

## PROGRAMA DE CONECTIVIDAD PARA EL FORTALECIMIENTO DE LA RNEI DE MÉXICO

La reforma en materia de telecomunicaciones publicó en 2014 una nueva Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión (LFTYR) que, entre otros, promueve el fortalecimiento de la Red Nacional de Educación e Investigación de México. En su artículo Art. 213 la LFTyR prevé que *“CONACYT, en coordinación con la SCT, establecerá los mecanismos administrativos y técnicos necesarios y otorgará el apoyo financiero y técnico que requieran las instituciones públicas de educación superior y de investigación para la interconexión entre sus redes, con la capacidad suficiente, formando una red nacional de educación e investigación, así como la interconexión entre dicha red nacional y las redes internacionales especializadas en el ámbito académico”*.

Los datos e información que intercambian investigadores y académicos a través de la RNEI en proyectos de colaboración nacional e internacional requieren de los subprogramas que a continuación se describen:

- I. ***Conectividad Internacional –***
- II. ***Conectividad nacional***
- III. ***Conectividad Local***
- IV. ***Servicios***

Con base en lo anterior, el programa que se presenta identifica subprogramas necesarios para fortalecer la a la RNEI y establecer órdenes de magnitud de inversiones y niveles de gasto requeridos. Será necesario asegurar para cada subprograma un mecanismo de financiamiento que garantice la salud financiera del crecimiento y operación de la RNEI por un período de tiempo razonable.

## 1. SUBPROGRAMA DE CONECTIVIDAD INTERNACIONAL

Los proyectos mas importantes para la conectividad internacional son:

- La colaboración con la Cooperación Latino Americana de Redes Avanzadas (CLARA).

El pago por concepto de membresía a CLARA se estima para 2016 en aproximadamente **\$3.5 millones de pesos mexicanos** (incluye la capacidad del enlace contratado).

La cuota de membresía se cotiza en euros.

- La colaboración con Estados Unidos, a través de diversos actores como Internet2 (RNEI estadounidense), CENIC (Red Estatal de Educación e Investigación de California), Center for Internet Augmented Research and Assessment (CIARA) de la Florida International University (FIU) que conjuntamente hacen propuestas de mejora a la conectividad internacional en el continente americano mediante la solicitud de recursos a la National Science Foundation (NSF).

Para 2016 este programa contempla los siguientes costos:

- Enlace a 10 Gbps en el paso: 1,093,000
- Enlace San Antonio-Houston: 80,000
- Internet en el Paso: 873,000
- Conexión a Pacific Wave: 240,000
- Enlace de Nogales a Los Angeles: 2,375,000
- TOTAL: 4,661,000

Los precios se cotizan en dólares.

## II. SUBPROGRAMA DE CONECTIVIDAD NACIONAL (RED DORSAL)

### *II.a. Red dorsal de capacidad suficiente*

Los siguientes incrementos de ancho de banda de conectividad permitirán acomodar la demanda de las instituciones miembros de la RNEI:

- Una troncal de México a Ciudad Juárez de 100 Gbps.
- Una troncal de México a Tuxtla Gutiérrez y Mérida de 50 Gbps.
- Una delta México-Guadalajara- Monterrey de 100 Gbps.
- Una troncal de Guadalajara a Nogales de 50 Gbps.
- Enlaces en anillo en las 40 ciudades con Capacidades de 10 Gbps.

Estos enlaces los ha contratado la SCT a la empresa Bestel.

## *II.b. Fibra óptica de CFE*

En la página de Internet de Telecomm se encuentra una nota que indica que se reservarán dos hilos de fibra óptica de la infraestructura de CFE para la red universitaria:

[http://www.telecomm.net.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=455%3AAla-red-de-fibra-optica-de-la-cfe-a-telecomm-este-mes&catid=323%3Apremsa&Itemid=229](http://www.telecomm.net.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=455%3AAla-red-de-fibra-optica-de-la-cfe-a-telecomm-este-mes&catid=323%3Apremsa&Itemid=229)

Esta solución facilitará y hará mas eficiente el atender la demanda de las instituciones de educación superior e investigación.

Se prevé que esta capacidad aumente en forma exponencial cada año, por lo que se requiere flexibilidad para poder crecer las capacidades de la red de acuerdo a la demanda.

### *II.c. Sistema de Monitoreo y Operación de la Red Dorsal*

La Red Nacional de Educación e Investigación (RNEI) está compuesta por diversos componentes que hasta ahora son operados de forma fragmentada por diversos actores. Esto ha provocado que los recursos invertidos en apoyar la conectividad de instituciones de educación superior y centros de investigación no rinda los beneficios esperados.

Se propone crear un Centro de Operaciones de la Red y Mesa de Ayuda que pueda integrar la operación de todos los componentes bajo una visión integral.

La Red Nacional de Educación e Investigación (RNEI) mexicana constituye una infraestructura dorsal de fibra óptica operada por CUDI.

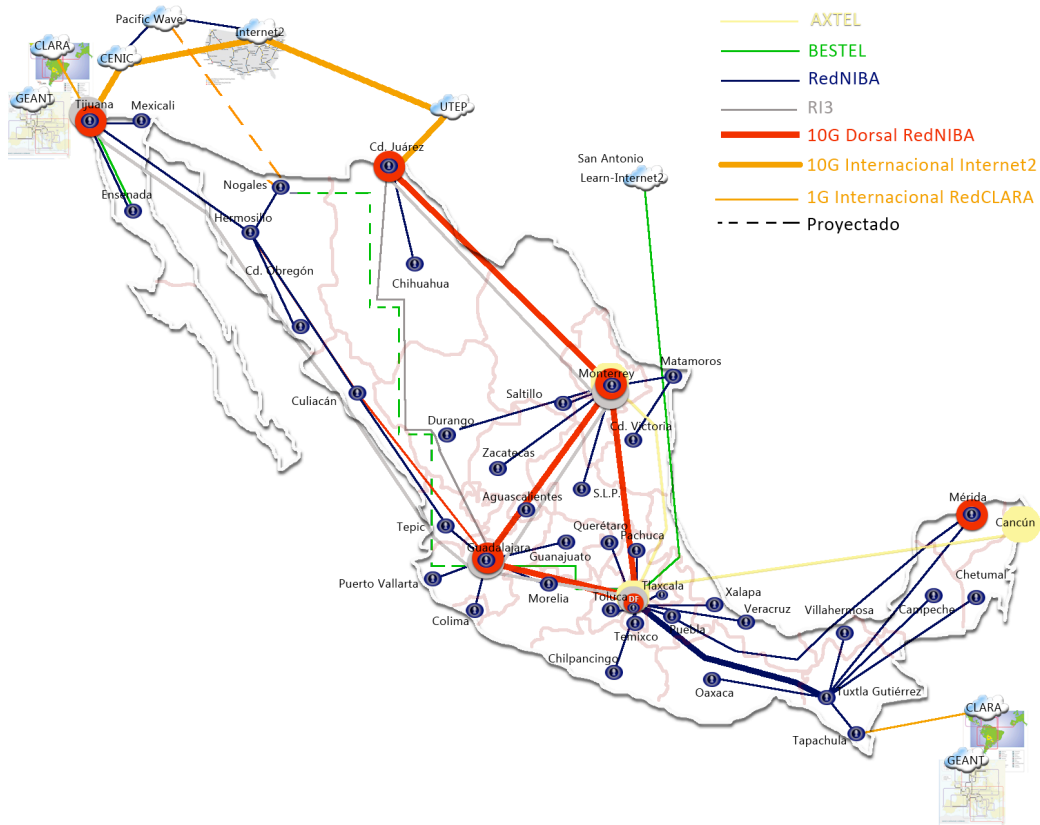
Para obtener esta infraestructura dorsal de fibra óptica, CUDI tiene celebrados convenios de conectividad nacional con:

1. Telmex (RI3). Otorga una dorsal de enlaces de 1 Gbps entre las siguientes ciudades México, Monterrey, Guadalajara, Cd. Juárez, Tijuana. Conecta 140 planteles.
2. Axtel. Otorga una dorsal de enlaces de 155 Mbps entre las ciudades de Cancún, México, Guadalajara y Monterrey.
3. Bestel (Operbes). Otorga enlaces de 1 Gbps en los segmentos México-Nogales y México-San Antonio, Texas.
4. CSIC (Red NIBA). Otorga una dorsal entre 1 y 10 Gbps en 40 ciudades principales del país.
5. Fondo de Conectividad Universitaria. Otorga 40 ruteadores y 40 IRUs de fibra óptica entre los campus de las universidades estatales y los hoteles de CFE en las 40 ciudades de la Red NIBA.
6. Tres convenios de interconexión internacional, dos hacia Estados Unidos y uno hacia Centro América.



Estos convenios le otorgan a CUDI el uso de infraestructura que en su conjunto constituyen la RNEI (Ver Figura 1).

La conectividad internacional se lleva a cabo con instituciones pares en Estados Unidos como Internet2, CENIC y Pacific Wave en California, LEARN y UTEP en Texas y con Red CLARA para las conexiones hacia América Latina.



**Figura 1. Red Nacional de Educación e Investigación (Red CUDI + Red NIBA(E&I)).**

A la fecha Red NIBA consta de tres componentes:

1. Contrato con Bestel. Aporta los enlaces que interconectan los ruteadores instalados en los hoteles de CFE formando la red dorsal. Enlaces desde 1 a 10 Gbps en las 40 ciudades.
2. Contrato de los enlaces de última milla con Telmex, Bestel y EnlacesTP. Aportan enlaces de última milla desde 100Mbps hasta 10 Gbps para el acceso a la dorsal de la Red NIBA.
3. Contrato con CFE. Aporta 40 cubriciones en “hoteles de operadores” donde convergen los enlaces de última milla y los enlaces de Bestel así como los equipos de ruteo que conectan dichos enlaces. Los ruteadores son proporcionados por CFE bajo un contrato de servicios administrados.



Figura 3. Red Nacional de Impulso a la Banda Ancha (Red NIBA)

#### Características principales de la dorsal de la Red NIBA:

- Despliegue de 40 enlaces que proporciona actualmente el proveedor Bestel para la infraestructura Dorsal de la Red NIBA.
- Capacidades de los enlaces de la delta México-Guadalajara-Monterrey de 10 Gbps cada uno
- Capacidad del enlace CDMX-Villa Hermosa de 5 Gbps
- Capacidad del enlace Guadalajara-Cd. Juárez de 900 Mbps
- Capacidades de los enlaces en estrella de 1 Gbps cada uno
- Capacidad del enlace Monterrey-Cd. Juárez de 10 Gbps
- Capacidad del enlace Hermosillo-Tijuana de 100 Mbps
- Ruteadores CISCO instalados en los hoteles CFE que proporcionan servicios administrados.

#### Enlaces de última milla de la Red NIBA:

- CSIC contrató mediante licitación, enlaces de acceso de 1,139 centros de investigación, educación, salud y gobierno a la Red NIBA con anchos de banda desde 100 Mbps hasta 10 Gbps.
- Más de 300 dependencias e instituciones beneficiadas.

Se tiene conocimiento que el tráfico que reportan actualmente los enlaces de la Red NIBA está por debajo del 10% del total de la capacidad de la mayoría de dichos enlaces.

Se tiene información similar de que los enlaces de 40 ciudades tampoco son útiles para las instituciones de educación superior y centros de investigación por problemas de configuración y operación (i.e. sobresuscripción alta)

Al día de hoy no existe una visión integral de la operación de la Red NIBA ya que está fragmentada entre cinco entidades sin que nadie tenga los elementos para responder a las necesidades de conectividad de las instituciones beneficiadas.

En la operación de la Red NIBA participan las siguientes instancias:

- CSIC – administra contratos, cuenta con un departamento técnico que revisa y sugiere configuraciones para quienes administran los ruteadores, da seguimiento.
- CEPRA, empresa contratada para administrar la Mesa de Ayuda y da servicios de 1er. nivel a través de la plataforma Remedy.
- INDRA – empresa contratada para administrar el Sistema de Monitoreo CIMOV
- NOC-CUDI – Centro de Operaciones de la Red CUDI responsable de integrar las necesidades de conectividad de las instituciones de educación superior y centros de investigación con CSIC para ser beneficiarios de la Red NIBA.
- Getronix – empresa contratada que administraba los ruteadores de CFE.

El Centro de Operaciones de la Red debe contar con un mínimo de personal que sea capaz de dar cumplimiento de los objetivos planteados.

Para ello se propone la siguiente estructura:

- un coordinador del NOC
- cinco personas especializadas en atención a incidencias (Mesa de Ayuda)
- un ingeniero especializado en desarrollo de nuevas aplicaciones de monitoreo y gestión de red
- dos ingenieros de redes
- un ingeniero de sistemas
- un ingeniero de seguridad

**CAPEX**

<b>Concepto</b>	<b>Descripción</b>	<b>Precio</b>
19 Laptop	Herramienta para acceder a los diferentes sistemas de monitoreo y ayuda con gran capacidad de almacenamiento y RAM ya que se pueden utilizar en configuraciones especiales  (3 redes+1 sistemas+1 seguridad+5 mesa de ayuda)	570,000+iva
Ruteador (switch L3) de acceso + 2AP wifi	Router para conectarse a la red NIBA	200,000+iva
15 escritorios	Unidades de trabajo para personal del NOC y la mesa de ayuda  (3 redes+1 sistemas+1 seguridad+5 mesa de ayuda)	225,000+iva
Cableado	Cableado red NOC	30,000+iva
8 Monitores	Red de Visualización del NOC	88,000+iva
Software de Monitoreo	Plataforma Cisco Works-Prime	10,800,000.00+iva
Hardware de Medición de tráfico y OTDR	Generador de Tráfico de 1 y 10 Gbps. Medidor de atenuación de la señal en FO	1'500,000+iva
Servidores tecnología Intel	Servidor para instalar todas las herramientas de monitoreo	1,200,000+iva
<b>Subtotal</b>		<b>14'613,000+iva</b>

Sub Total OPEX-RH	9'396,000+iva
SubTotal OPEX-OTROS	2'020,000+iva
Subtotal CAPEX	14'613,000+iva
<b>GRAN TOTAL</b>	<b>26'029,000+iva</b>

### III. SUBPROGRAMA CONECTIVIDAD LOCAL

#### *III.a. Anillos de Fibra*

Se propone la construcción de 11 anillos de fibra para la conectividad de instituciones de educación superior y centros de investigación a IXP's y a la dorsal nacional de la RNEI. La inversión requerida sería de 552 millones de pesos.

Ciudad	Kilómetros	Inversión (millones pesos)	Campus públicos básicos conectados	Pago anual a 5 años (millones pesos)	Pago anual por campus (millones pesos)
Puebla	200	\$41.86	43	\$16.72	0.388
México	250	\$176.95	169	\$70.38	0.416
Guadalajara	91	\$42.5	28	\$17.10	0.611
Guanajuato	205	\$76.0	30	\$28.19	0.940
Monterrey	84	\$44.1	39	\$17.65	0.452
Merida	62	\$24.13	15	\$9.32	0.621
Aguascalientes	55	\$20.93	14	\$8.16	0.582
San Luis Potosí	61	\$25.65	21	\$9.87	0.470
Toluca	136	\$51.3	39	\$19.20	0.492
Tuxtla	39	\$18.81	18	\$7.38	0.410
Querétaro	74	\$29.76	23	\$11.36	0.494
<b>Total</b>	<b>1257</b>	<b>551.99</b>	<b>439</b>	<b>215.33</b>	<b>0.490</b>



Vale la pena destacar que, como se describe en el anexo, Conacyt ya ha hecho una inversión importante de recursos en los anillos de la Ciudad de México y Puebla y tiene comprometido aportar recursos para el anillo de Guanajuato. Habrá que buscar transformar la gobernanza de dichos anillos para que puedan beneficiar a el mayor numero de instituciones posibles en esas entidades.

Para financiar este proyecto se propone establecer un financiamiento a la operadora de la RNIE con la banca de desarrollo a pagar en un lapso de 5 años. El financiamiento se recuperaría con el pago de una cuota por parte de las universidades y Centros de investigación públicos (de unos 500,000 pesos anuales por campus conectado). Los pagos se comprometerían por los entes concentradores de las instituciones (Subsecretaria de Educación Superior, Conacyt), que asegurarían que las entidades conectadas tuvieran los recursos para cubrir sus cuotas a CUDI. Esta esquema podría implementarse con un mínimo de recursos fiscales.

Otras instituciones que puedan aprovechar el anillo (planteles de media superior, hospitales, instituciones privadas, etc.) pagarán una cuota de recuperación que contribuiría a reducir el pago de las instituciones públicas iniciales.

### *III.b. IXP's*

CUDI ha venido promoviendo el despliegue de una red nacional de IXP's. Ha recibido la donación de 11 equipos que pudieran utilizarse para arrancar IXP's en las ciudades donde se cuente con accesos de fibra oscura.

Se requerirá cubrir las cuotas correspondientes para cubrir los costos de pertenecer a los diversos IXP's

### *IIIcb. Enlaces de última milla proyecto 40 ciudades*

Donde no llegan los anillos de fibra óptica, se requerirá adquirir enlaces de última milla de concesionarios de telecomunicaciones. La SCT paga anualmente **\$136 millones de pesos** para adquirir unos 600 enlaces de instituciones públicas. En caso de contar con recursos se deberá buscar la evolución tecnológica de estos enlaces para que puedan satisfacer de mejor manera las necesidades de las instituciones conectadas.

## IV. SUBPROGRAMA SERVICIOS

- *Servicio de Videoconferencia*
- El sistema de videoconferencia es el principal medio de interacción en tiempo real de los investigadores a nivel mundial.
- En 2015 se adquirió un sistema de videoconferencia de última generación por una duración de 4 años que permite hasta 150 salas simultáneas full HD.
- El sistema requiere un equipo de grabación y almacenamiento, al menos 4 puertos para el servicio de streaming y dos servidores de almacenamiento de licencias y puertos que serán distribuidos en distintas IES y CI para brindar mayor disponibilidad y seguridad al sistema de videoconferencia..
- Los equipos complementarios que se requieren adquirir tiene un costo aproximado de \$1.2 millones de pesos.

- *Servicios de Supercómputo*

- Los investigadores mexicanos cada vez están más involucrados en proyectos de investigación que requieren el uso de supercómputo para la simulación de sus procesos. Generan grandes volúmenes de datos que requieren ser almacenados y transportados para su visualización, simulación, procesamiento, interpretación, caracterización, etc. mediante instrumentos científicos especializados.
- La integración de la suma de recursos de supercómputo para el procesamiento y el almacenamiento es cada vez más común a nivel mundial. Las iniciativas PRACE en Europa y XSEDE en Estados Unidos, nos demuestran que la suma de estas capacidades de recursos, más la suma de los recursos humanos altamente especializados, se traduce en usos más eficientes de los recursos, por más investigadores con resultados de sus investigaciones en un menor plazo. Los recursos de supercómputo en red, requieren de un manejo seguro y altamente confiable. En México distintas instituciones han adquirido estos recursos y existe la voluntad de integrar un sistema nacional de supercómputo que atienda las demandas de procesamiento que requieren los proyectos de investigación de alto impacto.

- *Servicios de difusión y diseminación*
- Se realizarán 6 reuniones regionales y una reunión anual de miembros con un costo aproximado de \$1.3 millones de pesos.
- *Servicios de administración*
- Los gastos de administración son:

CONCEPTO	(Pesos)
Gastos de personal y servicios profesionales	11,829,357
Gastos de administración y operación	2,111,042
Depreciación y amortización	581,474
Direcciones IPv4, IPv6	245,000
Telecomunicaciones	525,000
Licencias	289,000
Pólizas de mantenimiento	406,000
Capacitación	500,000
Total	16,486,873

TABLA RESUMEN DE PROGRAMAS Y FUENTES DE FINANCIAMIENTO (APROXIMADOS)

Este Programa para la Conectividad de la RNEIM asume que:

- Los niveles de gasto que realiza el fideicomiso e-México se mantienen y se optimizan (320 millones de pesos).
- Los anillos de fibra se financian con recursos de la banca de desarrollo (552 millones de pesos).
- La operación se financia con cuotas de membresía.

(pesos)

Programa	Recursos Necesarios (pesos)	Fuente de financiamiento
I. Conectividad Internacional	8,161,000	CAI de Conacyt
II. Dorsal Nacional	203,000,000	Fideicomiso e-México
III. a) Anillos de Fibra Locales	552,000,000	Financiamiento de Banca de Desarrollo
b) Últimas millas	136,000,000	Fideicomiso e-México
IV. Servicios Aplicaciones, Comunicación y Organización	19,000,000	Cuotas de miembros

## CONSIDERACIONES FINALES.

El presupuesto definitivo se deberá ajustar una vez conocidas las estrategias de las autoridades responsables de la implementación del Art. 213 de la LFTyC.

Se ha destacado ante las autoridades responsables que ya se eroga una cantidad substancial de recursos, sin obtener los resultados esperados.

En caso de una limitación extrema de recursos se ha considerado las siguientes medidas:

### *Conacyt:*

- Concentrar los recursos erogados en telecomunicaciones por los centros Conacyt a contribuir al desarrollo de la RENEIM
- Modificar la gobernanza de los anillos de fibra ya construidos para convertirlos en bienes públicos que apoyen la conectividad de las IES. Estos son la Delta Metropolitana, Puebla y Gunajuato.
- Apoyar a CUDI a conseguir recursos privados y de la Banca de Desarrollo para desarrollar anillos de fibra que serán repagados con repagados a plazos por las IES beneficiadas

### *CSIC:*

- Transferir los recursos gastados actualmente en los contratos de operación de la Red NIBA (CEPRA, INDRA, GTRONICS). Se estima que se podrían lograr importantes ahorros con un substancial impacto en la calidad de los servicios prestados.