

Estamos preparándonos para lo que se denomina *Internet óptico*, una evolución hacia redes más rápidas, con menor consumo de energía y gran flexibilidad para ajustarse a las distintas necesidades de capacidad de transmisión de información.

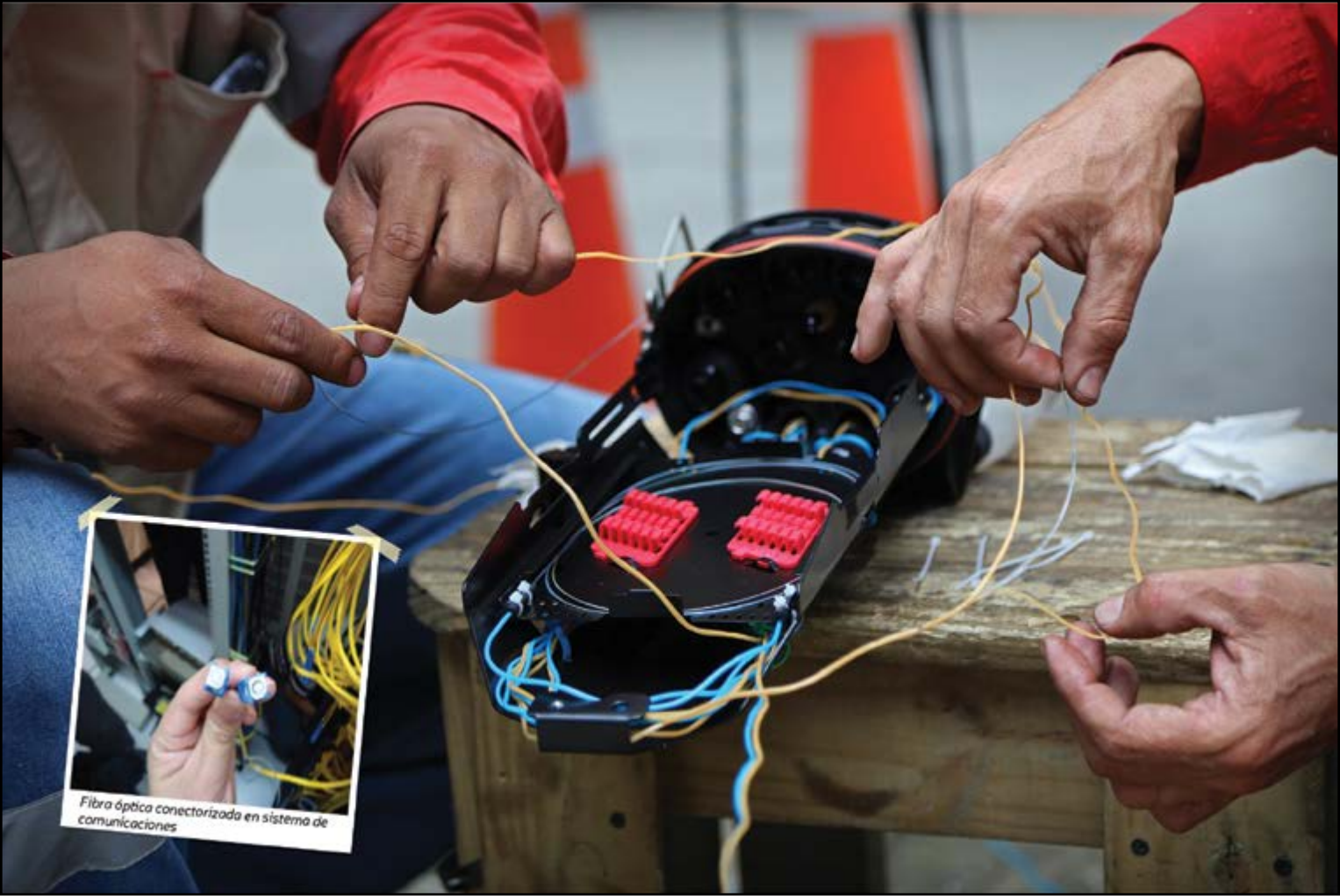
*Ingeniera Electrónica y profesora de la Universidad de Antioquia. Doctora en Telecomunicaciones de la Universidad Politécnica de Valencia (España). Es miembro del Grupo de Investigación en Telecomunicaciones Aplicadas –GITA–. Sus líneas de investigación son los sistemas de comunicaciones ópticas, la predicción de demanda de telecomunicaciones y la ingeniería del espectro óptico.

Cable de fibra óptica.
Fotografía Lina Margarita Hernández Miranda.



LA LUZ NO SOLO ILUMINA, COMUNICA

Por: Ana María Cárdenas Soto*



Procedimiento para conexión de fibras ópticas. Fotografía Lina Miranda. Agradecimientos a UNE EPM Telecomunicaciones.

Alguna vez te has preguntado ¿cómo llega la información a nuestros computadores? Si miráramos el camino que recorre la información cuando hacemos una consulta por Internet o bajamos música o videos, nos sorprendería encontrar que gran parte de su recorrido lo hace a través de un vidrio. La información transita por delgados hilos de óxido de silicio, es decir, arena derretida con la cual se hacen los objetos de vidrio, pero muy purificada y combinada con otros materiales. Estos hilos de vidrio se conocen como fibras ópticas, son de un diámetro más delgado que un cabello y pueden transmitir la información casi sin dañarla o distorsionarla a cientos de kilómetros. Por esta razón, hacen parte de lo que conocemos como autopistas de información y la analogía viene bien, pues son caminos de luz que la transportan.

La información transita por delgados hilos de óxido de silicio, la misma arena derretida con la cual se hacen los objetos de vidrio, pero muy purificada y combinada con otros materiales.

La información, para ser transmitida por estas autopistas, sufre muchas transformaciones. Como ejemplo tomemos una conversación telefónica. Nuestra voz es una onda acústica generada por la vibración de las cuerdas vocales. Esta onda se transmite por el aire a la velocidad del sonido, alrededor de 340 metros por segundo (m/s), pero se atenúa muy rápidamente alcanzando a propagarse solo unos cuantos metros. Si queremos que viaje a más distancia entonces debemos transformarla, por ejemplo con el micrófono que está en un teléfono, el cual permite que las ondas acústicas se conviertan en una onda eléctrica.

Aunque en este estado las señales eléctricas viajan a la velocidad de la luz y por varios kilómetros, aún no están listas para ser enviadas por las fibras ópticas. Se necesita que la onda eléctrica se vuelva a transformar, esta vez en una onda óptica, lo que se consigue controlando una fuente de luz especial que conocemos como Láser, con la señal eléctrica. Así, La señal óptica está lista

para ser enviada por la fibra óptica. En este conjunto de transformaciones falta una muy importante: las comunicaciones actuales envían la información en forma de bits para que sean entendidas por los computadores. Así que después de convertida a onda eléctrica, la señal se digitaliza, es decir, la señal de entrada continua (analógica) se convierte en una serie de valores numéricos (digital), cuya base fundamental son unos (1) y ceros (0), luz encendida o apagada.

Los principios de la comunicación por fibra óptica fueron expuestos por Charles Kuen Kao y George Alfred Hockham en 1966 en el artículo titulado *Dielectric-fibre surface waveguides for optical frequencies*. Gracias a este importante aporte a la ciencia y la tecnología se otorgó al Dr. Kao el premio Nobel de física en 2009. Según relata él mismo en una entrevista realizada en el 2004 (ver http://www.ieeehn.org/wiki/index.php/Oral-History:Charles_Kao), por aquellos

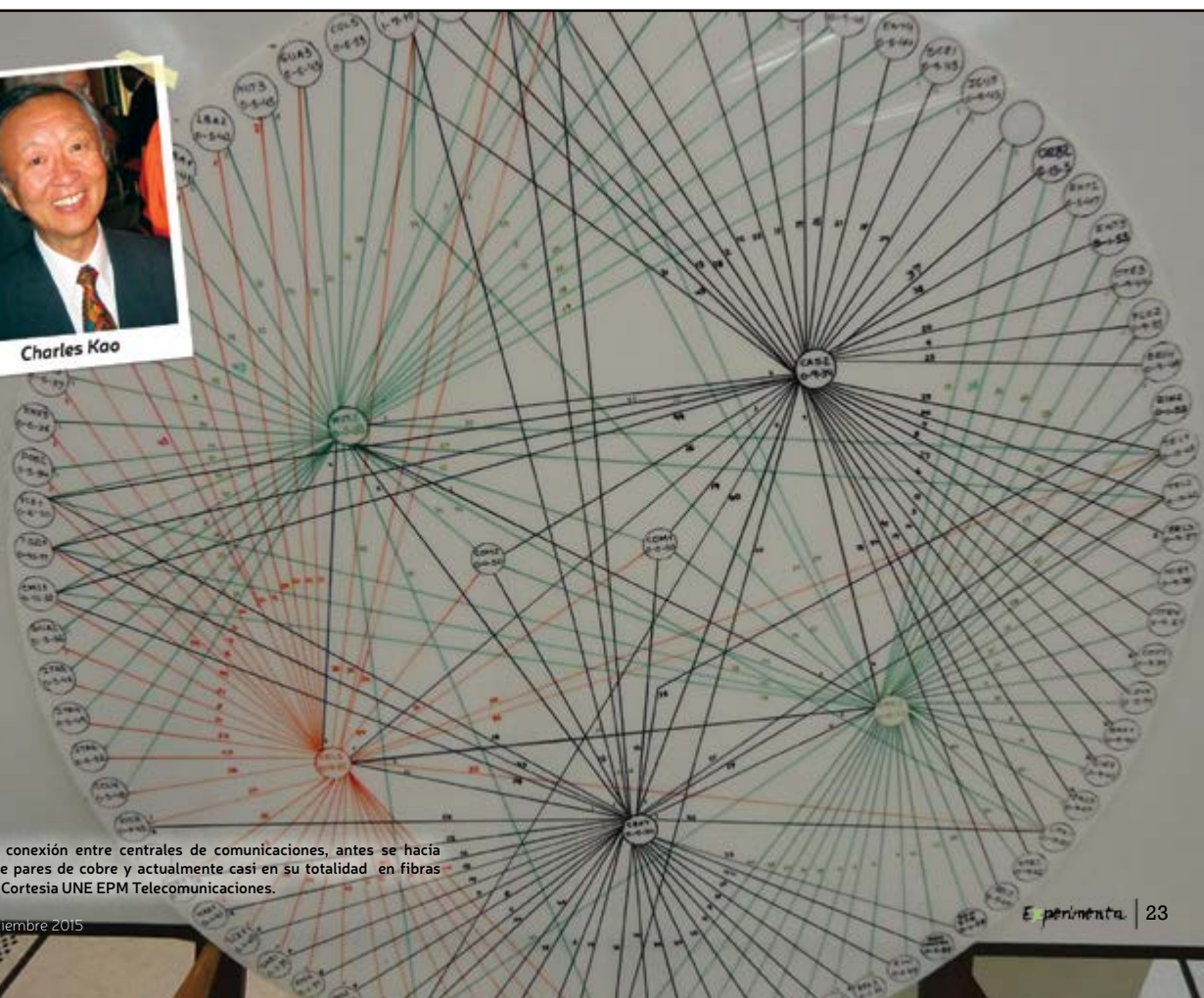
años él trabajaba para una compañía de la ITT del Reino Unido, la Standard Telecommunications Laboratories. Una de las prioridades de la compañía era incrementar la capacidad de transmitir muchos bits por sus autopistas de información, para así enviar más información por segundo, era como pasar de la bicicleta a los carros o a las *tractomulas*. Para hacer esto no sólo se requerían vías de comunicación más amplias, como la fibra óptica, sino los vehículos que con más capacidad de transporte de bits transitarían por las nuevas vías. La capacidad de un vehículo o transmisor de información se mide por

el rango de frecuencias que abarca. Hay fuentes que ocupan tan sólo unos cuantos Kilohercios (kHz), con lo cual pueden llevar información del orden de varios miles de bits por segundo, en tanto que si tenemos transmisores de Megahercios (MHz) estaremos en posibilidad de enviar mil veces más bits. En la actualidad transmisores más avanzados

La línea de comunicaciones ópticas del grupo GITA -Grupo de Investigación en Telecomunicaciones Aplicadas-, de la Universidad de Antioquia, trabaja con las autopistas de la información.



Charles Kao



Plan de conexión entre centrales de comunicaciones, antes se hacía mediante pares de cobre y actualmente casi en su totalidad en fibras ópticas. Cortesía UNE EPM Telecomunicaciones.

Estamos preparándonos para lo que se denomina Internet óptico, una evolución hacia redes más rápidas, con menor consumo de energía y gran flexibilidad para ajustarse a las distintas necesidades de capacidad de transmisión de información.

permiten transmitir información del orden de 100 mil millones de bits en un segundo. Ese transmisor de tan alta capacidad es lo que conocemos como Láser (de la sigla inglesa *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*, es decir, amplificación de luz por emisión estimulada de radiación) y fue desarrollado a finales los años 50. Coinciden entonces en el tiempo la necesidad de sistemas de comunicación con más capacidad de información, un transmisor capaz de transmitirla y las fibras ópticas para llevar tan alta capacidad. El sistema aún no está completo. Ahora se requiere bajar de nuevo la información de las autopistas, para que pueda ser procesada y volverse útil. Se denomina *fotodiodo* al dispositivo que transforma las señales de luz en señales eléctricas. Al interior de nuestro computador o nuestro teléfono, las señales eléctricas son de nuevo procesadas para ser convertidas en voz o en imágenes percibidas por nuestros sentidos.

La línea de comunicaciones ópticas del grupo GITA -Grupo de Investigación en Telecomunicaciones Aplicadas-, de la Universidad de Antioquia, trabaja con las autopistas de la información. Tratamos de que esas autopistas sean inteligentes, y flexibles de muchas maneras. Trabajamos por ejemplo con el *grafeno*, un nuevo material que se encuentra en los lápices o en las minas de los portaminas. Con este material queremos hacer transmisores de muy alta capacidad que puedan llevar varios miles de millones de bits. También trabajamos para que la información llegue lo mejor posible a pesar de las múltiples distorsiones que le causa la fibra a la información pues mientras más grande es la capacidad en bits, más difícil es enviar la información por la fibra. Usando de nuevo nuestra analogía, nuestras estrategias van orientadas entonces no a enviar toda la información en una *tractomula*, sino en varios carros pequeños, es decir partimos la información, la rotulamos y la armamos de nuevo en el lado del receptor. Intentamos gobernar el tráfico en la autopista, mejorando la separación entre los carriles, para que quepan más

transmisores de información. Intentamos que, si hay que cambiar de transmisor cuando se llega a una zona de intercambio de información, siempre haya un vehículo disponible, con el reto de no tener que descargarla y volverla a cargar en un nuevo vehículo. Eso es lo que denominamos desarrollar conversores de longitud de onda. Ese nombre se debe a que a los vehículos los identificamos por su frecuencia, y esta se relaciona con la longitud de la onda a través de la velocidad de la luz.

Cuando la información llega al extremo de la fibra pero aun sin pasar por el fotodiodo, intentamos reconstruir su forma, en lo que técnicamente se conoce como conformación del pulso óptico. Si aún así la información llega algo distorsionada, estudiamos la manera en que al aplicar unos códigos de error, podemos saber qué parte de la información llegó mal y hacer su corrección. Esto es lo que se conoce como *Forward Error Correction*, es decir, hacer la corrección de errores sin pedir que nos envíen de nuevo la información.

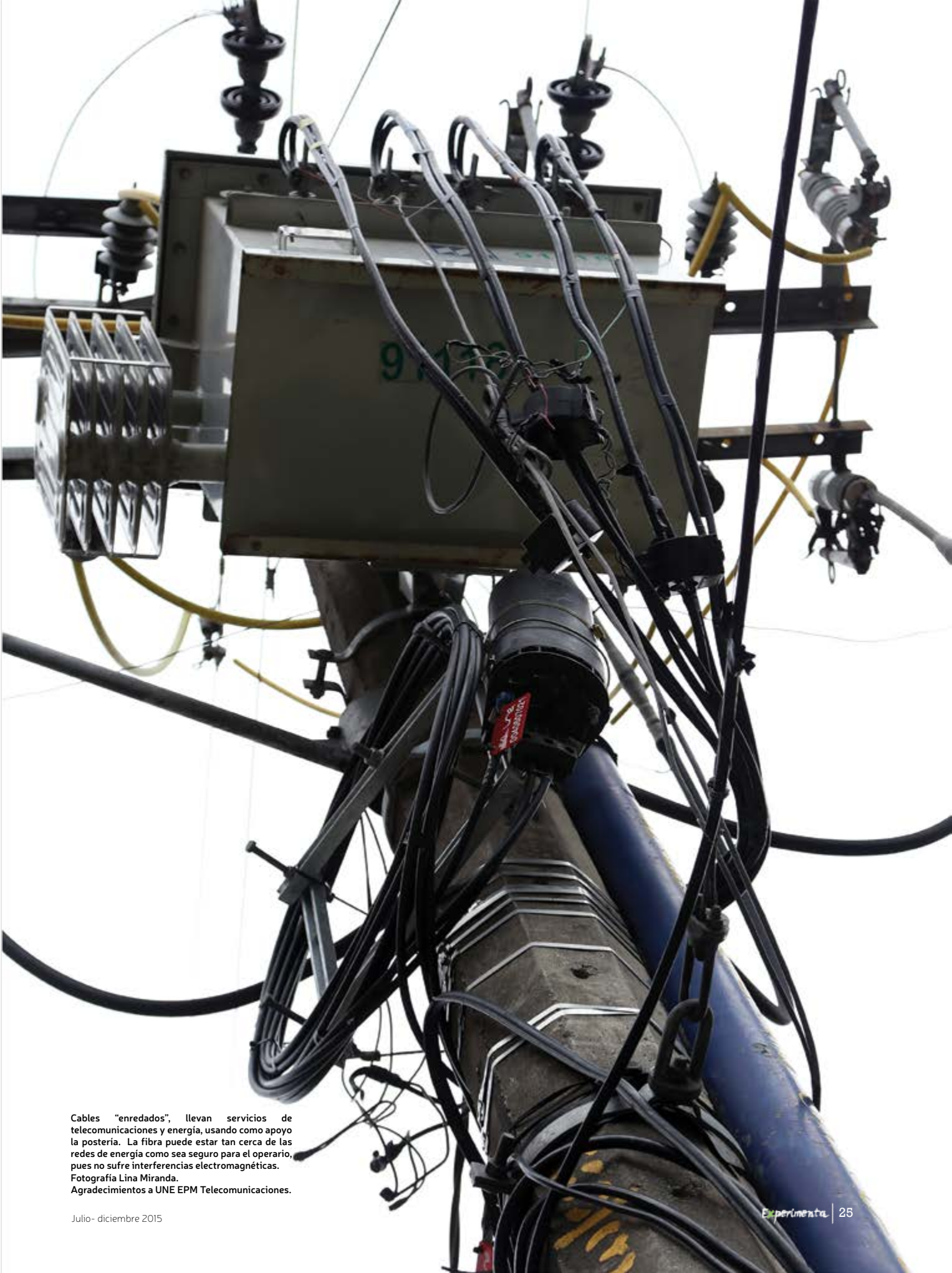
Y ¿Qué pasa entonces con las vías que no son de tan alta capacidad? Esas vías las conocemos como redes de acceso, son las que llegan a nuestras casas. En nuestro grupo estamos trabajando para que los 'vehículos de luz', o los transmisores ópticos sean muy baratos y se adapten a las necesidades de los usuarios. La buena noticia es que estas vías son también en fibra, así que por mucho tiempo no hay que cambiarlas; en nuestra analogía, no requeriremos un ensanche vial. Basta con que estemos ajustando los transmisores y los receptores a las necesidades de los usuarios. Estamos preparándonos para lo que se denomina Internet óptico, una evolución hacia redes más rápidas, con menor consumo de energía y gran flexibilidad para ajustarse a las distintas necesidades de capacidad de transmisión de información. ✖

GLOSARIO:

Hz (Hertz): Unidad de frecuencia de una onda. Corresponde a una oscilación por segundo. KHz: mil Hz. MHz: un millón de Hz.

Bit: Unidad de información digital que se expresa con unos y ceros.

Grafeno: sustancia similar al grafito formada de carbono puro en forma de una red hexagonal plana de un átomo de espesor.



Cables "enredados", llevan servicios de telecomunicaciones y energía, usando como apoyo la posteria. La fibra puede estar tan cerca de las redes de energía como sea seguro para el operario, pues no sufre interferencias electromagnéticas. Fotografía Lina Miranda. Agradecimientos a UNE EPM Telecomunicaciones.