección:** es el número de datagramas entrantes que son descartados debido a que la dirección IP en el

campo de cabecera de destino no fue una dirección válida para ser recibida en esa entidad. Esta cuenta incluye direcciones inválidas (0.0.0.0) y direcciones de clases que no son soportadas (Clase E).

- **Datagramas recibidos descartados:** es el número de datagramas IP entrantes para los cuales no se encontraron problemas para su procesamiento continuo, pero fueron descartados.
- **Datagramas recibidos con errores de header:** es el número de datagramas entrantes descartados debido a errores en sus cabeceras IP, incluyendo sumas de comprobación erróneas, discordia en el número de versión, otros errores de formato, errores descubiertos en el procesamiento de sus opciones IP, etc.
- **Datagramas recibidos con protocolos desconocidos:** es el número de datagramas (direccionados localmente) recibidos exitosamente pero descartados debido a un protocolo desconocido o que no es soportado.
- **Datagramas recibidos por segundo:** es la tasa a la cual los datagramas IP son recibidos de las interfaces, incluyendo aquellos con error.
- **Datagramas enviados por segundo:** es la tasa a la cual los datagramas IP son suministrados a IP para la transmisión por protocolos de usuario locales (incluye ICMP).

Los campos de la capa de transporte son los siguientes:

- **Conexiones activas** es el número de veces que las conexiones TCP han hecho una transición directa del estado CLOSED al estado SYN-SENT.
- **Conexiones pasivas** es el número de veces que las conexiones TCP han hecho una transición directa del estado LISTEN al estado SYN-RCVD
- **Conexiones establecidas** es el número de conexiones TCP para las cuales el estado actual es ESTABLISHED o CLOSE-WAIT.

- **Conexiones fallidas** es el número de veces que las conexiones TCP han hecho una transición directa del estado SYN-SENT o SYN-RCVD al estado CLOSED, además del número de veces que las conexiones TCP han hecho una transición directa del estado SYN-RCVD al estado LISTEN.
- **Conexiones reseteadas** es el número de veces que las conexiones TCP han hecho una transición directa del estado ESTABLISHED o CLOSE-WAIT al estado CLOSED.
- **Segmentos UDP recibidos con error** es el número de datagramas UDP recibidos que no han podido ser entregados por motivos distintos de la falta de una aplicación en el puerto de destino.
- **Segmentos UDP recibidos por segundo** es la tasa a la cual son entregados los datagramas UDP a los usuarios UDP.
- **Segmentos UDP enviados por segundo** es la tasa a la cual son transmitidos los datagramas UDP.
- **Segmentos UDP sin puerto por segundo** es la tasa de datagramas UDP recibidos para los cuales no había aplicaciones en el puerto de destino.
- **Segmentos TCP recibidos por segundo** es la tasa a la cual son recibidos los segmentos, incluyendo aquellos recibidos con error. Esta cuenta incluye los segmentos recibidos en conexiones establecidas actuales.
- **Segmentos TCP enviados por segundo** es la tasa a la cual los segmentos son transmitidos, incluyendo aquellos en conexiones actuales, pero excluyendo aquellos que contiene solamente bytes retransmitidos.
- **Segmentos TCP retransmitidos por segundo** es la tasa a la cual los segmentos son retransmitidos, eso implica, segmentos transmitidos que contienen uno o más bytes transmitidos previamente.

## **APÉNDICE F**

### **LEYENDA MAPINFO®**

En este apéndice se muestra la leyenda empleada en la graficación de las pruebas con el programa *MapInfo*<sup>®</sup>.

<b>Color</b>	<b>AB Download</b>	<b>AB Upload</b>	<b>Errores Downlink</b>	<b>Errores Uplink</b>
	mayor a 700 Kbps	mayor a 165 Kbps	menor a 1	menor a 1
	de 450 a 700 Kbps	de 38,4 a 76,8 Kbps	de 1 a 2 errores	de 1 a 2 errores
	de 270 a 450 Kbps	de 19,2 a 38,4 Kbps	de 2 a 3 errores	de 2 a 3 errores
	de 80 a 270 Kbps	de 9,6 a 19,2 Kbps	de 3 a 4 errores	de 3 a 4 errores
	menor a 80 Kbps	menor a 9,6 Kbps	más de 4 errores	más de 4 errores

<b>Símbolo</b>	<b>Descripción</b>
	Inicio de Descarga de Archivo
	Fin de Descarga de Archivo
	Inicio de Carga de Archivo
	Fin de Carga de Archivo
	Alarma

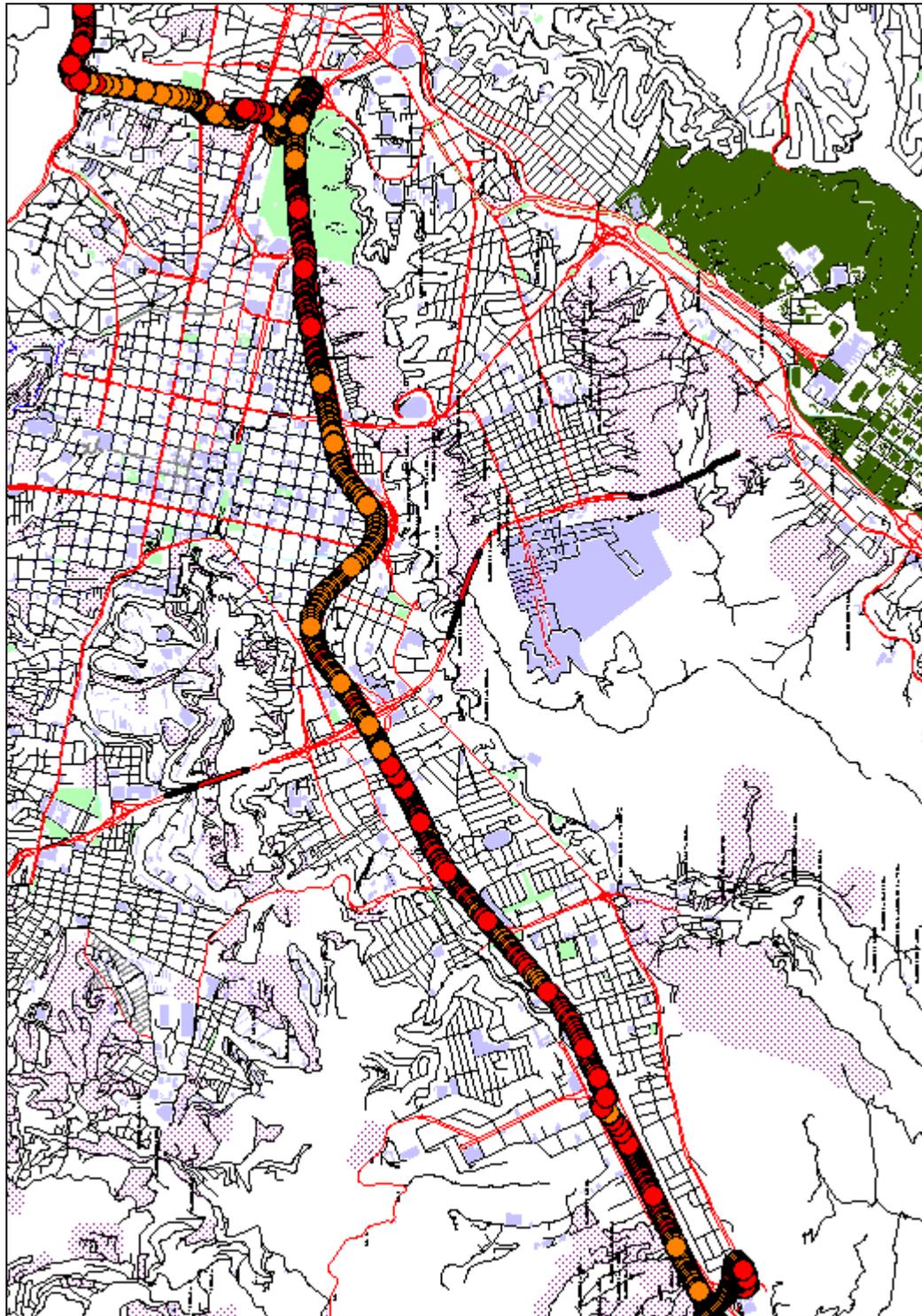
## **APÉNDICE G**

### **MODELO DE PRUEBA**

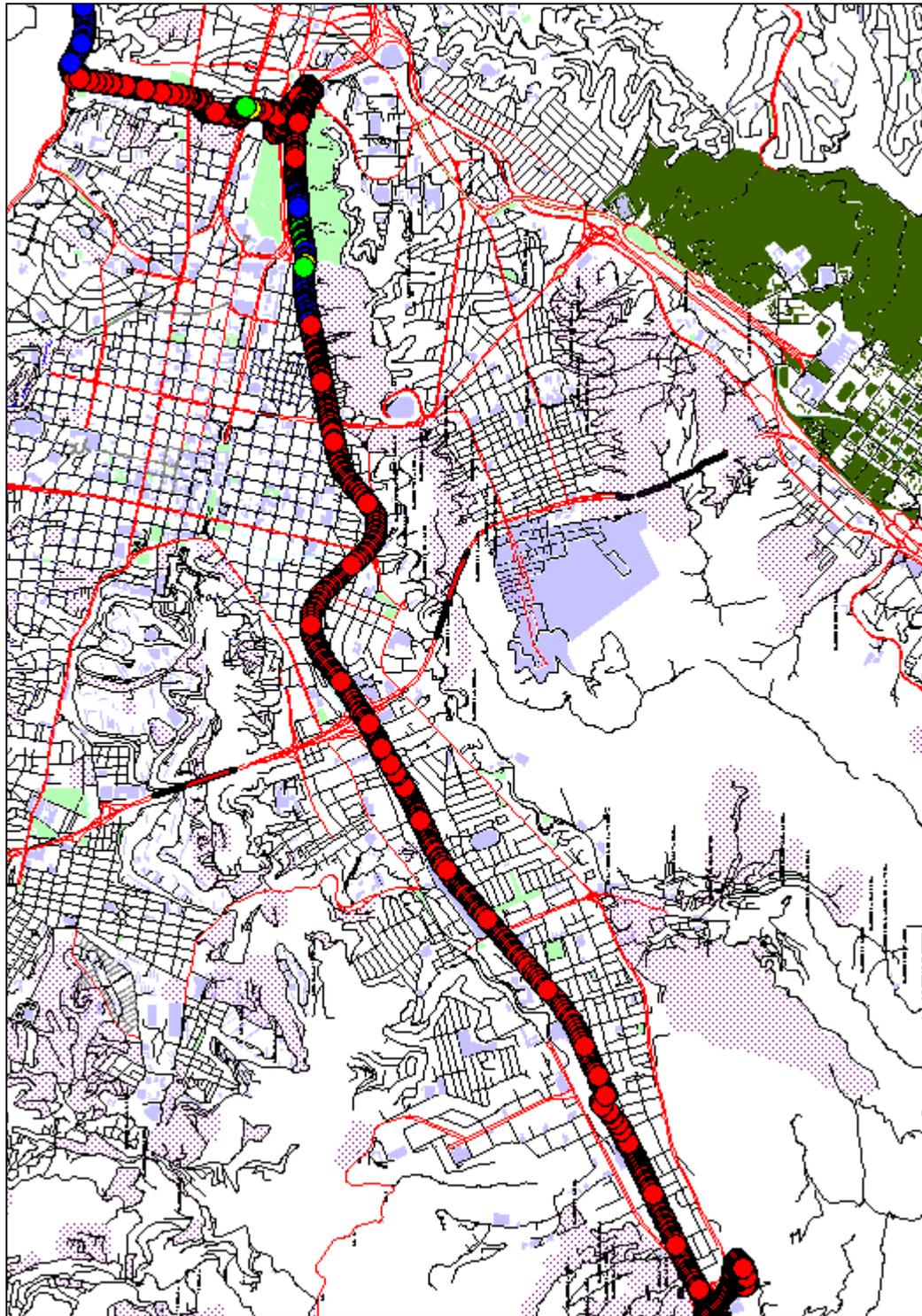








Ancho de Banda Download (23/05/06 – 2:12 p.m. a 2:48 p.m.)

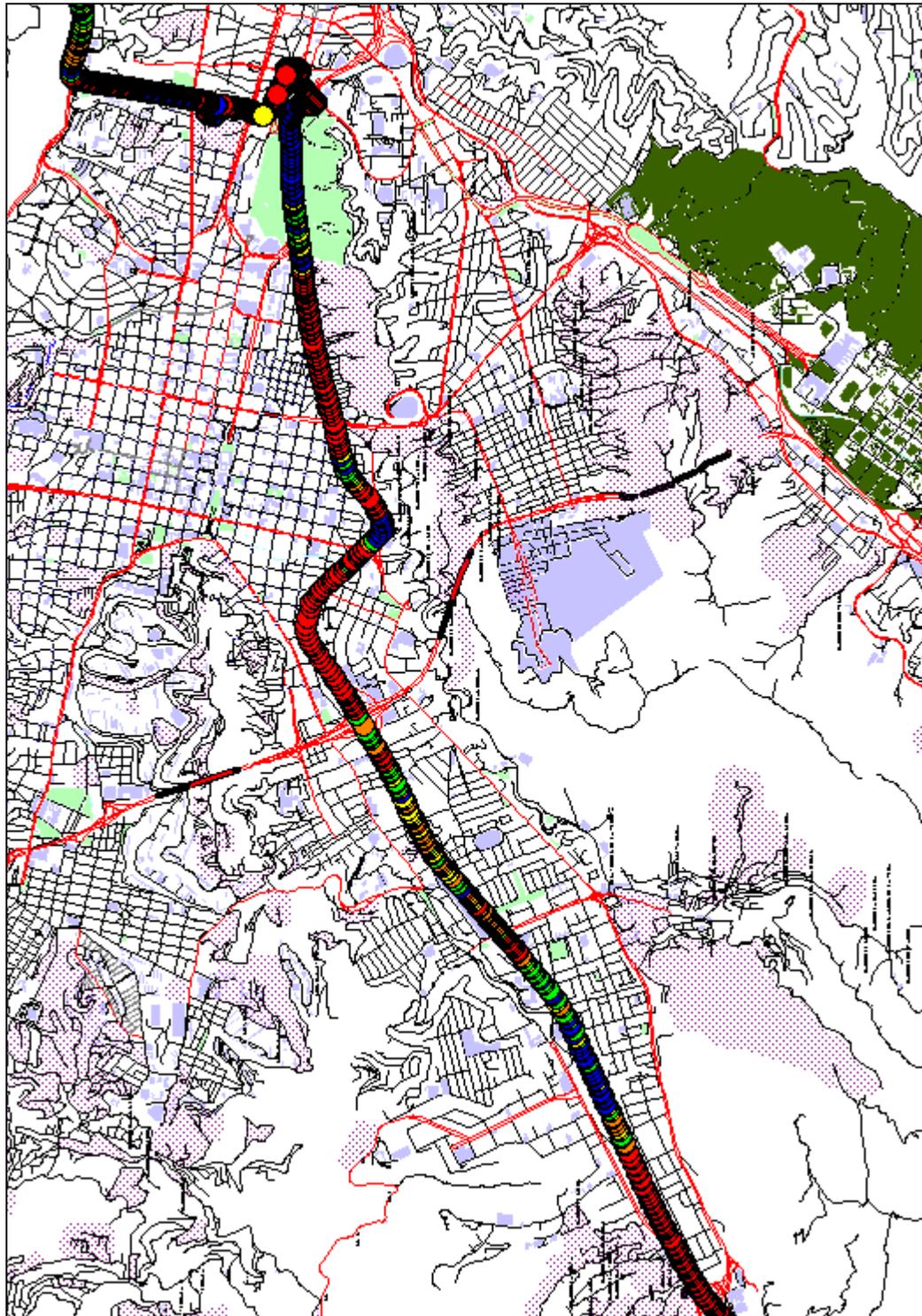


Ancho de Banda Upload (23/05/06 – 2:12 p.m. a 2:48 p.m.)

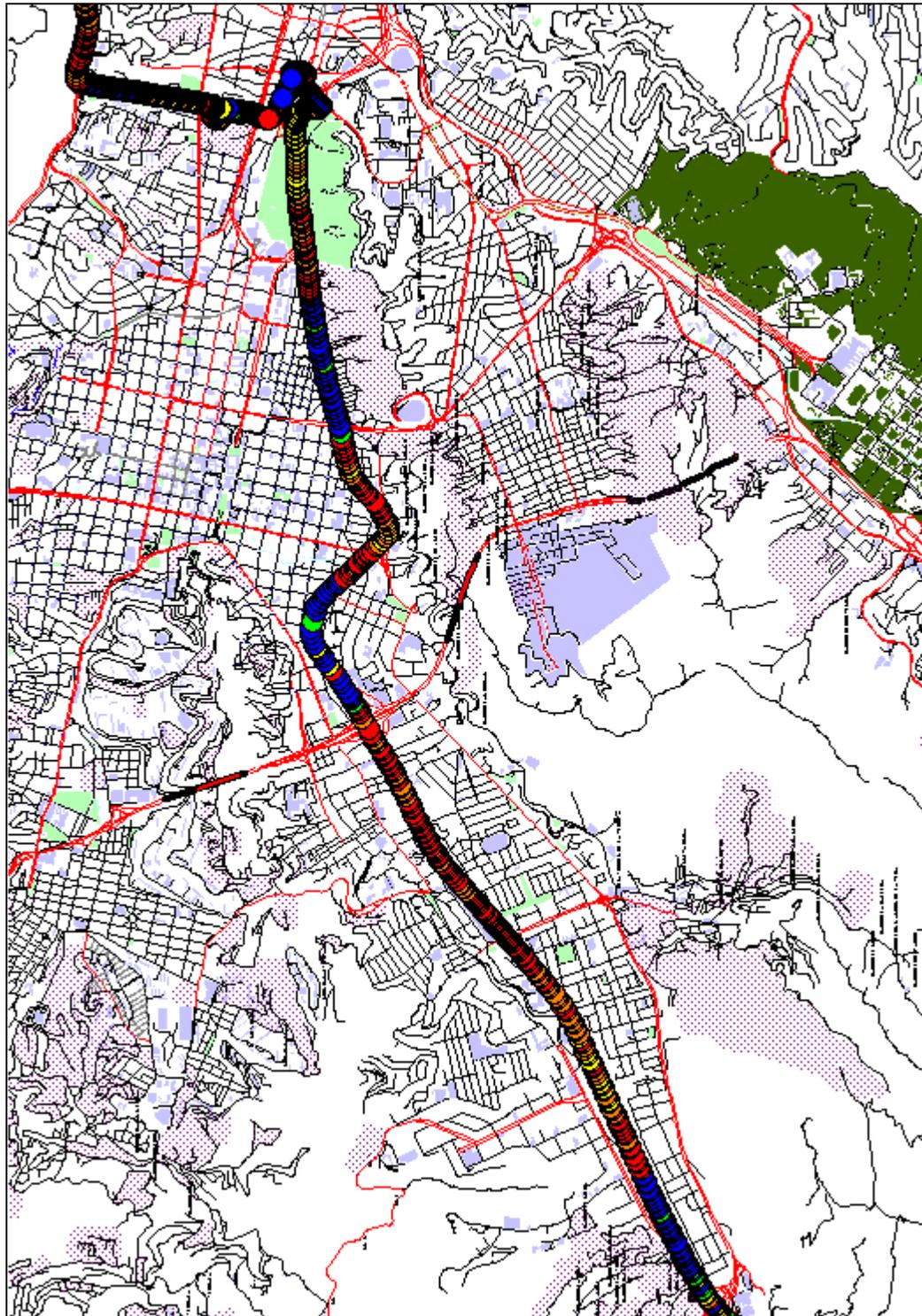








Ancho de Banda Download (23/05/06 – 7:45 p.m. a 8:05 p.m.)



Ancho de Banda Upload (23/05/06 – 7:45 p.m. a 8:05 p.m.)



## **APÉNDICE H**

### **GLOSARIO DE ACRÓNIMOS**

**1XRTT**

1 Time Radio Transmission Technology

**3G1X**

3 Generation 1 Channel (1.25 MHz)

**3GPP2**

3 Generation Partnership Project 2

- A -

**AAA**

Accounting, Authentication and Authorization

**ADSL**

Asymmetric Digital Subscriber Line

**AP**

Application Processor

**AT&T**

American Telephone and Telegraph

- B -

**BTS**

Base Transceiver Station

**- C -**

**CCP**

Compression Control Protocol

**CDMA**

Code Division Múltiple Access

**CHAP**

Challenge-Handshake Authentication Protocol

**CRC**

Cyclic Redundancy Check

**- D -**

**DHCP**

Dynamic Host Configuration Protocol

**DNS**

Domain Name Server

**DRC**

Data Rate Control

**- E -**

**ECP**

Executive Cellular Processor

**EDGE**

Enhanced Data Rates for GSM Evolution

**EMS**

Element Management System

**EVDO**

Evolution Data Optimized

**- F -**

**FMS**

Flexent Mobility Server

**FTP**

File Transfer Protocol

**- G -**

**GPRS**

General Packet Radio Service

**GPS**

Global Positioning System

**GSM**

Global System for Mobile communications

**- H -**

**HA**

Home Agent

**HDR**

High Data Rate

**HLR**

Home Location Register

**HTTP**

HyperText Transfer Protocol

**- I -**

**ICMP**

Internet Control Message Protocol

**IMT-2000**

International Mobile Telecommunications 2000

**IP**

Internet Protocol

**IWF**

Inter-Working Function

**- L -**

**LAN**

Local Area Network

**LCP**

Link Control Protocol

**LZS**

Leyfel Ziv STAC

**- M -**

**MAC**

Medium Access Control

**MIP**

Mobile IP

**MN**

Mobile Node

**MPPC**

Microsoft Point to Point Compression

Maximum Transfer Unit

**MTU**

**- N -**

**NAI**

Network Access Identifier

**NCP**

Network Control Protocol

**NIC**

Network Interface Card

**NTS**

Network Terminal Server

**- O -**

**OMP-FX**

Operation and Maintenance Platform for Flexent

**OSI**

Open System Interconecction

**- P -**

**PAP**

Password Authentication Protocol

**PC**

Personal Computer

**PCMCIA**

PC Memory Card International Association

**PDSN**

Packet Data Service Node

**PPP**

Point to Point Protocol

**- Q -**

**QoS**

Quality of Service

**- R -**

**RAC**

Reverse Activity Channel

**RADIUS**

Remote Authentication Dial-In User Service

**RF**

Radio Frequency

**RAN**

Radio Access Network

**RPC**

Reverse Power Control Channel

**RRI**

Reverse Rate Indicator

**- S -**

**SIP**

Simple IP

**SONET**

Synchronous Optical Networking

- T -

**TCP**

Transmission Control Protocol

**TP**

Traffic Processor

- U -

**UDP**

User Datagram Protocol

**UIT**

Unión Internacional de Telecomunicaciones

- V -

**VoIP**

Voice over Internet Protocol

**VPN**

Virtual Public Network

- W -

**WAP**

Wireless Application Protocol

**W-CDMA**

Wideband Code Division Multiple Access

## **ANEXO A**

### **TARJETA SIERRA WIRELESS – AIRCARD 580**





## **ANEXO B**

### **TARJETA KYOCERA PASSPORT 1xEVDO**

## Tarjeta para PC Kyocera Passport 1xEVDO

KPC650

**La movilidad verdadera.**

descripción

donde comprar

accesorios

ayuda

inicio

características

especificaciones técnicas

### CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES:

- Tarjeta para PC 1xEVDO, 3G.
- Velocidad de transmisión de datos de hasta 2,4 Mbps en servicio EVDO, con velocidad de download de hasta 400-700 kbps
- Fácil de instalar y de usar—inalámbrico, sin enchufes o diferentes proveedores de servicio de Internet.

Más características ▶

### REQUISITOS DEL SISTEMA PARA LAPTOPS:

- Microsoft® Windows® 2000 o XP
- Ranura para tarjeta PC Standard Type II
- Drive para CD-ROM
- 32 MB de memoria
- 14 MB disponibles en disco duro

### SEPA MÁS:

- ▶ Folleto - en inglés (PDF, 340KB)

### ACCESORIOS

Conozca los accesorios más recientes para su tarjeta Kyocera Passport

IR ▶



## Tarjeta para PC Kyocera Passport 1xEVDO

KPC650

**La movilidad verdadera.**

descripción

donde comprar

accesorios

ayuda

inicio

**características**

especificaciones técnicas

La tarjeta Wireless PC Kyocera Passport ofrece la libertad de acceso a datos a cualquier momento, en cualquier lugar.\* Fácil de instalar, versátil y capaz de establecer conexiones de alta velocidad, el Passport transforma realmente su laptop en una computadora portátil.

### DESTAQUES:

- Tarjeta para PC 1xEVDO, 3G.
- Acceso a datos en alta velocidad, hasta 2,4 Mbps.
- Recepción dual-band y antena de alto desempeño permiten altas tasas de transmisión de datos y amplia cobertura.
- Habilitado para el servicio de mensajes de texto SMS.\*\*
- Acceso rápido a aplicaciones corporativas, correo electrónico, Virtual Private Networks (VPNs) y browsers a través de su laptop, para atender sus necesidades en Tecnología de Información. (puede ser necesario el soporte de TI.)

### CARACTERÍSTICAS ADICIONALES:

- Fácil de instalar y de usar—inalámbrico, sin enchufes o diferentes proveedores de servicio de Internet.
- Antena principal ajustable y rotacional para máxima intensidad de señal.
- Interfaz 32-bit CardBus (3.3 V) para bajo consumo de energía.
- Indicador LED de nivel de energía disponible y status de transferencia de datos.
- Software Passport Navigator, de uso intuitivo para instalación fácil y gerenciamiento de conexión.
- Compatible con servicios EVDO y CDMA2000 1X disponibles en su región.\*

### ACCESORIO:

- Para mejorar la transmisión, una antena externa (opcional) que se sujeta en su laptop.



## Tarjeta para PC Kyocera Passport 1xEVDO

KPC650

**La movilidad verdadera.**

descripción

donde comprar

accesorios

ayuda

inicio

características

**especificaciones técnicas**

### SERVICIO DE DATOS:

- Velocidad de transmisión de datos de hasta 2,4 Mbps en servicio EVDO, y velocidad de download de hasta 400-700 kbps
- Conexión CDMA2000 1X a 60-80 kbps, con velocidad de hasta 153 kbps cuando en áreas no cubiertas por servicio EVDO.

### TAMAÑO:

- 54mm x 123mm x 13mm (2,13 pulg x 4,84 pulg x 0,51 pulg)

### PESO:

- 57 gramos (2,01 onzas)

### REQUISITOS DEL SISTEMA PARA LAPTOPS:

- Microsoft® Windows® 2000 o XP
- Ranura para tarjeta PC Standard Type II
- Drive para CD-ROM
- 32 MB de memoria
- 14 MB disponibles en disco duro

### SOFTWARE:

- Software Passport Navigator, fácil de instalar y usar.



## **ANEXO C**

### **RECEPTOR GPS – GARMIN GPS III PLUS**





## AIRCARD® 580

WIRELESS WIDE-AREA PC CARD FOR CDMA 1xEV-DO NETWORKS

### >>| NEXT GENERATION HIGH-SPEED WIRELESS DATA:

Leveraging the latest high-speed CDMA2000® 1xEV-DO technology, the Sierra Wireless AirCard 580 provides wide area wireless access to e-mail, the Internet and corporate applications for today's mobile professional or the enterprise. Using the AirCard 580, which supports peak data speeds of 2.4 Mbps, users can enhance their productivity and improve efficiencies while working on the road.

### >>| DEPENDABLE WIRELESS DATA COVERAGE:

The standard Type II PC Card requires no connection cables and connects to North American CDMA2000® 1xEV-DO\* and 1xRTT networks. The AirCard 580 is also backwards compatible to IS-95A and IS-95B and allows users access to critical information in regions that currently don't provide CDMA 1xEV-DO coverage.

\*Where available.

### >>| SIMPLE INSTALLATION OFFERING EASE OF USE:

The Watcher™ software for the AirCard 580 is simple to install and easy to use for notebook users. The included components help users install, configure, and manage the AirCard 580, resulting in easy wireless connectivity and a user-friendly experience.

### >>| UNIQUE DESIGN:

Proprietary antenna features coupled with a convenient, portable form factor provide users enhanced functionality and performance when on the road. Small and lightweight, the AirCard 580 is easy to carry with a notebook or laptop and uses less battery power while still achieving maximum product performance.

Sierra Wireless is your only source for wireless data.

Go Wireless. Get connected.



- CDMA2000® 1xEV-DO NEXT GENERATION HIGH-SPEED WIRELESS DATA
- DUAL-BAND OPERATION: 800 MHz AND 1900 MHz
- SUPPORTS RECEIVER DIVERSITY AT 1900 MHz
- HIGH-SPEED WIRELESS DATA ACCESS UP TO 2.4 MBPS
- STANDARD 32-BIT CARDBUS ELECTRICAL INTERFACE FOR EFFICIENT POWER MANAGEMENT
- RUGGED, UNIQUE FORM FACTOR, BUILT WITH LIGHTWEIGHT MATERIALS
- SIMPLE INSTALLATION AND A USER-FRIENDLY EXPERIENCE

EMPOWERING NOW

Close the deal.

Achieve your targets.

Enjoy your success.

  
**SIERRA WIRELESS**  
HEART OF THE WIRELESS MACHINE®



**AIRCARD® 580**  
**WIRELESS WIDE-AREA PC CARD**  
**FOR CDMA 1xEV-DO NETWORKS**

**TECHNICAL SPECIFICATIONS**

**>>| AIRCARD 580**

Type II PC Card  
CDMA 1xEV-DO  
CDMA2000® 1xRTT  
IS-95A/B

**>>| OPERATING SYSTEMS SUPPORT:**

Windows® 98SE  
Windows® Me  
Windows® 2000  
Windows® XP

**>>| SYSTEMS REQUIREMENTS:**

Card slots: 1 Type II PC Card slot (CardBus)  
Memory: 32 MB  
Disk Space: 14 MB  
Disk Drive: CD ROM

**>>| PROCESSOR:**

Pentium 150 MHz or higher  
Dial Up Networking: DUN bound to TCP/IP

**>>| CDMA:**

PCS Transmit 1805 to 1870 MHz  
PCS Receive 1715 to 1780 MHz  
Cellular Transmit 824 to 849 MHz  
Cellular Receive 868 to 894 MHz

**>>| ENVIRONMENT:**

Operating Temperature: -10 to 60° C  
Storage Temperature: -20 to 65° C

**>>| POWER CONSUMPTION:**

Transmit Current: 410 mA (1xEV-DO mode)  
Standby Current: 143 mA (Hybrid mode)

**>>| APPROVALS:**

Compliant with IS-95A, IS-95B, IS-2000 Release 1.0 (CDMA2000® 1X)  
IS-707-A Data, IS-856 (CDMA2000® 1xEV-DO)  
IS-866, IS-878, IS-890  
CDMA Developers Group  
Compliant with FCC Parts 15, 22 and 24

**>>| SIERRA WIRELESS WATCHER SOFTWARE:**

Easy Installation  
User-friendly interface

**FOR MORE INFORMATION**

**NORTH AMERICA AND ASIA**

**TEL: +1 604 232 1488**

**FAX: +1 604 231 1109**

**E-MAIL: SALES@SIERRAWIRELESS.COM**

**WEB SITE: WWW.SIERRAWIRELESS.COM**

Sierra Wireless, the Sierra Wireless logo, Watcher, the red wave design, and the red-tipped antenna are trademarks of Sierra Wireless, Inc. Heart of the Wireless Machine and AirCard are registered trademarks of Sierra Wireless, Inc. Other registered trademarks that appear on this package are the property of the respective owners.

© 2003 SIERRA WIRELESS, INC.

Part No. 2150060 rev 1.0

**SIERRA WIRELESS, THE LEADER IN WIRELESS DATA COMMUNICATIONS HARDWARE AND SOFTWARE PRODUCTS**

Sierra Wireless is a recognized industry leader in developing wireless data products and enabling software for portable and industrial applications. Sierra Wireless's award winning products include:

- AirCard line of PC Cards
- MP rugged wireless modem line for GSM/GPRS and CDMA2000® 1X networks
- Embedded module series for CDMA2000® 1X networks
- Software Development Kits (SDKs)

Now Sierra Wireless enhances your wireless access choices with high-performance CDMA 1xEV-DO products to meet your worldwide needs.



**SIERRA WIRELESS**  
**AIRCARD® 580**  
**WIRELESS WIDE-AREA**  
**PC CARD FOR**  
**CDMA 1xEV-DO NETWORKS**

# GPS III PLUS



## Street Level Mapping in a Compact Handheld

GARMIN's new GPS III Plus offers cartographic capabilities formerly found only in high-end automotive navigation and marine chartplotting units. Simply plug it into a PC and download data from GARMIN's line of MapSource™ CD ROMs and you'll enjoy detailed maps.

Whether you're cruising the streets or pounding the waves, GARMIN has the maps you need. Choose the "U.S. Road & Recreation" CD for city street level detail and features such as lake and river shore lines, boat ramp and marina locations. Other CDs give you worldwide coverage of coastlines, including an extensive database of cities, nav aids and inland roads.

Even without additional cartography, the basemap in the GPS III Plus will get you where you're going. More than 10,000 new towns have been added to the basemap. You also get airport locations, secondary roads in metro areas and even detailed exit information for the federal interstate highway system, including available lodging, food and service stations.

- Accepts MapSource™ CD ROMs for enhanced mapping detail.

- Powerful PhaseTrac12™ twelve parallel channel receiver, tracks and uses up to twelve satellites for fast, accurate positioning.

- Versatile screen switches from horizontal to vertical orientation (and back again) with the press of a button.

- Adaptable navigation page with either compass or highway steering guidance, and user-selectable data fields.

- Patented TracBack™ feature lets you quickly navigate your track log back home without manually storing waypoints.

- Trip odometer, average and maximum speed, and auto start/stop trip timer.

- Rugged construction with locking rubber battery cover.

# GARMIN's GPS III Plus— the CD compatible portable map.



## Moving Map Features

**Basemap:** Built-in Americas to 20 mi; includes lakes, rivers, cities, railroads, coastlines, interstates, national and state highways with exit info

**CD ROM:** Uploadable, detailed map data available from MapSource CDs

**Map Scale:** Screen-width scale: 500 feet to 3,000 miles

## Navigation Features

**Waypoints:**  
Total: 500 each with name, symbol and map display option  
Nearest: 9 (automatic) continuously updated

**Routes:** 20 reversible routes with up to 30 waypoints each, plus MOB and TracBack™

**Track Log:** Approximately 1900 active log points plus 10 saved logs

**Map Datums:** Over 100

**Coordinates:** Lat/Lon plus 10 grids, including UTM/UPS, Maidenhead and a user-UTM grid

## Performance

**Receiver:** Differential-ready, 12 parallel channel receiver continuously tracks and uses up to 12 satellites

## Acquisition Times

**Warm:** Approximately 15 seconds  
**Cold:** Approximately 45 seconds  
**AutoLocate™:** Approximately 5 minutes  
**EZinit™:** Easy initialization, 45 seconds

## Update Rate:

1-second, continuous

## Accuracy

**Position:** 15 meters (49 feet) RMS\*  
1-5 meters (3-15 feet) RMS with GARMIN GBR 21 DGPS receiver (optional)

**Velocity:** 0.1 knot RMS steady state

## Dynamics:

6g's

## Interfaces:

NMEA 0183 and RS-232 DGPS correction

## Antenna:

Detachable with standard BNC-type connector

## Physical

**Size:** 2.32"H x 5"L x 1.62"W (5.9 x 12.7 x 4.1 cm)

**Weight:** 9 ounces (255g) with batteries

**Display:** 2.2"W x 1.5"H (5.6 x 3.8 cm) high-contrast electroluminescent backlit FTN display (100x160 pixels); switchable orientation

**Memory:** Internal lithium battery backup lasts up to 10 years

## Power

**Source:** 4 AA batteries or 10-32vDC  
**Usage:** 0.75 watts  
**Battery Life:** 36 hours

## Accessories

**Standard:** Wrist Strap  
User's Manual  
PCI Interface Cable  
Velcro Mount  
Quick Reference Card

**Optional:** MapSource CDs  
Automotive Dash Bracket  
Bicycle Handlebar Bracket  
Cigarette Lighter Adapter  
PC-Kit (with Data Cable)  
Power/Data Cable  
Carrying Case  
Remote Antenna (GA26)  
GBR21 Differential Beacon Receiver for DGPS Corrections

Specifications are subject to change without notice.

\* Subject to accuracy degradation to 100m 2DRMS under the United States Department of Defense imposed Selective Availability Program.

© 1998 GARMIN Corporation

## GARMIN worldwide:

GARMIN (Europe) Ltd.  
Unit 5, The Quadrangle  
Abbey Park Industrial Estate  
Romsey, SO51 9AQ, UK  
44.1794.519944 FAX 44.1794.519222

GARMIN (Asia) Corporation  
No. 68, Jangshu 2nd Rd.  
Shijr, Taipei County, Taiwan  
886/2.2642.9199 FAX 886/2.2642.9099



GARMIN International  
1200 East 151st Street  
Olathe, Kansas 66062, U.S.A.  
913.397.8200 FAX 913.397.8282  
[www.garmin.com](http://www.garmin.com)

# EvDO-3G Tester Report

## Estadísticas Generales

---

Bytes Enviados Totales 3875045  
Bytes Recibidos Totales 21909973

Tipo de Interfaz WAN (PPP/SLIP) Interface  
Interfaz de Red Kyocera CDMA Wireless Modem  
Fecha de Inicio 23/05/2006 2:12:48 p.m.  
Duración 35 min.

### 1. - Velocidades de Transmisión

---

	Promedio	Mínimo	Máximo	Desviación
Upload (Kbps)	14,73	0	179,09	35537,7
Download (Kbps)	83,27	0	274,24	57582,82

### 2. - Tramas

---

Tramas Enviadas 13459  
Tramas Recibidas 19768

	Promedio	Mínimo	Máximo	Desviación
Enviadas/Seg.	6,39	0	20	3,31
Recibidas/Seg.	9,39	0	20	4,98

### 3. - Errores

---

De Alineación 0  
Desborde de Búfer 0  
CRC 38  
Desborde de Puerto 0  
Tiempo de Espera 0

Errores Totales 38

	Promedio	Minimo	Máximo	Desviación
Errores/Seg.	0,018	0	3	0,1838

#### 4. - Capa de Red

Error de Dirección					0
Descartados					0
Error de Header					0
Protocolo Desconocido					0
Datagramas con Errores					0

	Promedio	Mínimo	Máximo	Desviación
Enviados/Seg.	8,39	0	26	3,42
Recibidos/Seg.	11,38	0	22	4,98

#### 5. - Capa de Transporte

Conexiones Exitosas					43
Conexiones Fallidas					36
Conexiones Reseteadas					0

Segmentos UDP Enviados					41
Segmentos UDP Recibidos					9
Segmentos UDP Sin Puerto					8
Segmentos UDP Recibidos con Error					0

Segmentos TCP Enviados					17485
Segmentos TCP Recibidos					23942
Segmentos TCP Retransmitidos					124

	Promedio	Mínimo	Máximo	Desviación
UDP Enviados/Seg.	0,02	0	3	0,16
UDP Recibidos/Seg.	0	0	3	0,08
UDP Sin Puerto/Seg.	0	0	2	0,07
TCP Enviados/Seg.	8,31	0	26	3,4
TCP Recibidos/Seg.	11,37	0	22	4,99
TCP Retransm/Seg.	0,06	0	15	0,5

#### 6. - Confiabilidad

Confiabilidad Upload					99,2908207
Confiabilidad Download					99,80777013

# EvDO-3G Tester Report

## Estadísticas de FTPs

Archivo		Servidor	Tamaño	Velocidad	RTT	Errores	Confiabilidad
File_2.exe	↓ ✓	10.240.3.9	2522.4 KB.	13.24 Kbps.		0	100
File_1.exe	↑ ✓	10.240.3.9	696.099 KB.	91.86 Kbps.		22	96,646341
File_3.exe	↓ ✓	10.240.3.9	8675.432 KB.	424.09 Kbps.		6	99,923097
File_1.exe	↑ ✓	10.240.3.9	696.099 KB.	104.78 Kbps.		27	95,858896
File_2.exe	↓ ✓	10.240.3.9	2522.4 KB.	416.41 Kbps.		2	99,910595
File_1.exe	↑ ✓	10.240.3.9	696.099 KB.	117.19 Kbps.		0	100
File_3.exe	↓ ✓	10.240.3.9	8675.432 KB.	882.1 Kbps.		1	99,986618
File_1.exe	↑ ✓	10.240.3.9	696.099 KB.	124.79 Kbps.		0	100
File_2.exe	↓ ✓	10.240.3.9	2522.4 KB.	12.81 Kbps.		0	100
File_1.exe	↑ ✓	10.240.3.9	696.099 KB.	124.91 Kbps.		1	99,843994
File_3.exe	↓ ✓	10.240.3.9	8675.432 KB.	616.3 Kbps.		2	99,947257
File_1.exe	↑ ✓	10.240.3.9	2522.4 KB.	22.56 Kbps.		2	99,844237
File_2.exe	↓ ✓	10.240.3.9	2522.4 KB.	1408.48 Kbps.		0	100
File_1.exe	↑ ✓	10.240.3.9	696.099 KB.	127.61 Kbps.		1	99,84051
File_3.exe	↓ ✓	10.240.3.9	8675.432 KB.	796.8 Kbps.		1	99,976156
File_1.exe	↑ ✓	10.240.3.9	2522.4 KB.	21.75 Kbps.		1	99,92284
File_2.exe	↓ ✓	10.240.3.9	2522.4 KB.	1321.71 Kbps.		0	100
File_1.exe	↑ ✗	10.240.3.9	696.099 KB.	5.84 Kbps.		0	100
File_1.exe	↑ ✗	10.240.3.9	696.099 KB.	2.65 Kbps.		0	100
File_1.exe	↑ ✗	10.240.3.9	696.099 KB.	6.16 Kbps.		0	100
File_1.exe	↑ ✗	10.240.3.9	696.099 KB.	2.65 Kbps.		0	100
File_1.exe	↑ ✓	10.240.3.9	696.099 KB.	5.7 Kbps.		0	100
File_3.exe	↓ ✓	10.240.3.9	8675.432 KB.	1083.27 Kbps.		0	100
File_1.exe	↑ ✓	10.240.3.9	2522.4 KB.	21.17 Kbps.		0	100
File_2.exe	↓ ✓	10.240.3.9	2522.4 KB.	1242.78 Kbps.		0	100
File_1.exe	↑ ✓	10.240.3.9	696.099 KB.	119.6 Kbps.		0	100
File_3.exe	↓ ✗	10.240.3.9				9	99,72041