



Requisitos para la adquisición y puesta en operación del  
**Equipamiento Optoelectrónico para la red de conectividad científica de  
alta capacidad (RCC) en la Ciudad de Aguascalientes, Ags.**



Interconectividad por fibra óptica para los Centros Públicos de Investigación  
(CPI)

**Agosto 16, 2018**



Contenido

1. Generalidades .....	4
2. Alcances .....	4
3. Requerimientos de los centros públicos de investigación (CPI) .....	5
4. Objetivos de Calidad para el Diseño de la Red: .....	7
4.1 Capacidades, Protocolos e Interfaces. ....	7
4.2 Aplicaciones existentes. ....	9
4.3 Red de Datos. ....	9
5. Premisas de diseño y elementos de la propuesta .....	9
6. Arquitectura de la solución.....	16
7. Propuesta técnica .....	18
8. Propuesta económica .....	19
9. Programa de trabajo.....	20
10. Lugar de entrega de los bienes: .....	20
11. Periodo de ejecución: .....	20
12. Especificaciones del alcance de los trabajos .....	20
12.1 Cumplimiento de Normas. ....	20
12.2 Información técnica del proyecto .....	21
13. Consideraciones complementarias .....	21
14. Garantía. ....	22
15. Responsabilidad civil.....	22
16. Recepción de la red .....	23
17. Forma de pago. ....	23
18. Penalizaciones .....	23
19. Deductivas por retraso en la entrega .....	24
20. Anexos .....	24
20.1 Protocolo de pruebas de recepción por nodo y de red.....	24

	<p align="center"><b>Dirección Adjunta de Innovación y Conocimiento</b></p> <p align="center"><b>ANEXO TÉCNICO</b></p> <p align="center"><b>Equipamiento optoelectrónico para la red de conectividad científica de alta capacidad ( RCC) en la Ciudad de Aguascalientes, Ags.</b></p>	 <p align="center"><b>CONACYT</b> <i>Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología</i></p>
---	---	--

21. Glosario de términos..... 24




## 1. Generalidades

El presente Anexo Técnico tiene por objeto la adquisición y puesta en operación del “Equipamiento Optoelectrónico para la red de conectividad científica de alta capacidad (RCC) en la Ciudad de Aguascalientes, Ags.” para la interconexión por fibra óptica de los centros públicos de investigación (CPI) del CONACYT en la Ciudad de Aguascalientes, Ags. que se implementará a través del INFOTEC Centro de Investigación e Innovación en Tecnologías de la Información y Comunicación, CPI adscrito al CONACYT. El anexo técnico, establece la descripción, especificaciones y características de los equipos y la red que se prevén implementar, siendo parte de los requisitos obligatorios que deben cumplir y presentar los participantes en su proposición, previendo en la propuesta técnica y económica todo lo necesario para su correcta instalación y operación.

## 2. Alcances

El participante deberá de suministrar, instalar, configurar, probar y poner en operación la red de transmisión óptica metropolitana para la RCC, siendo ésta una solución integral y de puesta en operación completa de acuerdo a las características técnicas especificadas en este anexo técnico, debiendo integrar los elementos necesarios para dicha red:

1. Equipos optoelectrónicos DWDM + ROADM para CPI, equipados a 200 Gbps de capacidad en la línea
2. Equipo Router de frontera para INFOTEC
3. Equipos Router de frontera para CPI
4. Equipo de monitoreo de la fibra óptica (OTDR fijo)
5. Equipos de alimentación ininterrumpida (UPS)
6. Sistema de gestión por elemento e integral incluyendo el servidor en el que se instala el software, que soporte cuando menos dos conexiones desde diferentes puntos de la red.
7. Instalación, configuración, prueba y puesta en servicio de la red integral
8. Garantía de todos los equipos por 1 año (Garantía mínima inherente a cada equipo sin costo adicional)
9. Capacitación para 4 personas en todos los elementos que integran la red
10. Toda la información técnica asociada al diseño e ingeniería de la red

	<b>Dirección Adjunta de Innovación y Conocimiento</b> <b>ANEXO TÉCNICO</b> <b>Equipamiento optoelectrónico para la red de conectividad científica de alta capacidad ( RCC) en la Ciudad de Aguascalientes, Ags.</b>	 <b>CONACYT</b> <small>Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología</small>
--	---	---



Todos los componentes y documentación deberán cumplir totalmente con las especificaciones técnicas que se detallan en este documento.

### 3. Requerimientos de los centros públicos de investigación (CPI)

La red se conformará de seis centros públicos de investigación adscritos al CONACYT que ya tienen instalaciones en Aguascalientes, un nodo de la Comisión Federal de Electricidad y otro nodo denominado Centro de Innovación y Transferencia Tecnológica de Aguascalientes para el sector Automotriz (CITTAA) que agrupará a ocho CPI.

Se relacionan los nombres, dirección y localización geográfica:

Centro Público de Investigación (CPI)	Dirección / Ubicación	Geoubicación
<b>INFOTEC</b> Centro de Investigación e Innovación en Tecnologías de la Información y Comunicación.	Circuito Tecnopolo Sur No. 112, Col. Fraccionamiento Tecnopolo Pocitos, CP 20313, Aguascalientes, Ags.	21°53'43.15"N 102°21'6.42"O
<b>CIDE.</b> Centro de Investigación y Docencia Económicas.	Circuito Tecnopolo Norte No. 117, Col. Fraccionamiento Tecnopolo Pocitos II, CP 20313, Aguascalientes, Ags.	21°53'42.79"N 102°21'2.13"O
<b>Centro GEO.</b> Centro de Investigación en Geografía y Geomática "Ing. Jorge L. Tamayo", A.C.	Circuito Tecnopolo Norte No. 117, Col. Fraccionamiento Tecnopolo Pocitos, II, CP 20313, Aguascalientes, Ags.	21°53'41.92"N 102°21'8.18"O
<b>CIMAT.</b> Centro de Investigación en Matemáticas.	Calzada de la Plenitud 103, Fraccionamiento Reserva Loma Bonita, CP 20200, Aguascalientes, Ags.	21°50'41.86"N 102°20'37.19"O
<b>CIO.</b> Centro de Investigaciones en Óptica, A.C.	Prolongación Constitución No. 607, Fraccionamiento Reserva Loma Bonita, CP 20200, Aguascalientes, Ags.	21°50'41.86"N 102°20'37.19"O

	<b>Dirección Adjunta de Innovación y Conocimiento</b> <b>ANEXO TÉCNICO</b> <b>Equipamiento optoelectrónico para la red de conectividad científica de alta capacidad ( RCC) en la Ciudad de Aguascalientes, Ags.</b>	
---	---	---



<b>CIATEQ.</b> Centro de Tecnología Avanzada Sede Aguascalientes.	Circuito Aguascalientes Norte No 135, Parque Industrial del Valle, CP 20358, Aguascalientes, Ags.	21°58'3.74"N 102°16'52.80"O
---	---	--------------------------------

El nodo de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) para la interconexión nacional conocido como hotel de CFE en la siguiente dirección:

CFE	Dirección/Ubicación	Geoubicación
Comisión Federal de Electricidad  Hotel para salida nacional	Pino Suárez 309, Esq. Av. Ferrocarril, Col. Gremial; Aguascalientes. Aguascalientes. C.P. 20030.	21°53'23.9"N 102°16'59.7"O

El otro punto a considerar es el Centro de Innovación y Transferencia Tecnológica de Aguascalientes para el sector Automotriz (CITTAA) que agrupará ocho CPI, hasta la fecha sólo se cuenta con el predio que los alojará, el terreno se localiza frente a la Unidad Aguascalientes del INFOTEC. Toda vez que estarán en la misma ubicación únicamente se cuenta con un registro con una salida de fibra óptica para hacer la derivación del anillo, pero se equipará el hardware necesario para la conectividad a través del equipo a ubicarse en INFOTEC. La ubicación georreferenciada para el CITTAA es: 21°53'40.35"N 102°21'6.36"O.

Centro de Innovación y Transferencia Tecnológica de Aguascalientes para el sector Automotriz (CITTAA)	Dirección/Ubicación
<b>COMIMSA.</b> Corporación Mexicana de Investigación en Materiales S.A. de C.V.	El inmueble se ubicará frente a las instalaciones de INFOTEC.
<b>CIQA.</b> Centro de Investigación en Química Aplicada.	El inmueble se ubicará frente a las instalaciones de INFOTEC.
<b>INAOE.</b> Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica.	El inmueble se ubicará frente a las instalaciones de INFOTEC.
<b>IPICyT.</b> Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica.	El inmueble se ubicará frente a las instalaciones de INFOTEC.

	<b>Dirección Adjunta de Innovación y Conocimiento</b> <b>ANEXO TÉCNICO</b> <b>Equipamiento optoelectrónico para la red de conectividad científica de alta capacidad ( RCC) en la Ciudad de Aguascalientes, Ags.</b>	 <b>CONACYT</b> <small>Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología</small>
---	---	--

<b>CIMAV.</b> Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S.C.	El inmueble se ubicará frente a las instalaciones de INFOTEC.
<b>CIATEC.</b> Centro de Innovación Aplicada en Tecnologías Competitivas.	El inmueble se ubicará frente a las instalaciones de INFOTEC.
<b>CIDETEQ.</b> Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica.	El inmueble se ubicará frente a las instalaciones de INFOTEC.
<b>CIDESI.</b> Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial.	El inmueble se ubicará frente a las instalaciones de INFOTEC.

#### 4. Objetivos de Calidad para el Diseño de la Red:

En el diseño se definieron para la Red de Conectividad Científica (RCC) a los requerimientos de calidad de interconectividad en los CPI, debiendo cubrir los siguientes parámetros:

- Disponibilidad del enlace ethernet de 99.90% mensual por servicio.
- Latencia ida y vuelta menor a 10 milisegundos (round trip).
- Restauración automática en 50 milisegundos.
- Pérdida de tramas (bloques de información) menor o igual a 0.01%.
- Caudal (cantidad de datos por segundo) 100%.
- Fluctuación o variabilidad durante envío de señales digitales, Jitter 20 < us.

#### 4.1 Capacidades, Protocolos e Interfaces.

Los **equipos ópticos** deben contar con el siguiente equipamiento:

- Capacidad de ocho conexiones en FE al cliente del INFOTEC y de los CPI para recibir servicios de proveedores de Internet y enlaces dedicados en interface física RJ-45, de 10, 100 o 1000 Mbps. IEEE 802.3, entregada en patch panel cable UTP categoría 6 y configurables en velocidad



- Capacidad de conexión de 1 x 10 GE al cliente del CPI en interface multimodo en la ventana de 850 nm, full dúplex configuración 1+1 con diversidad de tarjeta y de equipo y entregada en conector LC/UPC rematada en DFO en conector SC/UPC
- Capacidad de 200 Gbps de transmisión de línea equipados en hardware iniciando con 100 Gbps y los 200 Gbps solo sean activados por licencia de software en la banda C, en interface monomodo, full dúplex configuración 1+1 con diversidad de equipo y entregada en conector LC/UPC rematada en DFO en conector SC/UPC.

El sistema debe permitir la transmisión (ser transparente) para los siguientes protocolos:

**CAPA 1**

TDM	SDH	OTN		
-----	-----	-----	--	--

**CAPA 2**

CDP	L2TP	HDLC	VLAN	STP
ETHERNET	ARP	L2F	VTP VLAN	LLDP
PPP	PPTP			

**CAPA 3**



ATM	IPX	APPLE TALK	IPv4	FDDI
MPLS	BGP	IGMP	IPv6	IS-IS
IP	EGP	IPX	S3P	

**CAPA 4**

TCP	UDP			
-----	-----	--	--	--

Si bien es cierto que los sistemas DWDM son transparentes a estos protocolos, en algunos casos por errores de configuración o al tipo de hardware en los equipos, algunos de ellos presentan problemas, la razón de listarlos es la de garantizar la completa transparencia de la solución.



	<b>Dirección Adjunta de Innovación y Conocimiento</b> <b>ANEXO TÉCNICO</b> <b>Equipamiento optoelectrónico para la red de conectividad científica de alta capacidad ( RCC) en la Ciudad de Aguascalientes, Ags.</b>	
---	---	---

#### 4.2 Aplicaciones existentes.

Actualmente los centros públicos de investigación cuentan con redes locales que reciben los siguientes servicios principalmente de acceso a internet pública e internet privada y algunos enlaces dedicados para interconectarse a otros centros, en interface Ethernet UTP RJ-45, de 10, 100 o 1000 Mbps en promedio son:

- a) Enlace de acceso dedicado a Internet pública de 10 Mbps.
- b) Enlace de acceso a la Red NIBA de 10 Mbps.
- c) Enlace de acceso a la Red de Internet 2 de 2 a 10 Mbps.
- d) Enlace dedicado de interconexión a otro centro del mismo tipo ubicado en otra ciudad de 10 Mbps.

Todos ellos son entregados en interface Ethernet IEEE 802.3

#### 4.3 Red de Datos.

##### En INFOTEC

Estará compuesta básicamente por un enrutador nuevo de frontera que formará parte de la red de datos de los CPI y que podrá recibir interfaces ópticas en la ventana de 850 nm a velocidades de FE, 1 GE, 10 GE, 40 GE y 100 GE.

##### En los CPI

Estará compuesta básicamente por tres enrutadores nuevos de frontera para interconectar las redes locales, mismas que serán integradas a la WAN (Red de datos de los CPI) con un par de interfaces de 10 GE (1+1) por lo que deberá poder recibir interfaces de FE, 1 GE, y 10 GE,

Estos router de frontera deberán cumplir con las características técnicas detalladas en las especificaciones.

### 5. Premisas de diseño y elementos de la propuesta

#### Especificaciones.

**La propuesta técnica y económica.** Debe ser del tipo denominado “Llave en mano” e incluir todos los elementos necesarios para instalar los equipos y poner en servicio la red de transmisión óptica metropolitana para la RCC, se presenta un resumen de los componentes necesarios para el proyecto y después de detallan las características de los mismos:



**Dirección Adjunta de Innovación y Conocimiento**

**ANEXO TÉCNICO**

**Equipamiento optoelectrónico para la red de conectividad científica de alta capacidad ( RCC) en la Ciudad de Aguascalientes, Ags.**



Descripción	Cantidad	Unidad de medida
1. Equipos terminales DWDM+ROADM 200 Gbps	8	Pza
2. Router de frontera INFOTEC	1	Pza
3. Router de frontera CPI	3	Pza
4. Rack para el equipamiento	5	Pza
5. DFO	7	Pza
6. UPS	5	Pza
7. Equipo de monitoreo de Fibra óptica OTDR	1	Pza

- Equipos optoelectrónicos DWDM con función ROADM con el equipamiento y características técnicas mínimas señaladas en este documento
- Equipos Router de frontera y software asociado con el equipamiento tanto para el INFOTEC como para los CPI y características técnicas mínimas señaladas en este documento
- Sistema de gestión por elemento integral centralizado incluyendo el servidor en el que se instala el software, que soporte cuando menos dos conexiones desde diferentes puntos de la red.
- Unidades de monitoreo de la fibra óptica (OTDR) y software de monitoreo con interface gráfica
- Unidades de alimentación ininterrumpida (UPS) para todos los elementos activos de la solución (con posibilidad de acoplarse al sistema de gestión)
- Infraestructura de conectividad óptica DFO conectores SC/SC, canaletas plásticas, escalerillas, y adecuaciones en el sitio que se requieran (a excepción de obra civil)
- Suministro, Instalación, configuración, pruebas de acuerdo a protocolos y puesta en servicio de la solución integral
- Garantía de 1 año en todos los elementos (Garantía mínima inherente a cada equipo sin costo adicional), con la posibilidad de contratar una extensión de garantía al término de vigencia por uno o dos años más.



- Cursos de capacitación para 4 personas en la operación y mantenimiento (primer nivel) para todos los elementos que integran la solución
- Información técnica de diseño e ingeniería, como lo son: Matrices de tráfico, frentes de bastidor, consumos, inventario, memorias técnicas, etc. Adicionando los que considere necesarios.

**Arquitectura de la solución.** Es una arquitectura robusta, escalable y altamente confiable en una jerarquía simplificada, empleando la tecnología DWDM-ROADM, más costo-eficiente y con características *Carrier Class* (alta disponibilidad), a través de una red nueva de fibra óptica de 96 hilos mayormente canalizada del tipo G.652d en configuración física de anillo y lógica de “n” enlaces 10 GE 1+1 punto a punto.

**Especificaciones de la Tecnología.** Se empleará tecnología óptica DWDM con funciones ROADM de nueva generación, madura y confiable, probada mundialmente a prueba de futuro y con al menos 10 años para final de soporte (EOS) y 15 años para final de vida (EOL), donde los equipos ópticos propuestos deberán cumplir con las siguientes especificaciones técnicas:

**Especificaciones para Equipos DWDM + ROADM**



Función Requerida	Capacidad mínima solicitada
Equipo de Transmisión	DWDM funcionalidad de ROADM 2 direcciones con diversidad de equipo
Velocidad de Transmisión de línea	La velocidad esperada y equipada en este equipo es de 200 Gbps, sin embargo, la velocidad requerida inicialmente es de 100 Gbps, el crecimiento a 200 Gbps se debe realizar a través de software o licenciamiento.
Interfaces de cliente equipadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 8 interfaces Fast Ethernet 10, 100 y 1000 Mbps interface RJ-45 IEEE 802.3 configurables en velocidad</li> <li>▪ 1 x 10 GE 1+1 Interface óptica Multimodo con diversidad de tarjeta y equipo (un puerto equipado en una tarjeta y su protección otro puerto equipado en otra tarjeta) en conector LC y rematado en DFO SC por cada CPI conectado al equipo</li> </ul>
Capacidad total de Transmisión	Por lo menos 1.6 Tbps por equipo
Servicios Ethernet	Certificados Carrier Ethernet MEF2.0 <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ E-Line</li> </ul>



	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ E-Lan</li><li>▪ E-Tree</li><li>▪ E-Access</li></ul>
Sincronía	Sync-E (Synchronous Ethernet) IEEE 1588 v2 PTP
Cifrado	El equipo debe soportarlo
Sistema de Gestión	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Elemento de Red</li><li>▪ Red</li><li>▪ Servicio</li><li>▪ FCAPS</li><li>▪ Soporte VM (Máquina Virtual)</li></ul>
Consumo máximo de potencia a capacidad máxima	2,500 Watts
Consumo de potencia promedio del equipamiento con la configuración actual	1000 Watts
Soporte de protocolo y modelo de datos	NETCONF / YANG
SDN	Capacidad de integrarse al ambiente SDN (Redes Definidas por Software) SDN ready

**Confiabilidad del servicio.** Emplear mecanismos de supervivencia en diferentes niveles:

- Protección del servicio a nivel interfaz física con diversidad de tarjeta y equipo 1+1 con LAG.
- Protección por trayecto. Emplear mecanismos automáticos 1+1 para configuraciones punto-punto y en anillos *Self Healing Ring*, restauración y protección.
- Protección de equipo. Diversidad de equipo en la línea, protección 1+1 en fuentes de alimentación, agregados ópticos, tributarios y matrices.
- Protección de enlaces. Diversidad en acometidas y rutas de cables de fibra óptica (FO), separación de trayectorias de cableados en CPI, protección por diversidad nodal en donde sea posible.

	<b>Dirección Adjunta de Innovación y Conocimiento</b> <b>ANEXO TÉCNICO</b> <b>Equipamiento optoelectrónico para la red de conectividad científica de alta capacidad ( RCC) en la Ciudad de Aguascalientes, Ags.</b>	
---	---	---

**Escalabilidad.** La solución será altamente escalable en términos del ancho de banda de transmisión en la red óptica, equipados con 200 Gbps, con velocidad requerida inicialmente de 100 Gbps, el crecimiento a 200 Gbps se debe realizar a través de software o licenciamiento, con posibilidades de crecer a 400 Gbps ó 500 Gbps en la línea hasta un potencial de 1.2 Tbps.

**Especificaciones de la Red de Datos.** Estará basada en un Router de frontera por cada sitio equipado con DWDM + ROADM, un tipo para el INFOTEC y otro tipo para los CPI, ambos tipos de Router deberán estar equipado con un par de interfaces de 10 GE (1+1), 4 interfaces de 1 GbEth ópticas y 4 interfaces configurables en velocidad de 10, 100 y 1000 Mbps eléctricas de acuerdo a las siguientes características:

### Especificaciones Técnicas para Equipos Router de Frontera

#### Para el sitio INFOTEC:

Función Requerida	Capacidad Mínima Solicitada
Unidades mínimas de Rack	6
Cantidad mínima de slots	7
Capacidad mínima por slot	480 Gbps
Tipos de interfaces soportadas	10, 100, 1000 FE eléctricos, 1GE, 10 GE, 40 GE y 100 GE ópticos
Funciones de seguridad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Firewall filters ACL</li> <li>• DHCP Snooping</li> <li>• URPF</li> <li>• GTSM</li> <li>• BGP Flows Spec</li> <li>• MAC address limit and MAC-IP binding</li> </ul>
Protocolos soportados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MPLS</li> <li>• GRE</li> <li>• IPsec</li> <li>• Protocolos de ruteo IGP (OSPF, RIP, etc)</li> <li>• BGP</li> </ul>



**Dirección Adjunta de Innovación y Conocimiento**

**ANEXO TÉCNICO**

**Equipamiento optoelectrónico para la red de conectividad científica de alta capacidad ( RCC) en la Ciudad de Aguascalientes, Ags.**



	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IPv4 e IPv6</li> <li>• VRRP.</li> <li>• VPN</li> </ul>
Confiabilidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IP/LDP/VPN/TE/VLL FRR</li> <li>• Mecanismos de protección como:  IP/TE auto rerouting, IGP/BGP/multicast route convergence, RRPP, IP-Trunk load balancing and backup, BFD, MPLS/Ethernet OAM, Y.1731, and routing protocol/port/VLAN damping</li> <li>• GR, NSF, NSR, and ISSU</li> <li>• PW redundancy, E-Trunk, E-APS, and E-STP</li> <li>• Redundancia en componentes clave como: módulos de procesamiento y unidades de alimentación.</li> <li>• Todos los componentes deben ser hot-swap</li> </ul>
Funciones de Servicios	GRE reassembly, 1:1 NAT, Flow monitoring, Video Monitoring, Lawful intercept, Mirroring, IP Tunneling
Servicios soportados en tarjetas de servicio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IPsec tunnel</li> <li>• High-precision NAT: CGN</li> <li>• Deep packet inspection</li> <li>• Traffic load balancing</li> <li>• Flow monitoring</li> <li>• HTTP header manipulation</li> </ul>
Operación y Mantenimiento	Y.1731, IP FPM, RFC 2544, MPLS OAM, 802.1ag, and 802.3ah
Virtualización	Virtual router / switch, PCEP, Openconfig, Yang data model



Dirección Adjunta de Innovación y Conocimiento

ANEXO TÉCNICO



Equipamiento optoelectrónico para la red de conectividad científica de alta capacidad ( RCC) en la Ciudad de Aguascalientes, Ags.



**Para los sitios CPI:**

<b>Función Requerida</b>	<b>Capacidad Mínima Solicitada</b>
Unidades mínimas de Rack	2
Cantidad mínima de slots	4
Capacidad mínima por slot	20 Gbps
Tipos de Interfaces soportadas	10, 100, 1000 FE eléctricos, 1GE y 10 GE ópticos
Funciones de seguridad	<ul style="list-style-type: none"><li>• Firewall filters ACL</li><li>• DHCP Snooping</li><li>• URPF</li><li>• GTSM</li><li>• BGP Flows Spec</li><li>• MAC address limit and MAC-IP binding</li></ul>
Funciones de servicios	GRE reassembly, 1:1 NAT, Flow monitoring, Video Monitoring, Lawful intercept, Mirroring
Servicios soportados en tarjetas de servicio	<ul style="list-style-type: none"><li>• IPsec tunnel</li><li>• High-precision NAT: CGN</li><li>• Deep packet inspection</li><li>• Traffic load balancing</li><li>• Flow monitoring</li></ul>
Operación y Mantenimiento	Y.1731, IP FPM, RFC 2544, MPLS OAM, 802.1ag, and 802.3ah
Virtualización	Virtual router / switch, PCEP, Openconfig, Yang data model

**Especificaciones para la Gestión de la solución.** La plataforma de gestión abarcará los niveles de: elemento de red; de red; y de servicio, así como las funciones FCAPS que deben

	<p><b>Dirección Adjunta de Innovación y Conocimiento</b></p> <p><b>ANEXO TÉCNICO</b></p> <p><b>Equipamiento optoelectrónico para la red de conectividad científica de alta capacidad ( RCC) en la Ciudad de Aguascalientes, Ags.</b></p>	
---	--	---

soportar los protocolos tradicionales como CLI, SNMP, Corba, etc., y también debe estar preparada para manejar NETCONF / YANG y API para una integración SDN, además deberá tener la posibilidad de integrar los sistemas de gestión de cada uno de los elementos electrónicos que componen la red.

**Especificaciones para el Monitoreo de la Fibra Óptica (OTDR).** Sistema para el monitoreo en tiempo real de la red de fibra óptica a través del uso de un par de hilos de fibra que permita detectar los cortes en la red y la ubicación gráfica georreferenciada de los mismos a través de un ambiente gráfico (GIS), así como el cambio (degradación) en sus condiciones.

**Facilidades en sitio.** Se debe considerar la instalación de todo el equipo para la solución, el de transmisión, el de monitoreo de la fibra óptica, en un mismo rack de 19", con alimentación regulada de 220 VCA, sistema de alimentación ininterrumpida de CA (UPS) cuando menos para proporcionar 60 minutos de respaldo para todos los elementos activos de la solución, así como la conexión de estos equipos a los tableros de distribución de CA.

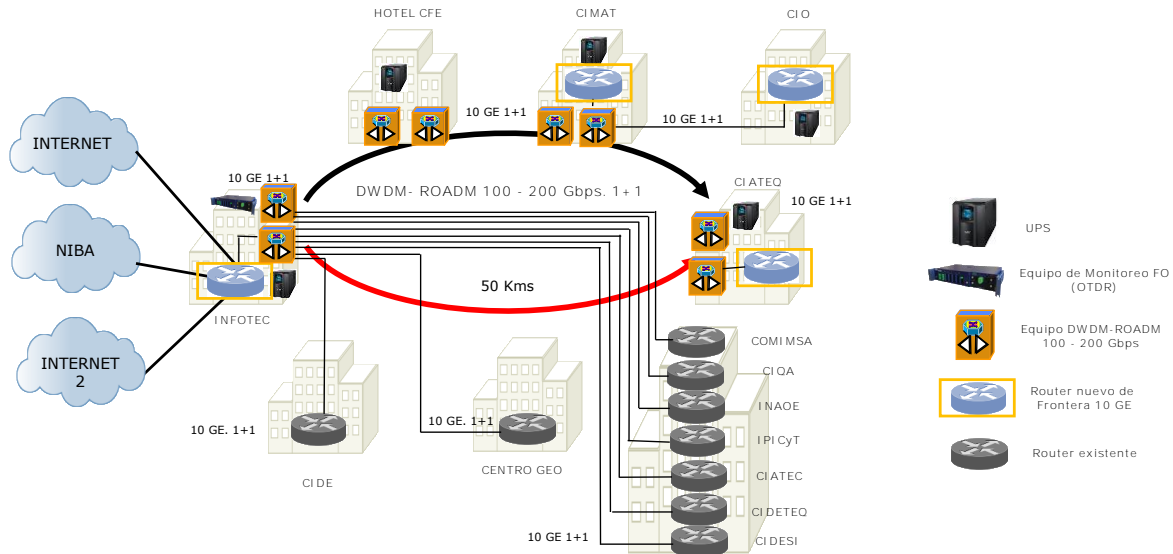
Para su propuesta el Participante deberá considerar que las adecuaciones de los sitios para instalar los equipos en cada uno, no exceden los 30 metros de escalerilla y/o canaleta, así como de fibra troncal y que no ejecutará trabajos de obra civil.

## 6. Arquitectura de la solución

A continuación, se muestra la arquitectura general de la solución para la Red de Conectividad Científica en lo referente a la Red de Transmisión y todos los elementos que la componen para interconectar los diferentes Centros Públicos de Investigación con el INFOTEC Centro de Investigación e Innovación en Tecnologías de la Información y Comunicación.

Esta consta de una **red dorsal** en configuración lógica de enlaces de 10 GE punto a punto y física de anillo compuesta de 13 enlaces Ethernet configuración 1+1 con capacidad de 10 Gbps cada uno que interconectan 13 sitios (nodos dorsales) con el INFOTEC en una lambda de Transmisión de 100-200 Gbps. protegida en un esquema 1+1 que conmute en caso de corte de la FO, alta atenuación o alta tasa de errores en menos de 50 ms. Adicionalmente cada nodo de equipo debe ofrecer conectividad en FE y 1 GE para cada CPI de ocho puertos configurables en velocidad.





**Figura 1. Arquitectura de la Red Dorsal.**

La Red Dorsal se compone de enlaces Ethernet punto a punto lógicamente independientes entre nodos, que interconectan los 13 sitios principales con el INFOTEC, cada enlace debe ser de 10 GE 1+1 entregados en dos equipos independientes en cada uno de los nodos DWDM de los CPI que se indican en la arquitectura y donde solo en cuatro de estos sitios serán equipados con DWDM-ROADM, estos equipos son de alta capacidad equipados con 200 Gbps, con velocidad requerida inicialmente de 100 Gbps, el crecimiento a 200 Gbps se debe realizar a través de software o licenciamiento, y hasta 1.2 Tbps, preparando así la red para crecimientos futuros. Para la integración de los servicios existentes se requieren de ocho puertos FE y hasta 1 GE por sitio, configurables por software en velocidad.

El equipamiento por sitio será como sigue:

SITIO	EQUIPAMIENTO
INFOTEC	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 1 Rack</li> <li>▪ 1 DFO</li> <li>▪ 2 Equipos terminales DWDM+ROADM 100-200 Gbps</li> <li>▪ 1 Equipo Router de frontera configuración para INFOTEC</li> <li>▪ 1 Equipo de monitoreo de FO OTDR</li> <li>▪ 1 UPS</li> </ul>
CIMAT	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 1 Rack</li> </ul>





	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ 1 DFO</li><li>▪ 2 Equipos terminales DWDM+ROADM 100-200 Gbps</li><li>▪ 1 Equipo Router de frontera configuración para CPI</li><li>▪ 1 UPS</li></ul>
CIO	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ 1 Rack</li><li>▪ 1 DFO</li><li>▪ 1 Equipo Router de frontera configuración para CPI</li><li>▪ 1 UPS</li></ul>
CIATEQ	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ 1 Rack</li><li>▪ 1 DFO</li><li>▪ 2 Equipos terminales DWDM+ROADM 100-200 Gbps</li><li>▪ 1 Equipo Router de frontera configuración para CPI</li><li>▪ 1 UPS</li></ul>
CIDE	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ 1 DFO</li></ul>
CENTRO GEO	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ 1 DFO</li></ul>
HOTEL CFE	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ 1 Rack</li><li>▪ 1 DFO</li><li>▪ 2 Equipos terminales DWDM+ROADM 100-200 Gbps</li><li>▪ 1 UPS</li></ul>

**Los enlaces entre los nodos de la red dorsal deben ser lógicamente independientes y con al menos dos trayectorias físicas diferentes para asegurar el esquema de protección de toda la red**

## 7. Propuesta técnica

El Participante deberá proporcionar en forma detallada la siguiente información:

- Diagrama topológico que señale detalladamente los elementos que conforman su propuesta técnica, así como las rutas físicas y lógicas que seguirán los enlaces
- Lista detallada de los elementos, marcas, modelos y versiones hardware (HW) y software (SW) de los mismos



	<p><b>Dirección Adjunta de Innovación y Conocimiento</b></p> <p><b>ANEXO TÉCNICO</b></p> <p><b>Equipamiento optoelectrónico para la red de conectividad científica de alta capacidad ( RCC) en la Ciudad de Aguascalientes, Ags.</b></p>	
---	--	---

- Documentación de especificaciones técnicas de cada uno de los elementos que componen la solución, identificando y señalando claramente en ella, el cumplimiento de las especificaciones técnicas solicitadas en el folio del documento.
- Lista general de las actividades a ejecutar para la instalación y adecuaciones de los sitios
- Lista general de las actividades a ejecutar para la configuración y puesta en operación de todos los elementos que conforman la solución
- Descripción detallada de la cobertura de la garantía mínima de 1 año como parte de la compra del equipo
- Capacitación propuesta para 4 personas en todos los elementos que conforman la red con un periodo de duración de cuando menos 3 días
- Matriz de tráfico, frentes de bastidor y consumos por unidad
- Documento expedido por los fabricantes de los equipos donde se especifique que los modelos y versiones HW y SW de los mismos cumplen con las condiciones de “Fin de Soporte” y “Fin de Vida” establecidos en el anexo técnico.

## **8. Propuesta económica**

El Participante deberá proporcionar en forma detallada la siguiente información:

- Lista detallada de los elementos, marcas, modelos y versiones de los mismos, unidades necesarias para el proyecto, costo por unidad y costo total, desglosando todo y cada uno de los equipos: DWMD+ROADM, Supervisión de la fibra óptica y UPS así como DFO, rack, materiales y adecuaciones.
- Lista general de las actividades a ejecutar para la instalación y adecuaciones de los sitios, unidades necesarias para el proyecto, costo por unidad y costo total
- Lista general de las actividades a ejecutar para la configuración y puesta en operación de todos los elementos que conforman la solución, unidades necesarias para el proyecto, costo por unidad y costo total
- Lista detallada, unidades necesarias, costo por unidad y costo total
- Costo detallado de la capacitación propuesta para 4 personas en todos los elementos que conforman la red con un periodo de duración de cuando menos 3 días

	<p><b>Dirección Adjunta de Innovación y Conocimiento</b></p> <p><b>ANEXO TÉCNICO</b></p> <p><b>Equipamiento optoelectrónico para la red de conectividad científica de alta capacidad ( RCC) en la Ciudad de Aguascalientes, Ags.</b></p>	
---	--	---

## **9. Programa de trabajo**

El participante deberá proporcionar el plan para la ejecución del proyecto, señalando en forma detallada la siguiente información:

- Tiempos y cantidad de personal para realizar visitas de campo
- Tiempos de fabricación, traslado y entrega en sitio del equipo
- Tiempos y cantidad de personal para ejecutar las adecuaciones e instalación de todos los elementos
- Tiempos y cantidad de personal para realizar las configuraciones, pruebas y entrega en operación de todos los elementos
- Proceso global de Instalación, configuración, prueba y puesta en servicio de la Red

## **10. Lugar de entrega de los bienes:**

Los servicios y entregas se realizarán en cada uno de los sitios señalados en el punto 3 de este documento ubicados en la Ciudad de Aguascalientes, Aguascalientes de acuerdo con lo señalado en el presente ANEXO TÉCNICO.

## **11. Periodo de ejecución:**



A partir de la fecha de fallo adjudicatorio de la convocatoria hasta el 23 de noviembre de 2018.

## **12. Especificaciones del alcance de los trabajos**

### **12.1 Cumplimiento de Normas.**

Los equipos ópticos y router de frontera deben cumplir con las normas y/o especificaciones técnicas y/o estándares siguientes:

- IEEE 802.3 Ethernet
- IEEE 802.3ba para 100 Gbps
- IEEE 802.3bs para 200 Gbps
- IEEE 1588 PTP

	<p><b>Dirección Adjunta de Innovación y Conocimiento</b></p> <p><b>ANEXO TÉCNICO</b></p> <p><b>Equipamiento optoelectrónico para la red de conectividad científica de alta capacidad ( RCC) en la Ciudad de Aguascalientes, Ags.</b></p>	
---	--	---

- ITU-T G.8261, G.8262 y G.8264
- RFC 2544
- ITU-T Y1564

## 12.2 Información técnica del proyecto



La implementación deberá de considerar los siguientes elementos y características:

- **Proyecto de Diseño e Ingeniería detallado**, memorias técnicas, dimensionamiento, frentes de bastidor, consumos por elemento de la red y configuraciones.
- **Limpieza**, se refiere a mantener limpio el lugar de los trabajos durante la ejecución de los mismos, así como realizar la limpieza final del área de trabajo incluye retiro de materiales excedentes.
- **Pruebas**, se refiere a las pruebas de recepción del sistema de acuerdo a la aplicación del “**Protocolo de pruebas y recepción en operación del equipamiento optoelectrónico de la Red de Conectividad Científica (RCC)**” con equipo Analizador de Transmisión para FE, 1 / 10 / 100 / 200 Gb/s, Equipo Analizador de OTDR para verificar que la red opera de acuerdo a las recomendaciones y estándares internacionales, así como la correcta configuración de los servicios.

## 13. Consideraciones complementarias

Las actividades antes mencionadas son enunciativas mas no limitativas para la adecuada conclusión de los trabajos y su mantenimiento, por lo que el Participante debe prever en su propuesta económica todo lo necesario para la adecuada instalación, configuración, prueba, puesta en servicio y entrega en operación de acuerdo a protocolo de la red incluyendo: materiales, herramientas, maquinaria y equipo, mano de obra, permisos y requisitos de importación para venta a gobierno, así como todos los costos involucrados, de ahí que una vez formalizada la adquisición de bienes y los trabajos inherentes para su instalación, no estarán sujetos ni a revisión ni ajustes de costos directos, indirectos, financiamiento, cargos adicionales ni utilidad.

Para la correcta instalación y puesta en operación de los equipos, el participante deberá acreditar que cuenta con personal especializado, para ello deberá proporcionar cédula

	<p><b>Dirección Adjunta de Innovación y Conocimiento</b></p> <p><b>ANEXO TÉCNICO</b></p> <p><b>Equipamiento optoelectrónico para la red de conectividad científica de alta capacidad ( RCC) en la Ciudad de Aguascalientes, Ags.</b></p>	
---	--	---

profesional, currículum y constancias de capacitación formal del fabricante para equipos del proyecto.

#### **14. Garantía.**

Para garantizar el cumplimiento del Contrato y la correcta ejecución del proyecto, el Participante se obliga a otorgar garantía por el 10% (diez por ciento) del monto total del Contrato sin considerar el Impuesto al Valor Agregado (I.V.A.) debiendo ser, de manera preferente, mediante fianza por Institución legalmente autorizada para ello, misma que deberá ser entregada al INFOTEC Centro de Investigación e Innovación en Tecnologías de la Información y Comunicación dentro de los 10 (diez) días naturales siguientes a la fecha de firma del Contrato y deberá permanecer efectiva durante la vigencia del Contrato. En el supuesto de que dicha garantía se constituya mediante fianza, deberá de contener las siguientes declaraciones:



- a) Que la fianza se otorga atendiendo a todas las estipulaciones contenidas en el Contrato.
- b) Que, para cancelar la fianza, será requisito contar con la constancia de cumplimiento total de las obligaciones contractuales;
- c) Que la fianza permanecerá vigente durante el cumplimiento de la obligación que garantice y continuará vigente en caso de que se otorgue prórroga al cumplimiento del contrato, así como durante la substanciación de todos los recursos legales o de los juicios que se interpongan y hasta que se dicte resolución definitiva que quede firme, y

Que la afianzadora acepta expresamente someterse a los procedimientos de ejecución previstos en la Ley de Instituciones de Seguros y de Fianzas para la efectividad de las fianzas, aún para el caso de que proceda el cobro de indemnización por mora, con motivo del pago extemporáneo del importe de la póliza de fianza requerida.

Dicha fianza deberá ser expedida a favor de INFOTEC Centro de Investigación e Innovación en Tecnologías de la Información y Comunicación, señalar número de contrato, vigencia e importe.

#### **15. Responsabilidad civil**

El Participante adjudicado se obliga a contratar un seguro de responsabilidad civil por un monto equivalente al 5% (cinco por ciento) del monto total del Contrato antes del Impuesto al Valor Agregado (I.V.A.), misma que deberá ser entregada al INFOTEC Centro de

	<p><b>Dirección Adjunta de Innovación y Conocimiento</b></p> <p><b>ANEXO TÉCNICO</b></p> <p><b>Equipamiento optoelectrónico para la red de conectividad científica de alta capacidad ( RCC) en la Ciudad de Aguascalientes, Ags.</b></p>	
---	--	---

Investigación e Innovación en Tecnologías de la Información y Comunicación dentro de los 10 (diez) días naturales siguientes a la fecha de firma del Contrato, que deberá permanecer efectiva el periodo de entrega de los equipos a el INFOTEC y a los puntos determinados, su instalación y puesta en operación de la solución recibida a entera satisfacción del INFOTEC, para cubrir daños que pueda ocasionar su personal y/o equipo a los bienes e instalaciones relacionados con el contrato.

La reparación de los daños será en un periodo que no excederá de 20 (veinte) días naturales. En caso de que el importe de los daños, rebase el valor del seguro de responsabilidad civil en garantía, el Participante adjudicado se obliga a realizar el pago del deducible y/o coaseguro correspondiente al seguro que tenga contratado el INFOTEC.

#### **16. Recepción de la red**



La recepción de la red consistirá en aplicar el “**Protocolo de pruebas y recepción en operación del equipamiento optoelectrónico de la Red de Conectividad Científica (RCC)**” primero en la parte correspondiente a cada uno de los nodos y después al sistema integral conformado por dichos nodos.

#### **17. Forma de pago.**

El pago se realizará conforme al protocolo de pruebas por equipo instalado y probado localmente en el nodo y por enlace entre dos puntos A y B, en el que cada enlace con dos nodos corresponderá al 15% del total de la propuesta, serán cuatro pagos del 15% sumando con esto el 60%, y el 40% restante a la entrega, prueba y operación integral de la red, a entera satisfacción del INFOTEC.

#### **18. Penalizaciones**

INFOTEC aplicará penalización por atraso en la entrega de los bienes, instalación y puesta en marcha de los mismos a razón de 1% por cada día de atraso de conformidad con el programa de trabajo autorizado por Infotec hasta un máximo de 10%.

	<b>Dirección Adjunta de Innovación y Conocimiento</b> <b>ANEXO TÉCNICO</b> <b>Equipamiento optoelectrónico para la red de conectividad científica de alta capacidad ( RCC) en la Ciudad de Aguascalientes, Ags.</b>	 <b>CONACYT</b> <small>Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología</small>
--	---	---

## 19. Deductivas por retraso en la entrega

Para aquellos casos en los cuales el participante incumpla con los tiempos de entrega de los equipos, ya sea parcial o total, o en la instalación y prueba se presente equipo deficiente o equipos sin funcionar, e incumpla con la fecha solicitada, se aplicará una deductiva económica por cada día de afectación, que será calculada con la siguiente fórmula (los días se contarán a partir de la entrega de los bienes conforme al programa de trabajo autorizado por Infotec.

$$\text{Deductiva} = (\text{Monto total del equipo}) / (\text{Periodo del programa de trabajo de entrega de bienes en días}) \times \text{Días de afectación}$$

La deductiva a el participante se reflejará en el pago que corresponda.

## 20. Anexos

### 20.1 Protocolo de pruebas de recepción por nodo y de red

Para la recepción de los equipos optoelectrónicos y demás componentes que conforman la red de conectividad científica el Participante adjudicado verificará en conjunto con el INFOTEC y a entera satisfacción del mismo lo siguiente:

La aplicación con equipo analizador de transmisión para sistemas ópticos, equipo de ruteo del “Protocolo de pruebas y recepción en operación del equipamiento optoelectrónico de la Red de Conectividad Científica (RCC)”

## 21. Glosario de términos

Siglas	Descripción
CPI	Centro Público de Investigación adscrito al CONACYT.
DFO	Distribuidor de fibras ópticas
DWDM	<i>Dense Wavelength Division Multiplexing</i> , Multiplexación por división de longitud de onda densa.





FCAPS	Acrónimo del modelo de red de Gestión de Telecom definido por ISO, <i>Fault, Configuration, Accounting, Performance and Security</i> , en español, Fallas, Configuración, Aprovisionamiento, Desempeño y Seguridad
FE	<i>Fast Ethernet</i> o <i>Ethernet</i> de alta velocidad
GE	<i>Gigabit Ethernet</i> , también conocida como GbEth
GIS	<i>Geographic Information System</i> , sistema de información geográfica
LAG	<i>Link Aggregation</i> , combinación de múltiples conexiones de red.
NTP	<i>Network Time Protocol</i> , protocolo de internet para sincronizar los relojes de los sistemas informáticos
OTDR	<i>Optical Time Domain Reflectometer</i> , Reflectómetro Óptico en el Dominio de Tiempo
PTP	<i>Precision Time Protocol</i> ; protocolo de internet para sincronizar los relojes de los sistemas informáticos
RCC	Red de Conectividad Científica de alta capacidad en la Ciudad de Aguascalientes, Ags.
ROADM	<i>Reconfigurable Optical Adddrop Multiplexer</i> , Multiplexador / Agregador Óptico Reconfigurable
SDN	<i>Software Defined Networking</i> , redes definidas por software
UPS	<i>Uninterruptable Power System</i> , Sistema de Alimentación Ininterrumpida
VM	<i>Virtual Machine</i> , Máquina Virtual
WDM	<i>Wavelength Division Multiplexing</i> , Multiplexación por División de Longitud de onda.



**Dirección Adjunta de Innovación y Conocimiento**

**ANEXO TÉCNICO**

**Equipamiento optoelectrónico para la red de conectividad científica de alta capacidad ( RCC) en la Ciudad de Aguascalientes, Ags.**



---

Mtro. Fernando Mar Olivares  
Gerente de Administración Integral de Infraestructura  
Dirección Adjunta de Desarrollo Tecnológico

---

Ing. Víctor Méndez Becerril  
Subgerente de Innovación Gubernamental  
Dirección Adjunta de Innovación y Conocimiento