

DISEÑO DE UNA RED DE COMUNICACIONES CON LA TECNOLOGIA *FRAME RELAY* PARA UNA ENTIDAD FINANCIERA

Freddy León, Ing

Hidalgo Pablo, Ing

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

RESUMEN

Se presenta una metodología para el diseño de una red con tecnología *Frame Relay* orientada a una entidad financiera. Se parte de una descripción de *Frame Relay*, características del manejo de tráfico y congestión, así como de la estructura de la trama. Se diseña la red de comunicaciones con un punto central como matriz y 16 agencias. El proyecto involucra multiplexores *Frame Relay* para integrar voz y datos a través de un *switch Frame Relay*. Se realiza un estudio económico con parámetros del mercado reflejados en varios índices económicos.

ABSTRACT

This document presents a methodology for the design of a network with Frame Relay applicable to a financial entity. It begins with characteristics of the handling of traffic and congestion of Frame Relay, as well as the structure of the frame. The network is designed with one central point and 16 remotes. The project involves multiplexors Frame Relay and integrate voice and data through of switch Frame Relay. This document presents too an economic study with parameters of the market with results in economic indexes.

1. INTRODUCCION

Al ir evolucionando las computadoras, en velocidad de procesamiento, en capacidad de información y en la extraordinaria versatilidad en mejorar los programas de computación, las redes LAN comenzaron a crecer en

información y por ende las redes *WAN* necesitaron acoplarse a ese cambio. Paralelamente a esto, los medios de transmisión mejoraron en calidad; con esto, se vio la necesidad de desarrollar protocolos que puedan cubrir los requerimientos mencionados.

En el presente proyecto se aborda sobre uno de esos protocolos denominado *Frame Relay*, el cual es aplicado como solución para una entidad financiera.

Frame Relay formaba inicialmente parte de los estándares RDSI (Red Digital de Servicios Integrados) antes de emerger como protocolo, pero los investigadores que desarrollaron *Frame Relay* y se dieron cuenta que los principios básicos del protocolo podían aplicarse fuera de los dominios de RDSI. Como resultado *Frame Relay* se desarrolló como un protocolo independiente.

2. *FRAME RELAY*

En 1988 se establece la recomendación I.122 titulada "*FRAME WORK FOR PROVIDING ADDITIONAL PACKET MODE BEARER SERVICES*"¹, para proveer servicios de portadora en modo paquete. Se introduce una nueva forma de transmisión de paquetes, la cual permite una contribución significativa para la red RDSI (ISDN en inglés). Esta nueva tecnología es ahora generalmente referida como *Frame Relay*.

Al comienzo de 1990 el progreso de *Frame Relay* fue significativo. Tanto la ITU² y la

Freddy León
 IMPSAT DEL ECUADOR
 Fax: (593) 2 464066
 Email: fleon@impsat.com.ec

¹ El título de esta recomendación fue cambiada en 1993 con el nombre de *FRAMEWORK FOR FRAME MODE BEARER SERVICES*

² ITU (UNION INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES)

ANSI³ tuvieron una intensa participación en esta área, donde la ANSI publica estándares que luego incorporó la ITU en sus recomendaciones.

2.1 CARACTERISTICAS DE *FRAME RELAY*

La arquitectura en que se basa *FRAME RELAY* está definida en la recomendación I.233 de la ITU-T, en la cual se describe dos tipos de servicios de portadora, la recomendación I.233.1 y la recomendación I.233.2.

La recomendación I.233.1 se denomina "*FRAME RELAYING BEARER SERVICES*", la cual básicamente trabaja transfiriendo información a través de canales D, B o H.

En la *RDSI (ISDN)* se utiliza el canal *D* a 16 o 64 Kbps para señalización, el canal *B* a 64 Kbps para la transmisión de información y el canal *H* que puede ser a 384 Kbps (H0), 1536 Kbps (H11) o 1920 Kbps (H12) igualmente para la transmisión de información.

Las características principales de la recomendación son:

- La UNI⁴ permite el establecimiento de llamadas virtuales múltiples o circuitos virtuales permanentes para múltiples destinos.
- Para llamadas virtuales, las señales de control se envían por el canal *D* separado lógicamente.
- La red preserva el orden de las tramas transmitidas por el usuario cuando éstas arriban.
- La red detecta errores y descarta las tramas afectadas.

La recomendación I.233.1 establece una multiplexación estadística en la que las tramas se pueden duplicar o perder, sin presentar un mecanismo de control de flujo a través del interfaz red-usuario (UNI); pero provee un orden de las tramas al llegar a su destino.

En la actualidad *Frame Relay* se basa en el servicio de portadora "*FRAME RELAYING*" (recomendación I.233.1).

2.2 MANEJO DE LA VELOCIDAD Y TRAFICO

Las bases de la configuración de un PVC en *Frame Relay* están referidas a las normas de la ITU-T y ANSI. Estas se fundamentan en las clases de servicios que provee un portador al contratar una puerta de *Frame Relay*, y son tres:

- *COMMITTED BURST SIZE (Bc)*.
- *EXCESS BURST SIZE (Be)*.
- *COMMITTED INFORMATION RATE (CIR)*.

Estas clases de servicios se basan en las características de ráfagas de datos de información en un enlace lógico y el compromiso que adquiere el portador en el transporte de la señal, ya que no hay un ancho de banda comprometido.

Bc se dimensiona en bits y es la máxima cantidad de datos de un usuario que el portador se compromete a transferir, en condiciones normales durante un intervalo de tiempo *Tc*.

Be es la máxima cantidad de datos en exceso de *Bc* que la red tratará de transferir en un intervalo de tiempo *Tc*. *Be* también se dimensiona en bits.

El tercer concepto en esta relación es el *Committed Information Rate (CIR)*, que se define como los datos que el usuario podría pasar o que la red se compromete a transportar en condiciones normales de ésta. El *CIR* se promedia sobre el período *Committed Rate Measurement Interval (Tc)*.

El *CIR* se mide en bits por segundo. El *CIR* también puede ser explicado como el caudal en el cual el *Bc* comprometido se transmite durante un tiempo *Tc*.

³ ANSI (INSTITUTO AMERICANO DE ESTANDARES NACIONALES)

⁴ USER-NETWORK INTERFACE

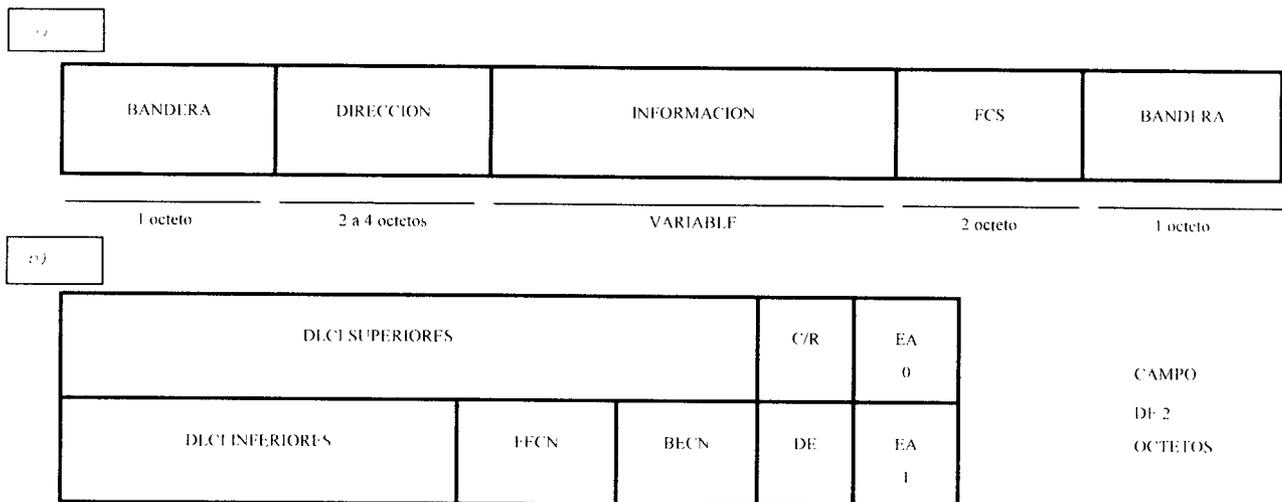


FIGURA 1 a) Estructura de la trama *FRAME RELAY*
 b) Estructura del campo de direcciones de la trama *FRAME RELAY*

2.3 ESTRUCTURA DE LA TRAMA

La estructura de las tramas consiste en un par banderas delimitadoras, un campo de dirección, un campo de datos y un campo para chequeo de secuencia (*FCS*), ver figura 1.

BANDERAS DELIMITADORAS (*FLAGS*).

La bandera delimitadora tiene la longitud de un octeto con la secuencia siguiente: en binario "01111110" o hexadecimal "7E". Toda trama puede empezar o terminar con una o múltiples banderas.

CAMPO DE DIRECCION.- El campo de dirección puede tener una longitud de 2, 3 o 4 octetos. Por norma, la longitud es de 2 octetos. En la práctica, solamente 2 octetos están siendo utilizados. El campo de dirección contiene la siguiente información:

- **DLCI (DATA LINK CONNECTION IDENTIFIER).**- Es un identificador de la conexión de enlace que va contenida en los datos. Es un conjunto de bits que identifica un circuito virtual. El concepto de circuito virtual permite a una estación mantener múltiples conexiones con múltiples estaciones a través de un solo interfaz. Cada circuito virtual es identificado por un diferente DLCI.

- **CR.- COMMAND/RESPONSE:** Indica si la trama es de comando o respuesta. Está compuesto de un bit y es el séptimo del primer octeto.
- **EA.- EXTENDED ADDRESS:** Es conformado por un bit, el cual puede ser seteado con "1" en el último octeto y "0" en los octetos anteriores. Indica la extensión del campo de dirección.
- **FECN.- FORWARD EXPLICIT CONGESTION NOTIFICATION:** Consta de un bit el cual notifica al usuario que la red está experimentando congestión en la dirección que las tramas fueron enviadas.
- **BECN.- BACKWARD EXPLICIT CONGESTION NOTIFICATION:** Consta de un bit el cual notifica al usuario que la red está experimentado congestión en la dirección contraria de las tramas que fueron enviadas.
- **DE.- DISCARD ELIGIBILITY:** Consta de un bit que indica a la red que la trama puede ser descartada si hay congestión.

USER DATA FIELD.- Este campo es usado para trasladar la información proveniente de capas superiores. Tiene un rango de 1 a 8189 octetos, siendo éste un número entero de bytes. La máxima longitud de octetos recomendada es de 4096, puesto que 2 octetos para el FCS no garantizan una detección si el campo es mayor a tal número. Un valor promedio recomendado de este campo es de 1600 bytes. El contenido de este campo es trasladado transparentemente, sin que el protocolo *FRAME RELAY* lo interprete.

FRAME CHECK SEQUENCE (FCS): El chequeo de secuencia de trama es usado para revisar que los datos han sido recibidos sin error. Este campo consiste de dos octetos, que utilizan un procedimiento de chequeo de redundancia cíclica usando un polinomio recomendado por la ITU-T ($x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$). El FCS opera sobre todos los bits de la trama excepto los de las banderas y el propio FCS. El FCS es recalculado cuando se cambia el campo de dirección.

La red *FRAME RELAY* usa dos formas de señalización de congestión, la una denominada fuera de banda (*OUT OF BAND*), la cual utiliza DLCI dedicados para enviar mensajes de congestión. Las estaciones remotas envían mensajes de mantenimiento del enlace por la red, y la estación original recibe un mensaje denominado CLLM (*Consolidated Link Layer Management*). Este mensaje CLLM no es muy difundido, puesto que esta señalización no es muy utilizada.

La otra señalización de congestión se denomina dentro de banda (*IN BAND*), la cual reporta congestión usando bits en el campo de direccionamiento. La red informa a los usuarios sobre la congestión usando dos parámetros del campo de direccionamiento, el FECN y el BECN mencionados anteriormente.

Los indicadores de congestión *FECN* y *BECN* son usualmente enviados solo por la red. Sin embargo hay casos particulares que pueden ser enviados por el usuario.

3. DISEÑO DE LA RED

3.1 ESTRUCTURA GLOBAL ACTUAL DE LA RED FINANCIERA

El estado actual de una red financiera involucra tres aplicaciones principales, red LAN, voz-fax y el sistema propio financiero que se lo puede considerar como canales de datos.

La red financiera actualmente trabaja por medio de conexiones *TDM*⁵ utilizando el protocolo *X.25* en el sistema financiero y *HDLC*⁶ para la conexión WAN de los ruteadores, mientras que la comunicación de voz lo hacen por medio de la red de telefonía pública instalada en todo el país.

Es necesario mencionar que cuando se usa un medio satelital, los tiempos de respuesta cambian, por tal motivo si se utiliza *Frame Relay* o no, el tiempo de respuesta satelital estará presente.

La red financiera tiene cobertura nacional, donde Guayaquil es la matriz y todos los puntos remotos se comunican a esta ciudad; la excepción son las agencias locales de Quito las cuales están comunicadas con la agencia del mismo nombre. La topología es de una red en estrella con un punto central (Guayaquil) junto a otra red en estrella pequeña cuyo punto central es Quito.

Como se observa en la figura 2, la red bancaria cubre gran parte de la región nacional y además dentro de los puntos centrales (Guayaquil y Quito) existen agencias locales que se suman a la matriz.

⁵ Multiplexación por división de tiempo

⁶ High-level Data Link Control

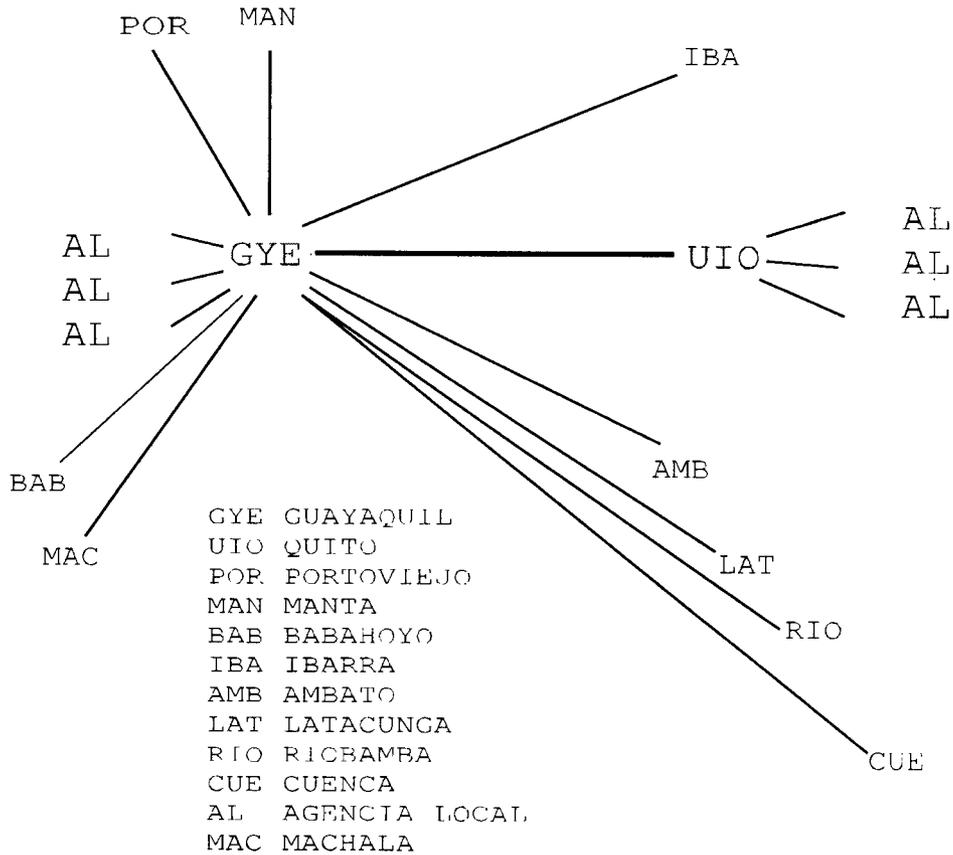


FIGURA 2 DIAGRAMA DE LA RED FINANCIERA

Si la necesidad actual es una comunicación global, es decir todas las agencias estén comunicadas entre sí, con TDM implica utilizar recursos adicionales, dada una configuración de red en esurella; por ejemplo si se desea comunicar Manta con Cuenca, una posibilidad es crear un circuito entre los dos sitios mencionados pasando por Guayaquil, pero este recurso sería permanente, lo que implica que cuando no se use el canal se desaprovecharía ancho de banda, otra posibilidad sería la de crear un enlace propio entre Manta y Cuenca, lo cual igualmente resultaría costoso e innecesario.

Un punto importante de utilizar *Frame Relay* es la integración que se puede dar tanto de los canales de voz, de la red *LAN* y de la aplicación propia del sistema financiero en un

solo equipo y que cumpla con los requerimientos del usuario.

Obviamente la utilización de un equipo que cumpla con los requerimientos mencionados anteriormente implica un gasto adicional, pero más adelante se analizará lo beneficioso que resulta la inversión realizada y los cambios que se necesitan.

Los equipos con tecnología *Frame Relay* contienen parámetros exclusivos del protocolo mencionado, pero cada fabricante tiene algunas variaciones propias lo que le hace a veces incompatible entre ellos. Pero en general manejan el protocolo estándar *Frame Relay* con modificaciones que se mencionarán en cada producto.

3.2 CUADRO COMPARATIVO ENTRE LOS MULTIPLEXORES

CARACTERISTICA	SDM-9400	VANGUARD 6520	NUERA F-200
PUERTO DE DATOS	8	5	8
VELOCIDAD DE LOS PUERTOS	1.2 Kbps a 2,048 Kbps	2 hasta 1.544 Mbps y 3 hasta 80 Kbps.	Hasta 2,048 Kbps
TIPOS DE INTERFAZ DE DATOS	V.24, V.11, V.35 RS-530, V.36 (configurable por software)	V.35, V.36, V.24 V.11 (configurable fisicamente)	V.24, V.35, RS-422 (configurable por software)
INTERFAZ DE VOZ ANALOGICO	FXO, FXS, E&M AC-15. (en una misma tarjeta)	FXO, FXS, E&M (en tarjetas individuales)	FXS, FXO, E&M (en una misma tarjeta)
PROTOS DE FRAME RELAY	LMI, ANNEX D, ANNEX A, CLLM	LMI, ANNEX D, ANNEX A, ANNEX G	LMI, ANNEX A, ANNEX D
PROTOS ADICIONALES	SNA/SDLC, HDLC, COP, X.25, BDLC, BSC, DDCMP, VIP, ALC, IBM / RJE, Uniscope, Poll Select, Siemens	X.25, XDLC, TCOP, TBOP, SNA / SDLC, HDLC, Burroughs Poll Select, IBM BSC, ISDN, Siemens, ALC, QLLC	ASINCRONICO, BISINCRONICO, HDLC, SDLC
PUERTOS DE RED	ETHERNET (10Base2 / 10BaseT)	ETHERNET (10BaseT), Token Ring	ETHERNET (10BaseT)
PROTOS LAN	IP RIP o STATIC, BOOTP, OSPF, IPX RIP, SAP, STP, MAC Layer, SNAP, Ethernet II. IEEE 802.3	AppleTalk, OSPF, TCP/Telnet, UDP, PPP, IP, IPX, RIP, Novel IPX, SLIP, IEEE 802.5, 802.3	IP. Es usado solo para un manejo del sistema en red.
SISTEMA	Procesador de 25 Mhz, 4 MB Flash y 16 MB RAM.	Procesador 20 Mhz, 4 MB Flash y 12 MB RAM.	Información no disponible.

TABLA 1 CUADRO COMPARATIVO ENTRE MULTIPLEXORES

En la tabla 1 se presenta una comparación técnica entre los *multiplexores ACT, MOTOROLA* y *NUERA*. Nuera tiene pocos protocolos en un medio *WAN* y prácticamente es nuevo en la parte de *LAN*.

En lo que respecta al *SDM-9400 (ACT)* y al *Vanguard 6520 (Motorola)* existen diferencias menores entre ellos.

3.3 EQUIPOS UTILIZADO EN LA RED

Los equipos que manejan el protocolo *Frame Relay* utilizados en el diseño de la red son: como *switch Frame Relay* el equipo denominado *CASCADE* y como *multiplexor Frame Relay* (equipo terminal en los sitios remotos) el *SDM 9400 de ACT*.

3.4 INGENIERIA DE DETALLE DE LA RED

NOMBRE DE LA REMOTA	VELOCIDAD DE ENLACE	MEDIO DE TRANSMISION
PORTOVIEJO	64 Kbps	MICROONDA
MANTA	64 Kbps	SATELITAL
BABAHoyo	64 Kbps	MICROONDA
MACHALA	64 Kbps	MICROONDA
IBARRA	64 Kbps	MICROONDA
QUITO	512 Kbps	MICROONDA
LATACUNGA	64 Kbps	MICROONDA
AMBATO	64 Kbps	MICROONDA
RIOBAMBA	64 Kbps	MICROONDA
CUENCA	128 Kbps	SATELITAL
AGENCIA LOCAL GYE1	64 Kbps	MICROONDA
AGENCIA LOCAL GYE2	64 Kbps	MICROONDA
AGENCIA LOCAL GYE3	64 Kbps	MICROONDA
AGENCIA LOCAL UIO1	64 Kbps	MICROONDA
AGENCIA LOCAL UIO2	64 Kbps	MICROONDA
AGENCIA LOCAL UIO3	64 Kbps	MICROONDA

TABLA 2 REMOTAS CON SU VELOCIDAD Y MEDIO DE TRANSMISION

Es importante tomar en cuenta todos los parámetros desde el sincronismo hasta el tipo de interfaz en cada uno de los equipos. El diseño se basa en la implementación de *Frame Relay* sobre una entidad bancaria, la misma que tiene ya instalado el medio de transmisión.

Se toma en cuenta los parámetros principales que deben estar configurados en los equipos. En la tabla 2 se indica las remotas con su respectiva velocidad de enlace y el medio de transmisión existente.

La voz en los *ACT* tiene un rango dinámico entre 8 Kbps a 5.8 Kbps, pero hay que sumar la cabecera (*overhead*) a cada una, lo que da un rango dinámico de 10.66 Kbps a 8.33 Kbps de velocidad real. Por ejemplo Ibarra con 4 canales de voz, la velocidad real es $4 \times 8.33 \text{ Kbps} = 33.32 \text{ Kbps}$ en el caso de que se use todos los canales a la vez. Para los datos también es dinámico el uso de la

velocidad, por tal razón al ocupar los canales de voz al mismo tiempo, el canal de datos se acopla para ocupar el resto del enlace asignado.

Tomando en cuenta el total de los canales de voz a la velocidad real de 8.33 Kbps con algoritmo *ACELP* y el canal de datos (*RED LAN*) correspondiente a cada remota, se tiene en la tabla 3 el tráfico real por cada enlace a la matriz.

La velocidad de datos para cada remota es resultado de un análisis de tráfico lo cual permite establecer el uso promedio del canal de datos.

El enlace de Quito con Guayaquil es especial, puesto que existen agencias locales que están conectadas con la segunda matriz (Quito); por tal razón este enlace es de 512 Kbps, pero el tráfico que ocupa solo es de 322.64 Kbps donde el resto del canal es para las agencias locales enumeradas UIO1, UIO2 y UIO3. Sumando todo el tráfico resulta un total de 518.50 Kbps

REMOTA	# CANALES DE VOZ	VELOCIDAD NECESARIA	VELOCIDAD DE LOS DATOS	VELOCIDAD TOTAL	CIR (Kbps)	BIR* (Kbps)
PORTOVIEJO	4	33.32 Kbps	32 Kbps	65.32Kbps	32	64
MANTA	4	33.32 Kbps	32 Kbps	65.32Kbps	32	64
BABAHOYO	4	33.32 Kbps	32 Kbps	65.32Kbps	32	64
MACHALA	4	33.32 Kbps	32 Kbps	65.32Kbps	32	64
QUITO	8	66.64 Kbps	256 Kbps	322.64Kbps	256	512
IBARRA	4	33.32 Kbps	32 Kbps	65.32Kbps	32	64
LATACUNGA	4	33.32 Kbps	32 Kbps	65.32Kbps	3	64
AMBATO	4	33.32 Kbps	32 Kbps	65.32Kbps	32	64
RIOBAMBA	4	33.32 Kbps	32 Kbps	65.32Kbps	32	64
CUENCA	8	66.64 Kbps	64 Kbps	130.64Kbps	64	128
AGENCIA GYE1	4	33.32 Kbps	32 Kbps	65.32Kbps	32	64
AGENCIA GYE2	4	33.32 Kbps	32 Kbps	65.32Kbps	32	64
AGENCIA GYE3	4	33.32 Kbps	32 Kbps	65.32Kbps	32	64
AGENCIA UIO1	4	33.32 Kbps	32 Kbps	65.32Kbps	32	64
AGENCIA UIO2	4	33.32 Kbps	32 Kbps	65.32 Kbps	32	64
AGENCIA UIO3	4	33.32 Kbps	32 Kbps	65.32 Kbps	32	64

* **BIR**, ES LA CANTIDAD DE BITS EN EXCESO CON RESPECTO A UN PERIODO DE TIEMPO

TABLA 3 TRAFICO DE VOZ Y DATOS POR REMOTA, DE CIR Y BIR DE LA RED

El *CIR* es la velocidad comprometida que se transmite a través de un *PVC*, y *Be* es la cantidad de bits que se pueden exceder cuando el canal está disponible.

En la tabla 3 se diseña los parámetros de tráfico de *Frame Relay* acorde con la necesidad de velocidad y disponibilidad.

El parámetro *Be*, corresponde al exceso en bits que se puede obtener cuando el canal no está utilizado en su totalidad.

Pero un parámetro más cuantificable es el Be/Tc , donde *Tc* es el tiempo en el cual se transmite un grupo de bits. El parámetro que resulta es el $BIR = Be/Tc$.

El *BIR* es utilizado en los equipos *ACT*, pero en otros es conocido como *EIR*.

3.5 CONFIGURACION DE LOS PVC's

Se configura *PVC's* a través del *Cascade* para que exista comunicación con todas las remotas hacia la matriz Guayaquil. Pero la red financiera necesita comunicación entre todas las remotas. lo que representaría crear más *PVC's* en el *Cascade* o aún más crítico, el levantar enlaces individuales creando una topología tipo malla, lo cual representaría un costo grande.

Por tal razón se utiliza un protocolo propietario de *ACT* denominado *PVCR* para lograr la comunicación global. En la figura 3, se muestra la distribución de los *DLCI's* para cada multiplexor *Frame Relay* y para cada ruteador. Estos *DLCI's* se enrutan de acuerdo a los *PVC's* creados entre los *multiplexores*, los ruteadores y el switch *Cascade* (nube *Frame Relay*).

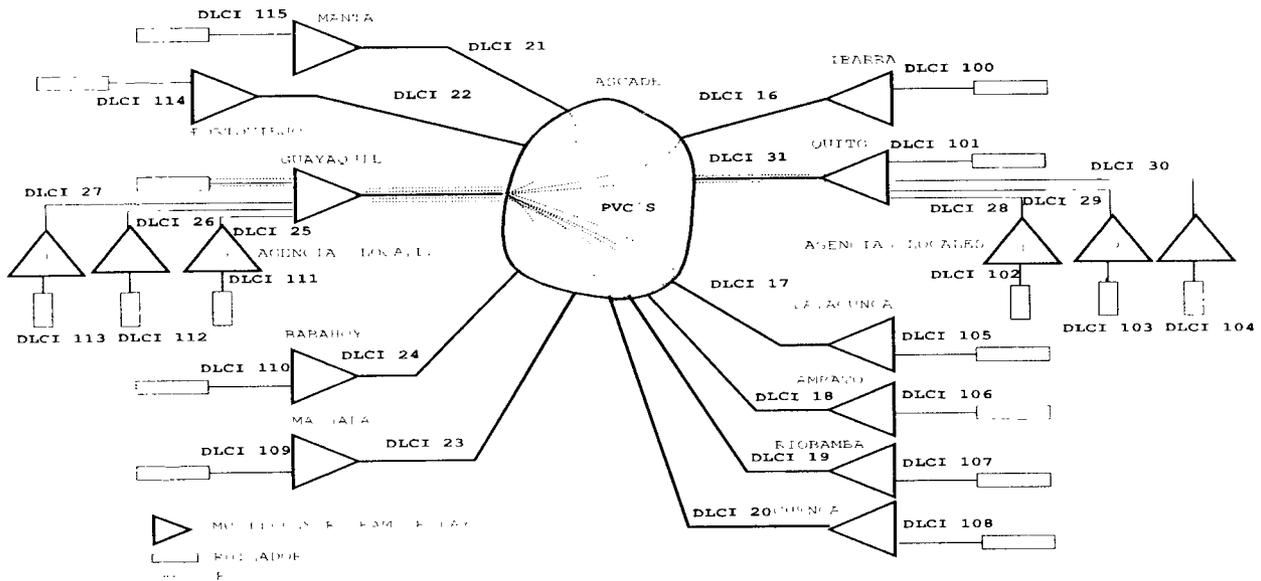


FIGURA 3 DISTRIBUCION DE LOS DLCI

4. ANALISIS ECONOMICO

4.1 CRITERIOS EN LA EVALUACION DEL PROYECTO

Es importante escoger un método para evaluar la factibilidad del proyecto. Para comprender los siguientes parámetros hay que especificar el significado de tasa requerida de rendimiento o costo capital, la cual es la tasa mínima que la empresa espera obtener para no perder la inversión. Se toma como referencia la tasa de interés para dólares que proporciona un Banco anualmente, que es del 12%. Los métodos para evaluar el proyecto son:

- El período de recuperación (PR) es el período de recuperación de un proyecto que señala el número de años necesarios para recuperar la inversión inicial.

$$PR = I_0 / R$$

I_0 = Inversión inicial
 R = Flujo de caja anual

$$PR = 234,475.75 / 74,939.21 = 3.13 \text{ años}$$

- El valor presente neto (VAN) implica obtener en valor presente, es decir al año 0,

$$VAN = - I_0 + \sum VA_{\text{FLUJOS DE EFECTIVO}}(k)$$

I_0 = Inversión inicial
 $VA_{\text{FLUJOS DE EFECTIVO}}$ = Flujos de caja anual al valor presente
 K = Tasa requerida de

$$VAN = - 234,475.75 + \sum_1^5 [74,939.21 / (1 + k)^i]$$

$$= 35,663.34 \text{ dólares.}$$

- La tasa interna de retorno (TIR) o tasa interna de rendimiento, es la tasa de descuento que hace que el valor actual de los flujos producidos en el tiempo sea igual a los flujos de inversión.

$$- I_0 + \sum_1^5 [Fi / (1 + TR)^i] = 0$$

I_0 = Inversión inicial.
 F = Flujos de efectivo.
 TR = Tasa de Retorno.
 i = Período en años.

$$TR = 17.98 \%$$

Al analizar los resultados se tiene las siguientes conclusiones:

- De acuerdo a período de recuperación PR, se lo puede hacer en 3.13 años aproximadamente.
- Con un VAN positivo o mayor a cero se considera el proyecto rentable.

	AÑO	AÑO	AÑO	AÑO	AÑO	AÑO
	0	1	2	3	4	5
Costo Inicial	-234,475.75					
Capital de Trabajo		24,000.00	24,000.00	24,000.00	24,000.00	24,000.00
Depreciación		46,895.15	46,895.15	46,895.15	46,895.15	46,895.15
Ahorro de costo		108,287.23	108,287.23	108,287.23	108,287.23	108,287.23
Utilidad	-234,475.75	37,392.08	37,392.08	37,392.08	37,392.08	37,392.08
% Fiscal (25%)		9,348.02	9,348.02	9,348.02	9,348.02	9,348.02
FLUJO DE CAJA	-234,475.75	74,939.21	74,939.21	74,939.21	74,939.21	74,939.21

PR (años)	3.13
VAN (dólares)	\$ 35,663.34
TIR	17.98%
COSTO CAPITAL	12.00 %
COSTO EN UN BANCO	\$ 28,137.09

TODO EL CALCULO ES EN DOLARS AMERICANOS

COSTO EN UN BANCO: es el valor que ganaría anualmente si el valor inicial se invierte en un banco.

TABLA 4 PARAMETROS FINANCIEROS

➤ El TIR es la tasa interna de retorno la cual es comparable con la tasa requerida de rendimiento o costo capital. En este caso el TIR es mayor que el costo capital, lo que indica que el proyecto es rentable.

En la tabla 4 se presenta un resumen de los costos y beneficios junto con los indicadores económicos.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

➤ A pesar que *Frame Relay* surgió por la necesidad de transmitir tráfico LAN (*BURST*) por medio de conexiones WAN, los institutos encargados de desarrollar estándares como la ANSI y la ITU visualizaron que este protocolo podría integrar datos con voz y video. Por ende se desarrollaron protocolos estándares para este fin, los cuales sirvieron como referencia para algunos proveedores que mejoraron el protocolo y actualmente tienen sus propios estándares para transmitir datos, voz y video.

➤ La red de *Frame Relay* al detectar algún error o congestión, simplemente descarta la trama. Esto hace que *Frame Relay* permita a los protocolos superiores que realicen el pedido de retransmisión en caso de haber errores. Para evitar esto, *Frame Relay* debe trabajar sobre un medio de transmisión con baja tasa de error y buen performance. El objetivo del protocolo se resume en una sola regla, " Si hay un problema, descartar tramas".

➤ La presencia de *Frame Relay* es cada vez más grande como consecuencia de la mejor calidad de los medios de transmisión que se están implementando. Sería contraproducente aplicar el protocolo sobre una red donde la calidad del medio de transmisión no es la adecuada. En este medio fue cuando X.25 se desarrolló. Hay que tomar en cuenta que todos los protocolos actuales como ATM, SDMS, ISDN exigen las mismas o mejores condiciones que *Frame Relay* sobre la calidad de los medios de transmisión.

- Un proyecto puede estar bien desarrollado técnicamente, pero hay que relacionarlo con lo económico. En la presente tesis se muestra un estudio de costo-beneficio el cual resulta complicado debido a continuos cambios en la economía del Ecuador. Se obtuvieron estimaciones para lograr determinar los índices financieros como el VAN y el TIR, con lo que se puede concluir que el proyecto es rentable.

7. BIBLIOGRAFIA

- STALLINGS WILLIAM, "ISDN and Broadband ISDN with FRAME RELAY and ATM", Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1995.
- PARNELL PARE, "Guía de Redes de area extensa", Osborne McGraw Hill, primera edición, 1996.
- FRAME RELAY FORUM, "The Basic Guide to Frame Relay Networking", Fremont, California, 1998, www.frforum.com.
- VAN HORNE C. JAMES, "Administración Financiera", Prentice-Hall Hispanoamericana, México, novena edición.
- SOSA M. KATHERINE, RIVERA JUAN CARLOS, "Evaluación de Proyectos", Grupo Financiero Popular, Quito-Ecuador.
- ACT NETWORKS, "Netperformer On-line Reference", Caramillo, California, 1997, www.acti.com
- MOTOROLA, "Network Access Made Easy", Canada, abril de 1997, www.mot.com

BIOGRAFIA



Freddy León, nació en Quito, Ecuador, el 22 de septiembre de 1972. Obtuvo el título de Bachiller en Físico y Matemático en el Colegio Borja 2 - Los Andes, hoy MARISTAS. Culminó sus estudios superiores en la Facultad de Ingeniería Eléctrica, especialización Electrónica y Telecomunicaciones de la Escuela Politécnica Nacional en 1996. Desde 1996 hasta la fecha trabaja en IMPSAT DEL ECUADOR donde actualmente está a cargo del Laboratorio y trabajando en el proyecto de banda ancha (fibra óptica) nacional para IMPSAT. Ha dictado cursos de *FRAME RELAY* para todo el personal técnico de IMPSAT, Superintendencia de Telecomunicaciones e IMPSAT PERU.