



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**RED DE FIBRA ÓPTICA  
DISEÑO, MONITOREO Y  
REPARACION**

**INFORME DE ACTIVIDADES PROFESIONALES**

Que para obtener el título de  
**Ingeniero Eléctrico Electrónico**

**P R E S E N T A**

URIEL HERNÁNDEZ LÓPEZ

**ASESOR(A) DE INFORME**

M.C. EDGAR BALDEMAR AGUADO CRUZ



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2019

# CONTENIDO

---

<b>Introducción.....</b>	<b>1</b>
<b>Antecedentes.....</b>	<b>6</b>
<b>Fibra Óptica .....</b>	<b>9</b>
<b>Como se establece una llamada entre dos teléfonos móviles.....</b>	<b>12</b>
<b>Topologías de Red .....</b>	<b>14</b>
Topologías de Red Lógica .....	15
Topologías de Red Física .....	16
<b>Ejemplo de Topología de Anillo.....</b>	<b>19</b>
<b>Mecanismo de Transporte .....</b>	<b>21</b>
SHD .....	23
MPLS .....	23
MPLS-TP .....	23
<b>Descripción de la empresa .....</b>	<b>25</b>
Visión .....	26
Principios.....	26
Antecedentes .....	26
<b>Contexto de la participación profesional.....</b>	<b>27</b>
Monitoreo .....	34
<b>Participación en la implementación de nueva infraestructura .....</b>	<b>46</b>
<b>Metodología propuesta .....</b>	<b>47</b>
<b>Resultados .....</b>	<b>49</b>
<b>Bibliografía .....</b>	<b>50</b>

# ÍNDICE DE FIGURAS

---

<b>Figura 1</b>	Evolución de las líneas de Telefonía Móvil.....	3
<b>Figura 2</b>	Evolución de la Teledensidad de líneas de Telefonía Móvil.....	3
<b>Figura 3</b>	Teledensidad del servicio móvil.....	4
<b>Figura 4</b>	Evolución de los dispositivos móviles.....	11
<b>Figura 5</b>	Fibra óptica.....	12
<b>Figura 6</b>	Representación de una red inalámbrica.....	13
<b>Figura 7</b>	Diagrama lógico de una red de fibra óptica.....	14
<b>Figura 8</b>	Tipos de redes según su topología.....	19
<b>Figura 9</b>	Topología de red en anillo en la ciudad de México.....	21
<b>Figura 10</b>	Representación de topología tipo anillo con equipos Ciena.....	22
<b>Figura 11</b>	Antena de AT&T Long Line.....	26
<b>Figura 12</b>	Usuarios de Internet en México desde 2006 al 2017.....	31
<b>Figura 13</b>	Usuarios de Internet en México.....	32
<b>Figura 14</b>	Corte de Fibra derivado de una poda de árbol.....	36
<b>Figura 15</b>	Corte de Fibra por roedores.....	37
<b>Figura 16</b>	Afectación por el usuario.....	37
<b>Figura 17</b>	Afectación por el usuario. Después de reubicar el equipo.....	38
<b>Figura 18</b>	Gestor de Alarmas.....	39
<b>Figura 19</b>	Porcentaje de Criticidad de Alarmas enviadas por los equipos.....	40
<b>Figura 20</b>	Service Now.....	41
<b>Figura 21</b>	Alerta recibida en el Gestor de alarmas.....	41
<b>Figura 22</b>	Tipos de tecnología que están presentes en la red de fibra óptica.....	42
<b>Figura 23</b>	Representación gráfica de un enlace punto a punto.....	43
<b>Figura 24</b>	Anillo donde se encuentra el equipo del usuario final.....	43
<b>Figura 25</b>	Topología de Anillo de un servicio afectado por un doble evento.....	44
<b>Figura 26</b>	Gestor para rastrear fibras dañadas por entidad.....	45
<b>Figura 27</b>	Tabla de Colores en un tubo de 24 fibras.....	46
<b>Figura 28</b>	Representación gráfica de un tubo de 24 fibras.....	46
<b>Figura 29</b>	Caja de Acometida en poste.....	47
<b>Figura 30</b>	Caja de Acometida.....	47
<b>Figura 31</b>	Personal de Planta Interna realizando el empalme de la fibra óptica.....	48
<b>Figura 32</b>	Empalmador por Fusión Mono Fibra 70S.....	49
<b>Figura 33</b>	Equipo de Medición JDSU.....	49
<b>Figura 34</b>	Rango de Potencia de la fibra óptica.....	50
<b>Figura 35</b>	Representación gráfica del servicio activo.....	50

## JURADO ASIGNADO

---

Presidente                      ING. FRANCISCO JOSE RODRIGUEZ RAMIREZ

Vocal                              M.C. EDGAR BALDEMAR AGUADO CRUZ

Secretario                      M.I. DAMIAN FEDERICO VARGAS SANDOVAL

1er. Suplente                      ING. MARGARITA BAUTISTA GONZALEZ

2do. Suplente                      M.I. JUAN CARLOS CEDEÑO VAZQUEZ

## INTRODUCCIÓN

El presente informe se enfoca en el proceso de resolución de incidencias de una Red de Fibra Óptica a nivel local, nacional e internacional. Durante el desarrollo de este informe presentare algunos ejemplos de acuerdo con la complejidad de los casos que se presentan cotidianamente, que van desde un simple cambio de cableado en el equipo del usuario final hasta el cambio de tecnología en un servicio.

Cuando me refiero al cambio de tecnología quiero denotar que la Red de Fibra Óptica no está homologada en su totalidad, ya que en el campo de las Telecomunicaciones se tienen varios competidores, los cuales manejan equipos, marcas y diseños de acuerdo a sus necesidades, estos competidores son conocidos como **CARRIERS** y hacen posible la comunicación a nivel nacional e internacional.

Algunos de los Carriers que están presentes en México son:

- Telmex
- Cablevisión
- Movistar
- Telcel
- AT&T

También se tienen empresas internacionales que realizan acuerdos con Carriers locales poder vender sus productos, entre los cuales se encuentra, Verizon, Century Link, T-Mobile, Sprint.

Todos estos competidores introducen tecnologías diferentes, entre las que sobresalen Cisco, Ciena, Coriant, Corrigent, entre otras. Pero todas estas tecnologías tienen en común un factor que es la Fibra Óptica y es a través de la cual se pueden intercomunicar para llevar los servicios tanto local como foráneamente-

También hablare de características de las tecnologías como es su relación con el Modelo OSI que detallare más adelante.

Las Telecomunicaciones actualmente son inalámbricas pero su estructura principal se basa en la Fibra Óptica ya que es el medio de transporte y las Torres (antenas) son el medio de propagación de las señales inalámbricas.

Durante mi estancia en la empresa he planteado algunas modificaciones tanto en la infraestructura como en el diseño lógico de la Red, sin embargo estas modificaciones no han tenido efecto por problemas tanto económicos como legales.

Algunos de estos problemas son ocasionados por los Monopolios que aún existen en el país derivados de una mala planeación gubernamental. Y que persisten en la actualidad como lo indica La Jornada, en su publicación.

“*Ciudad de México*. El Instituto Federal de Telecomunicaciones (IFT) anunció que desde el 29 de abril investiga a la red de Telmex por la probable comisión de prácticas monopólicas en el sector.”

"El procedimiento tiene por objeto investigar la comisión de prácticas monopólicas relativas que tengan o puedan tener como objeto o efecto, desplazar indebidamente a otros agentes económicos, impedirles sustancialmente su acceso o establecer ventajas exclusivas en favor de uno o varios agentes económicos, en el mercado relevante o en algún mercado relacionado", se lee en el Diario Oficial de la Federación."<sup>1</sup>

Aun con todo este tipo de dificultades, sigue proponiendo proyectos para prestar un mejor servicio a los usuarios a costos accesibles y que se pretende llegar a lugares confinados por la ubicación geográfica.

Para esto detallare, un proyecto donde se tiene contemplado enviar la red de fibra óptica a través de conductos de agua potable y de esta forma comunicar a las comunidades. Disminuyendo costos de producción y que sea rentable tanto para el consumidor como para la empresa.

---

<sup>1</sup> Fuente: La Jornada - <https://www.jornada.com.mx/ultimas/economia/2019/05/06/investigacion-red-de-telmex-por-posible-monopolio-6070.html>. Consultado el 25 de Octubre de 2019.

## OBJETIVO

Las actividades que realizo tienen como objetivo mantener una infraestructura estable y adecuada a las necesidades de los consumidores, para esto tengo responsabilidades en las cuales desempeño mis habilidades como Ingeniero y resuelvo retos que se presentan en mis labores cotidianas.

En la actualidad México cuenta con una infraestructura de Telecomunicaciones, en la cual se tiene un auge particular en telefonía móvil y en satélites para la transmisión de información.

En la figura 1, se aprecia el incremento interanual de las líneas telefónicas móviles en México desde finales de 1990 hasta el primer trimestre del año en curso cuando alcanzó los 115 millones. Como se puede observar, la gran mayoría son de prepago.

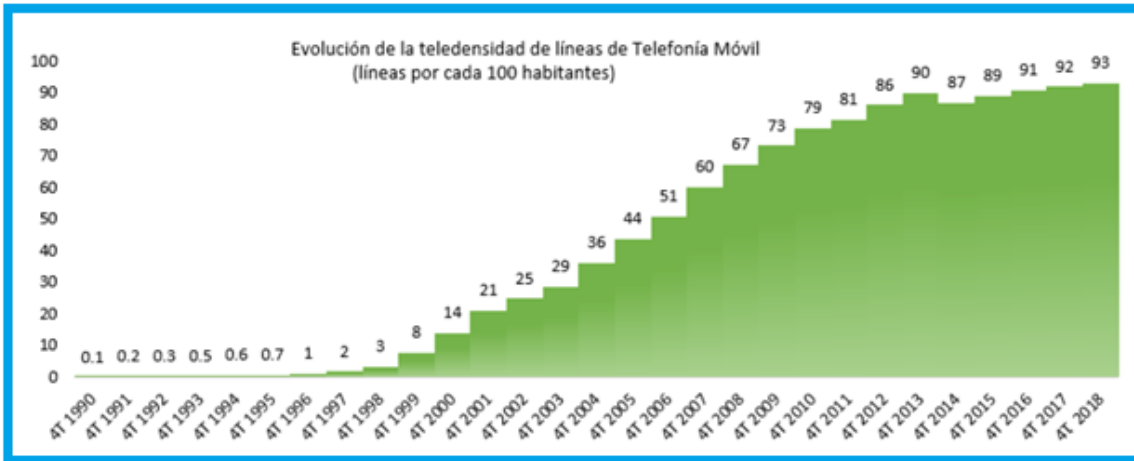


**Figura 1.** Evolución de las líneas de Telefonía Móvil.

**Fuente:** <http://www.ift.org.mx/comunicacion-y-medios/comunicados-ift/es/crecen-89-lineas-de-banda-ancha-movil-y-8-los-accesos-banda-ancha-fija-entre-diciembre-de-2017-y>.

Consultado el 25 de Octubre de 2019.

En la Figura 2, se representa la Teledensidad en el país, pasando de 0.1 líneas por cada 100 habitantes en diciembre de 1990 a 14 líneas por cada 100 habitantes 10 años después, posteriormente a 68 líneas activas por cada 100 habitantes en 2008, fue en estos años en donde se dio el gran salto hasta finalmente llegar a las 93 líneas por cada 100 habitantes en la actualidad.



Figura

2. Evolución de la Teledensidad de líneas de Telefonía Móvil.

Fuente: Intranet - Datos propios de la empresa.

En la figura 3, se representa la Teledensidad de acceso a internet en líneas por cada 100 habitantes tanto en poblaciones de Sudamérica como europeas (2019).

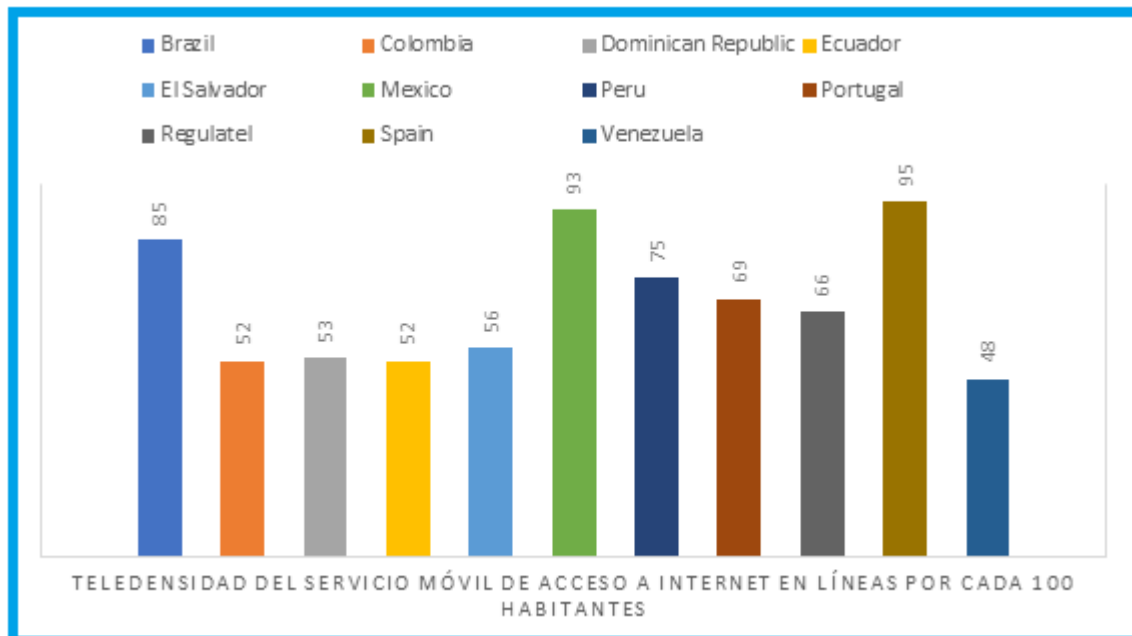
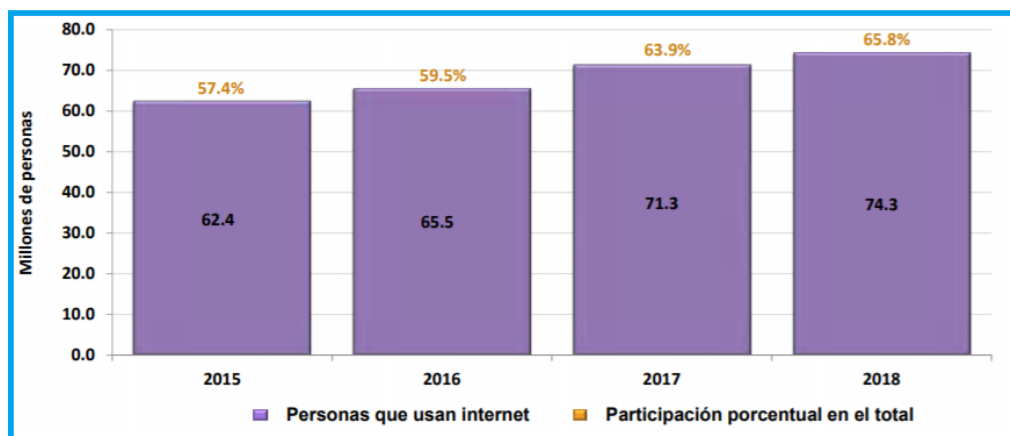


Figura 3. Teledensidad del servicio móvil de acceso a internet en líneas por cada 100 habitantes. Fuente: Intranet - Datos propios de la empresa.



Los datos que nuestro implican un gran esfuerzo por mantener una infraestructura estable y de la cual depende en gran medida tanto mi crecimiento laboral como la sustentabilidad de la empresa. Esto se refleja en la confianza que el consumidor otorga a la empresa por los servicios prestados.

En la Figura 13, se muestra el uso de Internet en México hasta el 2018 tomando en cuenta que en 2018 se tiene una población de 129.2 millones de personas.



**Figura 13.** Usuarios de Internet en México.

**Fuente:** [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/450005/Presentacion\\_ENDUTIH\\_2018.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/450005/Presentacion_ENDUTIH_2018.pdf)  
Consultada el 15 de Septiembre de 2019.

## ANTECEDENTES

Como en cualquier sistema, se tienen variables, los cuales, en un sistema de Telecomunicaciones se representan por el cableado (Fibra Óptica), postes, acometidas, equipos (servidores), instalaciones, etc.

Dichos componentes requieren actualización continua dado que la tecnología va evolucionando de manera exponencial, sin embargo no se cuentan con estas actualizaciones como se esperaría por lo que tenemos que trabajar con las herramientas que nos dan. Por ejemplo, se tienen elementos en la red como son los equipos de usuarios finales, que son los Routers convencionales que otras empresas proveen para establecer los servicios, estos equipos tienen una mayor capacidad de banda ancha, pero muchos de estos equipos ya no tienen soporte con el fabricante por lo que se tienen que hacer modificaciones o migrar de tecnología para tener continuidad en el servicio.

Esto a su vez representa un costo que en lo mayor de lo posible tenemos que evitar, ya sea, reconfigurando los equipos o realizar adaptaciones, como pueden ser, adaptar un cable coaxial a un cable Ethernet (conocido como cable de red o RJ45). Que son los que están actualmente puestos en marcha, pero aún se tiene servicios con este tipo de cableado que generalmente son usados para servicios que transmiten datos en trama, usando como mecanismo de transporte la tecnología SDH.

Estas modificaciones se tienen que realizar en el día-día ya que para poder realizar las actualizaciones correspondientes, se tendría que realizar una inversión que por el momento la empresa no tiene contemplado ya que en el ámbito financiero, repercutiría en el bolsillo del usuario final.

Esta falta de inversión ha provocado que no se dé seguimiento a fallas que se tiene en la red y ocasiona que se presenten afectaciones en los servicios tanto a nivel físico como lógico y son este tipo de incidencias con las que tenemos que trabajar en conjunto con personal de campo.

Ya que la red esta interconectada, como lo mencione anteriormente, esta falta de inversión no solo se presenta para una empresa en particular sino que se refleja en el sector empresarial a nivel nacional, así lo comenta The Competitive Intelligence Unit CIU en su publicación del 20 de Mayo de 2019.

“Durante el primer trimestre de 2019 (1T-2019), la macroeconomía de México mostró signos de desaceleración en el ritmo de crecimiento. La elevada confianza del consumidor

y la tasa de crecimiento relativamente estable han sido insuficientes para compensar la incertidumbre de los inversionistas nacionales y extranjeros y, con ello, acelerar la actividad económica.

En este trimestre, el sector de telecomunicaciones se enfrentó a la incertidumbre asociada a la revisión de las medidas de preponderancia y la resultante de las políticas erráticas para expandir y profundizar la adopción y uso de la conectividad.

En este contexto, el cierre contable y financiero del 1T-2019 del segmento móvil resultó en una ligera reducción en su dinámica, tanto en ingresos como en líneas, con respecto al dinamismo observado durante 2018.<sup>2</sup>

Por estos motivos tengo que desarrollar habilidades para mantener los servicios activos al menor costo posible. Más adelante detallare algunos ejemplos donde se emplean cierto tipo de criterio para resolver cada incidencia.

La empresa donde me encuentro laborando se encuentra dividida en departamentos que dan seguimiento a los diferentes servicios que la empresa ofrece.

Se tiene, por ejemplo, el departamento de fibra, departamento de aprovisionamiento, departamento de implementación de proyectos, entre otros.

Para este caso, me enfocare en el departamento de Fibra del cual soy integrante de un grupo de Ingenieros responsable en mantener la infraestructura de la red de fibra óptica de la empresa.

Se habla en demasía de la fibra óptica y de los beneficios que se tienen a partir de un filamento de vidrio por el cual pasa un haz de luz con la información de varios usuarios a la vez y en el menor tiempo posible, ya que comparado con el hilo de cobre la velocidad de transmisión es mayor ya que la velocidad de la luz es mayor a la velocidad de los electrones.

Además no se tiene interferencia en el medio como le sucede a un cable coaxial, esta evolución en el medio de transmisión dio origen a las generaciones de comunicación móvil,

---

<sup>2</sup>Telecomunicaciones Móviles al Primer Trimestre 2019, México: Líneas y Estructura del Mercado  
Fuente: <https://www.theciu.com/publicaciones-2/2019/5/20/telecomunicaciones-mviles-al-primer-trimestre-2019-mxico-lneas-y-estructura-del-mercado>. Consultado el 27 Octubre de 2019.

y está ligada a la fibra óptica debido a que la fibra es el medio de transmisión y las Antenas son el medio de propagación de las señales que son originadas y recibidas por los dispositivos móviles. Más adelante describiré como es que se produce una llamada o se transmiten datos a través de los dispositivos móviles.

Como mencione anteriormente, las generaciones de comunicación móvil son posibles gracias a los avances tecnológicos en los medios de transmisión y actualmente nos encontramos en una transición de una Red de comunicación móvil entre la tercera y cuarta generación, esta distinción se mide en cuestión de la capacidad de Banda Ancha con la cual podemos transmitir la información,

A continuación detallare la composición de la fibra óptica y de sus alcances.

## FIBRA ÓPTICA

Todo sistema de comunicaciones está formado por una serie de componentes fundamentales o esenciales sin los cuales el sistema no es considerado como tal. Estos componentes fundamentales son:

- Fuente de mensajes,
- Transmisor,
- Medio de transmisión o canal,
- Receptor y el
- Destinatario del mensaje.

Un sistema de comunicaciones ópticas no es más que un caso particular de un sistema de comunicaciones genérico y por tanto debe estar formado por los mismos componentes. Sin embargo, el transmisor deberá ser una fuente de luz que se corresponderá con un oscilador a frecuencias ópticas; el medio de transmisión deberá ser bien el aire o bien una guía onda óptica; y el receptor deberá ser un detector de luz. Actualmente la inmensa mayoría de las comunicaciones ópticas se transmiten por fibra óptica.

Una fibra óptica consiste en un finísimo hilo de vidrio muy puro (aunque también se construyen de plástico, por economía), con un diámetro de entre cinco o diez micras. Para darle rigidez mecánica, al fabricarlo se rodea de más vidrio o plástico, pero este vidrio o plástico de fuera no es el que conduce la luz. De hecho, las dos partes de la fibra óptica se construyen a propósito con un índice de refracción diferente para que la luz sea reflejada siempre hacia el interior y así confinar el haz. Externamente se le pone un recubrimiento para su protección frente al exterior.

La fibra se está trasladando hoy en día hasta los mismos hogares, extendiéndose su uso a un mayor abanico de aplicaciones. Este papel destacado de las fibras es debido a sus muchas propiedades favorables, entre las que merecen destacarse:

- gran capacidad de transmisión.
- reducida atenuación de la señal óptica.
- inmunidad frente a interferencias electromagnéticas.
- cables ópticos de pequeño diámetro, ligeros, flexibles.
- bajo costo potencial, a causa de la abundancia del material básico empleado en su fabricación (óxido de silicio).

La fibra óptica normalmente se comercializa agrupadas en diversos conjuntos, esto es, la fibra óptica se fabrica en pares, por lo que se tienen cables de fibra de 2 pares con 4 hilos,

cables de 4 pares con 8 hilos y así sucesivamente que a su vez se reagrupan en diversos cables para facilitar el despliegue masivo, recubiertos de un revestimiento apto para soportar los daños que pueda infligir el entorno y cuya apariencia externa es la de un cable flexible.

Para el caso industrial se requieren tubos de 96, 128, 256 fibras que es el cableado que generalmente vemos en colgados de los postes junto al cableado eléctrico.

En la Figura 5, se tiene una representación de fibra óptica con diferentes recubrimientos para diferentes tipos de transmisión.



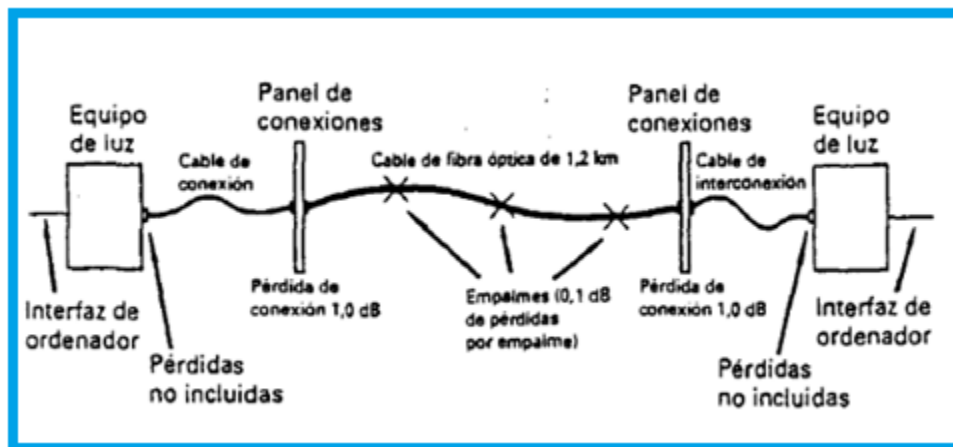
**Figura 5.** Fibra óptica.  
**Fuente:** Propia del Autor.

El diseño de un sistema de fibra óptica puede llegar a ser un proceso complicado. El proyectista debe considerar muchos factores, incluyendo la velocidad de transmisión, la atenuación del enlace, el medio ambiente, los tipos de cables, tipos de fibras,

equipamiento disponible, tipos de interfaz eléctricos, conectores ópticos, empalmes, protocolos y otros.

No obstante, el proceso puede simplificarse cuando se siguen las instrucciones del fabricante del equipamiento en el momento de su instalación. Estas instrucciones normalmente suministran la suficiente información como para seleccionar la fibra óptica adecuada para una instalación sencilla. Otras consideraciones del proyecto, como el tipo de cable, paneles, puentes, medio ambiente, ruta y cosas por el estilo, se dejan para que los determine el proyectista.

A continuación, en la Figura 7 muestro un diagrama lógico de una Red de Fibra Óptica. Se tiene los componentes básicos para poder tener una conexión entre dos puntos, como son: Emisor, Medio de Transmisión, Receptor.



**Figura 7.** Diagrama lógico de una red de fibra óptica.

**Fuente:** Datos propios del autor.

## COMO SE ESTABLECE UNA LLAMADA ENTRE DOS TELÉFONOS MÓVILES.

En la realización de una llamada de teléfono hay tres componentes que forman el camino entre un teléfono móvil y otro. Los cuales se describen a continuación.

- Estación Base: Se reparten en células en toda la ciudad y su radio de acción tiene forma hexagonal. Estas estaciones base están situadas de forma que cubran toda una zona. Dependiendo del lugar al que se quiera proveer servicios telefónicos, pueden haber más o menos estaciones base. Es lo que se encarga de enviar los datos a la Central de Conmutación.
- Central de Conmutación: No hay tantas como estaciones base y se encargan de ir redirigiendo los datos de tu llamada a otra central con el fin de dar con la persona a la que quieres llamar.
- Teléfono móvil: El dispositivo que actúa de emisor o receptor de la llamada y que está dotado de una antena capaz de conectarse a la estación base.

Cada uno de estos elementos conforma el mecanismo por el cual se logra establecer la comunicación. En primera instancia se tiene que establecer un camino de transmisión lo cual significa modular la señal electromagnética que sale de nuestro teléfono móvil hacia la estación base. Es decir, antes de realizar la llamada, nuestro teléfono móvil ha acordado un tipo de modulación con la estación base con la que se va a transmitir los datos, tanto de señalización como nuestra propia voz. Este primer enlace entre estación base y teléfono móvil se hace continuamente. En cuanto entramos en una célula, nuestro teléfono móvil se conecta a la estación base, acuerdan la modulación y demás información necesaria para la transmisión ya sea de datos, SMS o una llamada. Pero cuando se va a realizar la llamada también hay un diálogo entre estos dos extremos.

Cualquier cambio en el medio puede modificar la señal de transmisión establecida (onda modulada) por lo que se establece otro parámetro que es el de frecuencia, con lo que se establece un canal de comunicación confiable.

Una estación base está dotada de varios canales de transmisión. Cuando dijimos antes que modulábamos la señal, también la adaptamos a la frecuencia del canal que se nos ha adjudicado porque es el que menor tasa de pérdidas tiene.

Cada estación base cuenta con un amplio rango de frecuencias llamados canales por los que circulan nuestros datos.

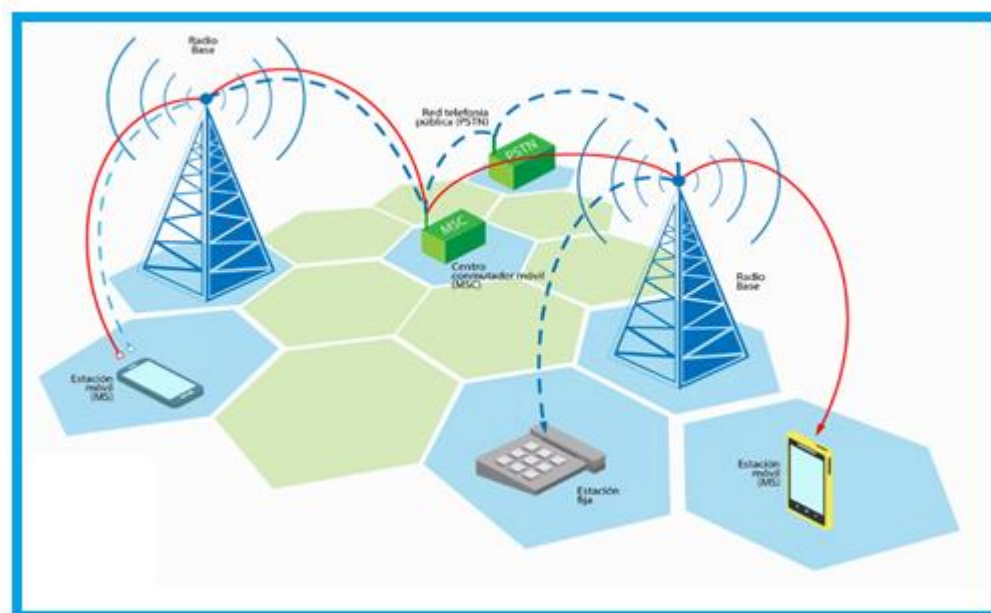


Nuestra señal modulada llega hasta la estación base y ésta es redirigida hacia la central de comunicación que se encargará de encaminar nuestra llamada. Así, haciendo uso de numerosas bases de datos y otros componentes más específicos, se encuentra al destinatario.

El destinatario estará conectado a una estación base y nuestra llamada llegará hacia esta estación para que sea redirigida al teléfono del receptor. Una vez que se establece la conexión, se conserva el canal hasta que finalice la llamada.

Decir que una vez se reserva un canal, otra persona no podrá comunicar en el mismo rango de frecuencias. Por ello, las estaciones base cuentan con un amplio rango de frecuencias para abarcar la mayor cantidad de usuarios posibles

En la figura 6, se muestra a gran escala como es que se comporta una red inalámbrica, y como es posible que se enlace una llamada y esta continúe cuando el usuario cambia de posición.



**Figura 6.** Representación de una red inalámbrica.  
**Fuente:** Intranet – Datos propios de la empresa

Las comunicaciones actuales están configuradas, por diseño, con rutas que mantienen los enlaces operacionalmente activos. Esto es, que se tienen rutas primarias y secundarias o de protección para que la comunicación no se afecte por fallas que surgen en el medio ambiente y que físicamente cortan la señal de un extremo a otro.

Este tipo de configuraciones se basan en Topologías que permiten que un sistema de Telecomunicaciones cuente con una ruta primaria y una ruta secundaria. Este par de enlaces se denominan Enlaces Redundantes.

En cuanto a redes se refiere, se tiene diferentes tipos de topologías para asegurar que un enlace/servicio siempre se mantenga activo.

La estructura de las redes se dividen de acuerdo con su topología, la palabra topología se emplea al referirse a aquella disciplina de las matemáticas que estudia la continuidad y los conceptos relacionados a esta. Es también el espacio topológico que define la conectividad, la continuidad y la convergencia, siendo esta una estructura matemática<sup>3</sup>.

En informática, la topología, también descrita como la forma lógica de una red, es la que representa una serie de ordenadores que se comunican entre sí para hacer posible la transferencia de información, en el cual cada ordenador dispone de un nodo.

Las redes de fibra óptica deben ser configuradas para dotar al sistema de la suficiente flexibilidad y versatilidad que permita obtener todos los beneficios de la fibra óptica. La práctica tradicional en la explotación de la fibra es instalar un cable de fibra dedicado exclusivamente para cada nueva aplicación. Esto puede resultar costoso y puede limitar considerablemente el potencial del cable. Entonces, por ejemplo, cuando se instala una única aplicación del tipo punto a punto, ésta puede ser sobredimensionada para una planificación futura de la red. Las topologías de red se pueden clasificar como topologías lógicas o físicas.

---

<sup>3</sup> Definición de Topologías de Red.

Fuente: <https://www.ecured.cu/Topolog%C3%ADa>. Consultado el 20 de Octubre de 2019

## **TOPOLOGIAS DE RED LÓGICA**

Una topología lógica describe el método por el cual se comunican unos con otros los nodos de la red.

### **Lógica punto a punto.**

Una topología lógica punto a punto enlaza directamente dos dispositivos entre sí.

### **Lógica en estrella**

Es una configuración de enlaces punto a punto que tienen todo un nodo común.

### **Lógica en enlace común**

En una topología lógica en enlace común, todos los dispositivos se conectan a un bus común de transmisión, normalmente un cable coaxial. En este bus, la transmisión tiene lugar en ambas direcciones. Cuando un dispositivo transmite información, todos los demás dispositivos reciben la información al mismo tiempo... Las aplicaciones incluyen Ethernet.

### **Lógica en anillo**

Una topología lógica en anillo tiene todos los nodos conectados en un anillo. La transmisión tiene lugar por un cable en una dirección sobre el anillo. Si se usan dos anillos de transmisión, la configuración se llama anillo lógico de rotación inversa, y las transmisiones tienen lugar en sentidos opuestos en cada uno de los anillos. Esta topología en anillo doble proporciona autoprotección a la red en el caso de que fallen un cable o nodo.

## **TOPOLOGÍAS DE RED FÍSICA**

Una topología física es el trazado real físico del cableado y de los nodos en la red. Según sea la distribución que tengamos pensada para el diseño de una red, será utilizado un tipo de topología específica. Entre las principales topologías de red tenemos las siguientes:

### **Topología de Anillo**

Es un tipo de topología de red simple, en donde las estaciones de trabajo o computadoras se encuentran conectadas entre sí en forma de un anillo, es decir, forman un círculo entre ellas. La información viaja en un solo sentido, por lo tanto, que si un nodo deja de funcionar se cae la red o deja de abastecer información a las demás computadoras que se encuentran dentro del anillo.

### **Topología de Árbol**

Como su nombre lo indica, las conexiones entre los nodos (terminales o computadoras) están dispuestas en forma de árbol, con una punta y una base. Es similar a la topología de estrella y se basa directamente en la topología de bus. Si un nodo falla, no se presentan problemas entre los nodos subsiguientes. Cuenta con un cable principal llamado Backbone, que lleva la comunicación a todos los nodos de la red, compartiendo un mismo canal de comunicación.

### **Topología de Bus**

La topología de Bus se basa en un cable central, el cual lleva la información a todas las computadoras de la red, en forma de ramificaciones, de modo, que la información viaja de manera secuencial hacia los nodos de la red. Su desventaja se basa en su distribución secuencial de datos, por lo que, si se interrumpe el cable central, la red queda inutilizada. En la actualidad es muy poco utilizada.

### **Topología de Estrella**

Acá la distribución de la información va desde un punto central o Host, hacia todos los destinos o nodos de la red. En la actualidad, es muy utilizada por su eficiencia y simpleza. Se puede notar que el Host realiza todo el trabajo (una especie de servidor local que administra los servicios compartidos y la información). Por supuesto, cuenta con la ventaja que, si un nodo falla, la red continuará trabajando sin inconveniente, aunque depende del funcionamiento del Host.

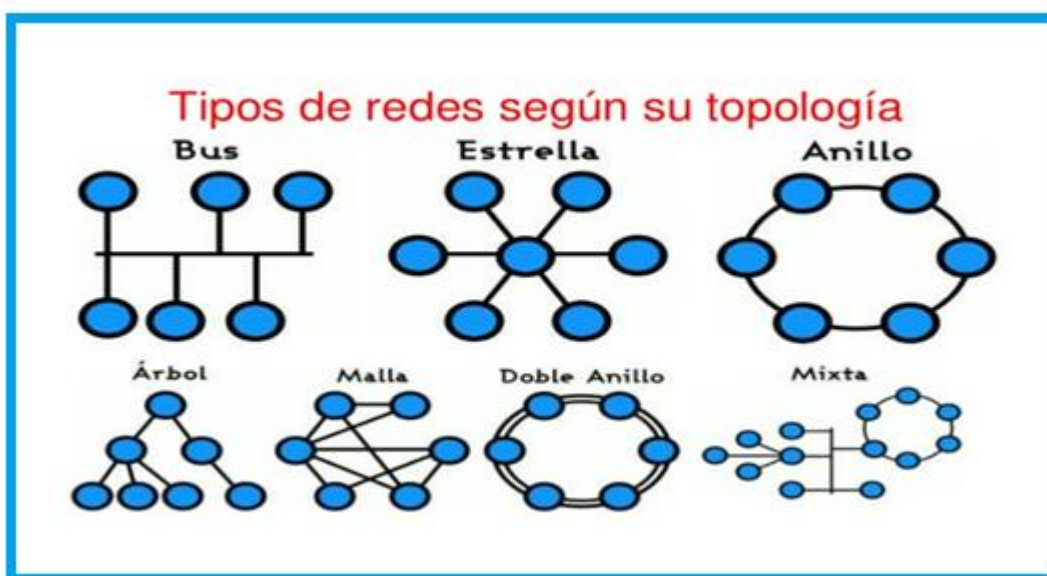
## Topología de Malla

Esta topología de Malla es definida como topología de trama. Se trata de un arreglo de interconexión de nodos (terminales) entre sí, realizando la figura de una malla o trama. Es una topología muy utilizada entre las redes WAN o de área amplia. Su importancia radica en que la información puede viajar en diferentes caminos, de manera que, si llegara a fallar un nodo, se puede seguir intercambiando información sin inconveniente alguno entre los nodos.

## Topología Híbrida

Como su nombre lo indica, es una combinación de dos o más topologías de red diferentes, para adaptar la red a las necesidades del cliente. De este modo, podemos combinar las topologías que deseemos, obteniendo infinitas variedades, las cuales, deben ajustarse a la estructura física del lugar en donde estará la red y los equipos que estarán conectados en dicha red.

En la Figura 8 se muestra los diferentes tipos de redes según su topología. Generalmente las empresas utilizan un tipo de topología de anillo por los costos de implementación.



**Figura 8.** Tipos de redes según su topología.

**Fuente:** Propia del autor.

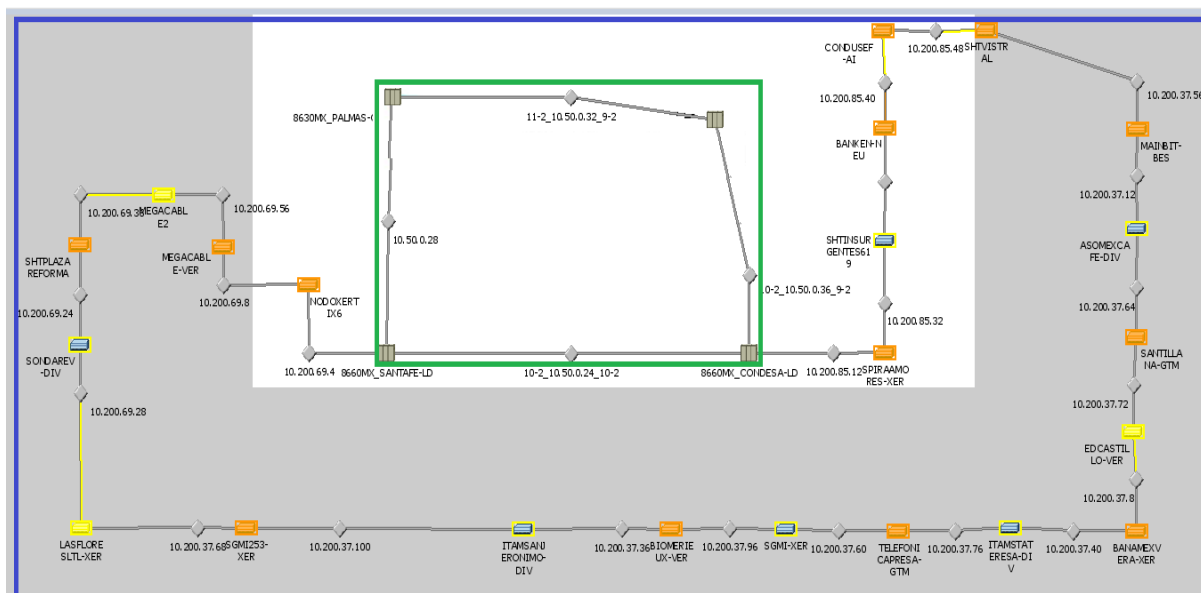
## Ejemplo de Topología de Anillo.

De acuerdo con las características antes mencionadas, en el sector laboral se usa una topología de anillo dado el modelo de trabajo ya que en la parte de implementación representa un menor costo y se refleja en la contratación del servicio.

A continuación, en la Figura 9 se muestra una topología de red en la ciudad de México en la colonia Miguel Hidalgo en la imagen se muestra los equipos conectados en la red. Se tienen equipos de usuarios finales que permiten que el anillo cierre y se y equipos concentradores que son los encargados de comunicar los equipos de un anillo con otro de diferente localidad (cuadro verde). Esto es porque los usuarios no se encuentran en la misma ubicación, se tienen usuarios por ejemplo, en la colonia Miguel Hidalgo y el proveedor de servicios se encuentra en Puebla. Esta comunicación se logra gracias a los equipos concentradores que en apariencia son robustos y con una mayor capacidad de comunicación.

Como equipos de usuarios finales se tiene los modelos:

MARCA	MODELO
Ciena	39xx,8660,6500
Coriant	8609,8630,8908
Corrigent	CM-4140
Riverstone	Router 3100

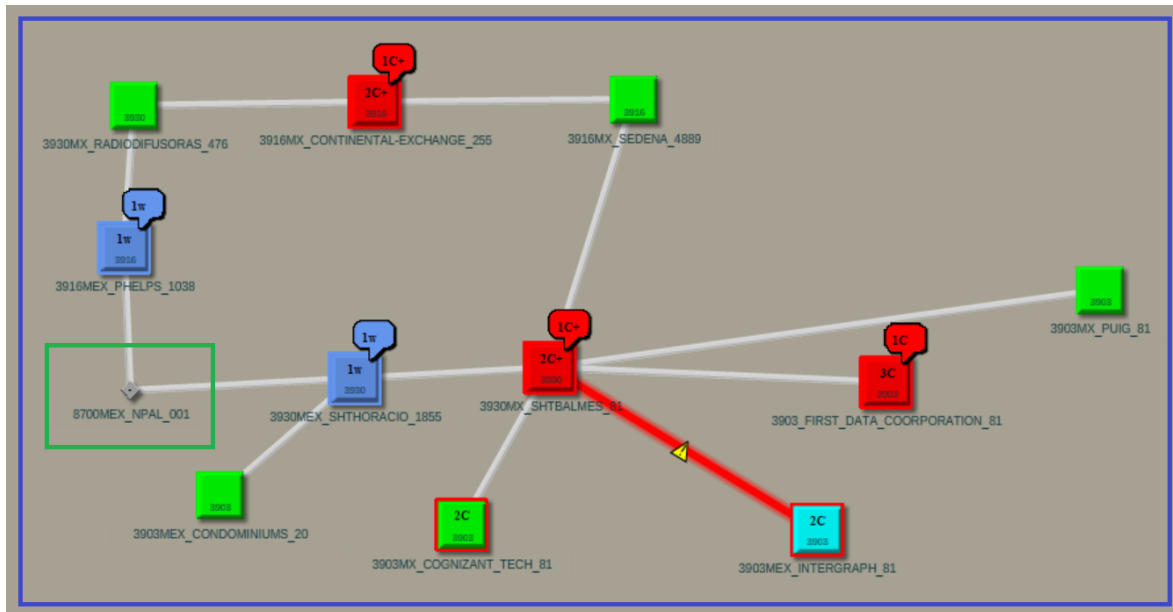


**Figura 9.** Topología de red en anillo en la ciudad de México en la colonia Miguel Hidalgo

**Fuente:** intranet – Datos propios de la Empresa.

Cada equipo corresponde a un usuario/Carrier y los equipos que se encuentran al centro de la imagen pertenecen a los equipos concentradores que son los responsables de interconectar un anillo con otro.

En la Figura 10, se presenta un anillo con diferente tecnología, en este caso es un anillo formado por equipos Ciena, en la figura se muestra en un recuadro verde el equipo concentrador por el cual los demás equipos (usuario final) tienen salida tanto de datos como de voz (internet). También se puede apreciar como se tiene una línea en color rojo lo cual indica que ese equipo no tiene salida (no hay transferencia de información) por lo que se denomina equipo aislado. Y es cuando se empieza a canalizar una incidencia ya sea de manera reactiva o reportada por el usuario/Carrier.



**Figura 10.** Representación de topología tipo anillo con equipos Ciena-  
**Fuente:** Intranet- Datos propios de la empresa.



## **Mecanismo de Transporte.**

Las redes de telecomunicaciones transportan tráfico de diferentes fuentes mediante la compartición de los sistemas de transmisión y de conmutación entre los distintos usuarios.

En los primeros años de la telefonía analógica se utilizaba multiplexación por división en frecuencia para transportar un largo número de canales telefónicos sobre un único cable coaxial. La idea era modular cada canal telefónico en una frecuencia portadora distinta para desplazar las señales a rangos de frecuencia distintos. Los sistemas de transporte analógicos fueron reemplazados por sistemas de transporte digital donde señal telefónica es digitalizada, es decir, en una secuencia de 1 y 0 para su transmisión por la línea.

Dado que el tráfico de datos comenzó a dominar las redes de telecomunicaciones, se generó la necesidad de una red de transporte para este tipo de tráfico en contraposición a las redes de transporte ya utilizadas como TDM (multiplexaje por división de tiempo) consiste en segregar muestras de cada señal en ranuras temporales que el receptor puede seleccionar mediante un reloj correctamente sincronizado con el transmisor.

Las tecnologías de transporte tradicionales como SONET, SDH y OTN se orientaron para el tráfico de voz. La necesidad de disponer de una tecnología que conserve las mejores características de las tecnologías de transporte diseñadas para la conmutación de paquetes dio origen a MPLS, MPLS-TP. A continuación se describen algunos mecanismos de transporte usados en la red de fibra óptica.

## **SDH**

EL primer estándar de transmisión digital fue PDH, pero sus limitaciones resultaron en el desarrollo de SONET Y SDH. Las dos tecnologías se basan en multiplexores digitales que, mediante técnicas de multiplexación por división en el tiempo o TDM permite combinar varias señales digitales en una señal digital de velocidad superior.

La flexibilidad en el transporte de señales digitales de todo tipo permite la provisión de todo tipo de servicios sobre una única red SDH: Servicios de telefonía, provisión de redes alquiladas a usuarios de manera privada, creación de redes MAN y WAN, servicio de videoconferencia, distribución de televisión por cable, etc.

## **MPLS**

El Multiprotocol Label Switching (MPLS) es un mecanismo que enruta el tráfico dentro de una red de telecomunicaciones. Los datos viajan de un nodo de red al siguiente. Proporciona aplicaciones que incluyen redes privadas virtuales (VPN), ingeniería de tráfico (TE) y calidad de servicio (QoS).

En dicho mecanismo, los paquetes se dirigen a través de la red en función de una etiqueta asignada. La etiqueta está asociada con una ruta predeterminada a través de la red. Esto permite un mayor nivel de control que en las redes de conmutación de paquetes.

Por otro lado, con el enrutamiento de IP puro (Protocolo de Internet) en una red de conmutación de paquetes, cada paquete de datos puede determinar su propia ruta a través de la red, que es un flujo dinámico, pero no predecible.

En redes de telecomunicaciones con conmutación de circuitos anteriores, los cables físicos transportaban datos y tráfico de voz. Eso proporcionaba rutas predecibles, pero era muy costoso y difícil de escalar debido a la necesidad de instalar una infraestructura extensa.

## **MPLS-TP**

MPLS-TP utiliza un subconjunto de las normas MPLS donde los elementos que no son requeridos en una red de transporte como el reenvío de IP, retiro de etiquetas en los paquetes antes de llegar al Router frontera (penultimate hop popping PHP), enrutamiento por múltiples rutas de igual costo (ECMP) son descartados y no soportados. Por otro lado, MPLS-TP define las extensiones de los estándares MPLS ya existentes e introduce requisitos establecidos en las redes de transporte, incluyendo características de

protección y un amplio conjunto de funciones de Operación y Mantenimiento (OAM). Las funciones OAM ayudan en la rápida detección y localización de averías, resolución de problemas, verificación de SLA's y supervisión del rendimiento.

La protección funcional permite el restablecimiento de la red de transporte en tiempos menores a los 50 ms para topologías de fibra óptica en bus y en anillo. Al proporcionar un amplio conjunto de funciones OAM, herramientas de recuperación y gestión de red (NMS), MPLS-TP permite la operación más determinista de la red con lo cual conduce a la reducción operativa de gastos.

## DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

La empresa es una compañía estadounidense, propietaria y operadora de infraestructura de comunicaciones inalámbricas y de transmisión en varios países. La empresa tiene su sede en Boston, Massachusetts y cuenta con oficinas locales en todo el mundo como es: India, Perú, Chile, Colombia, South África, Ghana, Uganda, Costa Rica and Panamá, entre otros.

La empresa está constituida desde 1995 como una unidad de American Radio Systems y se separó de esta compañía en 1998 cuando se fusiona con CBS corporation. Después de la fusión, la empresa comienza su expansión internacional y establece operaciones en México en 1998 y Brasil en 1999.

La empresa está estructurada como un fideicomiso de inversión inmobiliaria y fue nombrada en la revista Fortune 500 en 2017

La empresa comienza operaciones cuando decide comprar numerosas torres de retransmisión telefónica de microondas de AT&T, mismas que se comenzaron a reutilizar como torres celulares y arrendaron espacio de antenas a varios proveedores de teléfonos celulares estadounidenses e industrias privadas. Luego, a la mayoría de los antiguos sitios de AT&T Long Lines se les quitaron sus antenas reflectoras de bocina para dejar espacio para más antenas.

La Figura 11, muestra una antigua torre de retransmisión de radio por microondas de AT&T Long Lines, ahora reutilizada por la empresa.



**Figura 11.** Antena de AT&T Long Lines

**Fuente:** <http://esla.corp.americantower.com/corporateus/company/history/index.htm>. Consultado el 22 de octubre de 2019.

## **VISIÓN**

Hacer posible la comunicación inalámbrica en cualquier lado, al menor costo posible y con altos estándares de calidad.

## **MISIÓN**

Liderar la conectividad inalámbrica en todo el mundo.

Innovar para un futuro móvil.

Fomentar la eficiencia en toda la industria.

Incrementar nuestros activos y capacidades para satisfacer las necesidades de los clientes.

## **PRINCIPIOS**

Entender las necesidades del cliente y satisfacerlas.

Trabajar como equipo para construir relaciones duraderas con los clientes entendiendo sus requerimientos y exceder sus expectativas.

Contar con gente capacitada y fortalecerla.

Colocar a la gente a adecuada en posiciones adecuadas, desarrollar su talento y habilidades, así como dar oportunidades e influenciar los resultados.

Centrarse en resultados y no en problemas.

Permanecer positivo y trabajar juntos para tener resultados deseados.

Lo que decimos es lo que hacemos.

Proponer resultados realistas. Comunicación clara. Ser responsables de nuestras acciones.

Reconocer el éxito, celebrar juntos y contribuir con un ambiente positivo en el trabajo.

Jugar para ganar.

Colocar la integridad primero. Trabajar juntos como equipo para exceder expectativas.

## CONTEXTO DE LA PARTICIPACIÓN PROFESIONAL.

Para poder cumplir con estas expectativas (tanto en calidad como precio) las empresas se ven obligadas a mejorar la calidad del servicio por lo que se tienen q realizar fuertes inversiones para satisfacer estas demandas. Y por esta razón surgen nuevos competidores, uno de los cuales, es la empresa donde me encuentro laborando actualmente ya que tiene una participación muy importante en la infraestructura a nivel nacional.

La empresa es un proveedor de torres Inalámbricas y de transmisión, redes del sistema de antenas distribuidas (DAS) en interiores y exteriores, redes Wi-Fi y Small Cell, azoteas administradas, y servicios que aceleran la implementación de redes para la industria de comunicaciones inalámbrica y de transmisión de señal.<sup>4</sup>

Donde me encuentro laborando es el departamento de fibra que está dividida en dos áreas: Servicios e Infraestructura.

**Área de Servicios**, es responsable de aprovisionar los servicios contratados por lo clientes, esto es, establecer los parámetros que el servicio solicitado debe contar. Entre los parámetros se puede enumerar: modelo de equipo, ancho de banda, que tipo de mecanismo de transporte es adecuado al servicio (MPLS, MPLS TP), alcance del servicio.

**Área de Infraestructura**, es responsable de la conectividad de los servicios, cartera de activos de telecomunicaciones urbanas, fibra óptica y derechos de instalación de equipo en cierta infraestructura de servicios públicos.

Los sitios que administro albergan señales de celular, inalámbricas, radio, televisión, microondas y equipo de radiocomunicación a dos vías. Las torres sostienen las redes de nuestro amplio rango de clientes, ayudándolos a incrementar su cobertura y capacidad. Los sitios para poder intercomunicarse necesitan de un medio de transporte, el cual como se ha mencionado, está formado por fibra óptica.

Para poder mantener el sistema en armonía (operativo) y los servicios activos (internet, llamadas) tengo que realizar tareas de monitoreo. Dichas tareas están a mi cargo, estas funciones consisten en la reparación, actualización, documentación y revisión de los diferentes componentes de la red (torres, fibra óptica, equipos, etc.) a través de la cual se lleva la comunicación a nivel local, nacional e internacional.

---

<sup>4</sup>American tower Company. Fuente: <https://www.americantower.com/company/>. Consultado el 27 de Octubre de 2019.

## ACTIVIDADES

Un sistema de comunicaciones está conformado por variables, y como en cualquier sistema existen fallas, se tienen que tomar medidas para mantener el sistema estable. Por ese motivo, desempeño actividades que en la mayoría de los casos, son reactivas ya que a través del monitoreo constante se pueden detectar incidencias (indisponibilidad de los servicios, fallas masivas) que afectan a uno o varios servicios y de esta forma se tiene un tiempo de reparación/afectación menor lo cual se ve reflejado en las finanzas de la empresa. Dentro de las múltiples funciones que realizo en el día-día enumero las siguientes:

- Monitoreo.
- Documentación de incidencias.
- Resolución de problemas.
- Asistencia remota.
- Soporte técnico.
- Coordinación/realización de pruebas (RFC, BERT, validación de medio, configuración de servicios).
- Conferencias para la validación de servicios activos.
- Implementación de servicios.
- Detección de fallas a nivel lógico/físico.
- Coordinación con personal de campo.

Todas estas actividades las realizo continuamente para mantener una red estable y de esta forma garantizar los servicios que los clientes requieren. Toda esta revisión la llevo a cabo a través de procesos que están previamente definidos.

Dichas actividades las tengo que documentar en Folios o Tickets, los cuales almacenan la información ya sea de trabajos realizados o modificaciones para un servicio en específico y esta información se puede consultar de manera interna para conocer el status de un caso o para futuras referencias.

Cuando recibo una incidencia, proactiva o reactiva, tengo que categorizarla de acuerdo al tipo de daño, causa e impacto, así como las afectaciones que tendrá el usuario y comenzar a evaluar el tiempo que implique la reparación y tengo que notificar al departamento de Aseguramiento para comenzar a informar a los usuarios que los servicios presentaran intermitencias en un periodo determinado.

Los tipos de incidencias o fallas son de diferentes tipos, entre los cuales puedo mencionar:

- Cableado.
- Torres.
- Shelter
- Acometidas.
- Equipos. (Router/Switch).

Generalmente las fallas están relacionadas entre sí ya que cuando se presenta un corte de fibra se tiene que tender nuevo cableado y en muchos casos reemplazase las acometidas o las cajas donde se está realizando la reparación (empalme de la fibra).

También atiendo incidencias a nivel lógico (diseño de la red) siendo estas las más frecuentes, se tiene un proceso de reparación más eficiente ya que se realizan modificaciones o ajustes a nivel lógico y se tiene estimado un tiempo de respuesta de reparación de 30 minutos. Estas fallas se generan principalmente por la configuración de los equipos por cortes de energía provocando que los equipos se reinicien y en ocasiones pierden la configuración de los servicios.

En otros casos se tiene la pérdida de información por la intervención de los usuarios ya que manipulan los equipos sin contactar al área de Soporte para la actualización de información para que los cambios se realicen en ambas puntas continuando con el servicio.

Todo lo anterior nos indica que el diseño/infraestructura tiene que operar con un margen de error mínimo, ya que como proveedor de servicios de empresas transnacionales cualquier falla se representa con grandes pérdidas económicas perdiendo de esta forma la confianza con el usuario.

Explicando los puntos anteriores, explicare como es que se atiende una incidencia a nivel local e internacional desde el inicio del reporte hasta que el usuario confirma que los servicios se encuentren trabajando con normalidad.

Trabajo en equipo con diferentes áreas las cuales nos apoyan con las reparaciones en sitio, estas áreas son:

- **Mantenimiento de Planta Externa**
- **Mantenimiento de Planta Interna**



Mantenimiento de Planta Interna se encarga de acudir con los usuarios a sus instalaciones para realizar mediciones y en caso de que el problema no se encuentra ahí (que la falla se encuentre sobre el cableado) entonces se canaliza con el área de Planta Externa para acudir a sitio solicitar permisos y poder comenzar los trabajos de reparación.

Todas estas actividades las desempeñamos en grupo, coordinados en un Centro de Operaciones de Red llamado **NOC**, por sus siglas en inglés (network operation center).

Me encuentro en participación constante con el NOC ya que somos los responsables de mantener la Red en óptimas condiciones, esto es, el NOC es el encargado de reportar las incidencias a los usuarios así como levantar reportes de falla o reportes informativos cuando se tienen una eventualidad masiva (la cual afecta puede llegar a afectar varios usuario o localidades).

A continuación detallare como es que llevo a cabo el seguimiento de una incidencia, desde su reporte inicial hasta el cierre cuando el usuario/ carrier validan los servicios activos.

En el departamento de Fibra tenemos la función principal de monitorear la infraestructura de la Red y cuando se presenta una incidencia somos el primer filtro en la línea de escalación. Tengo personal a mi cargo las cuales realizan diferentes funciones como son el Monitoreo, Ticketing y la Resolución de Problemas, entre otras actividades.

La actividad que desempeño en esta área, son de primera instancia, referentes al monitoreo ya que las demás acciones surgen como consecuencia de esta. La red opera inicialmente en un estado Óptimo donde no se tiene incidencia alguna, sin embargo como menciono anteriormente, se tienen variables que afectan esa condición y es cuando actuó en el momento para controlar estas afectaciones.

Existen diferentes tipos de afectaciones que impactan un sistema de comunicaciones las cuales pueden ser:

- Vandalismo
- Fibra Cristalizada
- Daño vial
- Software (manipulación en la configuración, bloqueo de servicio).
- Hardware (bloqueo de equipo, bloqueo de tarjeta).
- Corte de cable.
- Diseño (anillos sin ruta de protección)
- Error humano (manipulación de fibras activas)
- Medios de Transmisión (poste caído, problema de energía en nodo)
- Ruteo (alta latencia, pérdida de paquetes, ancho de banda inconsistente)

A continuación presentare imágenes de las afectaciones que cotidianamente se presentan en la infraestructura.

En figura 14, se muestra un corte de cable de fibra óptica, el cable es de 48 fibras por lo que se tiene que reemplazar de forma inmediata ya que llega a una caja (acometida) donde no es posible la fusión de la fibra para su empalme, ya que presentaría errores en la red.



**Figura 14.** Corte de Fibra derivado de una poda de árbol.

**Fuente:** Intranet Datos propios de la empresa consultada el 6 de agosto de 2019.

En la Figura 15, se tiene un corte de cable de fibra óptica derivada por roedores. Generalmente se tiene mordedura de cable por roedores, sin embargo se ha detectado que algunos tipos de aves también afectan el cable de fibra óptica.



**Figura 15.** Corte de Fibra por roedores.

**Fuente:** Intranet Datos propios de la empresa.

En la Figura 16 y 17, se tiene una afectación reportada por el usuario, donde indicaba que no tenía salida de internet. Cuando arriba el equipo de soporte se detecta que el equipo fue desconectado por el usuario para ser reubicado, sin embargo no se instala correctamente y se presenta la falla.



**Figura 16.** Afectación por el usuario.  
**Fuente:** Datos propios de la empresa.



**Figura 17.** Afectación por el usuario. Después de reubicar el equipo.  
**Fuente:** Intranet. Datos propios de la empresa.

## MONITOREO

Cuando se activa una alarma, tengo la función principal de identificar que tipo de incidencia estamos presentando y determinar en ese instante la afectación (impacto al cliente) que presenta la incidencia, ya que de acuerdo con esta primera evaluación es como se da prioridad a cada evento.

Se tiene ya establecidos lineamientos para cada prioridad, por ejemplo:

- **Severidad 1** >> Tiempo de Reparación 30 minutos
- **Severidad 2** >> Tiempo de Reparación 60 minutos
- **Severidad 3** >> Tiempo de Reparación 180 minutos
- **Severidad 4** >> Tiempo de Reparación 24 horas
- **Severidad 5** >> Tiempo de Reparación 72 horas

Por lo que tengo que realizar un análisis breve y conciso de la incidencia que se estamos presentando.

En la Figura 18 muestro el panel de control de alarmas recibidas.

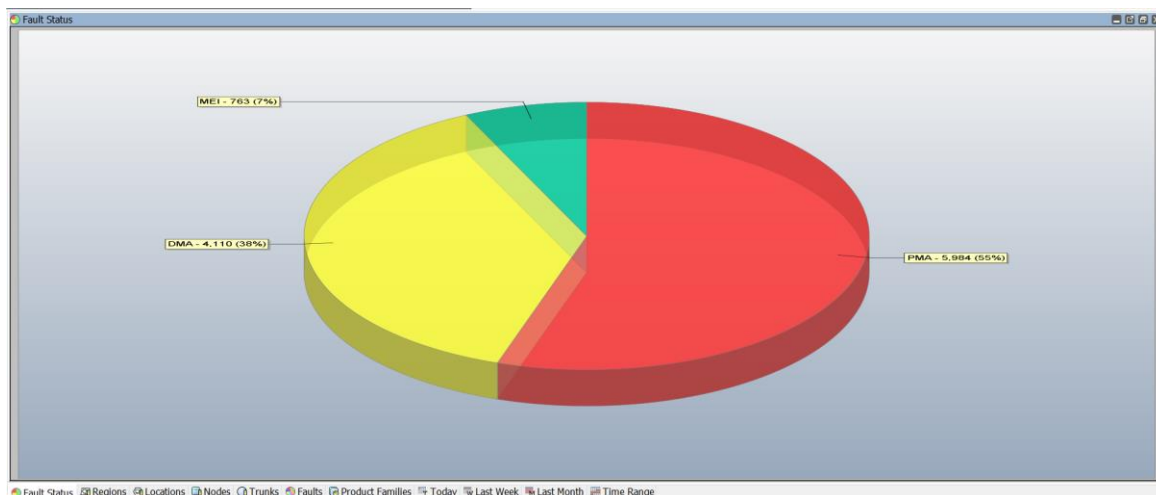
Time	Location	Device	Status	Severity
2019-08-16 07:10:21	8630-HUQUEDES962-TU	TU ETH TELLABS 10G SUR	Ethernet Line Card 1 N15815U1	Pending reset to update pic
2019-08-16 07:16:21	8630-HUQUEDES962-TU	TU ETH TELLABS 10G SUR	Ethernet Line Card 1 N15815U6	Pending reset to update pic
2019-08-16 10:33:12	TL_HHAG_5211	MX ANDRES BELLO SF-P1	FAN-4325 N501915U1	Fan degraded
2019-08-04 07:24:06	amae_buro_credito	MX SUR 3 ADM SF-PACIFICO	ADM1-4310 N50195U1	UNEO
2019-08-02 03:19:43	resault	MX SUR 3 ADM SF-PACIFICO	ADM1-4310 N50195U1	AS
2019-07-09 17:32:07	conexión mtr 4522	MX ANDRES BELLO SF-P1	SPN6-4325 N501915U1	UNEO
2019-06-10 17:27:47	conexión mtr 4522	MX ANDRES BELLO SF-P1	SPN6-4325 N501915U1	Long back active
2019-04-16 04:32:40	8630-HUQUEDES962-TU	TU ETH TELLABS 10G SUR	Control Unit 2 N15815U14	Unit not responding
2019-04-16 04:32:37	8630-HUQUEDES962-TU	TU ETH TELLABS 10G SUR	Control Unit 2 N15815U14	Protection degraded
2019-04-16 04:32:35	8630-HUQUEDES962-TU	TU ETH TELLABS 10G SUR	Control Unit 2 N15815U14	Unit in power save state
2019-04-10 15:13:18	amae_buro_credito	MX SUR 3 ADM SF-PACIFICO	ADM1-4310 N50195U1	LOG
2019-04-21 14:31:23	8630-HUQUEDES962-TU	TU ETH TELLABS 10G SUR	Ethernet Line Card 1 N15815U7	Missing module
2015-04-22 08:57:58	resault	MX SUR 3 ADM SF-PACIFICO	ADM1-4310 N50195U1	Loss of synchronization
1989-12-31 18:01:00	hoop_general_3636	MX SUR 3 ADM SF-PACIFICO	ADM1-4310 N50201U1	LOG
1989-12-31 18:01:00	amae_buro_credito	MX SUR 3 ADM SF-PACIFICO	ADM1-4310 N50195U1	LOG
1989-12-31 18:00:47	in_pizza_servicio_ah_2682	MX ANDRES BELLO P2-COND	ETEX4-4310 N50198AU2	LOG
2019-08-20 11:05:10	8325_metrored_4th	MX INTERVAN 97M-4 P2-M	FAN-4325 N50512U1	Fan degraded
2019-06-20 11:04:54	KOL_FASE_5_1G	MANDELL INT-81 CORP 2	M11 Intellex URM10277AU2	Operational mode HW conflict

**Figura 18.** Gestor de Alarmas, se tiene por cada tecnología un indicador donde se reciben todas las alarmas que los equipos envían al momento de operar con alguna anomalía.

**Fuente:** Datos propios de la empresa.

En Figura 19, se observa el porcentaje de alarmas dependiendo de su nivel de criticidad, los servidores que reciben esta información son previamente configurados de acuerdo al tipo de eventualidad que reciben, por ejemplo, si se tiene un reinicio de equipo el servidor lo cataloga como alta prioridad ya que puede afectar varios servicios, pero el servidor no

distingue que tipo de equipo se reinicia, por lo que envía la alerta y el equipo de Monitoreo es el encargado de determinar el impacto y severidad de la alarma.



**Figura 19.** Porcentaje de Criticidad de Alarmas enviadas por los equipos.  
**Fuente:** Datos propios de la empresa consultada.

Entonces, vamos a analizar un caso en el cual recibo una alarma por **Tunnel primary session down**, lo cual implica que una trayectoria de un servicio está siendo afectada. Dada la configuración del servicio, este no debe presentar problema alguno para el usuario final y es lo que detallare a continuación.

Primero genero un reporte a través de la herramienta **Service Now** (Figura 20, se muestra el gestor donde se levanta un folio para su seguimiento), con el cual se da inicio al caso, este reporte lleva toda la información sobre la investigación del caso y esta información es compartida a través de un Call-Center donde el usuario puede comunicarse para solicitar el avance de su caso

El folio contiene información sobre el servicio que se está reportando como lo es:

- Cliente/Carrier
- Dirección
- Capacidad de ancho de banda del servicio
- Numero de servicio
- Incidencia

Location	Incident ID	Status	Incident Number	Date/Time	Description	Priority	Category
ALESTRA	INC0077579	(empty)	65010336	20/08/2019 12:41:33	OT: 65010336    COMISION NACIONAL DEL AGUA    CDMX    E1    SDH    Solicitud   Intermittencia No Presente	● Assigned	NOC-SERVICIOS
ALESTRA	INC0077578	(empty)	65010335	20/08/2019 12:37:53	OT: 65010335    COMISION NACIONAL DEL AGUA    CDMX    E1    SDH    Solicitud   Intermittencia No Presente	● Assigned	NOC-SERVICIOS
SPRINT	INC0077576	(empty)	640112CA	20/08/2019 12:33:07	OT: 640112CA    UNITED AIRLINES MEXRR GACD    CDMX    100 Mb    ETH    Degradación   Intermittencia Constante	● In Progress	NOC-SERVICIOS
NEUTRONA	INC0077573	(empty)	980101AE	20/08/2019 12:21:43	OT: 980101AE    agencia de noticias xinhua mexico    CDMX    20 Mb    ETH    Solicitud para aumentar valor de MTU	● Assigned	NOC-SERVICIOS

**Figura 20.** Service Now, herramienta que permite la creación de folios para el seguimiento de incidencias.  
**Fuente:** Datos propios de la empresa.

Entonces, primero la alarma se genera físicamente cuando se tiene una desconexión de puerto un reinicio de equipo, un corte de fibra, Túnel de sesión primario abajo, entre otras. Analizaremos el caso de Túnel de sesión primario abajo.

Cuando se dispara la alarma, el equipo a través de un protocolo llamado SNMP (simple network management protocol), le avisa al servidor que tiene un problema, el servidor traduce esta alarma y manda la alerta.

En la figura 21, muestro una notificación que se recibe en el gestor de alarmas, en la cual se indica una sesión de protocolo esta abajo, también indica que tipo de tecnología está afectada así como el equipo que la envía.

Severity	System name	Description	Component	Raise time
w	8700MEX_NPAL_001	cienaCesBfdSessionOperStateChangeTrap	LBFS_12_00B200_3930OC_GRUPO_RAN	2019-10-28 10:45:40 MDT
w	8700MEX_NPAL_001	cienaCesBfdSessionOperStateChangeTrap	LBFS_12_000F00_3916MX_RESPSOL-8	2019-10-28 10:45:40 MDT
w	8700MEX_NPAL_001	cienaCesBfdSessionOperStateChangeTrap	LBFS_12_007F00_3916MEX_TETRPAK	2019-10-28 10:45:40 MDT
w	8700MEX_NPAL_001	cienaCesBfdSessionOperStateChangeTrap	LBFS_12_000F00_3916MX_RESPSOL-8	2019-10-28 10:45:40 MDT
w	8700MEX_NPAL_001	cienaCesBfdSessionOperStateChangeTrap	LBFS_12_005D00_3916MX_THALES-87	2019-10-28 10:45:40 MDT
w	8700MEX_NPAL_001	cienaCesBfdSessionOperStateChangeTrap	LBFS_12_007F00_3916MEX_TETRPAK	2019-10-28 10:45:40 MDT
w	8700MEX_NPAL_001	cienaCesBfdSessionOperStateChangeTrap	LBFS_12_006300_3930IBSTER RETII-	2019-10-28 10:45:40 MDT
w	8700MEX_NPAL_001	cienaCesBfdSessionOperStateChangeTrap	LBFS_12_005D00_3916MX_THALES-87	2019-10-28 10:45:40 MDT
w	8700MEX_NPAL_001	cienaCesBfdSessionOperStateChangeTrap	LBFS_12_007C00_3930SHT_LEGARIA-	2019-10-28 10:45:40 MDT
w	8700MEX_NPAL_001	cienaCesBfdSessionOperStateChangeTrap	LBFS_12_006300_3930IBSTER RETII-	2019-10-28 10:45:40 MDT
w	8700MEX_NPAL_001	cienaCesBfdSessionOperStateChangeTrap	LBFS_12_007E00_3916MX_NOVONORDI	2019-10-28 10:45:40 MDT
w	8700MEX_NPAL_001	cienaCesBfdSessionOperStateChangeTrap	LBFS_12_007C00_3930SHT_LEGARIA-	2019-10-28 10:45:40 MDT
w	8700MEX_NPAL_001	cienaCesBfdSessionOperStateChangeTrap	LBFS_12_008D00_3930REGALOSXXI-8	2019-10-28 10:45:40 MDT

**Figura 21.** Alerta recibida en el Gestor de alarmas.  
**Fuente:** Datos propios de la empresa.

Lo que procedo a realizar, en primera instancia, es identificar que tipo de Tecnología está siendo afectado por esta incidencia.

Como mencione anteriormente, se tienen tres tipos de tecnología y cada una tiene su gestor, a través del cual, me conecto remotamente a los equipos y poder visualizar cual es el problema que se está suscitando. Una vez dentro del equipo, valido si realmente se tiene la incidencia como tal en el equipo. Estos pueden estar ubicados de manera local (CDMX), nacional (interior de la república) o internacional.

En la figura 22, muestro las diferentes tecnologías que se usan en el día-día, cada tecnología es representada con su gestor de aplicación a través de los cuales tengo acceso a cada dispositivo que se encuentra en la red.

TECNOLOGIA	GESTOR	APLICATIVO
MPLS	CORIAN CORRIGENT RIVERSTONE	 Dashboard  Start CM-View V...
MPLS-TP	CIENA, CISCO	 OneContr... 6.4.0  VPN Client
SDH	GO-GLOBAL FOR UNIX	 GO-Global for UNIX...

**Figura 22.** Tipos de tecnología que están presentes en la red de fibra óptica así como los equipos en los cuales se tienen configurados los servicios que se entregan al usuario.

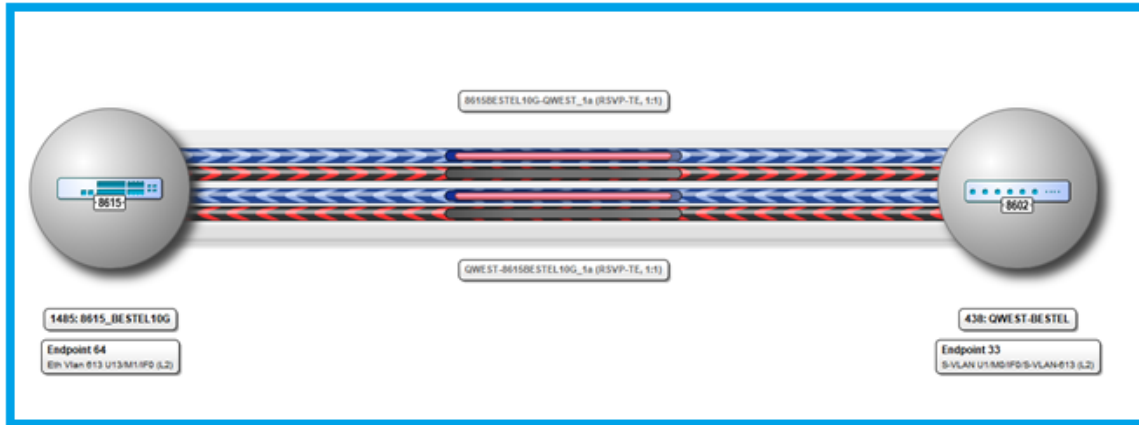
**Fuente:** Intranet. Datos propios de la empresa.

Para este caso identifiqué el servicio pertenece a una tecnología híbrida ya que tiene su parte de MPLS y MPLS-TP.

Revisé la parte de MPLS que pertenece al gestor de Coriant y me encontré que el servicio está afectado, realmente, en sus dos trayectorias por lo que se tiene indisponibilidad del servicio al 100 %

En la figura 23, muestro que ambas rutas, tanto primaria como secundaria, están en rojo lo cual me indica que no se tiene conectividad entre los dos puntos.

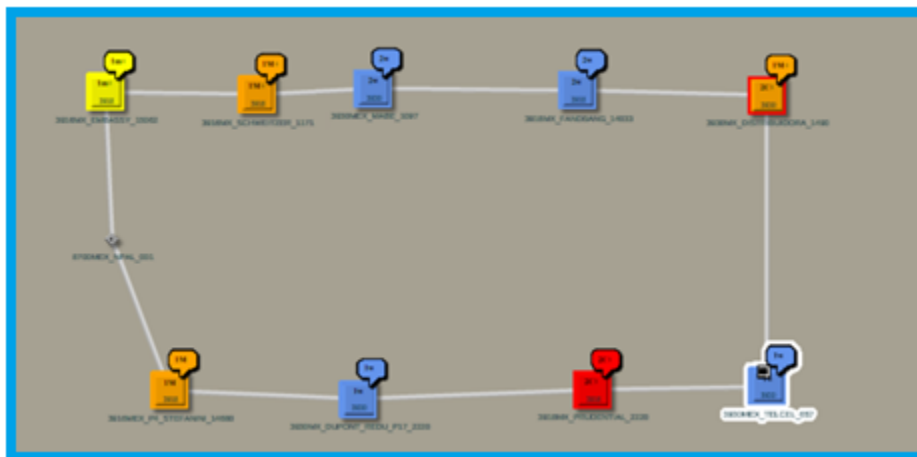




**Figura 23.** Representación gráfica de un enlace punto a punto en la tecnología Coriant donde se aprecia que ambas trayectorias del servicio están afectadas por lo tanto el usuario no tiene servicios.  
**Fuente:** Intranet. Datos propios de la empresa.

Ahora reviso su correspondencia en Ciena y encuentro que se tiene una apertura en el anillo donde reside el equipo del usuario final.

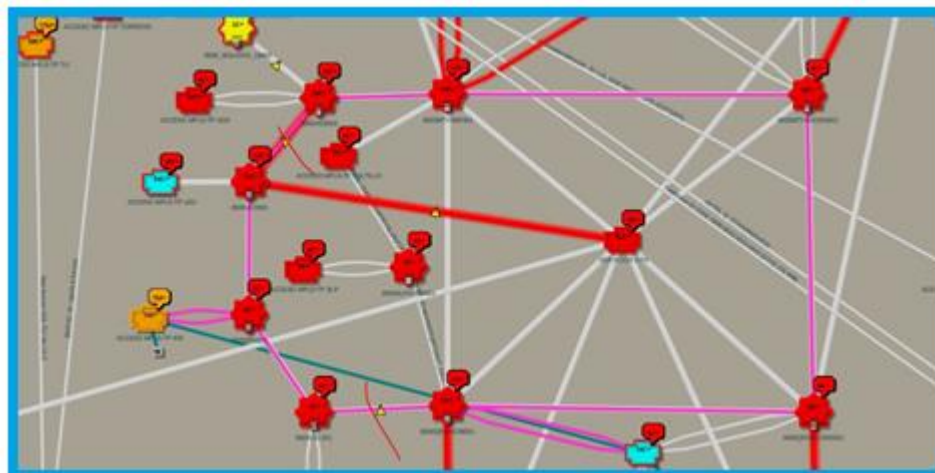
En la figura 24, muestro un anillo con tecnología Ciena, en este caso se representa la contraparte del segmento de red.



**Figura 24.** Anillo donde se encuentra el equipo del usuario final. Se tiene dos equipos aislado por lo que el equipo que está en color rojo no tiene comunicación y por lo tanto no tiene servicios.  
**Fuente:** Intranet. Datos propios de la empresa.

Como he mencionado los servicios se configuran de tal forma que tengan una ruta primaria y una ruta secundaria dado su topología de anillo, para este caso se encuentra que ambas rutas esta afectadas.

En la figura 25, muestro como ambas rutas de un servicio están afectadas por un doble evento con lo cual se tiene fuera de servicio el enlace reportado.



**Figura 25.** Topología de Anillo de un servicio afectado por un doble evento.  
**Fuente:** Datos propios de la empresa.

Después canalizo el incidente, una vez que identifico el daño, con el área de mantenimiento para que se coordine tanto con personal de planta externa/interna y acudir al sitio y poder llevar a cabo las acciones de reparación de la fibra.

Cuando llega personal a sitio, doy indicaciones sobre donde puede estar localizado el incidente. Para esto cuento con herramientas de Diseño para poder tener una aproximación geográfica e identificar el posible corte. Para caso se tiene una medición con un margen de error de 5% por cada kilómetro.

En la aplicación se muestra las cajas de acometida donde se tienen las conexiones de fibra y donde se conectan diferentes anillos.

El gestor se conecta a través de Google Maps para tener la una visibilidad del lugar y con este mejorar las labores de reparación.

En la Figura 26, se muestra el aplicativo para rastrear las fibras afectadas.



**Figura 26.** Gestor para rastrear fibras dañadas por entidad.  
**Fuente:** Intranet. Datos propios de la empresa.

En este paso tengo que estar en conferencia con los responsables de mantenimiento externo, Carrier y en algunas ocasiones con personal de seguridad pública para abanderar el área por ser zona roja o vía primaria.

Tengo que monitorear continuamente las acciones tomadas ya que durante la reparación de las fibras se puede intervenir otros servicios y afectarlos de manera imprevista.

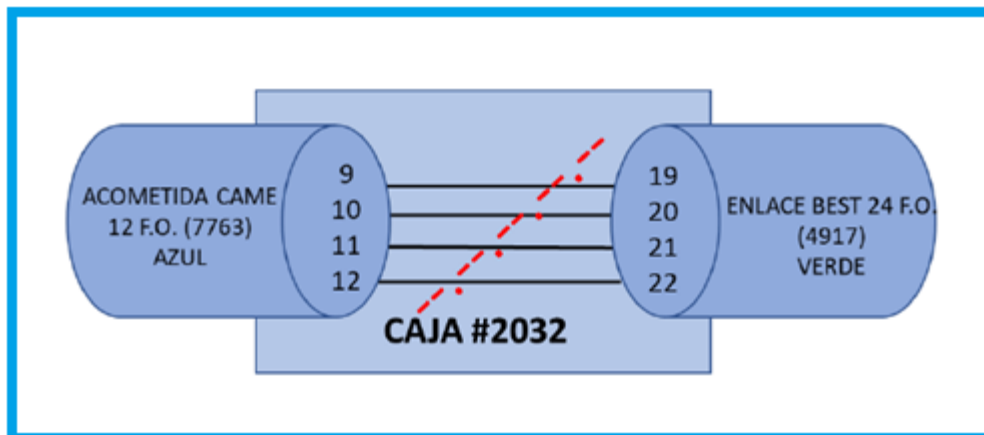
Para evitar este tipo de incidencias se tiene un código de colores para identificar las fibras y poder intervenir las que pertenecen al servicio afectado.

En la Figura 27, muestro la tabla de código de colores de la fibra óptica implementada, como se puede apreciar se tienen identificadas las fibras por color, cliente, acometida, fecha de implementación (tubo de 24 fibras). Con esta información se procede a bajar caja de acometida para comenzar con labores de fusión de fibra.

Cable 1	Cintillo 1	Fibra 1	Cable Alias 1	Cable 2	Cintillo 2	Fibra 2	Cable Alias 2	Fecha	Anillo	Cliente	Estatus	Anexo
12800	AZUL	1	ACOMETIDA SOCIEDAD COOPERTIVA	12799	AZUL	13	ENLACE TLIHUACA	15/08/2017 06:10:49 p.m.	MEX_NBOD_1G_013	METRONET	PLANEADO	00000000
12800	AZUL	2	ACOMETIDA SOCIEDAD COOPERTIVA	12799	AZUL	14	ENLACE TLIHUACA	15/08/2017 06:10:49 p.m.	MEX_NBOD_1G_013	METRONET	PLANEADO	00000000
12800	AZUL	3	ACOMETIDA SOCIEDAD COOPERTIVA	8847	VERDE	13	ENLACE TLIHUACA	15/08/2017 06:11:09 p.m.	MEX_NBOD_1G_013	METRONET	PLANEADO	00000000
12800	AZUL	4	ACOMETIDA SOCIEDAD COOPERTIVA	8847	VERDE	14	ENLACE TLIHUACA	15/08/2017 06:11:09 p.m.	MEX_NBOD_1G_013	METRONET	PLANEADO	00000000

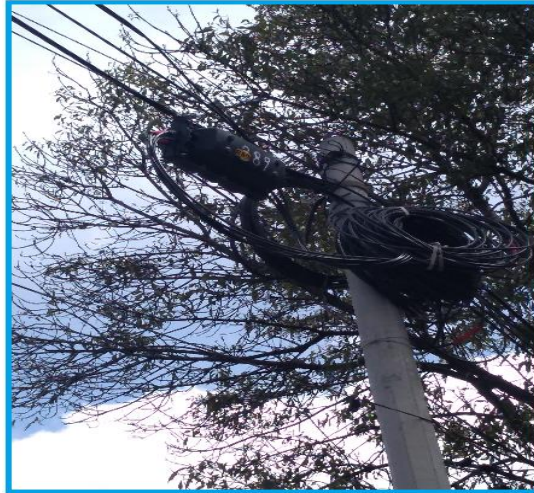
**Figura 27.** Tabla de Colores en un tubo de 24 fibras.  
**Fuente:** Intranet. Datos propios de la empresa.

En la Figura 28, se tiene una representación gráfica de un tubo de 24 fibras, se tienen identificado el número de fibra para que de esta forma no se pierda la continuidad de los servicios, el número de caja representa la geo localización de la acometida (cliente, ubicación) para futuras referencias.



**Figura 28.** Representación gráfica de un tubo de 24 fibras.  
**Fuente:** Intranet. Datos propios de la empresa.

En la Figura 29, se muestra físicamente una caja de acometida, la localización se encuentra en MIGUEL LAURENT #235 | COMERCIAL MEXICANA | (705)



**Figura 29.** Caja de Acometida ubicada en poste.  
**Fuente:** Intranet. Datos propios de la empresa

En la Figura 30, se muestra la caja cuando personal de planta interna se dispone a comenzar las mediciones.



**Figura 30.** Caja de Acometida.  
**Fuente:** Intranet. Datos propios de la empresa.

En la Figura 31, se muestra personal de planta interna realizando el empalme de la fibra óptica dañada, posteriormente se realizan mediciones para descartar errores en el empalme.



**Figura31.** Personal de Planta Interna realizando el empalme de la fibra óptica dañada.  
**Fuente:** Intranet. Datos propios de la empresa.

Una vez localizado el daño se procede a la reparación de la fibra la cual debe ser fusionada para restablecer el servicio. Para esto existen diferentes modelos para la fusión de la fibra (empalme). Entre algunos se encuentra:

- Empalmador por Fusión Mono Fibra 70S (Figura 32).
- Emplamador por Fusión Mono Fibra 19S.
- Emplamador por Fusión de fibras en cinta 70R.



**Figura 32.** Empalmador por Fusión Mono Fibra 70S

**Fuente:** [http://www.fusionsplicer.fujikura.com/es/products/cable/connection/details/2056113\\_10440.htm](http://www.fusionsplicer.fujikura.com/es/products/cable/connection/details/2056113_10440.htm)  
]. Consultada el 22 de octubre de 2019

Cuando el personal de campo realiza el empalme de la fibra, tengo que realizar pruebas de medio (BERT, RFC TRAFICO CONSTANTE) para validar que el servicio cuente con los requerimientos que contrato como es: latencia, ancho de banda, calidad del servicio.

Para realizar estas pruebas de medio cuento con los equipos de medición JDSU/EXFO (Figura 33).



**Figura 33.** Equipo de Medición JDSU.

**Fuente:** Datos propios de la empresa

Una vez validado que el usuario tenga el servicio activo nuevamente y que los parámetros de la fibra estén en rango, procedo al cierre del folio.

En la Figura 34, se observa el rango de transmisión y recepción que tiene la fibra óptica después del empalme.

Expected Restoration Time (Seconds)	SPLI Management	SPLI Managed	Provisioned Tx Power (dBm)	Tx actual power (dBm)	Rx actual power (dBm)	Rx Actual Channel power (dBm)	Tx channel spacing (GHz)	Tx wavelength (nm)	Tx Frequency (THz)	Supported Frequency Resolution (GHz)
0	On	No	4.0	4.0	-22.2	-23.5	50	1530.33(1)	195.9000	0.1

**Figura 34.** Rango de Potencia de la fibra óptica después del empalme.

**Fuente:** Intranet. Datos propios de la empresa.

En la Figura 35, muestro el servicio activo en el gestor Coriant, como se puede apreciar se tienen ambas rutas reparadas y en servicio.



**Figura 35.** Representación gráfica del servicio activo.

**Fuente:** Intranet. Datos propios de la empresa.



## **PARTICIPACION EN LA IMPLEMENTACION DE NUEVA INFRAESTRUCTURA**

El internet necesita ser más rápido, estable y tener precios razonables para que esté al alcance de la mayoría de la población. Y se tiene que tener la infraestructura para hacer llegar estos servicios a todas las comunidades del país.

Para esto necesitamos crear la infraestructura para cumplir con este objetivo, no obstante, es necesario instalar físicamente un nuevo cableado en grandes extensiones de terreno y grandes cantidades de cable. Sin embargo estos parámetros implican grandes inversiones monetarias para su realización.

Éste hecho, junto a la composición territorial, con grandes extensiones con baja densidad poblacional y una orografía a menudo compleja, hace que el despliegue de redes de fibra óptica en gran parte del territorio sea mucho más lento de lo esperado. Es necesario nuevas e innovadora técnicas que reduzcan plazos, costos, afectaciones e impacto en el entorno.

Como parte de la implementación de infraestructura que se puede consolidar para implementar los alcances de la tecnología a zonas remotas y mejorar en las partes donde se tiene la ya fibra óptica se propone utilizar la infraestructura que ya se tiene en una localidad como puede ser:

- Tuberías de Agua,
- Vías de ferrocarril,
- Líneas de transmisión eléctricas.

Para tal efecto me encuentro trabajando en un proyecto donde se tiene contemplado instalar la fibra óptica a través de las tuberías de suministro de agua, a nivel de infraestructura, presentan una nueva y perfecta oportunidad para la difusión de las telecomunicaciones:

Situadas en profundidad en el subsuelo, están bien protegidas y son resistentes. Se tiene proyectado instalar la fibra dentro de las tuberías de agua que son las que llegan a esas localidades lejanas donde es casi imposible cablear a través de postes y tender la fibra óptica.

## **METODOLOGÍA PROPUESTA.**

Una red de agua potable, mayoritariamente, abastece todos aquellos puntos en los que viven o desarrollan actividad las personas. Exactamente los mismos puntos potenciales de usuarios de una red de fibra óptica.

Permite el tendido de tramos de gran distancia sin necesidad de realizar zanjas.

La red de agua potable ya dispone de un conjunto de registros, arquetas, que alojan los elementos propios de la misma: válvulas, reguladoras, descargas, ventosas, contadores... Éstas pueden ser puntos muy interesantes para la difusión y distribución de telecomunicaciones a la población. Ya que es a través de estos puntos se instalarán Nodos concentradores para no tener pérdidas en la señal.

El conducto de telecomunicaciones queda protegido por el agua de dentro la canalización existente. Por lo que se evitara daños a la fibra, como ocurre en lugares céntricos, como es el corte de cable, caída de postes entre otros,

El régimen normal de trabajo de la red es muy estable y las alteraciones, suelen ser predecibles o panificables. Se tienen contemplado para este proyecto los siguientes puntos:

- Interconexión de sedes, edificios o instalaciones.
- Sonorización, telemetría, sistemas de control, automatización y aplicaciones.
- Detección de fugas a tiempo real y monitorización de la red.

Presenta una oportunidad inigualable de materializar el objetivo 2020 para la conexión de banda ancha en cualquier punto del territorio. Así, como una forma no sólo de conseguir alcanzar dicho objetivo sino de hacerlo en base a la sostenibilidad, la reducción del impacto medioambiental y al entorno en general:

- Menos maquinaria pesada.
- Sin afectación al tráfico.
- Menor impacto a la ciudadanía.
- Sin impacto visual o ecológico.

Además esta solución, permite garantizar la seguridad del contenido de esta. Pues el elemento expuesto al agua de consumo, que circula por dentro las canalizaciones existentes, no es otro que otra canalización y no un cable. Este cable con su recubrimiento residirá en el interior de la nueva canalización habilitada.

Como sucede con el cable submarino que conecta continentes, actualmente se tiene cable submarino administrado por empresas como son Verizon, Google, Orange.

## RESULTADOS

La solución técnicamente permite tender una red de telecomunicaciones que replique la red existente de agua potable, con independencia del contexto y la tipología de canalización existente.

El objetivo de nuestra solución es la de hacer viables proyectos que, por metodologías más convencionales, en cuanto a implementación de redes de fibra óptica, no son viables por motivos técnicos, económicos, medioambientales u otros. Así, se garantiza que en cualquier punto donde haya suministro de agua por canalización es posible hacer llegar la conexión de banda ancha.

Alrededor de 70% del territorio lo conforman zonas rurales, diseminadas o con baja demografía y gran extensión de terreno; seguramente por otras vías nunca será posible un despliegue. Además, de ser una solución que se integra de forma nativa con cualquier otra metodología de tender fibra o redes ya consolidadas, pues todo el material de telecomunicaciones es estándar.

Compartir infraestructuras entre distintos servicios, es una innovación a nivel técnico por sistemática de instalación y producto; pero especialmente en la ruptura de un modelo de gestión de infraestructuras. La racionalización de las infraestructuras y avanzar hacia modelos más sostenibles, pasa por un uso compartido de las mismas que nos aporta:

- Menor impacto ambiental
- Ahorro de tiempo en el despliegue e instalación
- Bajo impacto en el tráfico de la zona
- Sin uso de maquinaria pesada
- Instalación no expuesta a condiciones climáticas volátiles
- Reducción de costos

No obstante, dota de complejidad y abre nuevas vías de explotación de los servicios que comparten una misma infraestructura. La supresión de los agravios tecnológicos entre la ciudadanía por lugar de residencia y mitigar el éxodo por *gap* tecnológico hacia grandes ciudades, bien parece que lo justifica más allá de los beneficios anteriormente citados.

## CONCLUSIONES

Las labores que desempeño diariamente en la empresa permiten que las comunicaciones a nivel nacional tengan un funcionamiento óptimo y de esta forma cumplir con las expectativas de los clientes, todos los conocimientos que se ocupan en esta etapa profesional son bien inculcados previamente en la etapa escolar en la que a Universidad Nacional Autónoma de México tiene una participación muy importante ya que me ha orientado y guiado en esta travesía dándome los conocimientos que se necesitan en estos tiempos donde la competitividad es demasiado alta.

La Universidad Nacional Autónoma de México ha desarrollado en mis las habilidades necesarias para poder ser competitivo, no solo implica habilidades intelectuales sino también ha fortalecido en mi persona la parte ética y humana. Esto en el sentido de que estamos viviendo una etapa complicada donde los problemas implican una solución tanto tecnológica como ambiental ya que desafortunadamente la tecnología no solo implica cambios que favorecen y mejorar la calidad de vida sino que también provocan que los remanentes de la tecnología continúen creciendo y por esta razón los cambios y mejoras necesitan un enfoque responsable, lo cual la UNAM a través de sus Institutos, Facultades, Preparatorias y Centros de Investigación va inculcando y fortaleciendo estas ideas otorgando el conocimiento requerido para estos nuevos retos.

Mi paso a través de la Universidad Nacional Autónoma de México me provoca una satisfacción plena en la que me siento orgullosamente "PUMA" ya que es una Institución que tiene participación a nivel nacional e internacional pero cuando te encuentras estudiando no se ve claramente. Ya cuando me encuentro del lado profesional me doy cuenta de que la Universidad Nacional Autónoma de México está posicionada en gran parte de esta innovación tecnológica. Es un orgullo haber andado por los pasillos, primero de la Preparatoria Número 3 Justo Sierra y después mi andar por la magnífica Facultad de Ingeniería donde aprendí las bases y por mi cuenta tuvo que desarrollar esas bases y ante todo agradezco a las personas que me impartieron ese conocimiento, en muchas ocasiones escuche palabras como "Tienes que mejorar", "Te felicito, excelente trabajo" y en muchas otras ocasiones "Tienes que repetirlo, lo que me entregas no se encuentra a la altura de un profesionalista", imagínate parado frente a una multitud de cuarenta y tantos estudiantes y recibir una llamada de atención, no es nada grato sin embargo esto me motivo para seguir esforzándome y darme cuenta que puedo y tengo que explotar los conocimientos que he recibido a lo largo de mi paso por la Universidad Nacional Autónoma de México y quiero expresar esa gratitud a través de estas palabras y de este trabajo a esas personas que son la parte más valiosa de la Universidad Nacional Autónoma de México y me refiero a los Maestro que nos guían y dan consejo en muchas ocasiones sin esperar algo más que tu esfuerzo.



## **BIBLIOGRAFÍA.**

**R6 SmartEdge System. Foundation Configuration and Monitoring course module, Version 3,200811**

**TSS 4.0 Signaling. Student Book LZT 123 8671 R2A. Ericsson 2009.**

**Interconnecting Cisco Networking Devices, Ppart 1. Volume 1. Version 2.0 Student Guide.**

**Comisión Federal de Electricidad (CFE) (2009) “CFE Fibra Óptica en México”.**

**Fuente:** <http://www.youtube.com/watch?v=yw3N1hLxhpc>.

Referenciado al día 10 de agosto de 2019

**Instituto Federal de Telecomunicaciones. Indicadores internacionales de Países miembros de Regulatel.**

**Fuente:**[https://bit.ift.org.mx/SASVisualAnalyticsViewer/VisualAnalyticsViewer\\_guest.jsp?appSwitcherDisabled=false&reportName=Indicadores%20Internacionales&reportPath=/Shared/Data/SAS+Visual+Analytics/Reportes/&appSwitcherDisabled=true](https://bit.ift.org.mx/SASVisualAnalyticsViewer/VisualAnalyticsViewer_guest.jsp?appSwitcherDisabled=false&reportName=Indicadores%20Internacionales&reportPath=/Shared/Data/SAS+Visual+Analytics/Reportes/&appSwitcherDisabled=true). Referenciado

al día 12 de agosto de 2019.

**Equipos de medición de Fibra Óptica.**

**Fuente:**[https://www.google.com/search?q=fusion+de+fibra&rlz=1C1GCEA\\_enUS825US825&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjT5vOG4PHjAhULyKQKHW8fBggQAUIECgB&biw=1280&bih=536#imgrc=c01U7QLrJmwCJM](https://www.google.com/search?q=fusion+de+fibra&rlz=1C1GCEA_enUS825US825&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjT5vOG4PHjAhULyKQKHW8fBggQAUIECgB&biw=1280&bih=536#imgrc=c01U7QLrJmwCJM):

Referenciado al día 4 de julio de 2019.

**American Tower Company. Corporate Responsibility.**

**Fuente:**<https://www.americantower.com/investor-relations/annual-reports-and-proxy-statements/>

Referenciado al día 29 de julio de 2019.

**Fundamentos de Diseño de Fibra Óptica.**

**Fuente:**<https://www.studocu.com/en/document/uned/matematicas-ii/lecture-notes/fibra-optica-operacion/1063537/view>

Referenciado al día 15 de julio de 2019.