

## **Resumen**

El presente documento analiza la experiencia obtenida por las universidades miembros de CUDI que se han conectado a la Red NIBA.

En el documento se establece un marco general de necesidades de las Redes Nacionales de Educación e Investigación, se analizan las experiencias obtenidas y se proponen recomendaciones a la Coordinación de la Sociedad de la Información y el Conocimiento de la SCT (CSIC) sobre las pruebas que aún deben llevarse a cabo y como podría solucionarse la problemática encontrada.

## **1.- Introducción**

La Corporación Universitaria para el Desarrollo de Internet (CUDI), es una asociación civil sin fines de lucro que gestiona la Red Nacional de Educación e Investigación para promover el desarrollo de nuestro país y aumentar la sinergia entre sus integrantes. Fue fundada en abril de 1999.

CUDI es el organismo que maneja el proyecto de la Red Nacional de Investigación y Educación (RNIE) en México y busca impulsar el desarrollo de aplicaciones que utilicen esta red, fomentando la colaboración en proyectos de investigación y educación entre sus miembros.

Actualmente la membresía de CUDI se integra por las principales universidades y centros de investigación del país. Adicionalmente, forman parte de la membresía de CUDI, empresas que apoyan la investigación y educación en el país. Actualmente aportan infraestructura de red a CUDI las empresas Bestel y Axtel. Actualmente la red RI3 de Telmex está interconectada con la infraestructura de la Red CUDI y se transita tráfico entre ellas.

La organización de CUDI cuenta con un comité de Desarrollo de la Red, conformado por representantes de universidades e instituciones de investigación superior del país, comité que suscribe el presente documento.

Este Comité de Desarrollo de la Red, cuenta entre sus atribuciones las siguientes:

- Aprobar el diseño de la Red

- Aprobar los estándares de interconexión de la red
- Vigilar que el uso de la Red sea exclusivamente para las aplicaciones aprobadas por el Comité de Aplicaciones y de Asignación de Fondos
- Vigilar que el tráfico generado en el desarrollo de aplicaciones que utilicen la Red no sea de carácter comercial
- Establecer y mantener una conectividad internacional, con los países que tengan proyectos conjuntos de investigación con los Asociados Académicos.

## 2.- Necesidades técnicas de la Red NIBA

### ***Aplicaciones que transitan en una RNEI a nivel mundial:***

Actualmente las redes académicas sus servicios se pueden dividir en dos tipos: de conectividad y de computo.

Los principales servicios de conectividad de una red avanzada son:

- I. Servicios en capa 3
  - a. IPv4
  - b. IPv6
  - c. Multicast
- II. Servicios en capa 2
  - a. Creación de circuitos estáticos
  - b. Creación de circuitos dinámicos
- III. Servicios en capa 1
  - a. Longitudes de onda estáticas
  - b. Dinámicas
- IV. Servicios en capa 0
  - a. Fibra Oscura
- V. Servicios de Peering

Los anchos de banda de los servicios en las principales redes comienzan con un mínimo de ancho de banda de 1Gbps y actualmente llegan hasta velocidades de 100Gbps.

Los principales servicios de computo son:

- I. Servicios en Nube
  - a. Almacenamiento Masivo (en ordenes de Hexabytes)
  - b. Computo de alto redimiento (HPC)
  - c. Virtualización de servidores y escritorios remotos
- II. Servicios de video
  - a. Videoconferencia

- i. H323
    - ii. Webconference
    - iii. Dispositivos móviles
    - iv. Telepresencia
  - b. Streamings
- III. Servicios de Middleware
  - a. Shibboleth
  - b. Globus
  - c. J-lite
  - d. Science-Gateways
- IV. Servicios Federados
  - a. Federación de identidad
  - b. Certificados digitales

### **Aplicaciones que transitan en la RNEI CUDI:**

Actualmente sobre la red CUDI sus miembros transitan todo tipo de aplicaciones. Podemos destacar las siguientes:

- I. Servicios de banda angosta de uso comunes de Internet
  - Servidores de paginas web institucionales
  - Correo electrónicos
  - Servidores de transferencias de archivos

Esta aplicaciones han están presentado una saturación en sus enlaces a Internet y entre sus campus. Las universidades que han optado por opciones de uso general en el Internet las cuales han imitando el control del uso y teniendo que compartir la información de sus usuarios con los proveedores de estos servicios.

- II. Medios Audiovisuales
  - Todas las universidades actualmente conectadas a CUDI hacen uso del servicio de videoconferencia basado en el estándar H323 y en la recepción o transmisión de videos.
- III. VNOCC
  - En la red de CUDI se cuenta con el servicio de videoconferencia basado en el protocolo los protocolos H323. Se cuenta con una unidad multipunto (MCU) que conecta a las demás unidades multipunto de las universidades y que también sirve de Gateway internacional para conectarse a las redes de académicas.

Pagina del VNOCC : <http://vnoc.unam.mx/inicio>

Listado de las universidades participantes que cuenta con al menos una sala de videoconferencia y que entre todas las salas suman cerca de 500 salas de videoconferencia.

<http://virtual.cudi.edu.mx:8080/access/content/group/942e595d-bf13-4329-9143-5fba800d4410/participantes>

Internet2 global videoconference: <http://www.internet2.edu/video/>  
La red de Internet2 provee un servicio de global de videoconferencia lo que permite llamar a salas conectadas en cualquier red académica.

- IV. Bibliotecas digitales  
CUDI lidereada la Red Mexicana de Repositorios Institucionales (REMEDI) que agrupa repositorios de acceso abierto.  
Acceso al portal de Conicyt  
Otras  
El acceso actualmente se ha visto limitado por el ancho de banda y la cantidad de recursos de computo.

- V. Servicios Multimedia

- VI. Tele-educación  
Actualmente sobre la red se realizan clases virtuales entre las universidades conectadas. Aunque muchas instituciones tienen sistemas de educación. La cantidad de alumnos atendidos se ha limitado debido a la poca conectividad entre los servidores donde se encuentran los repositorios de objetos de aprendizaje y las redes de proveedores donde se conectan los alumnos.

Teletrabajo

Reporte de VNOC del número de videoconferencias realizadas por la red CUDI.

- VII. Computo distribuido  
Los centros de computo de alto rendimiento se interconectan para formar una malla para poder sumar sus recursos de computo de procesamiento y almacenamiento pero para poder funcionar requieren transferir grandes volúmenes de información de cientos de terabytes por lo que requieren tasas de transferencias en ordenes de varios ordenes de gigabits.

Esas transferencias desde el punto de vista de IP la comunicación se realiza principalmente entre los nodos maestros por lo que no es necesario hacer uso de routers que agregarían un retardo adicional. Entonces los centros de computo se conectan directamente por enlaces de capa 2 entre los dos maestros evitando funciones de enrutamiento.

VIII. El proyecto de conexión del CERN al instituto de ciencias nucleares de la UNAM (ICN-NUCLEAR). El requerimiento es una conexión de capa 2 en Ethernet entre el cluster de computo de ICN-UNAM.

IX. Proyectos de Big-data, Delta Metropolitana.

Enlaces de capa 1 (sin conmutación de paquetes)  
Los grandes centros de computo para poder realizar las grandes transferencias de información requeridas han comenzado a conectar los centros de computo usando enlaces de longitudes de onda, evitando el retraso de agregado por switcheo de paquetes.

X. Proyectos de enlaces de capa 2  
Amlight: <http://amlight.net/collaborators/collaborators.html>

XI. Proyecto de enlaces de capa 1  
Global Lambda Integrated Facility (GLIF):  
[http://www.glif.is/publications/maps/GLIF\\_5-11\\_World\\_2k.jpg](http://www.glif.is/publications/maps/GLIF_5-11_World_2k.jpg)

XII. Tele-inmersión

En la redes académicas se tienen aplicaciones que permiten para a distancia clases maestras de música y danza donde se requiere de transmisiones de audio y de video que superan tasas de transferencia de 10Mbps por sesión.

Opera Oberta <http://www.operaoberta.org/?lang=es>

En México se reciben clases de la Opera Oberta del liceo en Barcelona, en varias universidades de México se recibe la Operta. La cual usa para hacer un uso más eficiente de los recursos de computo y de red (principalmente el ancho de banda) se usa la tecnología IP-Multicast.

XIII. Instrumentación remota  
RingGRID <http://www.ringrid.eu/>  
Alianza FIDEM

XIV. Telemedicina  
Pruebas de UdG con Japon

Resumen de servicios de redes académicas

Red	CAPAO Fibra Oscura	CAPA1 Lambdas	CAPA2 VLans	CAPA3	BW en GbJ	Peer a IXPs	En Nube	Videoconferencia	Federaciones
INTERNETZ	Soportado Nacional e Internacional	Soportado Nacional e Internacional	Soportado Nacional e Internacional	IPv4/IPv6/Multicast	1,10 y 100	Soportado Nacional e Internacional			
GEANT	Soportado Nacional e Internacional	Soportado Nacional e Internacional	Soportado Nacional e Internacional	IPv4/IPv6/Multicast	1,10 y 100	Soportado Nacional e Internacional			
CUDI	Solo en algunas ciudades y en FCU	Soportado solo en el enlace Ensenada-San Diego	Solo en los enlaces de UNAM-CUDI-I2-CERN y Ensenada-San Diego	IPv4/IPv6/Multicast	1 y 10	En Planes	No soportado	Soportado Nacional e Internacional	En planes
UNAM	Delta Metropolitana	Delta Metropolitana	Solo en los enlaces de UNAM-CUDI-I2-CERN y DeltaMetro-CUDI	IPv4/IPv6/Multicast	1,10 y 40	No Aplica	No se especificó	Soportado Nacional e Internacional	Solo para la RIU
UDG	Zona Metropolitana	No se especificó	No se especificó	IPv4/IPv6/Multicast	1 y 10	No Aplica	No se especificó	Soportado Nacional e Internacional	No se especificó

3.- Relación entre la Red NIBA y la RNEI:

El 23 de Junio CSIC firmó con CUDI un convenio que permite a CUDI utilizar la infraestructura de fibra óptica de la CFE. Este convenio fue renovado el 28 de Noviembre de 2012.

El 7 de Octubre la CSIC emitió una licitación para adquirir enlaces para conectar a 1,100 planteles a la Red NIBA. Estos enlaces se han empezado a conectar a la universidades miembros de CUDI.

Fondo SEP-UdeG-CUDI "Fondo de Conectividad Universitaria". El objetivo principal del fondo es para proporcionar conectividad e infraestructura de comunicaciones a las universidades a la red NIBA. El es administrado por la Universidad de Guadalajara y requiere el aval técnico de CUDI.

El fondo se dividió en las siguientes partidas:

- 7 Routers de Backbone: estos routers será para fortalecer la infraestura de la RNEI y recibir los enlaces internacionales y los enlaces a los otros backbone aportados por Telmex, Axtel y Bestel. Se propone instalar estos equipos en los gabinetes de la red NIBA en los hoteles de CFE o en las universidades.
- 40 Routers de Acceso: Estos routers serán instalados en las universidades y servirán para iluminar los IRUs de fibra óptica o los enlaces de fibra óptica propia instalada por universidades hasta el hotel de Red NIBA.
- 20 Switches de Acceso: Estos switches servirán conjuntamente con los routers de acceso para iluminar los enlaces de fibra y se instalarán en las universidades que se espera recibir más enlaces de fibra óptica.
- Enlaces de IRUs de Fibra Óptica: Estos enlaces permitirán conectar a las universidades estatales a la red NIBA con un ancho de banda ilimitado. Estos enlaces permitirán la comunicación entre los routers de acceso y los routers de backbone.

#### **4.- Experiencia de las Instituciones de Educación Superior conectadas a la Red NIBA**

- **Interconexiones Red NIBA a RNIE**

Hasta la fecha se han realizado tres interconexiones entre la RNIE y la Red NIBA.

La primera en la ciudad de México interconectando a la RNIE por medio de un enlace de Axtel con la Red NIBA y hospedando un router de la RNIE dentro del gabinete de Red NIBA. Esta interconexión permite que los usuarios de los backbones aportados por Telmex y Axtel, se puedan comunicar.

La segunda en ciudad Juárez por medio de un enlace de fibra óptica desde la Universidad de Autónoma de la Ciudad Juárez hasta el hotel de CFE en la misma ciudad. Este interconexión permite comunicar la Red NIBA con la red internacional de Internet2 de Estados Unidos y permite comunicar también con los backbones Telmex y Axtel.

La tercera en Temixco por medio de un enlace con Bestel que es transportado por un circuito de capa 2 a la hotel de CFE-México.

- **Primeras universidades conectadas.**

Actualmente se encuentran conectadas 12 instituciones miembros de CUDI a la RNIBA a través de enlaces de fibra óptica construidos por las propias instituciones desde uno de sus campus al hotel de CFE.

Las universidades actualmente conectadas son:

- I. Universidad Autónoma de Campeche
- II. Universidad Juárez del Estado de Durango
- III. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez
- IV. Universidad Autónoma de Guerrero
- V. Universidad Veracruzana (Dos Campus)
- VI. Universidad de Colima
- VII. Universidad Autónoma De Yucatán
- VIII. Universidad Autónoma de Chiapas
- IX. CONACULTA
- X. INAH
- XI. Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez
- XII. Instituto de Ciencia y Tecnología

Estas instituciones se conectan con enlaces en capa 2 al router de Red NIBA y desde ese puerto se construye un circuito permanente dedicado (enlace capa 2) al router más cercano de la RNIE.

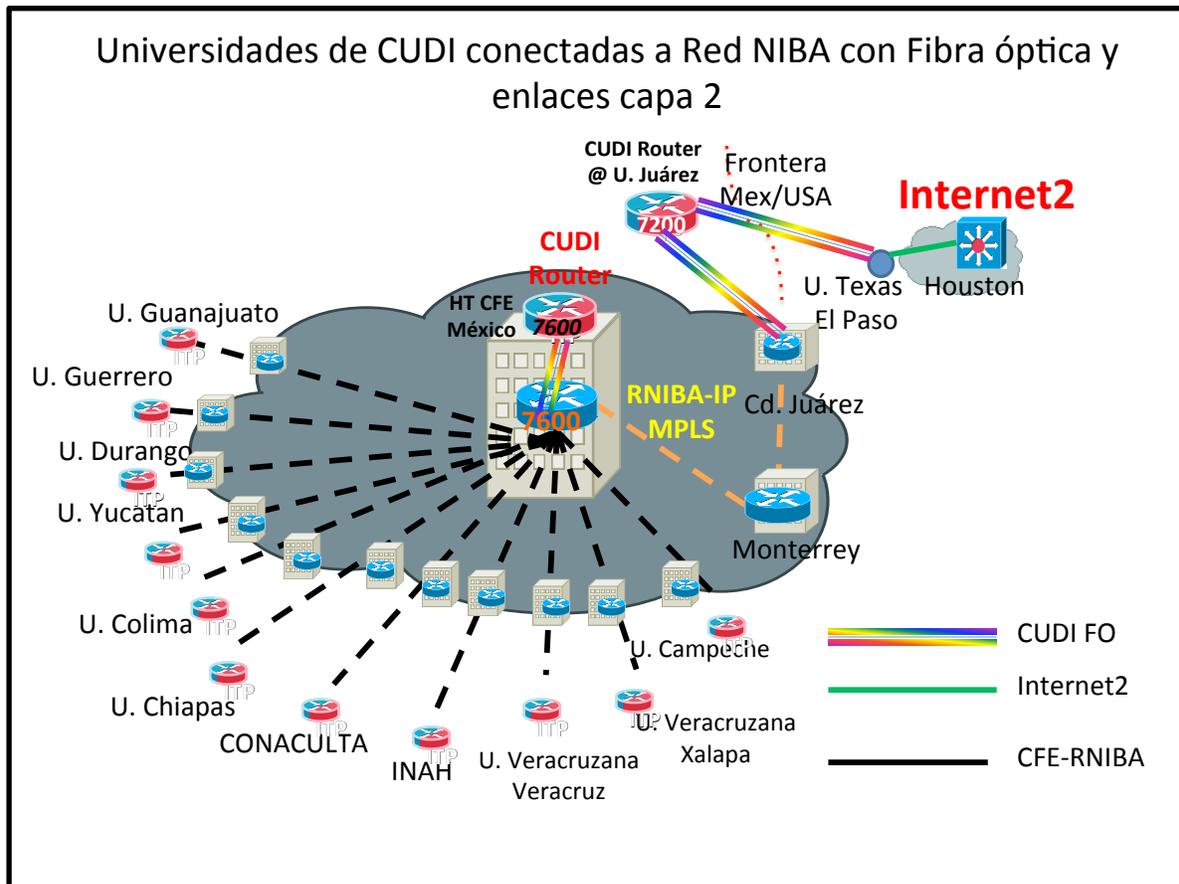


Diagrama 1

### Características del enlace

Las fibras ópticas que las universidades han instalado se iluminan con equipos de comunicaciones basados en tecnología Ethernet con una capacidad de transmisión de hasta un 1Gbps entre el Hotel de CFE y el campus universitario.

Desde el puerto del router de Red NIBA en el Hotel de CFE que recibe a la universidad se configura un enlace Ethernet de IP-MPLS en capa 2 hasta el router de CUDI y se asocia a una VLAN-ID de acuerdo al protocolo Ethernet (IEEE 802.Q).

En los routers de CFE se establece una ruta que queda predefinida y su función es el reenvío (forwarding) de paquetes IP a través de la ruta.

En el router de Red NIBA se le asigna al enlace un ancho de banda máximo, inicialmente de hasta 100Mbps. (Algunas universidades han solicitado ya una ampliación).

Estos circuitos permiten crear una red virtual sobre los enlaces y routers de la Red NIBA que interconecta a las universidades con la RNIE. La red virtual permite transportar cualquier tecnología de comunicación de capa 3 (IPv4, IPv6 o Multicast) entre las universidades, la RNIE y las redes internacionales como Internet2.

En esta configuración no es requerido hacer asignaciones de direcciones IP de parte CSIC a las universidades o la RNIE.

El enrutamiento se realiza en los routers de las universidades y en los Router de RNIE.

Estos circuitos son compatibles con esquemas de conectividad actualmente utilizados por las universidades para conectar sus campus por lo que no requieren de equipos adicionales de comunicación.

Estas configuraciones han operado satisfactoriamente desde que se conectó la universidad de Colima aproximadamente hace dos años. Actualmente las universidades conectadas de esta forma cruzan todo tipo de aplicaciones y utilizan toda la capacidad asignada.

En el siguiente URL se puede consultar la utilización de los enlaces:  
[http://www.noc.cudi.edu.mx/estats/Estadisticas\\_RNIBA\\_Taxquena\\_387\\_leaf.html](http://www.noc.cudi.edu.mx/estats/Estadisticas_RNIBA_Taxquena_387_leaf.html)

- **Resumen del funcionamiento de las redes de las Universidades UNAM y UDG**

- Las universidades cuentan con bloques de direcciones IPv4 e IPv6 homologadas, y un número de sistema autónomo (ASN) homologado.

- Las universidades han dividido su red en múltiples subredes (una al menos en cada campus) que unen por medio de enlaces de capa 2.
- En el enrutamiento en sus redes de campus se realiza mediante el protocolo OSPF.
- Cuentan con enlaces a múltiples proveedores de Internet (ISPs) con enrutamiento dinámico utilizando el protocolo BGP.
- Tienen routers que son administrados por sus áreas de informática. Mediante estos routers se accesan:
  - Internet comercial con 300,000 redes de destino
  - Internet2 con conexión a las Redes Nacionales de Educación e Investigación que tiene conexión a más de 13,000 ASN de universidades y centros de investigación.

- **Experiencia de la UdeG**

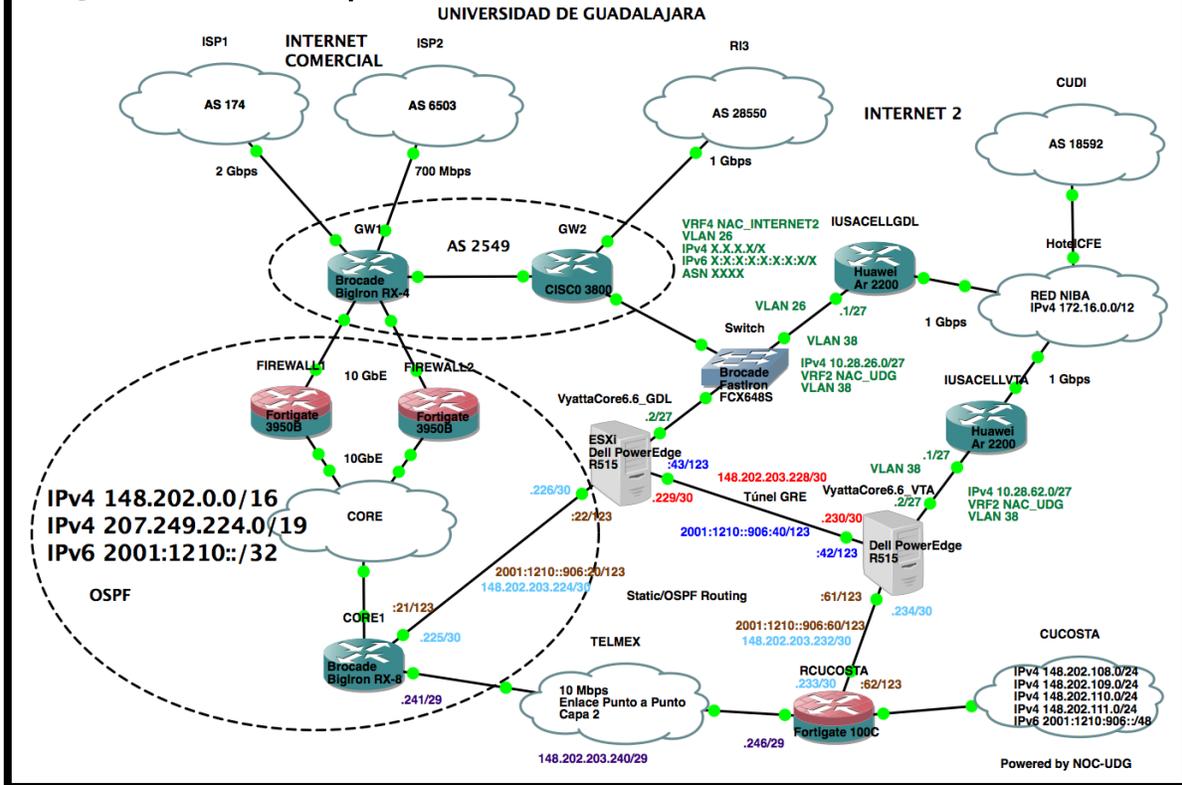
La UdG ha participado en las prueba piloto de los enlaces de 40 ciudaddes urbanas de RNIBA. Los enlaces contratados en esta licitación están configurados en capa 3. Se ha tenido la siguiente experiencia:

- Enlace conectado 7 julio 2013
- Enlace en producción a partir de 01 Agosto 2013
- Para poder cursar tráfico fue necesario generar túneles GRE (Generic Routing Encapsulation)
- Enrutamiento público con IPv6
- Monitoreo de dispositivos y estado del enlace
- Análisis de protocolos a través de mirrors, sflow o net flow.

En el siguiente diagrama se ilustra como se realizaron las pruebas y los principales equipos de la universidad involucrados en las pruebas.

Diagrama 1

## 5. Puesto en producción



Cabe resaltar que en figura fue necesario agregar equipos adicionales a los routers que la universidad ya contaba para poder generar los tuneles de GRE. Estos equipos que realizan funciones adicionales a las de reenvio o enrutamiento se les conoce como proxies de servicio.

Los tuneles son necesarios para que sobre de estos la universidad pueda generar un enlace capa 2 sobre la red de IP-MPLS y de esta forma pueda transportar todos sus servicios de telecomunicaciones.

### • **Experiencia de la UNAM**

La UNAM ha propuesto un protocolo de pruebas usando tres de sus principales Campus: Morelia, Ciudad Universitaria, FES-Aragon y FES-Acatlan.

La UNAM describe las siguientes implicaciones técnicas acerca de los enlaces en capa 3 de las 40 redes urbanas:

- Para poder utilizar los enlaces provistos, La UNAM requeriría cambiar su actual esquema de enrutamiento interno basado en OSPF a BGP. Sin embargo **BGP no es un protocolo diseñado para redes internas.**
- El re-envío de paquetes a nivel capa 3 y cálculo de rutas (tabla de enrutamiento) se hace en cada router de Lusacell y de CFE. Si se utilizara un **enlace de capa 2 los paquetes se retransmiten por una ruta pre-establecida sin necesidad de rutear todos los paquetes en todos los routers.**
- El exceso de ruteo agrega un factor de latencia adicional en cada punto en que se procesan los paquetes.
- Para solucionar fallas en enlaces de capa 3 se requiere comprobar la configuración de todos los routers que intervienen en la ruta entre los campus de las universidades. Por el contrario, **en capa 2 esto no se requiere, ya que únicamente se requiere los routers ubicados en cada extremo de la ruta.**
- Debido a que **BGP es más lento que OSPF**, cuando se produzcan fallas en alguno de los enlaces de última milla, la interrupción tardará mucho tiempo en recuperarse (minutos en vez de segundos).
- Sería deseable que los enlaces de capa 2 o capa 3 se creen como lo requiera la Institución que se conecte a Red NIBA.
- Para poder operar en capa 3 se requieren equipos adicionales para generar túneles GRE. Sería deseable **No requerir equipos adicionales** para túneles.
  - No usar enlaces de capa 3 mejorará el servicio al usuario, mejorando **desempeño** de las aplicaciones.
  - Capa 3 no permite soportar los servicios más avanzados **de las Redes Académicas** Internacionales (aprovechar experiencia).
- Sería deseable de que el Protocolo Interno se mantenga sin cambio y continuar con la política actual de cada Institución.
  - **Menor complejidad** en políticas de enrutamiento interno.
  - **No interferir** con el direccionamiento no-homologado que actualmente está usando la Institución.

Las pruebas no se han terminado pero a continuación se describe los puntos más relevantes de las pruebas.

En las pruebas se ha encontrado que se tiene que recibir **anuncios de redes privadas** (No-homologado) que de acuerdo al RFC1918, no se debe de anunciar a otros sistemas autónomos. Excepto casos especiales como los root-DNS-servers. Que en caso de ser aceptados por las universidades pueden afectar los sistemas de traducciones de direcciones IP.

En las pruebas se han encontrado problemas de que se tienen que recibir anuncios de prefijos con una **máscara de red mayor a 24 bits**, cual viola las

políticas de IANA que nunca se han realizado asignaciones de direcciones con mascarar mayores a 24 bits.

A pesar de que los enlace involucrados son de 1 Gbps, no se han podido realizar transferencias de información mayores a 50Mbps.

#### 3.1.4 Instituto Tecnológico de Calkini Campeche

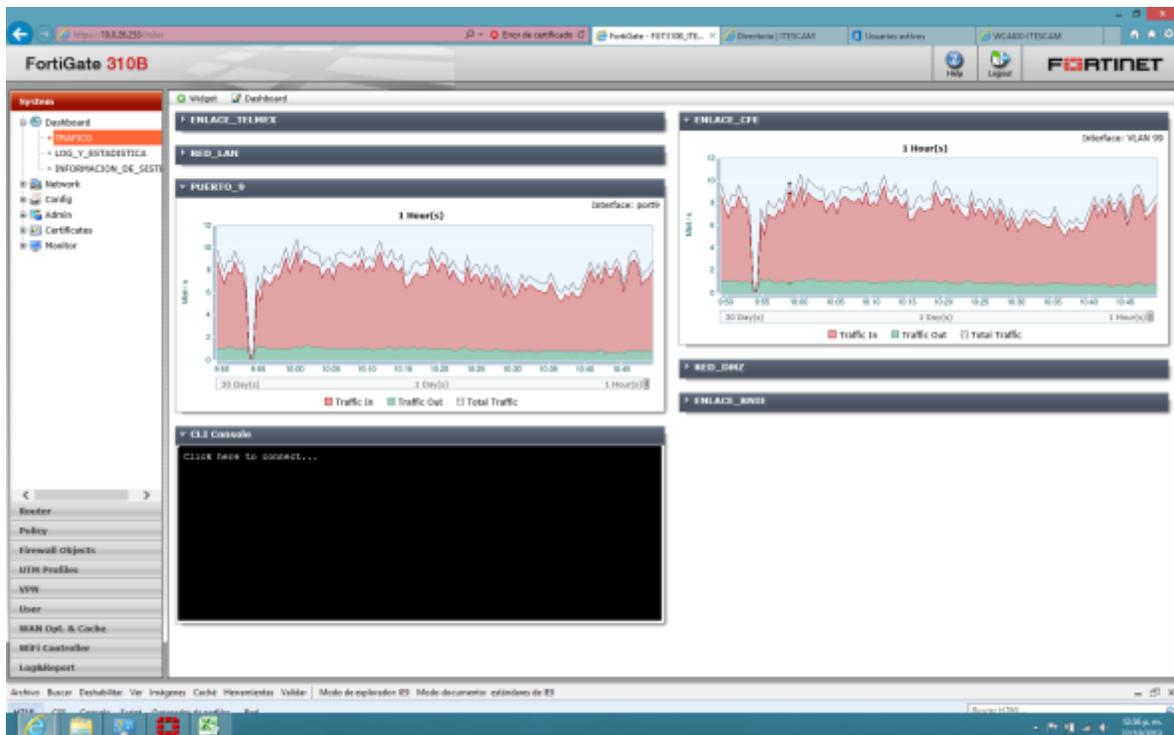
El instituto tecnológico de Calkini ha contratado un enlace a CFE-Telecom para conectarse al hotel de Red NIBA en la ciudad de Campeche. Este es un servicio CFE-enlace basado en la tecnología Ethernet desde el campus del Instituto en la Ciudad de Campeche hasta el gabinete de Red NIBA, en la ciudad de Campeche construido con infraestructura en su totalidad de CFE-Telecom.

La capacidad del CFE-enlace es de 50 Mbps que se conecto en el siguiente puerto libre del router de Red NIBA, después del puerto de la universidad autónoma de Campeche.

Se acordó que la CISC-SCT sería quien proporcionaría el acceso a Internet de 50Mbps solicitado por el Instituto. El enlace se ha configurado de acuerdo a las instrucciones de CISC-SCT por medio de una sesión de BGP y conectado a la VRF de Internet de la CSIC-SCT.

El desempeño del enlace ha sido muy bajo debido a que nunca ha podido utilizar la capacidad total del enlaces y solo a podido usar hasta un máximo de 10 Mbps y un promedio de utilización de 8 Mbps.

Se anexa una grafica de utilización del enlace proporcionada por el Instituto.



Grafica de utilización enlace de Calkini.

- **Problemas detectados (Actuales y próximos)**

CSiC, hasta ahora ha propuesto que todos los enlaces de la licitación de 40 ciudades se configuren en capa 3. En la configuración propuesta por la CSiC se ha detecto el problema de que se requiere que las universidades deben de realizar el anuncio de todas sus redes y de sus proveedores de Internet e Internet2. Esto podría saturar la memoria de los routers internos de Red NIBA de CFE o de los proveedores de 40 ciudades.

No todas las universidades cuentan con números de sistemas autónomos (Autonomous System Number, ASN) o solamente cuentan con uno . De acuerdo a la recomendaciones de Lacnic, se debe usar un ASN cuando se tienen conexiones a más de un ASN.

La atención a fallas, verificaciones y correcciones entre los proveedores ha sido demasiado lenta y los tiempos en las resoluciones en lugar de ser de minutos o horas llegan a ser de semanas. Un Ejemplo es el tecnológico de Calkini que lleva tres meses tratando de establecer la configuración de su enlace. Aunque el proveedor del enlace es la propia CFE-Telecom, el Instituto tiene que hablar a dos diferentes ventanas de atención.

Presentar los elementos que se han detectado que generan o puedan generar problemas para las diversas universidades.

## 5.- Propuestas para fortalecer la Red NIBA en congruencia con las necesidades de las Universidades.

Se propone a la CSIC-SCT que le permita tanto a las universidades como a la RNEI poder utilizar a su conveniencia circuitos de capa 2 o enlaces de capa 3 entre cualquiera de sus enlaces de Red NIBA, 40 ciudades Urbanas y/o Fondo SEP-UdeG-CUDI.

### • **Necesidades técnicas de la RNEI CUDI**

Debido a la gran cantidad de aplicaciones usadas por las universidades se requieren tanto enlaces de capa 2 y como de capa 3 según las universidades lo requieran. En un enlace se pueden configurar múltiples enlaces de capa 2 y/o capa 3.

Las aplicaciones deberían de determinar la configuración de los enlaces:

#### Enlaces de capa 2:

- Para comunicar campus universitarios de una misma universidad y la RNEI.
- Para comunicar centros de computo de alto rendimiento.
- Para comunicarse con otras redes académicas internacionales.

#### Enlaces de capa 3:

- Para entregar el servicio de Internet de la CSIC-SCT
- Para comunicar campus aislados

De acuerdo a lo anterior se propone que para la RNEI se configuren cuatro tipos de enlaces:

- RNEI tipo 1 (Interurbano WAN). Enlaces de capa 2 Router-RNEI a Router-RNEI.
- RNEI tipo 2 (Acceso Local). Tipo 2 Enlaces de capa 2 Router RNEI a Router-Universidad.

- o RNEI tipo 3. Enlaces de capa 2 Router RNEI a Router-RNEI-Internacional.
- o RNEI tipo 4. Enlaces de capa 2 Router RNIE a Router-IXP.

Para las universidades se propone que se configuren dos tipos de enlaces:

- o UNI tipo 1. Enlace de capa 2 Router-Universidad a Router-Universidad.
- o UNI tipo 2. Enlace de capa 3 Router-Universidad a Router proveedor-VRF-institucional.
- o UNI tipo 3. Enlace de capa 3 Router-Universidad a Router Proveedor-VRF-Internet.
- o UNI tipo 4. Enlace de capa 3 Router-Universidad a Router Proveedor-VRF-RNIE.

#### RNEI tipo 1

Se propone la creación de los siguientes enlaces RNEI tipo 1 de acuerdo con la tabla 1:

Router A	Router B	VLAN-ID	Comentarios
NIBA-Mexico	NIBA-Guadalajara	3001	
NIBA-México	NIBA-Monterrey	3002	
NIBA-México	NIBA-Tuxtla	3003	
NIBA-Guadalajara	NIBA-Nogales	3004	
NIBA-Monterrey	NIBA-Juares	3005	

Tabla 1

Estos enlaces RNIE tipo 1 su función será interconectar los routers del backbone del FCU.

#### RNEI tipo 2.

Se propone la creación de los siguientes enlaces RNEI tipo 2 de acuerdo con la tabla 2:

Población	Universidad Pública Estatal a Conectar	ROUTER DORSAL
1. Aguascalientes, Ags.	Universidad Autónoma de Aguascalientes	Guadalajara

2. Ensenada, B.C.	Universidad Autónoma de Baja California	Tijuana
3. Mexicali, B.C.	Universidad Autónoma de Baja California	Tijuana
4. Tijuana, B.C.	Universidad Autónoma de Baja California	Tijuana
5. Campeche, Camp.	Universidad Autónoma de Campeche	Tuxtla
6. Tapachula, Chis.	Universidad Autónoma de Chiapas	Tapachula
7. Tuxtla Gutiérrez, Chis.	Universidad Autónoma de Chiapas	Tuxtla
8. Ciudad Juárez, Chih.	Universidad Autónoma de Ciudad Juárez	Ciudad Juárez
9. Chihuahua, Chih.	Universidad Autónoma de Chihuahua	Ciudad Juárez
10. Saltillo, Coah.	Universidad Autónoma de Coahuila	Monterrey
11. Colima, Col.	Universidad de Colima	Guadalajara
12. Durango, Dgo.	Universidad Juárez del Estado de Durango	Monterrey
13. Guanajuato, Gto.	Universidad de Guanajuato	Guadalajara
14. Chilpancingo, Gro.	Universidad Autónoma de Guerrero	México
15. Pachuca, Hgo.	Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo	México
16. Guadalajara, Jal.	Universidad de Guadalajara	Guadalajara
17. Puerto Vallarta, Jal.	Universidad de Guadalajara	Guadalajara
18. Toluca, Edo. Mex.	Universidad Autónoma del Estado de México	México
19. Morelia, Mich.	Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo	Guadalajara
20. Temixco, Mor.	Universidad Autónoma del Estado de Morelos	México
21. Tepic, Nay.	Universidad Autónoma de Nayarit	Guadalajara
22. Monterrey, N.L.	Universidad Autónoma de Nuevo León	Monterrey
23. Oaxaca, Oax.	Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca	Tuxtla
24. Puebla, Pue.	Benemérita Universidad Autónoma de Puebla	México
25. Querétaro, Qro.	Universidad Autónoma de Querétaro	México
26. Chetumal, Q. Roo	Universidad de Quintana Roo	Tuxtla

27. San Luis Potosí, SLP	Universidad Autónoma de San Luis Potosí	Monterrey
28. Culiacán, Sin.	Universidad Autónoma de Sinaloa	Guadalajara
29. Ciudad Obregón, Son.	Instituto Tecnológico de Sonora	Nogales
30. Hermosillo, Son.	Universidad de Sonora	Nogales
31. Nogales, Son.	Instituto Tecnológico de Nogales	Nogales
32. Villahermosa, Tab.	Universidad Juárez Autónoma de Tabasco	Tuxtla
33. Ciudad Victoria, Tamps.	Universidad Autónoma de Tamaulipas	Monterrey
34. Matamoros, Tamps.	Universidad Autónoma de Tamaulipas	Monterrey
35. Tlaxcala, Tlax.	Universidad Autónoma de Tlaxcala	México
36. Veracruz, Ver.	Universidad Veracruzana	México
37. Xalapa, Ver.	Universidad Veracruzana	México
38. Mérida, Yuc.	Universidad Autónoma de Yucatán	Tuxtla
39. Zacatecas, Zac.	Universidad Autónoma de Zacatecas	Monterrey

Estos enlaces RNIE tipo 2 su función será interconectar los routers del backbone de FCU y los routers de FCU que se entregarán a las universidades participantes. Con este tipo de enlaces se podrá también conectar a las universidades que hayan construido o contratado sus propios enlaces a los routers de Red NIBA.

RNEI tipo 3.

Se propone la creación de los siguientes enlaces RNEI tipo 2 de acuerdo con la tabla 3:

NIBA-Tuxtla	NIBA-Tapachula	3006	
-------------	----------------	------	--

Tabla 3

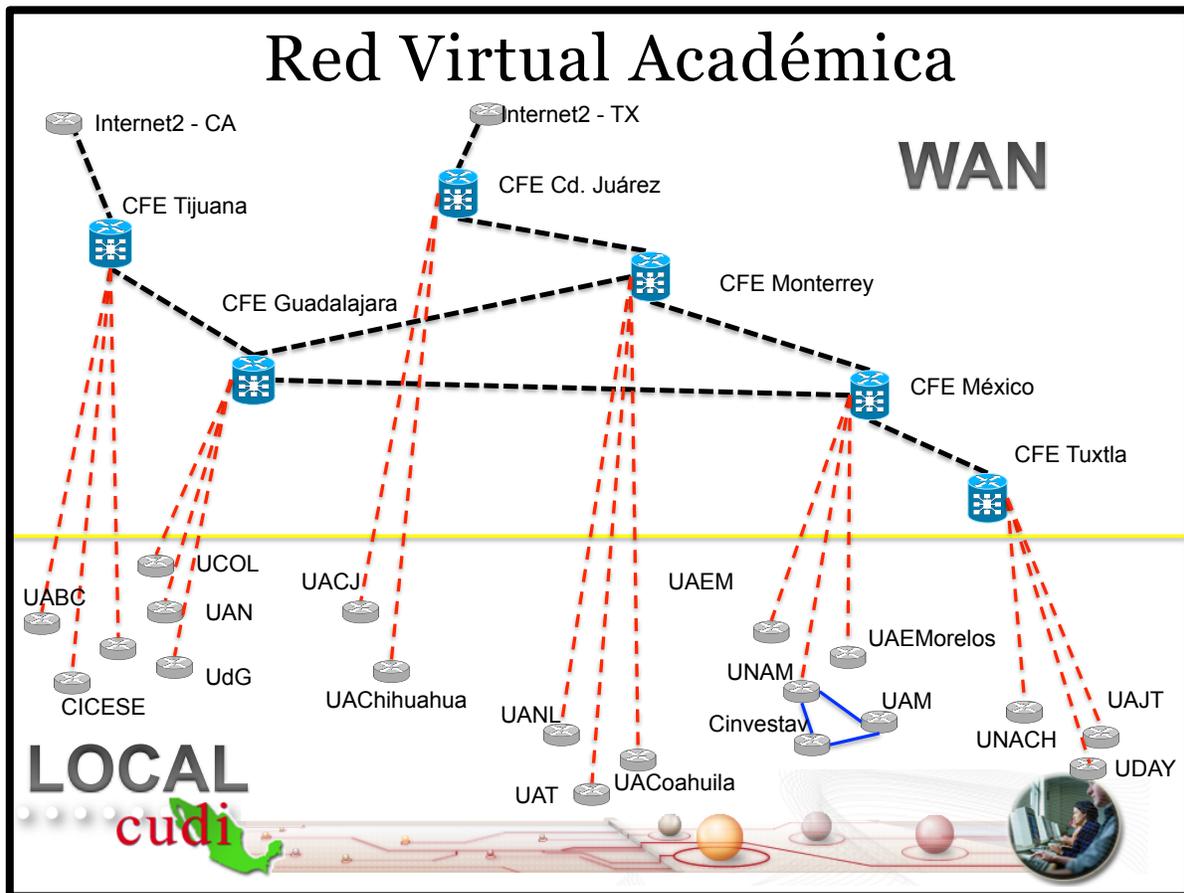
Estos enlaces RNIE tipo 3 su función será interconectar los routers del backbone de FCU y la RNEI con los routers de otras RNEIs.

- **Integración de la FCU y la Red NIBA**

Para la integración de los routers y enlaces del fondo de conectividad universitaria se propone lo siguiente:

- La creación de enlaces de capa 2 entre los routers de backbone.
- La creación de enlaces de capa 2 entre los enlaces de fibra óptica de las universidades y los routers de backbone.
- Poder hospedar los routers de backbone en los gabinetes de red NIBA.

Con la creación de estos enlaces se formara una red virtual para transitar el trafico de la red entre las universidades de México, las universidades de Internet2 en Estados Unidos, GEANT en Europa y CLARA en Latinoamerica.



- **40 Redes Urbanas**

Se propone que las 40 redes urbanas puedan soportar los 4 tipos de enlaces que se describieron anteriormente para conectarse a la RNEI.

## **5.- Conclusiones**

Sección donde se debe integrar las problemáticas generales y las principales propuestas, haciendo explícito que CUDI promueve el desarrollo científico y tecnológico mediante servicios de Internet Comercial e Internet 2.