

NOTA TÉCNICA N° IDB-TN-3205

Reconfiguración de las cadenas globales de valor en el sector de fibra óptica

Autores:

Fernando Grasso
Martín Etchegoyen

Coordinadores:

Pablo M. García
Juan S. Blyde

Banco Interamericano de Desarrollo
Sector de Productividad, Comercio e Innovación

Septiembre 2025



Reconfiguración de las cadenas globales de valor en el sector de fibra óptica

Autores:

Fernando Grasso

Martín Etchegoyen

Coordinadores:

Pablo M. García

Juan S. Blyde

Banco Interamericano de Desarrollo

Sector de Productividad, Comercio e Innovación

Septiembre 2025

**Catalogación en la fuente proporcionada por la
Biblioteca Felipe Herrera del
Banco Interamericano de Desarrollo**

Grasso, Fernando.

Reconfiguración de las cadenas globales de valor en el sector de fibra óptica /
Fernando Grasso, Martín Etchegoyen; editores, Pablo M. García, Juan S. Blyde.

p. cm. — (Nota técnica del BID ; 3205)

1. Optical fiber communication-Latin America. 2. Optical fiber
communication-Caribbean Area. 3. Fiber optics industry-Latin America. 4.
Fiber optics industry-Caribbean Area. 5. International trade-Latin America. 6.
International trade-Caribbean Area. I. Etchegoyen, Martín. II. García, Pablo M.
III. Blyde, Juan S. IV. Banco Interamericano de Desarrollo. Sector de
Productividad, Comercio e Innovación. V. Título. VI. Serie.

IDB-TN-3205

Palabras clave: Fibra óptica, cadenas globales de valor, digitalización,
infraestructura.

Códigos JEL Codes: F01, F14, F63, L96, O33, N66.

<http://www.iadb.org>

Copyright © 2025 Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Esta obra se encuentra sujeta a una
licencia Creative Commons CC BY 3.0 IGO (<https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/igo/legalcode>).
Se deberá cumplir los términos y condiciones señalados en el enlace URL y otorgar el respectivo
reconocimiento al BID.

En alcance a la sección 8 de la licencia indicada, cualquier mediación relacionada con disputas que
surjan bajo esta licencia será llevada a cabo de conformidad con el Reglamento de Mediación de la
OMPI. Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no pueda resolverse
amistosamente se someterá a arbitraje de conformidad con las reglas de la Comisión de las Naciones
Unidas para el Derecho Mercantil (CNUDMI). El uso del nombre del BID para cualquier fin distinto al
reconocimiento respectivo y el uso del logotipo del BID, no están autorizados por esta licencia y
requieren de un acuerdo de licencia adicional.

Note que el enlace URL incluye términos y condiciones que forman parte integral de esta licencia.

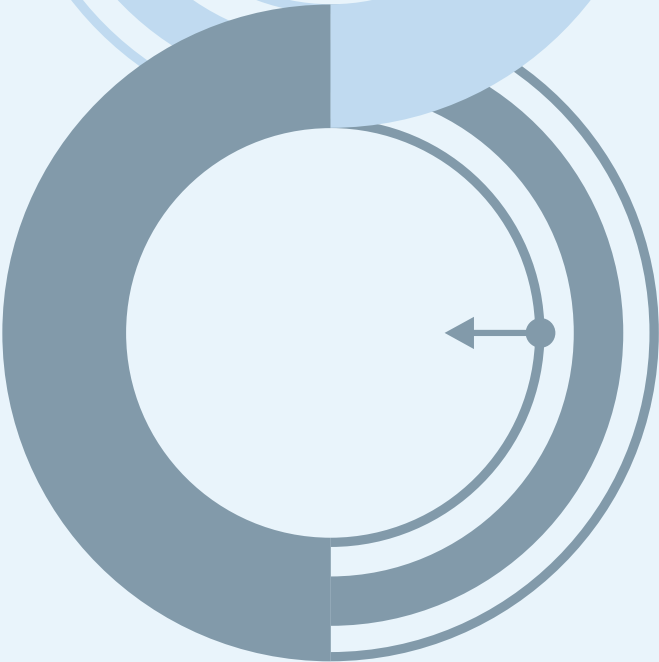
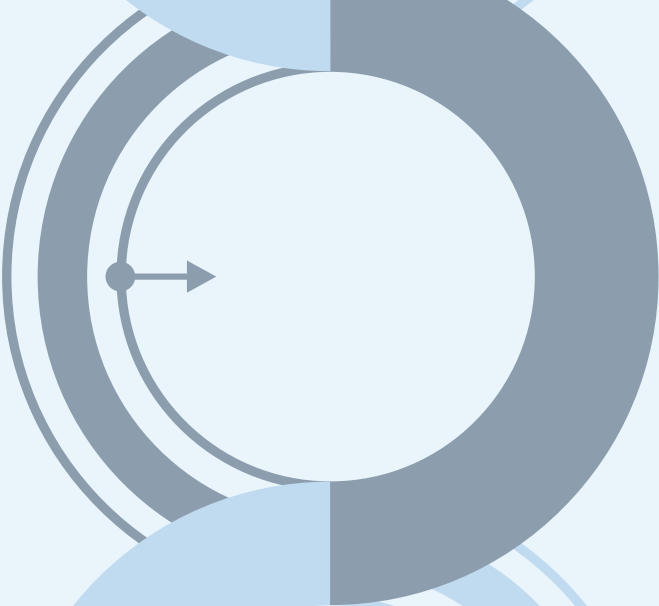
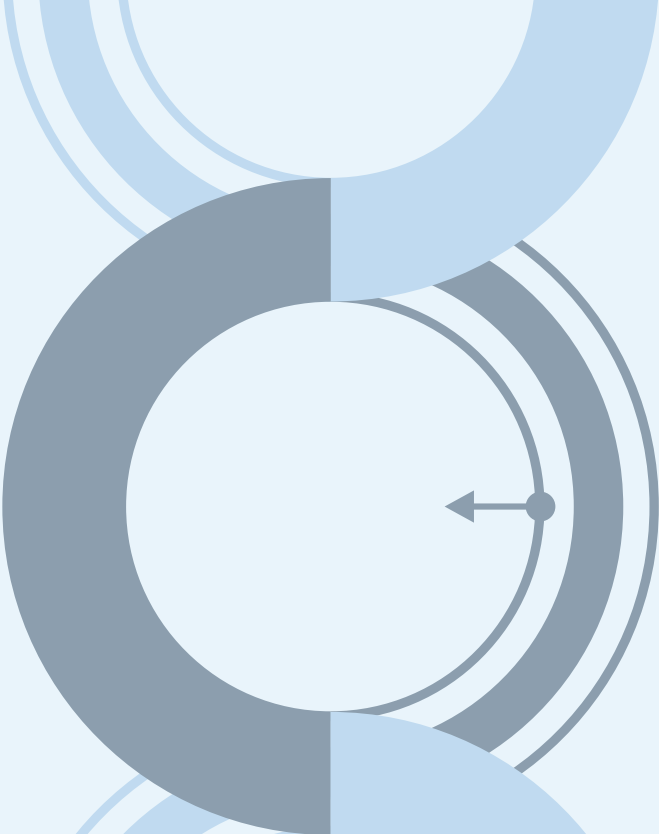
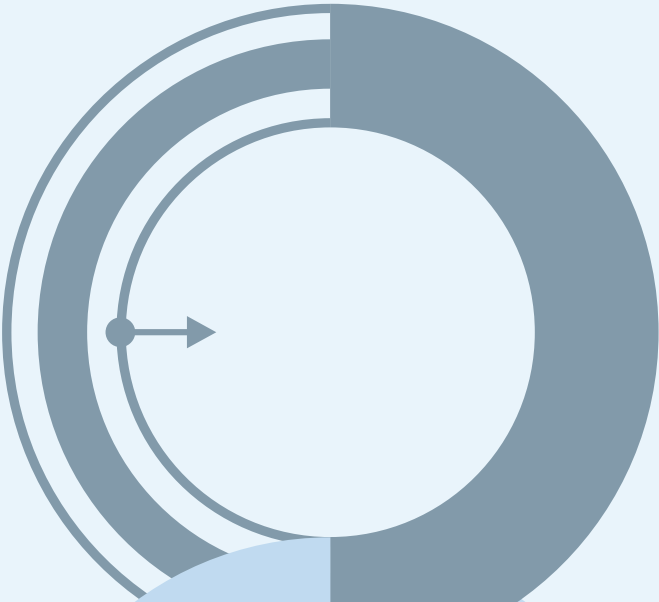
Las opiniones expresadas en esta obra son exclusivamente de los autores y no necesariamente reflejan
el punto de vista del BID, de su Directorio Ejecutivo ni de los países que representa.





RECONFIGURACIÓN DE LAS
CADENAS GLOBALES DE VALOR
EN EL SECTOR DE
FIBRA ÓPTICA





ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. Introducción	5
2. Principales eslabones de la cadena de valor	8
2.1. Descripción general y específica de producto	8
2.2. Etapas del proceso de fabricación	11
2.2.1 Etapa 1: procesamiento de materias primas	12
2.2.2 Etapa 2: elaboración de preformas	12
2.2.3 Etapa 3: elaboración de fibra óptica	13
2.2.4 Etapa 4: revestimiento y cableado de las fibras	14
2.3. Factores clave de competitividad	16
3. Caracterización del mercado global y regional	23
3.1. Evolución reciente	23
3.2. Dinámicas regionales	26
3.3. Comercio internacional	28
4. Principales actores de la cadena de valor global	34
4.1. Empresas líderes	34
4.2. Modelo de negocios y arreglos contractuales	36
4.3. Caracterización de los principales actores	40
4.3.1 Sumitomo Electric Industries	40
4.3.2 Prysmian Spa	42
4.3.3 Corning	44
4.3.4 Furukawa Electric	46
4.3.5 Commscope	49
4.3.6 Ztt International	52
4.3.7 Fiberhome	54
4.3.8 Yofc (Yangtze OpticalFibre and Cable)	55
5. Perspectivas futuras y principales tendencias	58
5.1. Dinamismo del mercado	58
5.2. Estructura del negocio	60
5.3. Tecnología	61

6. Posicionamiento competitivo de los países de América Latina y Caribe (ALC) en la cadena de valor de fibra óptica	63
6.1. Participación en la cadena de valor e intercambio comercial	63
6.1.1 México	64
6.1.2 Brasil	66
6.1.3 Argentina	67
6.1.4 Colombia	68
6.1.5 Ecuador	70
6.1.6 Otras conclusiones relativas al intercambio regional	71
6.2. Caracterización del entorno de negocios	74
6.2.1 Estado de avance y desarrollo de la infraestructura digital	74
6.2.2 Marco de incentivos para la inversión y exportación	80
7. Análisis FODA para América Latina y el Caribe (ALC) de la cadena de valor de fibra óptica	85
7.1. Factores clave para la decisión de inversión	85
7.2. Análisis FODA de ALC como receptor de inversiones en el sector	88
7.2.1 General	88
7.2.2 Principales mercados de ALC	90
8. Conclusiones y lineamientos generales para el desarrollo de la cadena de valor de fibra óptica en ALC	94
8.1. Visión general	94
8.1.1 Productores globales claves	95
8.1.2 Perfiles de especialización	95
8.2. Principales nodos de integración regional	97
8.3. Lineamientos generales de política	98
Bibliografía	102
B.1. Documentales y estadísticas	102
B.2. Sitios web	103
B.3. Entrevistas	103

Resumen ejecutivo

La globalización que experimentó el mundo a partir de los años 90's derivó en niveles de transnacionalización de los eslabonamientos productivos nunca antes vistos, especialmente a partir de la irrupción de China y otros países asiáticos. Sin embargo, la pandemia del Covid-19 constituyó un factor disruptivo, acelerando las tendencias que ya se visualizaban previamente en relación al avance de la digitalización, el liderazgo tecnológico y las crecientes tensiones geopolíticas entre los principales bloques comerciales.

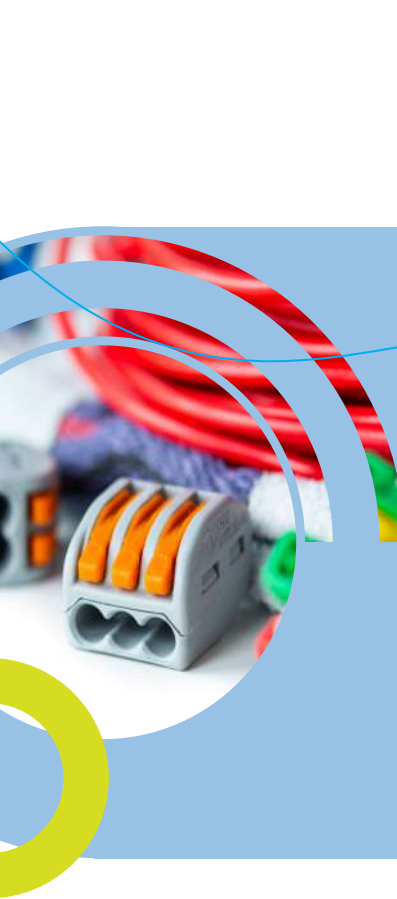
En este marco, es esperable proyectar cambios sustanciales en la configuración de las cadenas de valor, motivados especialmente por los países centrales, quienes buscarán mayores grados de libertad, seguridad y autosuficiencia en sus sistemas de abastecimiento. Estas iniciativas parecen acentuarse en sectores concebidos como estratégicos para la seguridad nacional y la autonomía tecnológica, lo cual incluye la fabricación de cables de fibra óptica como elemento crítico.

Esto puede generar oportunidades para América Latina y el Caribe (ALC), ya que podría favorecer una mayor participación en determinados eslabones donde los países centrales busquen diversificar y/o relocalizar sus centros de abastecimiento, así como fortalecer su posición frente a terceros actores en sus respectivos mercados locales.

El presente estudio incluye un análisis del mercado mundial de fibras y cables ópticos, que actualmente superan los U\$D 6.500 millones y U\$D 25.000 millones anuales, respectivamente. Asimismo, se describen los flujos comerciales y los principales actores globales, así como las tendencias que determinan su evolución, caracterizada por una intensa expansión de la demanda en torno al 10%/12% anual, producto del avance de las telecomunicaciones, la transición hacia las redes 5G y la inteligencia artificial.

ALC cuenta con capacidades industriales centralmente en México, Brasil, Argentina y Ecuador, en tanto Colombia las ha desactivado recientemente, emergiendo Costa Rica como nuevo actor. El análisis más focalizado de estos países permite identificar factores clave de éxito para el desarrollo productivo en este sector, así como su potencial de crecimiento en el escenario previsto, sobre la base de una mayor integración comercial a nivel Continental, el fortalecimiento de su posicionamiento competitivo y las ventajas que derivan de la cercanía geográfica y posibilidades de customización de los productos.

Esta expansión requiere la instrumentación de políticas que favorezcan el desarrollo de infraestructura digital, la homogenización de normas técnicas que aseguren calidad, la coordinación de políticas comerciales para aprovechar las ventajas de escala y cercanía en los diferentes eslabones de la cadena, entre otras acciones que favorezcan la inversión y las exportaciones, dado el perfil de los principales jugadores mundiales.



1. INTRODUCCIÓN

El proceso de integración económica que experimentó el mundo a partir de los años 90's implicó un fuerte incremento en la tasa de crecimiento del producto y del intercambio global de bienes y servicios. La incidencia de los países asiáticos en dichas variables aumentó exponencialmente, generando un cambio estructural en la dinámica preexistente de precios relativos y en la configuración de las cadenas de valor a nivel internacional. La interdependencia y transnacionalización de los eslabonamientos productivos alcanzó niveles nunca antes vistos.

Los países de América Latina y el Caribe (ALC), que al inicio de este período habían sido escenario de importantes reformas favorables a la liberalización y la apertura económica, se vieron favorecidos -aunque de manera heterogénea- debido a una inusitada mejora de sus términos de intercambio como países exportadores de materias primas y productos básicos, así como del salto cuantitativo de la liquidez internacional. Dicho proceso tuvo su apogeo durante toda la primera década del nuevo milenio, representando una etapa de crecimiento muy marcada. De acuerdo a un trabajo del BID1, se estima que estas reformas agregaron entre 0,6 y 0,7 puntos porcentuales al crecimiento anual de la región en las primeras dos décadas del nuevo milenio, traducándose en una mejora acumulada del 16% per cápita.

Sin embargo, la irrupción de la crisis financiera internacional en 2008 representó un punto de inflexión a este proceso, no sólo por la magnitud de las caídas en los indicadores de actividad económica, sino porque emergieron tensiones y focos de conflicto típicamente asociados a contextos de inestabilidad y de reformulación del status quo vigente. Si bien la salida de la crisis fue relativamente rápida, la tasa anual de expansión del producto se redujo a la mitad, tendió a ser decreciente y más heterogénea entre los países.

Por otro lado, la aparición de la pandemia del Covid-19 se constituyó como un factor sumamente disruptivo, acelerando muchas de las tendencias que ya se visualizaban previamente, pero también poniendo de manifiesto nuevos desafíos para el sistema económico. La ralentización del comercio internacional adquirió elementos de mayor

1. Mesquita Moreira, Mauricio and Ernesto Stein (Eds.) (2019), Trading Promises for Results: What Global Integration can do for Latin America and the Caribbean, IDB Flagship Report

complejidad, vinculados con la interrupción de los diferentes circuitos de logística y abastecimiento, la generación de “cuellos de botella” de diversa índole para el normal funcionamiento de las redes de producción y el aumento de tensiones comerciales y geopolíticas en diferentes partes del mundo.

En este marco, se han proyectado cambios sustanciales en la configuración de las cadenas de valor internacionales, traccionados especialmente por los países centrales, quienes buscan mayores grados de libertad, seguridad y autosuficiencia en sus sistemas de producción y abastecimiento, aún a costa de asumir ciertos costos de eficiencia. Estas iniciativas probablemente se acentúen en aquellos sectores más sensibles para el normal funcionamiento de sus economías, pero será particularmente marcado en los que sean considerados estratégicos en términos de salud, seguridad nacional y tecnología.

Esta coyuntura puede generar oportunidades para ALC, ya que la región podría ganar mercado en determinadas etapas o eslabones específicos donde los países centrales busquen diversificar y/o relocalizar sus centros de abastecimiento, así como fortalecer su posición frente a sus respectivos mercados internos. Ahora bien, para abordar en forma eficiente estas posibles oportunidades, se requiere una comprensión de las tendencias globales y de las estrategias de las empresas líderes en dichas cadenas, así como de las fortalezas, debilidades, oportunidades y desafíos que reviste la región en esta perspectiva. Es a partir de esta comprensión que se podrían desarrollar estrategias aptas para atraer nuevas inversiones y oportunidades de exportación, tanto de bienes como de servicios, en diversos sectores identificados como relevantes para los países de ALC.

La cadena de valor del sector de cables de fibra óptica se inscribe en este enfoque, ya que al ser parte crítica de las redes de comunicación y estar en el centro del avance creciente de la digitalización de los países, impacta directa e indirectamente sobre la velocidad y la productividad total de sus economías.

En este sector, ALC ha sido escenario de un rápido crecimiento, generando un mercado sumamente atractivo para los principales productores globales de cables de fibra óptica y, en consecuencia, también para los de artefactos y equipos que la expansión de estas redes trae aparejado. La inversión realizada por parte de gobiernos y operadores de servicios de telecomunicaciones ha permitido que la región se encuentre levemente por encima del promedio global en términos de hogares con conexión a redes de “banda ancha”. Sin embargo, una porción importante de los habitantes aún no tiene acceso a las mismas, siendo notable la diferencia entre los centros urbanos y las zonas más alejadas, así como las brechas según niveles de ingreso y condición socioeconómica. De hecho, la inversión necesaria para cerrar la brecha entre los países de ALC con la OCDE se estima en 70.000 M de dólares.²

Por otro lado, la pandemia Covid-19 también ha puesto de manifiesto amplios espacios de mejora en torno a la calidad de los servicios existentes, a partir de la consolidación de las nuevas formas de trabajo a distancia, la densificación de los flujos de contenido multimedia, sumado al desarrollo de redes de 5G y la expansión del uso de la IA generativa, todo lo cual ha impulsado la demanda de módulos ópticos para entrar de lleno en un período de alto crecimiento.

En este sentido, el escenario esperable para los próximos años es un mercado sectorial en expansión, para el cual se espera un crecimiento global superior al 10% anual.

2. BID. Informe Brecha Digital America Latina y el Caribe, 2023.

ALC cuenta con elementos que *a priori* constituyen “tierra fértil” para afrontar los desafíos emergentes y aprovechar las oportunidades que se generarán, en particular para alocar inversiones y reemplazar otras fuentes de abastecimiento, particularmente de Asia y algunos países europeos. Su capacidad productiva incluye a los principales jugadores mundiales, que en muchos casos cuentan con instalaciones industriales en varios países, aunque tienden a estar más concentradas en Brasil y México. Asimismo, existen diversas PyMEs locales vinculadas a la cadena de valor, ya sea a partir del ensamble de cables y conectores, así como en las etapas de instalación y *start-up* de servicios.

El fortalecimiento de las cadenas de valor regionales reviste en este sector un factor estratégico para el crecimiento de las economías y el desarrollo de la infraestructura necesaria. Debido al perfil productivo predominante en estos países, la IED juega un papel relevante en el proceso de relocalización de los eslabones productivos. En general, las instalaciones industriales de la región tienden a importar los componentes básicos para la elaboración de los cables, así como los artefactos complementarios asociados al destino final de los mismos, siendo que su proceso y tecnología de fabricación están mayormente localizados en el exterior. A la vez, buena parte de las empresas que conforman la demanda suelen ser unidades vinculadas a grandes jugadores multinacionales que, naturalmente, operan en diversas partes del mundo y tienden a tener una lógica global en sus procesos de *supply chain*. Generar condiciones adecuadas para promover la IED en estas producciones (así como en los principales segmentos de demanda) y asegurar la confianza en el abastecimiento son elementos esenciales a analizar en el proceso de relocalización.

En este contexto, el presente estudio incluye un análisis de dicha cadena de valor, así como de las principales tendencias de mercado y tecnológicas. Seguidamente, se aborda el posicionamiento competitivo y las principales oportunidades y amenazas en materia de atracción de inversiones y promoción de exportaciones en el escenario de los nuevos impulsos vinculados al *reshoring* y *nearshoring* de las cadenas de valor globales, lo cual permitirá identificar los determinantes que modelarán en el futuro su estructura en ALC. Finalmente, se buscará brindar un conjunto de recomendaciones para desarrollar estrategias y líneas de acción política, con el objetivo de neutralizar los riesgos, captar las nuevas oportunidades y promover la inserción internacional de los eslabones con mayor potencial.



2. PRINCIPALES ESLABONES DE LA CADENA DE VALOR



2.1. DESCRIPCIÓN GENERAL Y ESPECÍFICA DE PRODUCTO

Los cables de fibra óptica están compuestos por filamentos que tienen la capacidad de transmitir datos modulados en ondas de luz, enviando información codificada de manera eficaz respecto a los cables conductores de metal (cables de cobre, coaxiales). Su rendimiento superior en lo que al ancho de banda se refiere y, por lo tanto, su mejor performance a la hora de transportar datos, constituyen un elemento central en el rápido proceso de transformación digital. Los cables de fibra óptica son más ligeros y menos susceptibles a las interferencias electromagnéticas. Sin embargo, tienden a ser más frágiles que los cables con conductor de metal, que aún persisten activos en muchos sitios.

El principio en que se basa la transmisión de luz por la fibra óptica es la reflexión interna total. La luz que viaja por el centro o núcleo de la fibra incide sobre la superficie externa con un ángulo mayor que el ángulo crítico, de forma que toda la luz se refleja sin pérdidas hacia el interior de la fibra, permitiendo transmitirse a larga distancia. Para evitar pérdidas por dispersión, debido a impurezas de la superficie de la fibra, el hilo de la fibra óptica está recubierto por una capa de vidrio con un índice de refracción mucho menor.

Existen 2 tipos de hilo de fibra según el material que lo compone:

Hilo de vidrio: es el más utilizado debido a su resistencia a la deformación por altas temperaturas, buena durabilidad química y su alta transparencia. La mayoría de los vidrios transparentes ópticos están compuestos por óxidos de vidrio. El más popular es la sílica (SiO_2), un vidrio conocido como vidrio de sílice, o sílice vítrea, fabricado por la fusión o mixtura de óxidos de metal, sulfuros o seleniuros.

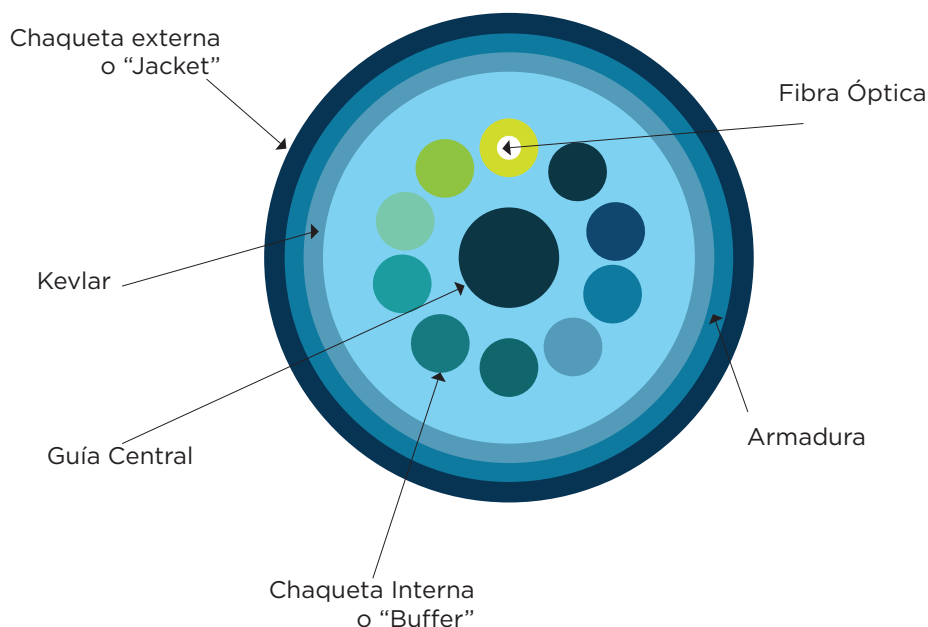
Hilo de plástico: han sido usados tradicionalmente en espacios de distancias cortas (hasta 100 metros) y donde no se requiere resistencias físicas. Por ejemplo, pueden ser utilizados en aplicaciones médicas y para la fabricación de algunos sensores que solo requieren longitudes cortas de fibra.

La estructura de un cable de fibra óptica típico consiste en un “núcleo”, que es el conjunto de hilos de fibra óptica, cubierto con un revestimiento plástico que conforman lo que se denomina “buffer”, al cual se le inyecta un gel isotrópico o un hilo “inflable” (fibra seca, conocida como FS), cuya función es bloquear la transmisión de eventuales filtraciones de agua dentro del mismo. El buffer está rodeado por otra capa de revestimiento plástico que está hecha de polímero de acrilato o poliamida (“kevlar”). Esta capa se utiliza exclusivamente para protegerlo del entorno externo y los posibles daños que pueda sufrir como resultado de factores climatológicos y/o de otra índole, debido a sus extraordinarias propiedades térmicas y resistencia de corte o penetración³.

La capa exterior se conoce como “chaqueta”, cuyo material puede variar según su aplicación, volviéndolo más robusto mecánicamente o más resistente a la radiación solar y química, entre otros requerimientos asociados a su uso y seguridad. Los materiales como LSZH, cloruro de polivinilo, polietileno, poliuretano, tereftalato de polibutileno y poliamida son los más utilizados. Para determinados usos, incluso suele incorporarse una capa suplementaria de otros materiales cuya misión, dentro del cable, consiste en proporcionar una protección frente a determinadas agresiones, como pueden ser el aplastamiento, los ataques de los roedores, el fuego, etc. Consisten generalmente en elementos (varillas, hilaturas, trenzas o láminas) de acero, o fibra de vidrio situadas entre las dos cubiertas (si existen) o bajo la cubierta exterior en los cables de esta estructura.

Gráfico N° 2.1

Estructura general de cable de fibra óptica armado



Fuente: Elaboración propia en base fuentes especializadas

3. Por ejemplo, este tipo de fibras plásticas se utiliza para la indumentaria utilizada en fuerzas de seguridad, incluyendo la fabricación de chalecos antibalas.

Existen principalmente dos tipos de cables de fibra óptica que se utilizan en las diversas actividades económicas desarrolladas por los usuarios finales:

Fibra monomodo: El tamaño del núcleo de este tipo de cable es de entre 8 y 10 micrones, por lo que la luz solo se puede propagar en línea recta y no rebota en ninguno de los lados. Estos cables se utilizan para transmisiones de larga distancia (pudiendo llegar a cubrir distancias de 40 km o más, sin dañar la señal), su “ancho de banda” es mayor y suelen requerir importantes inversiones en equipos electrónicos que le den soporte.

Fibra multimodo: Estos cables tienen un diámetro mayor con un tamaño de núcleo entre 50 y 62,5 micrones, lo cual les permite capturar la luz de varias fuentes de datos y transferirla al receptor, como LED de bajo costo y tecnologías VCSEL. Si bien presentan algunas ventajas, los cables multimodo experimentan importantes pérdidas cuando transfieren la señal a larga distancia, lo que aumenta los costos operativos. Por lo tanto, estos cables se utilizan para la transferencia de datos a corta distancia (de 0,5 a 1 Km), como dentro de casas, oficinas, etc.

El tipo de fibra óptica viene determinado por la aplicación, la distancia a la deben recorrer las señales y la velocidad de la transmisión. Por tanto, la construcción del cable se elige en función de los requisitos ambientales de la instalación, que pueden ir desde aquellas de interior en zonas cercanas a las personas, donde es necesario utilizar materiales de LSZH (baja emisión de humos y sin halógenos), hasta instalaciones de exterior en tierra para una red ferroviaria u opciones ignífugas en espacios urbanos.

Las fibras ópticas comúnmente se clasifican por el tipo de modo y velocidad de transmisión:

OM1	Multimodo 62,5/125
OM2	Multimodo 50/125 1 Gigabit
OM3	Multimodo 50/125 10 Gigabit
OM4	Multimodo 50/125 40 Gigabit
OS2	Monomodo 9/125 (también conocida como 8/125 y 10/125)

A su vez, los tipos de construcción de cables de fibra óptica más estándar son los siguientes:

LTU	Cable de fibra óptica sin armadura de tubo holgado
LTT	Cable de fibra óptica armado con cinta de acero y tubo holgado
LTW	Cable de fibra óptica con armadura de alambre de acero y tubo holgado
TBU	Cable de fibra óptica sin armadura con tubo ajustado
MTU	Cable de fibra óptica sin armadura de multitubo holgado
MTT	Cable de fibra óptica armado con cinta de acero y multitubo holgado
MTW	Cable de fibra óptica con armadura de alambre de acero y multitubo holgado

El mercado global se segmenta mayormente sobre la base de estos dos tipos de cables (monomodo y multimodo), el material de las fibras (vidrio o plástico), el sector de actividad económica o uso final y las regiones o zonas geográficas de operación. Las mayores diferencias y especificidades derivan de este último aspecto, dado que los países se encuentran en distintas instancias en la curva de desarrollo del mercado y las escalas de operación son diferentes en términos de tamaño, dinamismo y tipo de demanda.

Los cables de fibras monomodo han ido ganando participación y se espera se profundice esta tendencia, así como el subsegmento de fibras de vidrio, ya que ambos

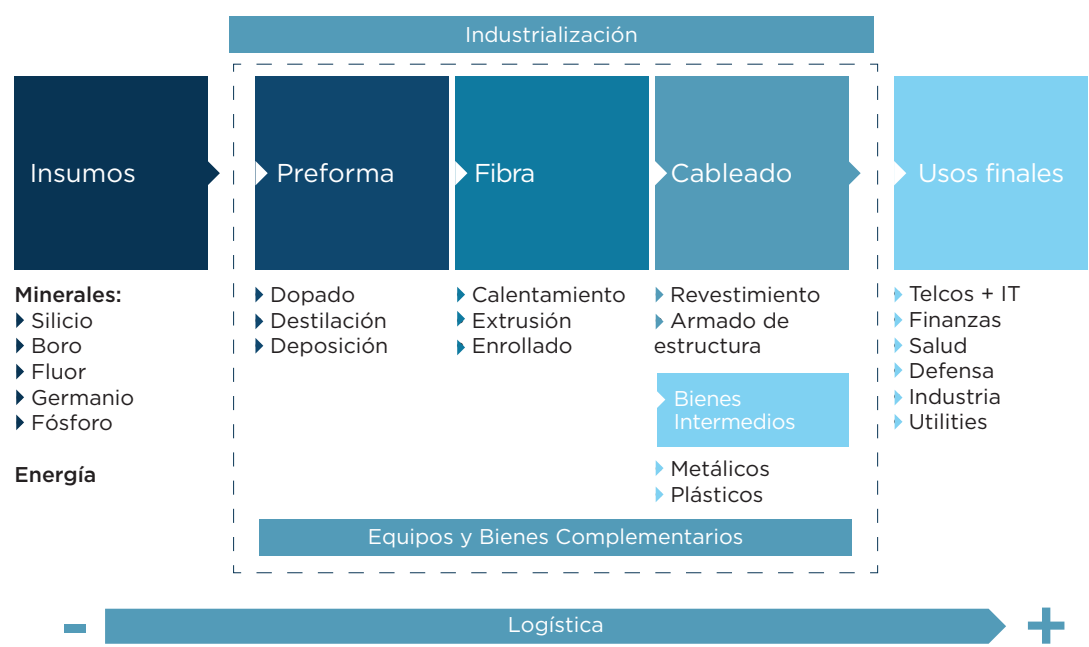
suelen estar asociados al desarrollo de redes con mayor extensión y capacidad de ancho de banda. En este sentido, claramente las telecomunicaciones y las tecnologías de información han sido el principal tractor de demanda, aun cuando se espera que otras áreas del mercado también crezcan (servicios públicos, defensa y seguridad, actividades financieras, entre otras).

2.2 ETAPAS DEL PROCESO DE FABRICACIÓN

Para facilitar la comprensión del proceso de fabricación y los factores de competitividad requeridos, es posible agrupar la cadena de valor en tres grandes etapas. La primera se centra en los requerimientos de materia prima para comenzar el proceso de manufactura. La segunda se circunscribe a la obtención de la fibra propiamente dicha, desde la fabricación de la preforma hasta el estirado y, finalmente, el proceso de revestimiento o cableado.

Esta separación responde a la lógica particular de cada etapa. Mientras que la disponibilidad de materias primas depende de la geología de cada región, la segunda requiere una escala mínima que la haga rentable, debido a que se trata de un proceso capital intensivo. Por el contrario, el proceso final de cableado no tiene grandes requerimientos de escala y puede alocarse en diversas regiones, siempre que se disponga de los recursos humanos y materiales necesarios, ya que es la etapa más mano de obra intensiva y adaptable a las necesidades específicas de los usuarios.

Gráfico N° 2.2
Etapas de la cadena de valor



Fuente: Elaboración propia

2.2.1

ETAPA 1: PROCESAMIENTO DE MATERIAS PRIMAS

El material más frecuentemente utilizado para la fabricación de las fibras ópticas es el Dióxido de Silicio, Cuarzo o Sílice, al cual se incorporan los aditivos de dopado utilizados para aumentar el valor de los índices de refracción del núcleo, principalmente Boro y Flúor. En el revestimiento de la fibra óptica el Dióxido de Silicio está dopado con aditivos de Germanio y Fosforo, en este caso para disminuir el valor del índice de refracción. Para la fabricación de las fibras ópticas se requieren materiales de muy alta transparencia óptica por lo que el Dióxido de Silicio utilizado se ha de obtener en un estado purísimo.

En este proceso se obtiene el dióxido de silicio, tras pasar por una fase gaseosa en el que se añaden los aditivos de dopado, lo que garantiza una mezcla homogénea⁴. A continuación, y tras de una destilación fraccionada, se obtiene en forma ultra pura el tetracloruro de silicio, mientras que los cloruros metálicos quedan en el proceso de destilación. El paso siguiente es un proceso químico de deposición del tetracloruro de silicio para obtener el dióxido de silicio puro, que es la materia prima necesaria para la fabricación de las fibras ópticas.

2.2.2

ETAPA 2: ELABORACIÓN DE PREFORMAS

La preforma es un cilindro macizo de dióxido de silicio dopado que sirve como producto semielaborado para la obtención de hilos de fibra óptica, mediante un proceso de estirado explicado en la Etapa 3. Los procesos más empleados en la fabricación de preformas son los que se describen a continuación⁵

- **M.C.V.D. (Modified Chemical Vapor Deposition)**

Se parte de un tubo de cuarzo puro, en cuyo interior se deposita una serie de capas concéntricas constituidas por la mezcla de dióxido de silicio y aditivos de dopado. Seguidamente, el torno comienza a girar y el quemador se desplaza longitudinalmente a lo largo del eje del tubo. Por un extremo se introducen los aditivos de dopado que se van a necesitar, mezclados con la cantidad exacta de oxígeno.

Todo el proceso se realiza de forma totalmente automática, donde se introducen los parámetros de diseño deseados. El último paso del proceso consiste en la operación de colapsado: el tubo de cuarzo con el dióxido de silicio en su interior convenientemente dopado se convierte en el cilindro macizo que constituye la preforma.

- **O.V.P.O. (Proceso de oxidación externa en fase vapor)**

Consiste en pasar los compuestos en fase vapor a través de una llama generada por una reacción O-H. De esa forma, los vapores se hidrolizan en la llama y se van depositando sobre un tubo fino y frío. El tubo va girando y se va depositando la película por capas.

Una vez depositado el material, éste queda en forma de masa porosa, del cual tiene que extraerse el tubo interno que sirvió como base de deposición. Posteriormente, se cristaliza el cilindro hueco para eliminar la porosidad y el aire que pueda contener.

4. El cuarzo o la arena de sílice obtenibles por medios naturales no son válidos como dióxido de silicio para ser utilizado en la fabricación de fibras ópticas. El proceso consiste en obtener inicialmente el tetracloruro de silicio a partir del cuarzo, mediante su reducción con carbón y posterior transformación con cloro.

5. Mayor, Cesar Antonio Gerónimo (2018), "Manual de comunicación por fibra óptica".

- **V.A.D. (Vapor Axial Deposition)**

Las materias primas empleadas son las mismas que en la técnica M.C.V.D. y la diferencia entre ambas técnicas radica en que, mientras en la M.C.V.D. tan solo se deposita el núcleo de la fibra óptica, en la técnica V.A.D. se deposita tanto el núcleo de la fibra como su revestimiento.

Para la fabricación de la preforma se parte de un cilindro de vidrio auxiliar que servirá de soporte para iniciar la operación. Los materiales se van depositando ordenadamente a partir del extremo del cilindro auxiliar con lo que la “preforma porosa” va creciendo axialmente sobre dicho cilindro auxiliar.

El último paso consiste en la operación de colapsado, que garantiza el reblandecimiento del cuarzo. La preforma porosa, hueca en su interior, se colapsa convirtiéndose en el cilindro macizo y transparente que constituye la preforma.

- **O.V.D. (Outside Vapor Deposition)**

En este método se parte de una varilla de sustrato de cerámica. Los cloruros vaporosos se introducen en la llama del quemador y la llama caldea radialmente la varilla de sustrato de cerámica a la vez que se desplaza longitudinalmente en su misma dirección. De esta forma, se aplican centenares de capas, comenzando inicialmente con el núcleo para finalizar con el revestimiento.

A continuación, se realiza el proceso de síntesis de la proforma, desglosable en los procesos de secado de esta con cloro gaseoso y posterior colapsado de la preforma, de forma totalmente análoga a los realizados con la técnica V.A.D. Se logra de esta forma sintetizar el núcleo y el revestimiento de la fibra óptica.

- **P.C.V.D. (Plasma Chemical Vapor Deposition)**

Este método inicia la oxidación de los cloruros de silicio y germanio obligándoles a pasar por un estado de plasma seguido de un proceso de deposición interior. El proceso se caracteriza por la obtención de perfiles especialmente lisos sin estructura anular reconocible.

- **Métodos de Fase Líquida**

No son muy utilizados en la actualidad. Aquí el proceso se inicia a partir de obtener los materiales a mezclar en estado lo más puro posible. Una vez que ya se dispone de los materiales en estado puro, se trata de obtener una mezcla uniforme y libre de burbujas. Se puede conseguir el índice de refracción deseado mediante el intercambio iónico de los componentes durante el proceso de fundido y mezclado.

Una vez conseguida la mezcla, se enfría y quedan grandes cilindros del material del núcleo de la fibra. Asimismo, se elaboran cilindros huecos del material que va a ser la envoltura.

2.2.3

ETAPA 3: ELABORACIÓN DE FIBRA ÓPTICA

El estirado es un proceso común para todas las técnicas de fabricación de fibras ópticas. Consiste en someter a la preforma al calor, en el interior de un horno tubular abierto a una temperatura de 2.000 °C, que garantiza el reblandecimiento del cuarzo. En este proceso se fija el diámetro exterior de la fibra óptica.

Durante el proceso de estirado también se aplica una capa primaria de material sintético de protección que preserva la superficie de las fibras mecánicamente y evita la formación de microcurvaturas.

El paso siguiente consiste en el endurecimiento de la citada protección para la obtención de la capa definitiva de polímero elástico, que se realiza habitualmente por procesos térmicos. La fibra óptica así obtenida es enrollada en tambores y queda dispuesta para su conformado final.

2.2.4

ETAPA 4: REVESTIMIENTO Y CABLEADO DE LAS FIBRAS

Las fibras ópticas son muy delgadas y tienen la gran desventaja fracturarse fácilmente, a menos que se le añadan capas adicionales de protección, que además permiten identificarlos en el interior de un cable y le dan mayor flexibilidad.

Las fibras ópticas después del revestimiento (*cladding*) poseen coberturas adicionales que les sirven como protección. Por lo general, están fabricadas con polímeros que no afectan la propagación de la luz en el interior de las fibras, ya que carecen de propiedades ópticas y poseen propiedades que las hacen resistentes al agua, hongos y emisiones ultravioleta.

Un punto relevante es que estas coberturas muchas veces se adecuan al ecosistema en el que se instalan para incrementar su vida útil y pueden tener múltiples variedades de acuerdo a las necesidades del usuario final.

Esta necesidad de adaptar los cables a la realidad de cada región muchas veces hace relevante la localización de pequeños establecimientos de cableado, aunque en general se estandarizan tanto en el blindaje o recubrimiento como en la cantidad de fibras.

Si bien tiene algunas particularidades (por ejemplo, la necesidad de un ambiente más limpio durante el proceso de fabricación), esta etapa tiene muchas similitudes con la fabricación tradicional de cables, lo cual permite que empresas que ya tienen instalaciones para la fabricación de cables eléctricos, también incorporen los de fibra óptica con relativa facilidad.

Existen tres tipos de estructuras de cableado de fibras:

- **Cable de estructura ajustada**

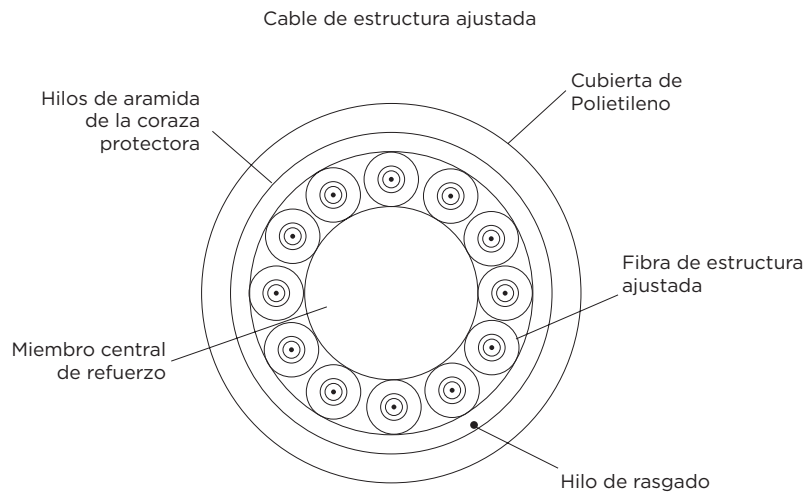
Contiene varias fibras con protección secundaria que rodean un miembro central de tracción, todo ello cubierto de una protección exterior. La protección secundaria de la fibra consiste en una cubierta plástica de 900 μm de diámetro, que rodea al recubrimiento de 250 μm de la fibra óptica. La protección secundaria proporciona a cada fibra individual una protección adicional frente al entorno, así como un soporte físico.

Esto permite a la fibra ser conectada directamente (conector instalado directamente en el cable de la fibra), sin la protección que ofrece una bandeja de empalmes. Para algunas instalaciones esto puede reducir el costo de la instalación y disminuir el número de empalmes en un tendido de fibra. Debido al diseño ajustado del cable, es más sensible a las cargas de estiramiento o tracción y puede ver incrementadas las pérdidas por microcurvaturas.

El cable de estructura ajustada es más flexible y tiene un radio de curvatura más pequeño que el que tienen los cables de estructura holgada. Se ha diseñado para instalaciones en el interior de los edificios y también se puede instalar en tendidos verticales más elevados que los cables de estructura holgada debido al soporte individual de que dispone cada fibra.

Gráfico N° 2.3

Cable de estructura ajustada

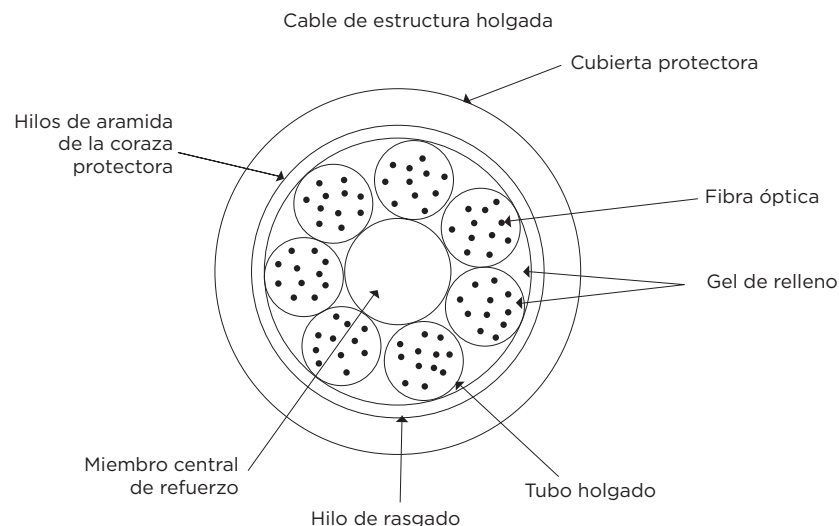


- **Cable de estructura holgada:**

Consta de varios tubos de fibra rodeando un miembro central de refuerzo y rodeado de una cubierta protectora. El rasgo distintivo de este tipo de cable son los tubos de fibra. Cada tubo, de dos a tres milímetros de diámetro, lleva varias fibras ópticas que descansan holgadamente en él. Los tubos pueden ser huecos o más comúnmente estar llenos de un gel que impide que el agua entre en la fibra. El tubo holgado aísla la fibra de las fuerzas mecánicas exteriores que se ejerzan sobre el cable.

Gráfico N° 2.4

Cable de estructura holgada



El centro del cable contiene un elemento de refuerzo, que puede ser acero, kevlar o un material similar. Este miembro proporciona al cable refuerzo y soporte durante las operaciones de tendido. Los cables de estructura holgada se usan en la mayoría de las instalaciones exteriores, incluyendo aplicaciones aéreas, en tubos o conductos y en instalaciones directamente enterradas. El cable de estructura holgada no es muy adecuado para instalaciones en recorridos muy verticales, porque existe la posibilidad de que el gel interno fluya o que las fibras se muevan.

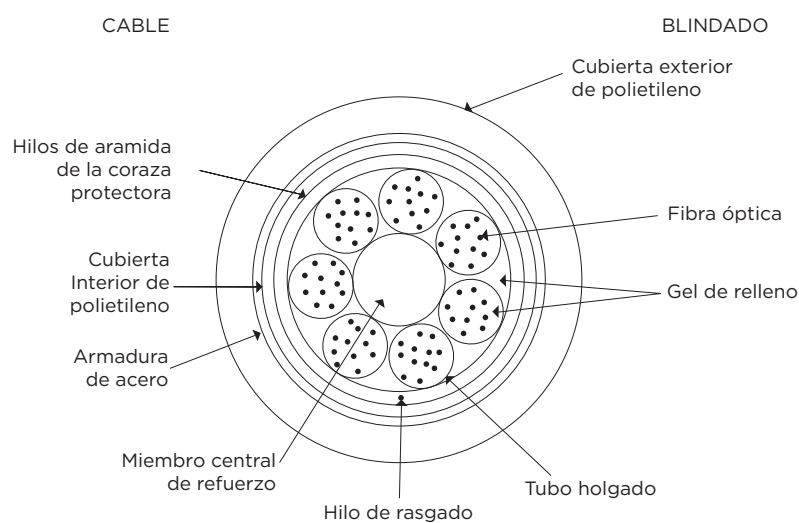
- **Cable blindado**

Este tipo de cable es un ejemplo de la adecuación de los tipos anteriores según la necesidad del usuario final. Tienen una coraza protectora o armadura de acero debajo de la cubierta de polietileno. Esto proporciona al cable una resistencia al aplastamiento y propiedades de protección frente a roedores u otros animales.

Se usa frecuentemente en aplicaciones de enterramiento directo o para instalaciones en entornos de industrias pesadas. El cable se encuentra disponible generalmente en estructura holgada, aunque también hay cables de estructura ajustada. Este tipo de blindaje varía de acuerdo al ecosistema en el que se deba instalar y a las potenciales amenazas.

Gráfico N° 2.5

Cable blindado



2.3.

FACTORES CLAVE DE COMPETITIVIDAD

En este apartado analizaremos los puntos críticos de la cadena de valor, comenzando por las materias primas claves, su disponibilidad y accesibilidad, siguiendo luego por los dos procesos más relevantes detallados anteriormente: la fabricación de la preforma y el hilo de fibra de óptica y finalmente el proceso de cableado de la misma.

Cada proceso tiene un aspecto competitivo diferencial: la disponibilidad de materia prima responde a la conformación geológica regional y el nivel de explotación actual (mayormente concentrada en China), mientras que el proceso de fabricación de la preforma y fibra óptica es capital intensivo, con un grado tecnológico y de sofisticación elevados. Esta característica hace que la escala sea el punto más relevante a la hora de alocar este tipo de proceso. El proceso final, de cableado de la fibra, si bien requiere un estándar tecnológico y de capital, es menor al requerido en las etapas anteriores.

Gráfico N° 2.6

Factores clave de competitividad



Fuente: Elaboración propia

• Insumos

En la etapa de **fabricación de preformas** los insumos clave son esencialmente productos minerales, la mayoría de los cuales tienen un mercado internacional establecido (Silicio, Flúor, Boro, Fósforo). En el caso del Germanio, esencial para otorgarle al producto las características de transmisión óptica, su utilización en la industria de la defensa y otros sectores críticos lo hacen un material considerado estratégico por los gobiernos⁶. En todos estos insumos, con la sola excepción del Boro, China es el principal proveedor mundial, superando en casi todos los casos el 70% de la producción total.

Para la etapa de **fabricación de fibra** no se requieren materiales especiales, a la vez que los volúmenes físicos son relativamente reducidos. Dado que el proceso es esencialmente de extrusión, el principal insumo requerido es la preforma generada en la etapa anterior y la energía eléctrica para llevar adelante el proceso. Si el mismo incluye una primera fase de cladding, se requieren otros insumos básicos como polímeros y tintas para coloreado.

Para la **etapa de cableado**, además de fibra, se requiere la utilización de cubiertas de polietileno, armaduras corrugadas o de trenzas de acero, hilos de kevlar, cintas de mica, gel de protección, fibra de vidrio reforzadas, tintas, carretes (plásticos o de madera) entre otros insumos, dependiendo del tipo de cable a producir. En general, todos estos materiales son de fácil acceso e incluso varios países de la región cuentan con capacidades de provisión local de los mismos (Argentina, Brasil, México y Colombia).

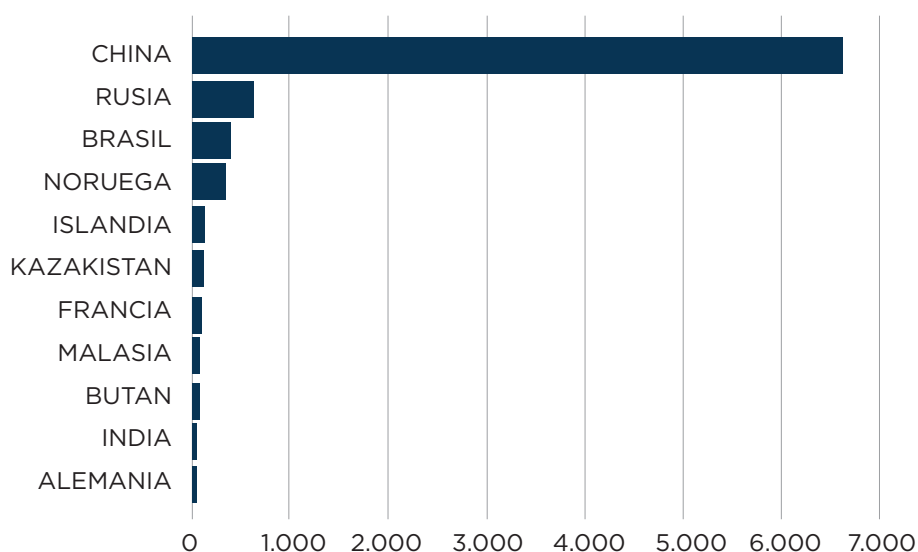
6. El Germanio se encuentra en la lista de Minerales Críticos del Gobierno de Estados Unidos (List of critical Minerals, 2018). Por otra parte, la Iniciativa Europea de Materias Primas y el informe de la Comisión Europea de 2020 incluyen al germanio entre las materias primas críticas.

Para la obtención de la preforma, las **materias primas claves** son las siguientes:

Silicio: El material utilizado principalmente para la fabricación de las fibras ópticas es el Dióxido de Silicio, Cuarzo o Sílice. Es el elemento electropositivo más abundante de la corteza terrestre (se encuentra, por ejemplo, en la arena), por lo tanto, muy accesible tanto por disponibilidad como por costos. China representa más del 75% del total producido.

Gráfico N° 2.7

Producción mundial de Sílice, en miles de toneladas (Año 2023)



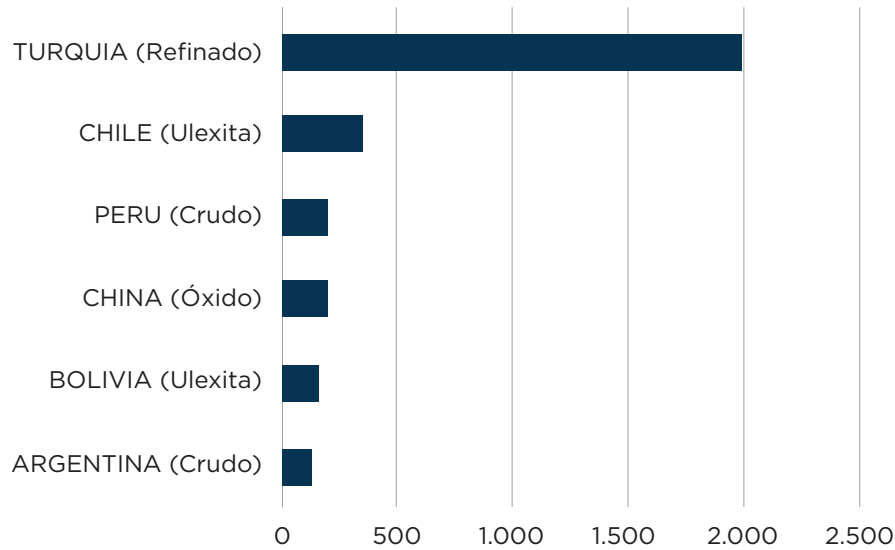
Fuente: Statista

Durante el proceso de fabricación se incorporan los aditivos de dopado, Boro y Flúor, para modificar el valor de los índices de refracción del núcleo y del revestimiento de la fibra óptica.

Boro: es un elemento que existe de forma natural en el ambiente. Se combina con el oxígeno y otros elementos para formar boratos, que están presentes en los océanos, las rocas sedimentarias, el carbón, el esquisto y algunos suelos. Se obtiene principalmente en regiones áridas de Turquía.

Gráfico N° 2.8

Producción mundial de Boro, en miles de toneladas (Año 2023)

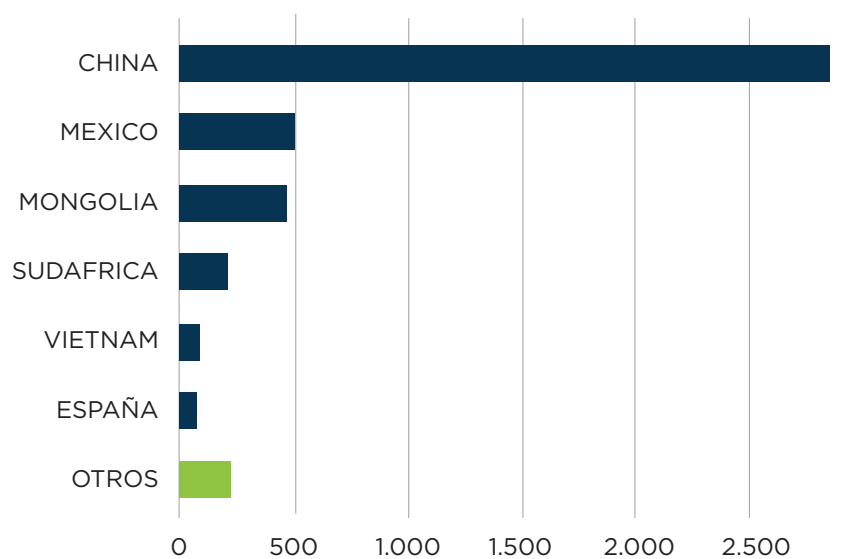


Fuente: US Geological Survey

Flúor: es el halógeno más abundante en la corteza terrestre. Se encuentra en el agua de mar y también está presente en los minerales como la fluorita, el fluorapatito, y la criolita, siendo el primero el más abundante. Se estima que se halla en un 0.065% en la corteza terrestre y es casi tan abundante como el carbono, el nitrógeno o el cloro. Los compuestos de flúor están ampliamente distribuidos en la naturaleza. Muchos minerales contienen cantidades pequeñas del elemento y se encuentran tanto en rocas ígneas como en rocas sedimentarias. El principal productor mundial de fluorita es China, quien aporta el 65% de la producción global.

Gráfico N° 2.9

Producción mundial de Fluorita, en miles de toneladas (Año 2023)



Fuente: World Mining Data

Finalmente, en el revestimiento de la fibra óptica el dióxido de silicio está dopado con aditivos de Germanio y Fosforo para disminuir el valor del índice de refracción.

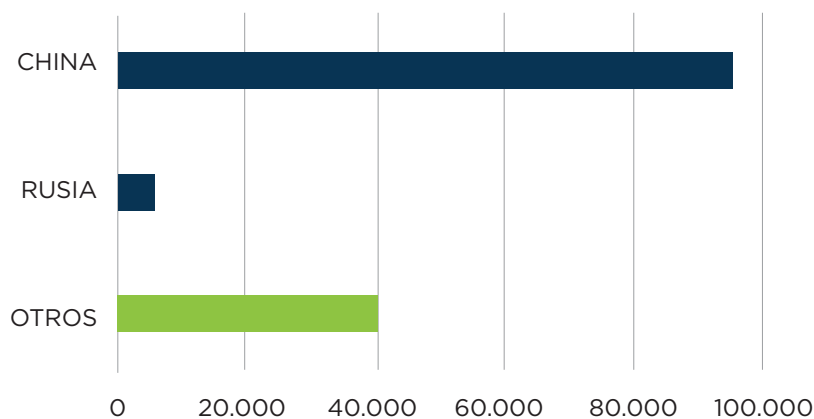
Germanio: es un elemento químico, metálico, gris plata, quebradizo, con propiedades entre el silicio y el estaño. Se halla como sulfuro o está asociado a los sulfuros minerales de otros elementos, en particular con los del cobre, zinc, plomo, estaño y antimonio. Si bien es aproximadamente tan abundante como el zinc y el plomo en la corteza terrestre, raramente se encuentra concentrado, estando además presente en sólo unos pocos minerales. En aisladas ocasiones se ha encontrado cantidad suficiente como para recuperarlo directamente de forma comercial, por ello la complejidad en su obtención y su elevado precio.

Este elemento tiene varias aplicaciones importantes, especialmente en la industria de los semiconductores y armamentos. El primer dispositivo de estado sólido, el transistor, fue hecho de Germanio. Los cristales especiales de germanio se usan como sustrato para el crecimiento en fase vapor de películas finas en algunos diodos emisores de luz (ejemplo fibra óptica). También se emplean lentes y filtros de germanio en aparatos que operan en la región infrarroja del espectro. Mercurio y cobre impregnados de germanio son utilizados en detectores infrarrojos.

Se calcula que aproximadamente un 35% de la producción de Germanio se utiliza como dopante para la producción de fibra óptica. China es el principal productor mundial, absorbiendo un 66% (95 tn en 2020) del total global, seguido por Rusia con un 3% (5 tn) y el resto se distribuye en varios países como Bélgica, Canadá, Alemania y Estados Unidos, entre otros. Como dato adicional, Estados Unidos importa cerca de 36.000 kg al año.

Gráfico N° 2.10

Producción mundial de Germanio, en kilos (Año 2021)

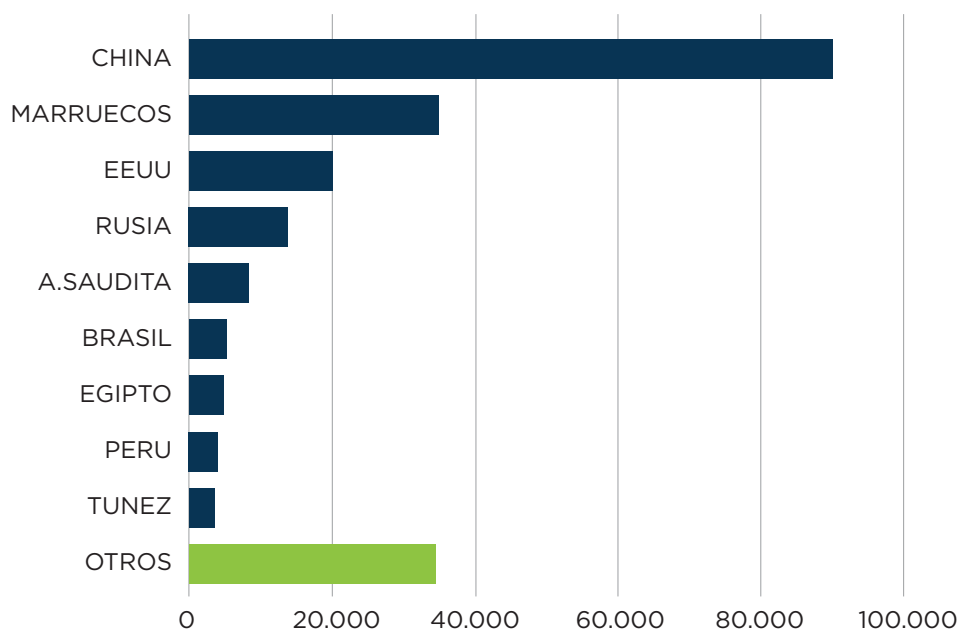


Fuente: U.S. Geological Survey

Fosforo: es un elemento químico que se encuentra en la naturaleza combinado en fosfatos inorgánicos y en organismos vivos, pero nunca en estado fundamental. Es muy reactivo y se oxida espontáneamente en contacto con el oxígeno atmosférico emitiendo luz. No se encuentra nativo en la naturaleza, pero forma parte de numerosos minerales. La apatita es la principal fuente de fósforo, existiendo importantes yacimientos en Marruecos y Rusia. Sin embargo, el ranking de producción mundial es encabezado por China, con alrededor de 90 millones de toneladas en 2023.

Gráfico N° 2.11

Producción mundial de Rocas Fosfóricas, en miles de toneladas (Año 2023)



Fuente: US Geological Survey

- **Fabricación de la preforma**

La preforma de fibra óptica es un producto de alta tecnología y con elevadas barreras técnicas, siendo un eslabón crucial. Es la base tecnológica de la cadena de valor, y contribuye aproximadamente con un 70% del margen de beneficio de compañías que están integradas.

A su vez, es el eslabón más concentrado de la cadena, con unas 15 empresas en todo el mundo que dominan las patentes que se han desarrollado para la elaboración de fibras y preformas. En su mayoría, estas empresas se encuentran en un proceso permanente de inversión en I+D, que requiere de escalas muy altas para que sea rentable su localización en una determinada geografía, estimadas en el equivalente a más de 6 millones de kilómetros anuales de fibra. En los últimos años, el aumento de la capacidad de fabricación de preformas a nivel mundial se concentró en Asia y China en particular.

- **Estirado de la fibra óptica**

Esta es una etapa crítica del proceso, donde se define la estructura del núcleo de la fibra y buena parte de la calidad del producto final. Es un proceso capital intensivo, con altos requerimientos tecnológicos y escalas mínimas de producción. Generalmente está integrado a la etapa anterior, aunque pueden encontrarse casos en el que una empresa o unidad productiva comience desde este punto en el proceso productivo; es decir, tomando la preforma como insumo.

Un ejemplo de lo anterior lo podemos encontrar en Brasil, que posee fábricas de “hilos de fibra óptica” pero no así de preformas. La escala mínima que requiere este proceso se calcula entre 3,5 y 4,5 millones de kilómetros de fibra al año. Es por ello que, tanto la fabricación de preformas como de hilos de fibra óptica requieren la existencia de un mercado doméstico relevante, o bien, el acceso preferencial a un mercado relevante.

La fibra óptica suele tener una incidencia relativamente baja en la estructura de costos de la etapa posterior (cableado), donde la utilización de otros materiales plásticos y metálicos para su recubrimiento y conformado de la estructura mecánica del cable son muy relevantes.

- **Cableado**

Es un proceso relativamente sencillo en términos comparativos. Aun cuando los grandes jugadores del mercado lo integran a la fabricación de preformas y fibras, dado su menor requerimiento de escala y complejidad técnica, también permite la operación de otros jugadores más pequeños. Si bien es un proceso capital intensivo, la incidencia de la mano de obra suele representar cerca del 15% de los costos de producción.

Se calcula que la escala mínima necesaria es de alrededor de 10.000 km de cable al año (equivalentes a unos 300.000 km de fibra), aunque puede variar en función de la especificidad de los mismos. En términos relativos, una fábrica de fibra podría abastecer a 10 fábricas de cables, considerando en ambos casos la escala mínima necesaria.

Este proceso, explicado anteriormente, consiste en tomar los “hilos” de fibra óptica, teñirlos de acuerdo con el color exigido por el cliente; estirarlos y trenzarlos para luego ser recubiertos (pueden ser blindados, entubados, etc.), también de acuerdo con las necesidades del usuario final. Esta menor complejidad en el proceso industrial, pero con mayor requerimiento de adaptación y servicio para el usuario final favorece la existencia de unidades productivas más pequeñas y cercanas al cliente.

No obstante, cuanto mayor sea la complejidad que tenga un cable (por ejemplo, el blindado o cables submarinos) más sofisticada debe ser la planta de cableado y, a la vez, mayores requerimientos de volumen y capacitación para su instalación y puesta en operación.

Un punto importante es que esta mayor capilaridad de las unidades productivas genera un ecosistema para el mejor desarrollo de las instalaciones de redes en estos mercados, con capacitación de recursos humanos y adecuación de los productos a la realidad local. Los eslabonamientos asociados a esta última etapa son los más intensivos en mano de obra y traccionan otras actividades muy variadas.

Por ejemplo, la calidad de los instaladores de redes y los servicios asociados mejoran cuando existen unidades productivas localizadas en las cercanías del mercado a abastecer, ya que esto permite no solo un trabajo de adecuación y elección de los cables de forma conjunta entre los usuarios finales y la empresa de cables, sino también la generación de cursos de formación para su correcta manipulación, pruebas y ensayos, servicios de operación y mantenimiento, etc. En los países que no cuentan con este tipo de producción, la oferta de este tipo de servicios generalmente tiene un menor grado de “customización” y se limita a las grandes empresas.



3. CARACTERIZACIÓN DEL MERCADO GLOBAL Y REGIONAL



3.1. EVOLUCIÓN RECIENTE

El mercado global de fibra óptica se estima que en 2023 alcanzó los U\$D 6.450 Millones, habiendo experimentado un crecimiento promedio anual superior al 10% en la última década. A efectos de calcular el mercado de cables de fibras ópticas, dicho valor debe multiplicarse por un factor de entre 3 y 4, de acuerdo a las especificaciones técnicas de producto en los tipos y usos más relevantes. Este factor se estima que irá reduciéndose en el futuro ya que, a medida que los requerimientos de transmisión se elevan, cada metro lineal de cable integra una mayor cantidad de fibras, aunque también es esperable que el precio de las fibras en sí mismo se reduzca. Por lo tanto, es posible estimar que actualmente el mercado global de cables de fibras ópticas sea cercano a los U\$D 25.000 Millones.

En términos físicos, estas cifras representan una producción anual cercana a los 580 millones de km de fibras, unidad de medida utilizada convencionalmente para medir la capacidad productiva. Alrededor del 63% de las ventas de fibra óptica son de vidrio, mientras que el resto son de plástico. Estas proporciones no han variado sustancialmente en los últimos 5 años, aunque se observa una leve tendencia en favor de la primera. Por otro lado, más del 65% del mercado está constituido por fibras monomodo, siendo en este caso más evidente y acelerada su prevalencia futura sobre los multimodo, por los mayores requerimientos de velocidad y ancho de banda prevista en los próximos años.

Tabla N° 3.1
Mercado global de fibra óptica

	2011	2019	2023
Ventas (Millones de U\$D)	3.050	4.480	6.450
Vidrio vs Plástico (Market Share %)	58 / 42	60 / 40	63 / 37
Monomodo vs Multimodo (Market Share %)	52 / 48	58 / 42	65 / 35

Fuente: Elaboración propia en base a Prudour, 2023

La distribución regional de las ventas de fibra óptica pone de manifiesto una clara preponderancia del consumo interno de los países asiáticos. China es el mayor consumidor y productor de preformas de fibra óptica del mundo, registrando una capacidad instalada que, de acuerdo a diversos informes especializados, es prácticamente el doble de la producción efectiva⁷. Aun así, algunas empresas continúan ampliando sus instalaciones, dando lugar a una capacidad ociosa ostensible. En segundo lugar, se destacan los mercados de Norteamérica (esencialmente Estados Unidos) y Europa.

Por su parte, los países sudamericanos representan una porción menor de las ventas mundiales, que incluso se ha reducido proporcionalmente en los últimos años, pasando del 4% del total mundial en 2015 al actual 3%. En efecto, la región ha mostrado las menores tasas de crecimiento anual en dicho período, siendo prácticamente la mitad de la observada en Asia y un tercio inferior a la de Norteamérica y Europa.

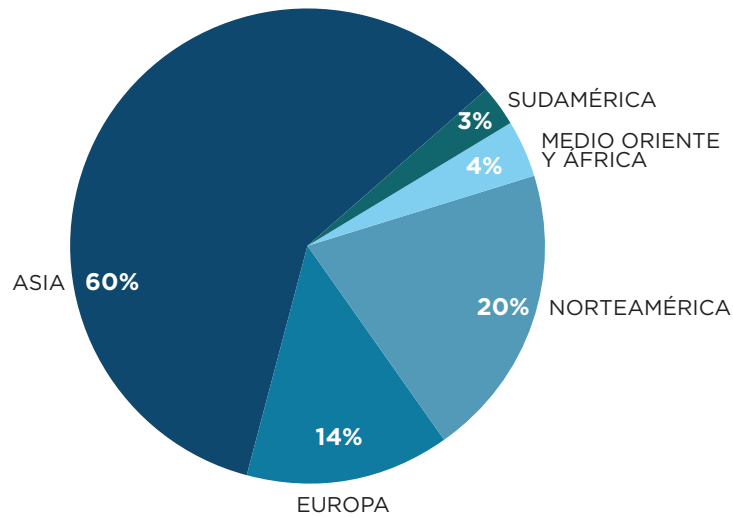
Esta tendencia determina una mayor participación de Asia en el mercado global. En el período mencionado, Norteamérica perdió 0,5 p.p. de incidencia, en tanto Europa y los países de Medio Oriente y África disminuyeron su peso en 1 p.p. Como contrapartida, los países asiáticos incrementaron 3 p.p. su porción, poniendo de manifiesto su liderazgo internacional en términos de dinamismo.

Con respecto a la composición de las ventas según el tipo de fibra óptica, no se observan diferencias relevantes entre las regiones respecto al perfil global. Las fibras de vidrio explican alrededor del 63% del total y las monomodo oscilan en torno al 65%, en todos los casos. Estas participaciones muestran una tendencia creciente y estable en los últimos años, lo cual permite afirmar que esta estructura de ventas se irá profundizando.

7. En efecto, en los últimos años diversos países, tanto de Asia como de Europa o Norteamérica, han iniciado procesos de evaluación de medidas anti-dumping derivadas de dicho exceso de capacidad de producción y el impacto resultante sobre los precios de exportación de fibras ópticas de origen China. Por ejemplo, ver https://policy.trade.ec.europa.eu/news/eu-tightens-anti-dumping-measures-optical-fibre-cables-china-defend-significant-eu-industry-2023-08-09_en

Gráfico N° 3.1

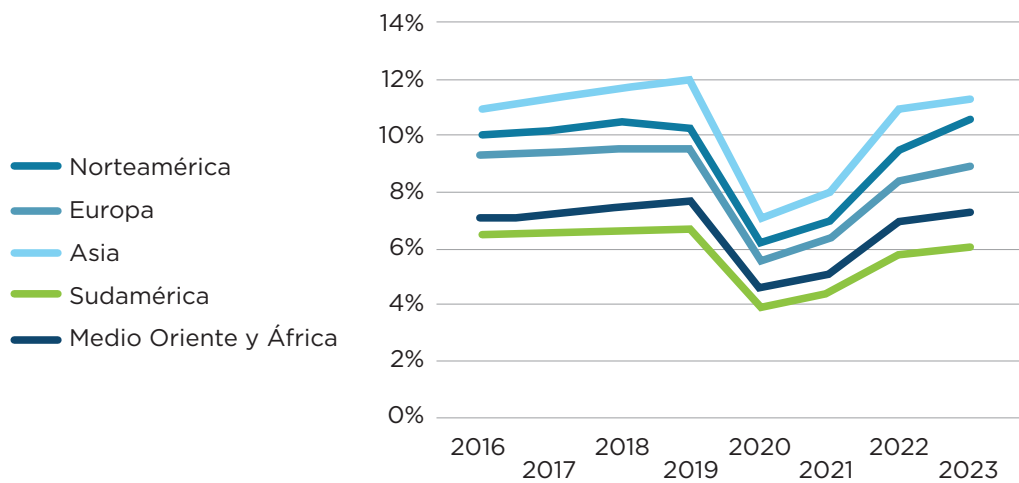
Distribución regional de las ventas globales de fibra óptica, Año 2023



Fuente: Elaboración propia en base a Prudour, 2023

Gráfico N° 3.2

Evolución de la tasa de crecimiento de las ventas por regiones, 2016 - 2023



Fuente: Elaboración propia en base a Prudour, 2023

La demanda de fibra óptica está determinada mayormente por la industria de telecomunicaciones y tecnologías de la información (IT), explicando alrededor del 40%. Los servicios financieros y los servicios públicos de infraestructura básica ocupan un lugar también relevante, representando entre el 15% y 20%, respectivamente. Finalmente, los sectores de salud, defensa y aeroespacial también tienen un rol destacado. Esta distribución de la demanda no evidencia variaciones sustanciales entre las diferentes regiones. Sin embargo, el dinamismo de cada uno de los sectores no ha sido homogéneo.

La tasa de crecimiento promedio anual del período 2016-2023 en el sector de telecomunicaciones & IT supera al resto entre un 20% y 30%. A su vez, dichas tasas en Asia se encuentran por encima del resto de las regiones en todos los rubros. El crecimiento en las regiones más desarrolladas prácticamente duplica al de las zonas más rezagadas.

Tabla N° 3.2

Distribución de las ventas de fibra óptica por sector de demanda, Año 2023

	Global	Norteamérica	Europa	Asia	Sudamérica	Medio Oriente y África
Telco & IT	41%	39%	40%	42%	38%	39%
Servicios financieros	18%	19%	19%	18%	20%	20%
Servicios públicos	15%	16%	15%	14%	16%	15%
Otras industrias	12%	13%	13%	12%	13%	13%
Defensa	9%	8%	8%	9%	8%	8%
Salud	5%	5%	5%	4%	5%	5%
	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Fuente: Elaboración propia en base a Prudour, 2023

Tabla N° 3.3

Crecimiento anual de las ventas por sector de demanda y región, promedio 2016-2023

	Global	Norteamérica	Europa	Asia	Sudamérica	Medio Oriente y África
Telco & IT	13,5%	12,7%	11,4%	15,1%	7,4%	8,9%
Servicios financieros	11,9%	11,9%	10,6%	13,0%	6,9%	7,7%
Servicios públicos	11,1%	10,3%	10,0%	12,3%	6,4%	7,5%
Otras industrias	10,2%	9,7%	9,4%	11,3%	6,1%	6,5%
Defensa	10,0%	10,5%	7,7%	10,9%	5,9%	6,1%
Salud	9,4%	8,5%	8,3%	10,6%	5,1%	5,7%
Total	11,8%	11,3%	10,2%	13,1%	6,7%	7,7%

Fuente: Elaboración propia en base a Prudour, 2023

3.2. DINÁMICAS REGIONALES

El consumo de fibra óptica en cada una de las regiones se encuentra altamente concentrado. A nivel regional, Asia es claramente el principal mercado mundial, con casi 60% del total, liderado por China (38%), seguido de Japón (6,4%), India (5,7%) y Corea del Sur (4%).

El segundo mercado regional es Norteamérica, con el 20% del total mundial, con Estados Unidos concentrando el 16,5% de la demanda global.

China y Estados Unidos como principales mercados mundiales (con aproximadamente 55% del total), son a su vez los principales productores de fibra y cables de fibra.

Europa, por otra parte, representa algo menos del 13% del consumo, siendo Alemania, Reino Unido y Francia los principales mercados.

En Sudamérica, aun cuando su participación en el mercado global es menor, cabe destacar que el tamaño del mercado en Brasil, que junto a Argentina y Colombia son los más considerables.

Los países asiáticos se destacan además por su dinamismo. En los últimos 8 años, las ventas en China, Japón y Corea del Sur crecieron a una tasa promedio anual del 16,8%, 14,8% y 10,6%, respectivamente. Por su parte, Estados Unidos, Alemania, Reino Unido y Francia crecen entre el 12% y 14%. El resto de los países, especialmente los de Sudamérica, se ubica mayormente en el rango del 6% al 8%, lo cual es sustancialmente inferior al de los países más avanzados, pero muy superior al crecimiento de sus economías en dicho período.

Esta característica, que coincide prácticamente en todas las regiones, pone en evidencia que el sector de cables de fibra óptica se encuentra entre las actividades más dinámicas a nivel internacional.

Tabla N° 3.4

Distribución intra-regional de ventas, en Millones de U\$D

	2015	2019	2023	SHARE REGIONAL (2023)	VAR. ANUAL PROMEDIO (2015-23)
ASIA					
China	1.039	1.661	2.438	64%	16,8%
Japón	185	287	404	11%	14,8%
India	197	265	364	10%	10,6%
Corea del Sur	122	185	256	7%	13,7%
Resto	168	246	333	9%	12,3%
TOTAL	1.711	2.644	3.794	100%	15,2%
NORTEAMÉRICA					
EE.UU	496	741	1.027	87%	13,4%
Canadá	55	79	105	9%	11,3%
México	30	40	51	4%	8,8%
TOTAL	581	860	1.182	100%	12,9%
EUROPA					
Alemania	79	120	167	20%	14,0%
Reino Unido	69	104	143	17%	13,4%
Francia	63	93	127	15%	12,6%
Rusia	64	90	119	15%	10,7%
Italia	48	67	87	11%	10,1%
España	23	31	41	5%	9,6%
Resto	81	108	135	16%	8,3%
TOTAL	427	613	818	100%	11,4%

SUDAMÉRICA					
Brasil	54	72	90	50%	8,4%
Argentina	24	31	38	21%	7,6%
Colombia	18	23	28	16%	6,8%
Resto	16	20	23	13%	5,4%
TOTAL	112	146	179	100%	7,5%
MEDIO ORIENTE Y ÁFRICA					
C.C.Golfo ⁸	81	110	143	52%	9,5%
Israel	20	27	33	12%	8,4%
Sudáfrica	29	39	49	18%	8,8%
Resto	31	39	47	17%	6,6%
TOTAL	161	215	273	100%	8,7%

Fuente: Elaboración propia en base a Prudour, 2023

3.3. COMERCIO INTERNACIONAL

El comercio global sectorial, incluyendo tanto los hilos de fibras ópticas como los cables de fibras ópticas ya armados⁹, también ha tenido un desempeño extraordinario en el período analizado, lo cual se verifica en una participación creciente sobre el total del comercio mundial de bienes y un dinamismo muy superior.

Luego de haber alcanzado su máximo valor en 2022 en torno a los U\$D 14.000 Millones, se estima que el intercambio global sectorial se encuentra en torno a los U\$D 12.000 Millones, representando aproximadamente el 0,05% del comercio total. Alrededor del 20% de estas exportaciones corresponde a fibras ópticas, por lo que mayormente el volumen de comercio global está explicado por los cables (80%).

La tasa promedio de variación interanual del comercio sectorial en este período fue del 6%, con “picos” cercanos al 25% en 2021 y 2022. De esta manera, no sólo ha crecido al doble del ritmo que creció el comercio mundial de bienes, sino que su volumen se ha duplicado en la última década.

8. El Consejo de Cooperación del Golfo (C.C.G) está conformado por seis países árabes (Reino de Arabia Saudita, Reino de Bahrein, Estado de Kuwait, Sultanato de Omán, Emiratos Árabes Unidos y Estado de Qatar)

9. Debe considerarse no sólo la partida arancelaria 8544.70 “Cables de fibras ópticas”, sino también la partida 9001.10 “Fibras ópticas y haces, excepto los enfundados individualmente”. Esto se debe a que la tecnología de producto se encuentra esencialmente en la fibra óptica propiamente dicha y es común que la misma sea exportada en este formato, a fin de que los procesos posteriores de envainado y armado de los cables se realice en establecimientos productivos del país de destino.

Tabla N° 3.5

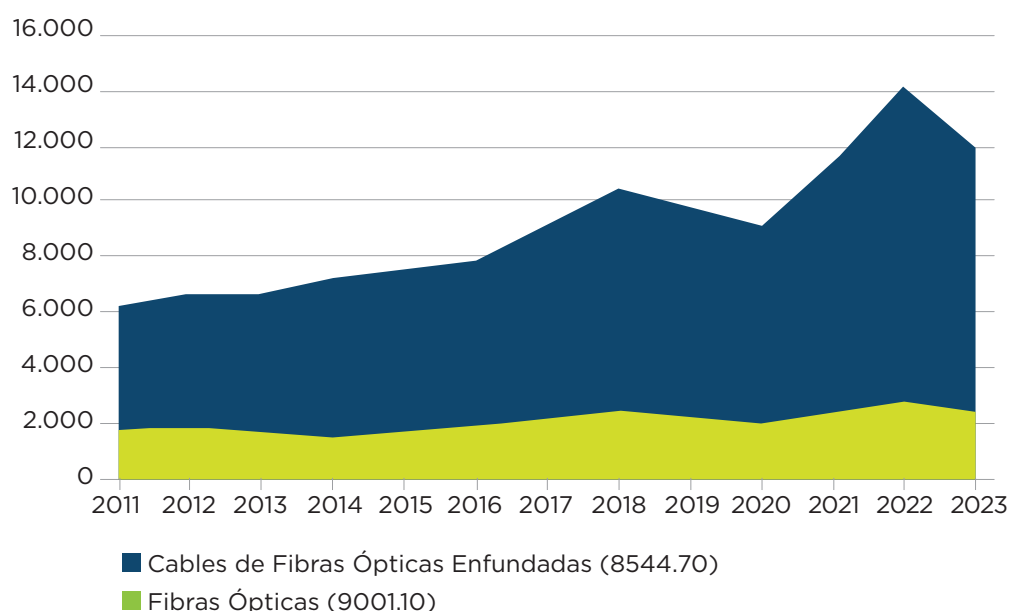
Comercio mundial de cables y fibras ópticas, en Millones de U\$D

AÑO	FIBRAS ÓPTICAS (9001.10)	CABLES DE FIBRAS ÓPTICAS ENFUNDADAS (8544.70)	TOTAL SECTORIAL	COMERCIO MUNDIAL	PARTICIPACIÓN
2011	1.770	4.500	6.270	18.334.550	0,034%
2012	1.800	4.900	6.700	18.509.912	0,036%
2013	1.670	5.080	6.750	18.962.792	0,036%
2014	1.470	5.800	7.270	19.012.850	0,038%
2015	1.740	5.810	7.550	16.565.898	0,046%
2016	1.930	5.960	7.890	16.050.224	0,049%
2017	2.150	6.920	9.070	17.737.819	0,051%
2018	2.490	7.950	10.440	19.548.033	0,053%
2019	2.260	7.570	9.830	19.008.137	0,052%
2020	2.010	7.100	9.110	17.649.691	0,052%
2021	2.360	9.120	11.480	22.300.176	0,051%
2022	2.780	11.400	14.180	24.892.708	0,057%
2023	2.470	9.370	11.840	23.813.309	0,050%

Fuente: Elaboración propia en base a Observatorio de Complejidad Económica (OEC) y Organización Mundial de Comercio (OMC), Database.

Gráfico N° 3.3

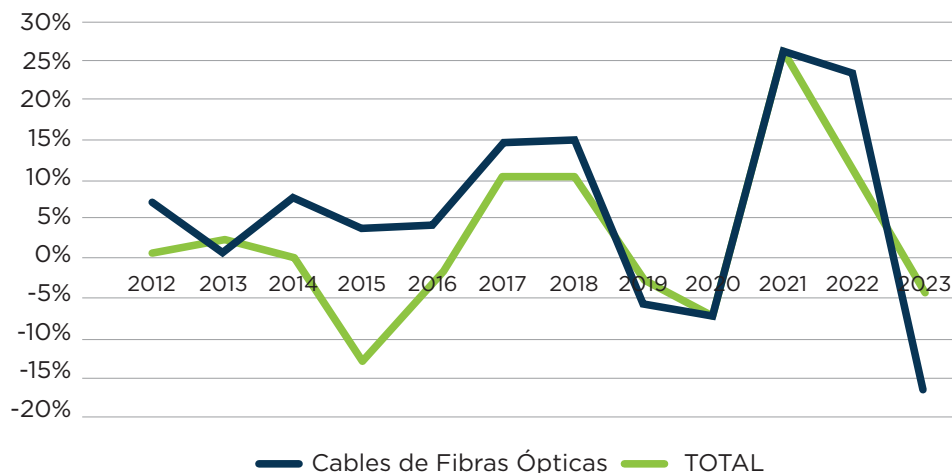
Evolución del comercio mundial de cables y fibras ópticas, en Millones de U\$D



Fuente: Elaboración propia en base a Observatorio de Complejidad Económica (OEC)

Gráfico N° 3.4

Dinamismo del comercio global de cables de fibras ópticas vs. total de bienes, Tasa de crecimiento interanual



Fuente: Elaboración propia en base a Observatorio de Complejidad Económica (OEC) y Organización Mundial de Comercio (OMC).

Como principal polo industrial a nivel mundial, los países asiáticos también concentran la mayor parte de las exportaciones, tanto en lo que se refiere a los hilos y fibras ópticas (partida arancelaria 9001.10), como a los cables ópticos (partida arancelaria 8544.70). En conjunto, explican el 50% de las exportaciones, mientras que Norteamérica y Europa aportan alrededor del 24% en cada caso. China es el principal exportador de fibras ópticas con casi el 26% del total, desplazando al segundo lugar a Estados Unidos con el 16,5% a partir de 2021. También en cables China ocupa el primer puesto desde hace más de una década, con el 30,7% del total exportado, seguido por México (13,6%) y Estados Unidos (10,4%).

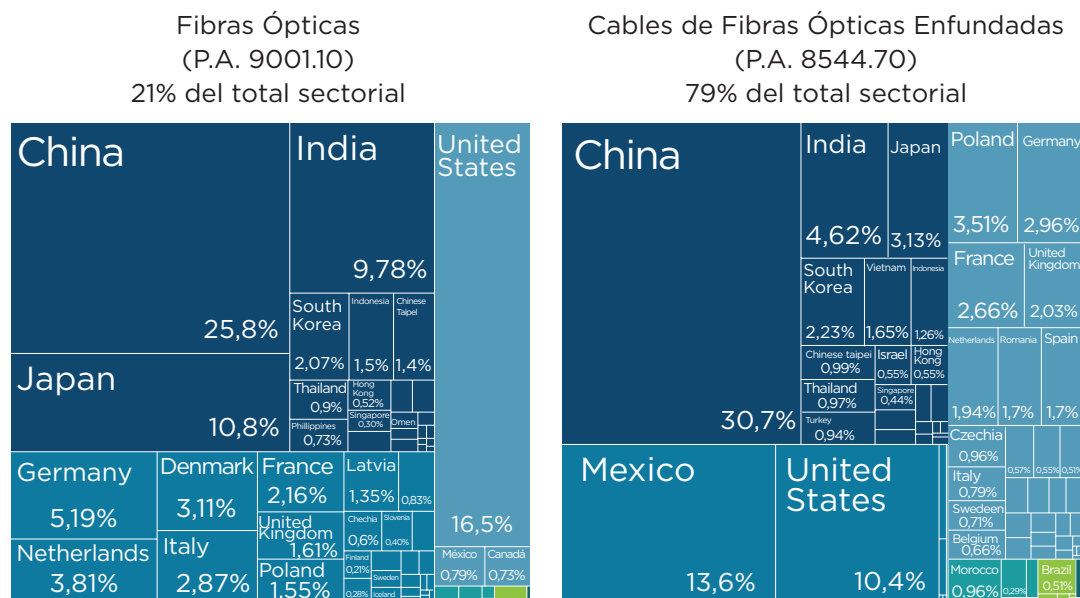
Considerando ambos segmentos de la producción, en 2023 China lideró el conjunto con el 29,6% del total de exportaciones. Estados Unidos es el segundo exportador mundial, con el 12% y México el tercero con el 11%, especialmente por su alta participación en cables. También se destacan India (5,7%), Japón (4,7%) y Alemania (3,5%). Otros exportadores relevantes a mencionar, con porciones del 2% al 3% son Francia, Polonia, Corea del Sur, Países Bajos y Reino Unido.

Al analizar la evolución en los últimos 10 años, surgen como principal hallazgo que China ha multiplicado dos veces y media su participación en las exportaciones de fibras ópticas, mientras que la de Estados Unidos se ha reducido a la mitad. En este mismo período, México ha incrementado en más del 80% su participación como exportador de cables. Japón, cuya participación se ha mantenido, cambió notablemente su composición, ya que los cables ópticos perdieron espacio frente a las fibras.

Finalmente, se señala la escasa participación de países de Sudamérica en las exportaciones mundiales del sector, que en conjunto representan menos del 0,7%. El 80% es explicado por Brasil, mientras que el resto (mayormente explicado por cables) se distribuye principalmente entre Ecuador y Colombia.

Gráfico N° 3.5

Distribución de las exportaciones globales, Año 2023



Fuente: Elaboración propia en base a Observatorio de Complejidad Económica (OEC)

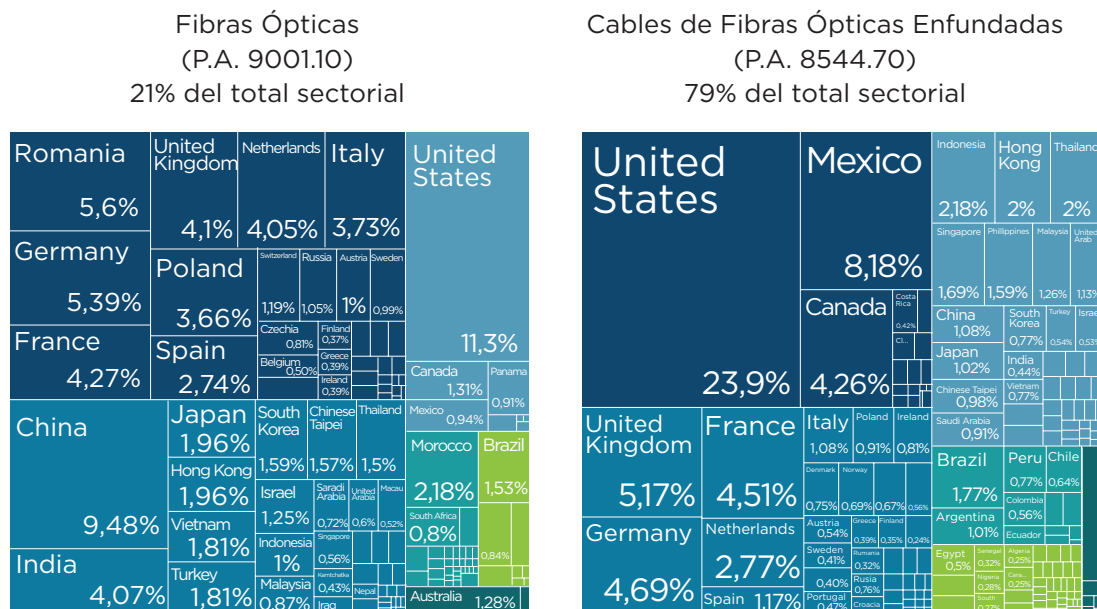
Desde la perspectiva de las importaciones, el grado de atomización es considerablemente mayor y Europa pasa a ocupar un lugar preponderante, tendiendo a representar el 40% del total. Sumando a los países de Norteamérica, ambas regiones representan casi el 70% del total de importaciones mundiales.

Individualmente, Estados Unidos explica el 21,2% y es el principal país importador, superando ampliamente al conjunto de países que se ubican en un segundo escalón, con participaciones entre el 4% y el 6%, donde se destacan México, Francia, Reino Unido y Alemania. En el resto de las regiones, se observa una fuerte dispersión, con cierta preeminencia de Marruecos, Egipto y Sudáfrica en Medio Oriente y África, y de Brasil, Argentina y Perú en Sudamérica.

La estructura de importaciones actual no difiere demasiado respecto a una década atrás, aunque se observan algunos cambios en las participaciones intrarregionales (lo cual podría estar asociado al ciclo de inversiones en infraestructura digital), especialmente en Europa; en tanto China ha reducido a un tercio su participación y Estados Unidos la ha incrementado en más de un tercio.

Gráfico N° 3.6

Distribución de las importaciones globales, Año 2023



Fuente: Elaboración propia en base a Observatorio de Complejidad Económica (OEC)

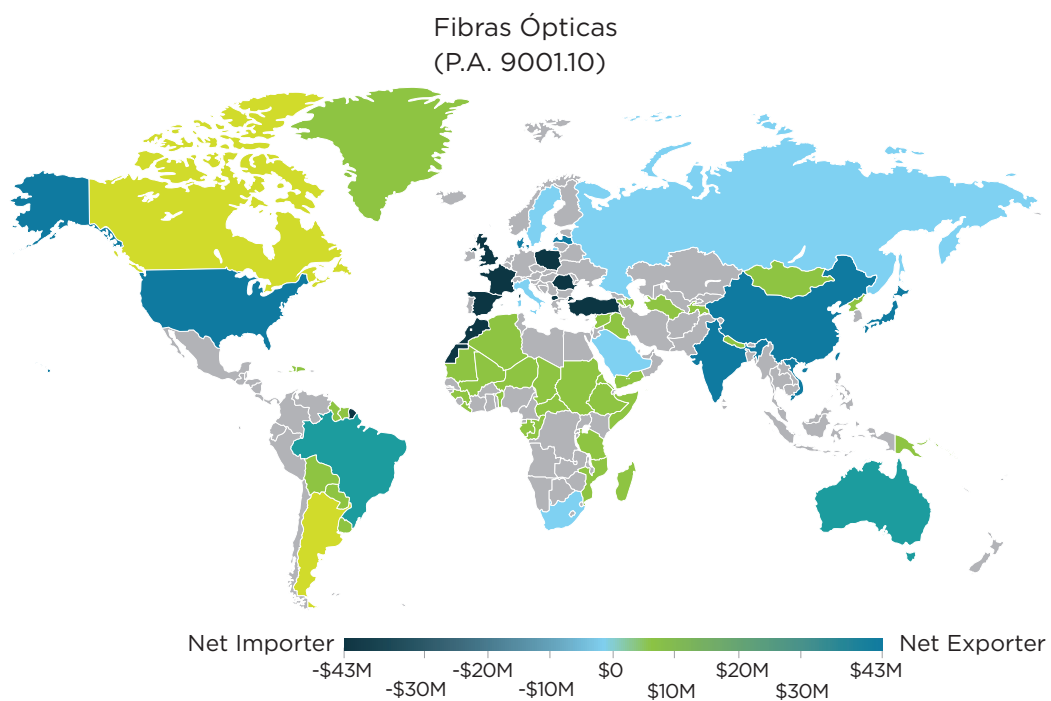
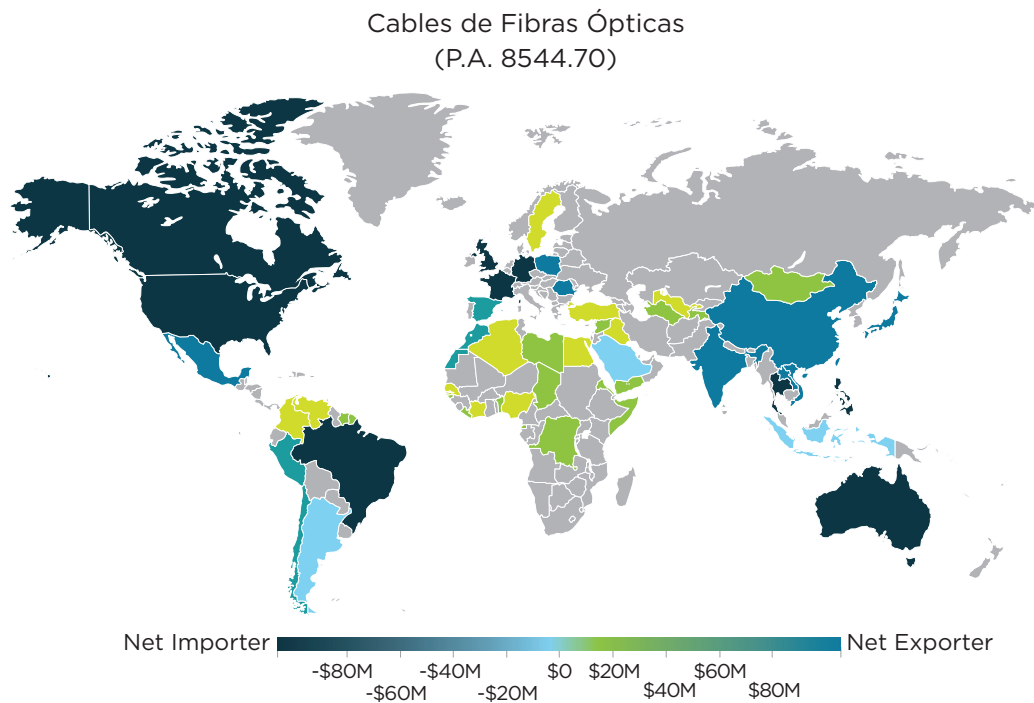
Esta caracterización de los flujos de comercio mundial permite una visión consolidada a nivel internacional, que podría definirse como bastante abierta y sin grandes barreras.

Se advierte que, en el comercio mundial de cables, los únicos exportadores netos de cables son: México en todo el continente americano, China, Japón e India en Asia y, en Europa, únicamente Polonia y Rumania. Mientras que, en fibras ópticas, los exportadores netos de relevancia son China, Japón, India y Estados Unidos.

A su vez, existen algunas integraciones regionales o de eslabonamiento productivo que podrían mencionarse, como el caso de Estados Unidos y México, sobre lo cual se volverá más adelante en el presente documento. No obstante, los flujos comerciales -tanto de fibras como de cables- entre países de Oriente y Occidente y de Norte a Sur son intensos y no siguen un patrón único.

Gráfico N° 3.7

Distribución de los flujos netos de comercio global, en Millones de Dólares, Año 2023



Fuente: Elaboración propia en base a Observatorio de Complejidad Económica (OEC)



4. PRINCIPALES ACTORES DE LA CADENA DE VALOR GLOBAL



4.1. EMPRESAS LÍDERES

La fabricación de fibra y cables ópticos se encuentra estructurada en torno a una gran cantidad de establecimientos distribuidos principalmente en Asia (China, Japón y Corea), América del Norte (Estados Unidos) y Europa.

Tabla N° 4.1

Principales empresas fabricantes de cables y fibras ópticas, Año 2023

PAÍS DE ORIGEN	EMPRESA	SHARE DE MERCADO
Estados Unidos	Corning	19,0%
China	YOFC	13,0%
China	ZTT	11,3%
China	Hentong Group (HTGD)	11,2%
Japón	Furukawa	10,3%
China	FiberHome	9,8%
Italia	Prysmian	5,9%
Japón	Sumitomo	5,2%
Japón	Fuyikura	3,1%
India	Sterlite	2,5%
Estados Unidos	Commscope	8,7%
Francia	Nexans	
Corea	LS Cable	
Otros	Otros	

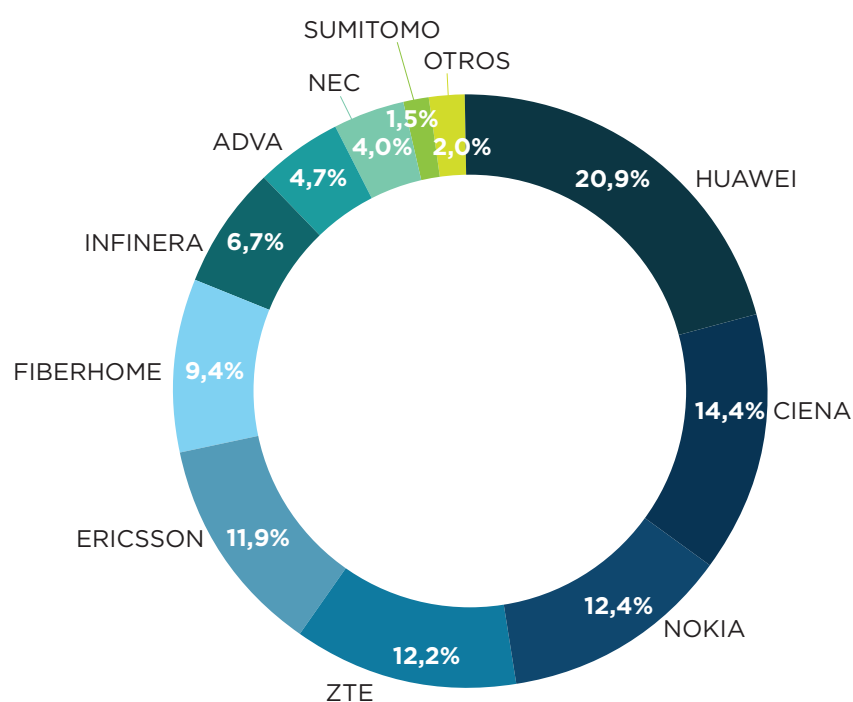
Fuente: Elaboración propia en base a Network Telecom Information Research Institute, 2024

Estos jugadores compiten en un mercado en franco crecimiento con un alto grado de rivalidad competitiva frente a compradores que van concentrándose, aumentando su poder de compra y negociación. A pesar de la multiplicidad de fabricantes, 10 empresas concentran más del 90% de la producción mundial, siendo Corning (Estados Unidos) quien lidera el ranking con el 19% del mercado. Sin embargo, las 4 compañías chinas más importantes representan más del 40% de la producción total, seguidas por japonesas, que alcanzan cerca del 19%. La única compañía europea que integra este ranking es Prysmian, con 5,9% de *market share*.

Este nivel de concentración refleja, en parte, el nivel de “comoditización” que ha alcanzado el producto, aun cuando la evolución tecnológica continúa avanzando en forma acelerada, principalmente en lo que respecta a mejoras en la capacidad de transmisión, donde 4 compañías explican casi el 60% del negocio global. Algunas de las empresas fabricantes de fibra participan muy activamente en la provisión de equipamiento para redes y transmisión óptica, como FiberHome, y en menor medida Sumitomo¹⁰.

Gráfico N° 4.1

Distribución del mercado de transmisión óptica, Año 2023



Fuente: Elaboración propia en base a Network Telecom Information Research Institute

10. Incluye conectores, conjuntos de cables, sistemas integrales para conexiones de última milla (Modems, decodificadores, cubiertas y cajas), distribuidores, multiplexores, cubiertas y cajas, etc. El negocio de fibras ópticas básicamente consiste en proveer la materia prima para la producción de cables, los cuales cumplen la función esencial de transmitir datos, de manera análoga al negocio de conductores eléctricos o de transmisión a través de cobre (cables coaxiales). Sin embargo, su incidencia en el uso final principal -la instalación y tendido de redes- es baja, ya que el peso relativo de otros componentes como conectores, artefactos y equipos ópticos, así como las obras civiles asociados a dichas instalaciones es muy superior y son parte fundamental para el funcionamiento y operación de las redes. En efecto, la calidad de una red está más asociada a dichos artefactos y equipos más que a los cables ópticos, donde en general los estándares de producto son más homogéneos, aun cuando también existen en este caso procesos de certificación técnica.

En la provisión de componentes para transmisión óptica, el nivel de concentración también es importante y se ha profundizado en los últimos años, con un 98% del *market share* concentrado en 10 empresas. En este segmento se destaca una compañía japonesa que participan en el negocio de fibra óptica como Sumitomo, aunque el liderazgo de mercado está centrado en empresas chinas como Huawei, ZTE y Fiberhome, siendo esta última también un actor relevante en el campo de las fibras ópticas.

En su mayoría, los fabricantes de cables de fibra óptica tienen un desarrollo de negocios previo a la aparición de dicha tecnología de transmisión. General Cable en Estados Unidos, Pirelli Cables, Philips y DRAKA en Europa, Sumitomo y Furukawa en Japón, LS Cable & System en Corea del Sur son algunos ejemplos de empresas con años de presencia en la fabricación de cables para telecomunicaciones y para transmisión de energía. La tecnología centrada en la utilización del cobre se encontraba relativamente madura y, de igual manera que viene sucediendo con la fibra óptica, en el sector venía desarrollándose un proceso de concentración relativamente importante.

En este contexto, un “outsider” del sector, Corning Glass Works (ahora, Corning Inc), generó una innovación disruptiva en los años 70s y, a partir de entonces, se inicia el proceso de incorporación de cables de fibra óptica para las telecomunicaciones, con una expansión que se aceleró en los 90s con la creciente demanda de transmisión de datos para TV por cable y telefonía celular.

Frente a esta situación, algunos fabricantes de cables para energía y comunicaciones comenzaron a incursionar en la producción y comercialización de fibra óptica, incluso con el desarrollo de tecnologías propias, como Philips (con el método PCVD) o Sumitomo, Fujikura y Furukawa asociadas con Nippon Telephone and Telegraph (N.T.T) con el método MCVD.

En una tercera etapa, con la fuerte expansión de internet en los 2000, ingresaron al negocio de la producción de fibra empresas que proveen una amplia gama de productos para el desarrollo de redes, tanto para los tendidos troncales como para la distribución denominada “de última milla”, que requiere diversos componentes y equipos electrónicos para la operación, más allá de los propios cables. Un ejemplo relevante en este grupo es CommScope.

Otro hecho relevante en la evolución del sector es la aparición hacia fines de los 90 y principalmente en el inicio de los 2000 de los fabricantes chinos. Algunos de ellos, como ZTT o HTGD, con experiencia en el negocio de cables tradicional mientras que otros, como YOFC o FiberHome, sin contar con ella, pero todas experimentando un crecimiento exponencial en pocos años, traccionado por el rápido desarrollo de infraestructura del país asiático.

4.2.

MODELO DE NEGOCIOS Y ARREGLOS CONTRACTUALES

Las principales empresas productoras de fibra óptica suelen integrar todos los eslabones de la cadena de producción (preforma – estirado de fibra – cableado), incluso proveyendo preformas e hilos de fibras ópticas a terceros para su procesamiento y posterior cableado.

El nivel de concentración es sustancialmente más bajo a medida que se avanza en dicha cadena, ya que la fabricación de hilos de fibra y preformas es donde se concentra la mayor inversión en I+D, tecnología de producto y proceso productivo y donde el requerimiento de escala es más alto.

Se estima que para que una planta de preformas y fibra óptica sea rentable necesita producir entre 3,5 y 4,5 millones de kilómetros de fibra al año; mientras que para la etapa de cableado se requieren alrededor de 10.000 kilómetros de cable al año.

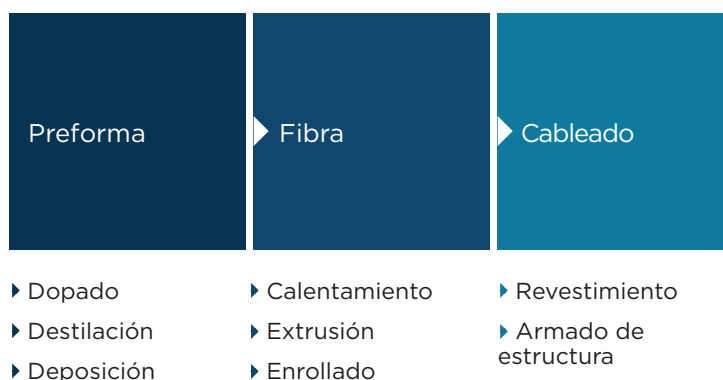
El nivel de integración de todas las etapas productivas depende entonces del tamaño del mercado en el que se desempeñan o de la posibilidad de acceder con preferencias a los mercados más relevantes. De hecho, en el caso de ALC, los dos grandes centros de producción de la región, México y Brasil, basan el desarrollo de la industria de fibra y cable óptico en las exportaciones a Estados Unidos (caso México) o al tamaño de su propio mercado y a exportaciones a Sudamérica, fundamentalmente a Argentina (caso Brasil).

Dentro de este marco, se advierten esencialmente tres **modelos de negocios principales**:

- **Especialistas integrados en la producción de cables: son grandes productores integrados de preformas, fibra y cables**, que generalmente poseen en su cartera de negocios, además de la fabricación de cables de fibra óptica, la provisión de cables para la transmisión de energía eléctrica y otras industrias (ej.: automotriz). Prysmian (General Cable), ZTT, Hengtong Group, son ejemplos de este tipo de empresas. Sus escalas productivas son de gran envergadura y, en algunos casos, proveen soluciones de ingeniería para el tendido de redes troncales y grandes instalaciones, incluyendo las submarinas. En su organización interna, tiene divisiones exclusivas para el segmento de redes y comunicaciones. Concentran gran parte de la inversión en I+D para mejorar la calidad y capacidad de transmisión de la fibra. Algunas de estas compañías (especialmente las asentadas en China e India) proveen preformas a otros productores de fibra o cableadores (Sterlite de India, por ejemplo). Corning es la mayor proveedora de cables de fibra del mundo, pero sin presencia en los mercados de cable para transmisión de energía o para industrias.

Gráfico N° 4.2

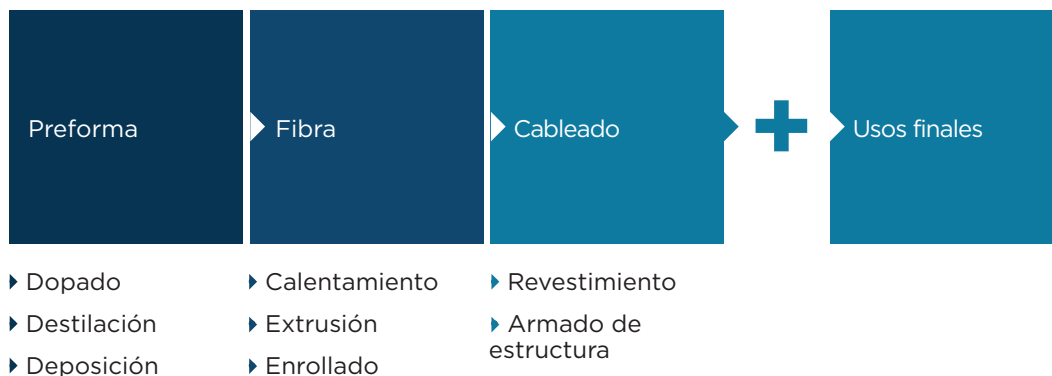
Modelo de negocios de especialistas integrados en la producción de cables ópticos



- **Fabricantes de cables orientados a la provisión de soluciones integrales para redes:** son compañías que han desarrollado soluciones específicas/customizadas e integrales para redes, incluyendo la fabricación de cables, artefactos y equipos necesarios para su instalación y/o operación. Las grandes empresas de este grupo se integran en todas o varias de las etapas de la cadena de valor de los cables ópticos. Ejemplos de este grupo son Commscope y FiberHome e incluso varias de las compañías japonesas (Sumitomo, Fuyikura e incluso Furukawa) que, si bien iniciaron su actividad en la fabricación de cables, fueron ampliándose hasta tener una presencia muy importante en la provisión de equipos y otros componentes para redes.

Gráfico N° 4.3

Modelo de negocios de fabricantes de cables orientado a la provisión soluciones integrales

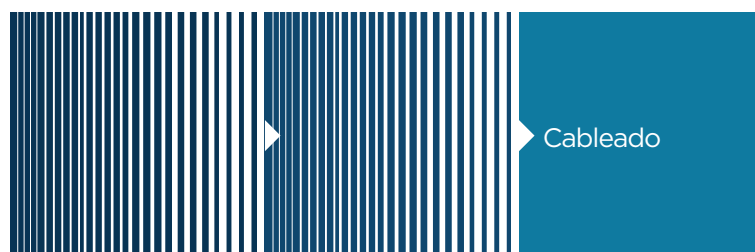


- **Orientados a la fabricación de cables a partir de fibra óptica de terceros:** son solamente “cableadores”, que en muchos casos además proveen cables para transmisión de energía o industriales, y fabrican cables ópticos adquiriendo fibra a algunos de los grandes proveedores (Optel en Argentina con cable de Corning, Nestor Cables en Finlandia, entre muchos otros). La escala óptima disminuye mucho bajo este esquema de negocios, razón por la cual se observa una mayor capilaridad de empresas.

Gráfico N° 4.4

Modelo de negocios solo básico o de escala pequeña

Modelo de negocios solo básico o de escala pequeña



Por otra parte, en particular en las grandes compañías participantes del sector, se observa que muchas de estas empresas buscan desarrollar un modelo de negocios más orientado a la provisión de soluciones integrales para redes.

Esta tendencia se verifica en casi todas las compañías, destacándose los casos de Sumitomo, Fujikura, Furukawa y Corning. En el caso de las compañías chinas, el proceso se encuentra más retrasado (a excepción de Fiberhome), pero se observa también una tendencia a ampliar la oferta de dispositivos para redes. Una de las motivaciones para este movimiento es el hecho que la fibra es una parte reducida en la inversión total y, en particular en los grandes proyectos, los compradores tienden a adquirir instalaciones “llave en mano”, con el objetivo de centralizar el suministro y facilitar las especificaciones que se requieren en cada caso.

Tabla N° 4.2

Presencia en segmentos de negocio de las principales empresas de cables y fibras ópticas

EMPRESAS	FIBRA	CABLE DE FIBRA	SOLUCIONES PARA REDES	ENERGÍA	CABLES INDUSTRIALES	OTROS
Sumitomo	++++	++++	++++	++++	++++	
Furukawa	++++	++++	+++	++++	++++	
Fujikura	++++	++++	++++	++++	++++	
Corning	++++	++++	+++			
Commscope	+	++	++++			
Prysmian	++++	++++	++	++++	++	
ZTT	++++	++++	++	++++	+	Equipos
YOFC	++++	++++	+			
HTGD	++++	++++	+	++++		Equipos
Fiberhome	++++	++++	++++			

Fuente: Elaboración propia en base a memorias y entrevistas a empresas del sector

Por otra parte, la mayoría de las principales empresas han distribuido geográficamente su capacidad productiva (principalmente de cableado y en parte de fabricación de fibra), para abastecer mercados locales o regionales.

En el caso de las empresas tradicionalmente presentes en la provisión de cables, este proceso se dio rápidamente, en especial porque ya contaban con presencia productiva en muchos países. Por ejemplo, Prysmian o Furukawa, con plantas en Brasil y Argentina desde las décadas del 30 y del 70 respectivamente, para proveer al mercado de energía, comunicaciones o a la industria automotriz.

Entre las principales razones para esta instalación se encuentran las ventajas logísticas y de customización que pueden tener frente a competidores externos, y la posible conveniencia de participar como proveedor local en grandes proyectos de inversión, tanto públicos como privados, en el marco de un desarrollo incipiente de estos mercados y la necesidad de crecimiento futuro que ello supone. Este proceso se extiende en la actualidad a las empresas de origen chino. Por ejemplo, ZTT, YOFC, HTGD y Fiberhome cuentan con instalaciones productivas en Asia, Europa, África y América. En el caso de ALC, todas estas compañías ya tienen presencia productiva en la región.

En cuanto a los vínculos contractuales de los proveedores de cables de fibra con los propietarios de las redes o con sus contratantes, estos suelen ser por proyecto, no encontrando a priori evidencias de contratos a largo plazo. En general, los grandes operadores de comunicaciones compran por vía de licitaciones directas al fabricante, al igual que los gobiernos, particularmente cuando se trata de redes troncales.

En el caso de los contratistas o integradores, que ofrecen soluciones integrales a los propietarios de las redes (cables de fibra, equipamiento de transmisión y acceso, etc.), la compra se efectúa en forma directa al fabricante local o realizan la importación sin intermediarios. Más allá de esta modalidad de compra, en forma individual (cable) o

integral (provisión completa de la red), en algunos casos se mantiene el vínculo entre la empresa proveedora de fibra y el cliente cuando es buena la respuesta del proveedor en términos de calidad y disponibilidad del producto.

En el caso de los pequeños operadores de redes (por ejemplo, en Argentina, las cooperativas eléctricas y empresas de telefonía), adquieren cables de fibra esencialmente basados en el precio a importadores, en general de China o India.

La falta de regulaciones sobre las características técnicas que deben obligatoriamente cumplir esas redes hace en muchos casos que las compras basadas centralmente por precio generen la instalación de redes con fibra de mala calidad, tanto en capacidad de transmisión como de fiabilidad de las redes.

4.3. CARACTERIZACIÓN DE LOS PRINCIPALES ACTORES

4.3.1 SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES

Descripción general de la compañía: fundada en 1897, es una compañía integrante del grupo Sumitomo, que cuenta con una diversidad de productos, y opera a través de los segmentos de Automoción, Infocomunicaciones, Electrónica, Medio Ambiente y Energía, y Materiales Industriales y Otros. El principal segmento es el automotriz (55% del volumen de ventas), al que provee de mazos de cables, componentes electrónicos y otros productos.

A su vez, se dedica a la fabricación y venta de cables eléctricos, ópticos y otros productos de cableado para comunicaciones desde 1978. Participó junto a Furukawa y Fujikura en el perfeccionamiento del método de producción de fibra óptica VAD (Vapor Phase Axial Deposition), desarrollando por NTT. Sumitomo Electric Lightwave abarca las primeras innovaciones de la industria en diseños 100% libres de gel y otros diseños revolucionarios.

ORIGEN	JAPÓN	
Headquarters	Osaka	
Ventas totales (U\$D Mn)	31.200	Ejercicio 2023
Ventas EE.UU (U\$D Mn)	N/A	
Ventas ALC (U\$D Mn) - estimadas	4.680	15% del total
Ventas Info-comunicaciones (U\$D Mn)	1.470	4,7% del total
Venta de Cables ópticos, conectores, etc. (U\$D Mn)	618	2% del total. 42% del segmento Info - comunicaciones
Personal total de la Compañía	293.000	Marzo 2024
Cantidad de plantas productivas división Info-comunicaciones	11	7 de ellas localizadas en Japón
Cantidad de plantas productivas en ALC	1	1 de Cables ópticos en Brasil.

La empresa tiene en ALC otras plantas orientadas a otros segmentos de negocios (Automotriz principalmente), ubicadas en México, Paraguay y Brasil

Líneas de negocios: El segmento de info-comunicaciones ofrece cables de fibra óptica, empalmadores, enlaces de datos y otros componentes ópticos, incluyendo productos de sistemas de redes de acceso. El nivel de ventas del segmento es de U\$S 1.470 Mn, de los cuales U\$S 618 Mn son productos ópticos (fibra, cables y otros relacionados).

Principales productos relacionados a Info-Comunicaciones:

Fibra Óptica	Cable de Fibra Óptica de alta densidad
Cables ópticos	Cable de Fibra Óptica de ultra alta densidad
Conectores Ópticos	Cables Freeform Ribbon
Cierres ópticos	Microconductores de ultra alta densidad.
Empalmadores	Empalmadores de Fusión

Principales mercados / segmentos:

Dividen el mercado de comunicaciones en los siguientes segmentos:

- Proveedores de telefonía e internet
- Prestadores de servicios
- Estado (centralmente municipios y aplicaciones militares)
- Educación
- Industrias / energía
- Salud
- Transito Masivo

Etapas de la cadena de valor donde participa:

	I+D	PRODUCCIÓN FIBRA	PRODUCCIÓN CABLES	PRODUCCIÓN OTROS COMPONENTES
Global	X	X	X	X
EEUU / Canadá		X	X	
ALC			X	

Principales localizaciones en ALC:

PAÍS	PLANTAS INDUSTRIALES	EMPRESAS DIVISIÓN TELECOMUNICACIONES	INFORMACIÓN ADICIONAL
México	1		Sumitomo Monterrey produce piezas sinterizadas
Brasil	4	1 fábrica de cables ópticos en Sorocaba (Sumitomo Electric Industries do Brasil)	3 plantas sector automotriz de Sumidenso Amazonia y Sumidenso do Brasil
Paraguay	1		Sumidenso SRL. Fabrica arneses eléctricos

Además, tiene oficinas en Argentina, Chile, Colombia, Perú, Guatemala y Ecuador

Factores distintivos: cuenta con un Laboratorio de I+D en comunicaciones ópticas. Desarrolla tecnologías relacionadas con la fibra óptica y productos altamente funcionales que se utilizan en redes de comunicaciones ópticas y centros de datos. El laboratorio contribuye al desarrollo de una sociedad inteligente a través de las aplicaciones de estas tecnologías en los campos industrial y de consumo.

4.3.2 PRYSMIAN SPA

Descripción general de la compañía: es líder mundial en la fabricación de cables para energía y comunicaciones, que nace en 2005 a partir de Pirelli Cables, esta última con amplia presencia en el mercado, iniciando sus operaciones en 1879. En la década del 70 Pirelli cables se expande en el negocio con la adquisición de la división de Siemens y BICC, entre otras. A su vez, Draka, empresa holandesa especializada en cables, que adquiere la división de cables de fibra óptica de Philips y Telecom, se fusiona en 2011 con Prysmian, creando el Prysmian Group. Esta última operación la hace poseedora de la patente de fabricación P.C.V.D (Plasma Chemical Vapor Deposition). En 2018 se fusiona a su vez con General Cable Corporation, incorporando en dicha operación a la empresa NSW (Norddeutsche Seekabelwerke GmbH), líder en cables submarinos.

Líneas de negocio: el grupo se estructura en 3 divisiones: energía, proyectos y telecomunicaciones. Tiene presencia en más de 50 países. En telecomunicaciones, es uno de los mayores productores de cables del mundo, produciendo fibra óptica y soluciones de cableado óptico y de cobre. Cuenta con empresas dedicadas a la fabricación de sistemas de cableado y productos de conectividad utilizados en redes de telecomunicaciones. La cartera de productos incluye fibra óptica, cables ópticos, componentes y accesorios de conectividad, OPGW (cable óptico de tierra) y cables de cobre. El Grupo diseña y fabrica una amplia gama de fibras ópticas utilizando tecnología patentada: fibras monomodo, multimodo y especiales.

A su vez, la operación de proyectos incluye la instalación de cables submarinos de comunicación (poseen 4 barcos cableadores, entre los cuales se encuentra uno de los más modernos del mundo, el Giulio Verne).

ORIGEN	ITALIA	
Headquarters	Milán	
Ventas totales (Euros Mn)	15.384	Ejercicio 2023
Ventas EE.UU (Euros Mn)	4.557	
Ventas ALC (Euros Mn)	1.236	8% del total
Ventas Cables / Telecomunicaciones (Euros Mn)	1489	9,7% del total
Personal	30.088	Diciembre 2023
Cantidad de plantas productivas	108	
Cantidad de plantas productivas en ALC	13	3 en productos de comunicaciones
Otra información relevante	25 centros de I+D	

Principales productos relacionados a Comunicaciones:

Fibra Óptica	Cables Monomodo Cables Multimodo Fibras Especiales Tubos y barras centrales
Productos para Redes	Conectores Sistemas de cableado integral (Karona Overblow) Cables con recuento de fibra de 1728 y 3456 (FlexRibbon) Microcables
Productos para redes multimedia y empresariales	Cables para datos Fibra multimodo de banda ancha Fibras ópticas para LAN
Cables Submarinos (Telecom, O&G, etc.)	Cables de NSW
Otros servicios	Proyectos llave en mano de tendido de redes submarinas y cableado submarino

Principales mercados / segmentos:

- Telecomunicaciones
 - Fibra óptica y Redes de telecomunicaciones
 - Multimedia y redes empresariales
 - Telecomunicaciones submarinas
- *Utilities* y energía (distribución de energía, instalaciones submarinas)
- Construcción e infraestructura (cables para edificios, para energía, para data centers)
- Transporte y movilidad (automotriz, aeroespacial, ferrocarril, etc.)
- Industrias (renovables, O&G, defensa, nuclear, etc.)

Etapas de la cadena de valor donde participa:

	I+D	PRODUCCIÓN FIBRA	PRODUCCIÓN CABLES	PRODUCCIÓN OTROS COMPONENTES
Global	X	X	X	X
EEUU / Canadá	X	X	X	X
ALC		X	X	

Principales localizaciones en ALC:

PAÍS	CANTIDAD DE PLANTAS TOTALES	EMPRESAS DE DIVISIÓN TELECOMUNICACIONES	INFORMACIÓN ADICIONAL
Argentina	1		
Brasil	5	1	Ubicada en Sorocaba
México	4	1	Ubicada en Durango
Costa Rica	1		Producción Div Energía
Chile	1		Producción Div Energía
Colombia	1		Producción Div Energía

En Brasil, la empresa es la única que posee una planta de ciclo completo para la fabricación de fibra. La compañía inicia operaciones en 1929 en Sorocaba, estado de São Paulo. A principios de 2021 invirtió U\$D 36 millones y amplía de capacidad a 2,5 millones de kilómetros de fibra al año. A esto se suma la adquisición en 2018 de la firma General Cable, que le dio una presencia mayor en la región. El grupo Prysmian tiene 15 plantas de fabricación: 7 en Brasil, 4 en México y 1 en Costa Rica, Ecuador, Perú, y Chile. Brasil fue responsable del 40% de la facturación total regional.

Factores distintivos: es una gran compañía con fuerte inserción en el mercado de cables para transmisión de energía. Es poseedora de la tecnología de producción PCVD y la reciente fusión con General Cable amplía su gama de productos, incluyendo la de cables submarinos. Posee plantas en distintas partes del mundo, incluida Latinoamérica, lo cual le otorga cierta ventaja logística respecto de otros competidores. Posee una participación accionar en el fabricante de fibra óptica chino Yangtze Optical Fiber and Cable (YOFC)

4.3.3 CORNING

Descripción general de la compañía: es líder mundial en ciencia de materiales, con un historial de 170 años. Es la empresa creadora de la fibra óptica, desarrollando las tecnologías: M.C.V.D (Modified Chemical Vapor Deposition) y O.V.D (Outside Vapor Deposition).

Líneas del negocio: los mercados de Corning incluyen comunicaciones ópticas, materiales especiales, tecnologías de pantallas, tecnologías medioambientales y ciencias de la vida. Los productos incluyen cubiertas de vidrio resistentes a daños para dispositivos móviles, vidrio de precisión, fibra óptica, tecnologías inalámbricas y soluciones de conectividad.

ORIGEN	USA	
Headquarters	Nueva York	
Ventas Netas totales (U\$D Mn)	12.588	Ejercicio 2023
Ventas EE.UU (U\$D Mn)	4.439	
Ventas ALC (U\$D Mn)	N/A	México U\$S 84 Mn
Ventas Cables / Telecomunicaciones (U\$D Mn)	4.012	32% de ventas totales
Personal	49.800	Dotación full y part time en 44 países
Cantidad de plantas productivas	124	En todas las líneas de productos, en 15 países
Cantidad de plantas productivas en ALC	1 Brasil y 1 México	Ninguna de fibra o cables de fibra
Otra información relevante	Fábricas de fibra y cables de fibra en EEUU, China, India y Polonia	

Principales productos relacionados a Comunicaciones:

Fibra óptica para Redes	Para redes submarinas (Vascade) Fibra óptica LEAF para redes de largo alcance, regionales y metropolitanas; Fibra ULL SMF-28 para redes regionales y de largo alcance más escalables SMF-28 + fibra óptica monomodo SMF-28 + fibra óptica monomodo SMF-28 Ultra Fibra, diseñada para un alto rendimiento en toda la gama de redes de larga distancia, metro, acceso y fibra hasta el hogar
Hardware y equipos para redes	Conjuntos de Cables Conectores Acopladores Componentes ópticos
Soluciones ópticas integradas para redes*	FlexNAPT TM : sistema de distribución de terminales Centrix TM : Plataforma de gestión de fibra de alta densidad
Fibra Óptica para Redes Empresariales	Para Centros de Dato (Clear Curve) Para redes locales (InfiniCor) Para IoT (ClearCurve VSDN)
Soluciones integrales para Redes Empresariales	Plataforma Pretium Edge (para centros de datos) Plataforma ONE Wireless

Principales mercados / segmentos:

Comunicaciones ópticas es la principal línea de negocios de la empresa, con más del 35% de las ventas totales de la compañía. Es compuesto por dos segmentos:

- Redes de Operadores de Telecomunicaciones: consiste principalmente en productos y soluciones para infraestructura de comunicaciones de base óptica para servicios como comunicaciones de video, datos y voz. Representa entre el 70% y el 75% de los ingresos de este segmento (dato 2023).
- Redes empresariales: se compone principalmente de redes de comunicación de base óptica que se venden a empresas, gobiernos e individuos para su propio uso.

Una parte de la fibra óptica se vende directamente a usuarios finales y empresas fabricantes de cables a nivel mundial. La producción restante de fibra de Corning se utiliza para la fabricación propia de cables y se vende a los usuarios finales a granel o como parte de una solución óptica integrada.

Sus cables son compatibles con diversas aplicaciones para exteriores, exteriores e interiores e incluyen una amplia gama de diseños de cables de conexión, cinta y tubo suelto con versiones ignífugas para uso en interiores y exteriores, incluidas las redes 5G. En este segmento poseen patentes por las cuales cobran algunas regalías, pero no son relevantes.

Actualmente se encuentran desarrollando nuevos productos (Fibras, cables, conectores) para captar la demanda empresarial de IA generativa. Estos componentes están siendo adoptados por centros de datos de hiperescala y otros que se enfocan en vectores tecnológicos clave como la densidad, la latencia y la sostenibilidad.

Etapas de la cadena de valor donde participa:

	I+D	PRODUCCIÓN FIBRA	PRODUCCIÓN CABLES	PRODUCCIÓN OTROS COMPONENTES
Global	X	X	X	X
EEUU / Canadá	X	X	X	
ALC				

Principales localizaciones en ALC:

Las instalaciones de fabricación de fibra óptica se encuentran en Estados Unidos (Carolina del Norte), China, India y Polonia. No posee plantas de fabricación de fibra o cables de fibra en Latinoamérica. La fabricación de productos de hardware está ubicada en Estados Unidos (Texas), México, Brasil, Dinamarca, Alemania, Polonia, Israel, Australia y China.

Factores distintivos: en el negocio del cable, Corning es una compañía especializada en el desarrollo y producción de fibra óptica y otros componentes para Redes. Es líder en I+D y en el desarrollo de tecnologías ópticas en general, lo cual se destaca respecto de otras compañías del sector.

Su foco en la innovación se verifica en las instalaciones de investigación y desarrollo y centros de servicio técnico que posee en todo el mundo, incluidos Estados Unidos, China, Japón, Alemania, Francia, Rusia, Corea del Sur, Japón, Taiwán e India. A fines del año fiscal 2023, Corning y sus subsidiarias poseían más de 10.000 patentes vigentes a nivel global. Casi la mitad de esas patentes relacionadas con el negocio de comunicaciones ópticas, tanto en productos como en procesos productivos.

Posee plantas en diversas partes del mundo, pero concentra la producción de fibra en Estados Unidos, China, India y Polonia. En cuanto a la producción de cables su fabricación se extiende a otros países, aunque en operaciones más pequeñas. Su operación en Brasil y México se centra en la producción de hardware y equipos para redes. Se ha expandido mediante adquisiciones, entre ellas la división de comunicaciones de 3M en 2018 y anteriormente la división de componentes ópticos de polímeros de Honeywell.

4.3.4 FURUKAWA ELECTRIC

Descripción general de la compañía: integra el conglomerado Furukawa Co de Japón, iniciando sus operaciones en 1884. La compañía se desarrolló en la fabricación de cables para energía eléctrica, comunicaciones y para su uso en la industria, especialmente en la automotriz. Participó junto a Sumitomo y Fujikura en el perfeccionamiento del método de producción de fibra óptica V.A.D (Vapor Phase Axial Deposition), desarrollado por NTT. Define su enfoque de negocios en brindar soluciones para el transporte, la conexión y el almacenamiento de energía, información y calor. En LATAM, el grupo inició sus operaciones en 1974 fabricando cables eléctricos. A partir de 1977 comienza a producir cables para comunicaciones en la ciudad de Curitiba y de cables ópticos en 1984. Actualmente posee instalaciones productivas en Brasil, México y Argentina. En 2024 anunció el cierre de su planta en Palmira (Colombia),

en respuesta a la competencia de China, según expresó el CEO de Furukawa Electric LatAm, Foad Shaikhzadeh. El objetivo sería concentrar sus operaciones en México, ampliando la planta ubicada en Mexicali.

Líneas de negocio: los negocios se organizan en torno a la división de infraestructura (soluciones para telecomunicaciones e infraestructura en energía), industria automotriz (baterías y materiales y componentes electrónicos), productos funcionales y servicios y desarrollos (incluye nuevos negocios). La división de soluciones de comunicaciones se dedica a la fabricación y venta de productos para infraestructura de telecomunicaciones y al diseño, instalación y servicio de redes de telecomunicaciones.

ORIGEN	JAPÓN	
Headquarters	Tokio	
Ventas totales (U\$D Mn)	7.293	Año 2023 (ejercicio fiscal cerrado en marzo 2024)
Ventas EE.UU. (U\$D Mn)	860 (e)	
Ventas ALC (U\$D Mn)	430 (e)	
Ventas Cables / Telecomunicaciones (U\$S Mn)	1.163	16% de ventas totales
Personal	52.757	Diciembre 2023
Cantidad de plantas productivas	N/A	
Cantidad de plantas productivas en ALC	5	Se cuentan únicamente las plantas de producción de cables de Brasil, Argentina y México. Posee plantas en las otras divisiones (componentes para el sector automotriz en Brasil y México)
Otra información relevante	Posee 9 unidades de I+D, 3 de las cuales se encuentran en EEUU, 1 de ellas focalizada en tecnología fotónica (OFS Laboratories). En 2023 las inversiones en I+D fue de U\$D 170 Mn	

Principales productos relacionados a Comunicaciones:

Fibra óptica y cables de fibra óptica	Para uso submarino y larga distancia Fibras de baja pérdida por flexión para edificios y aplicaciones residenciales Cable plano enrollable
FITEL Products	Módulos laser de longitud de onda variable (ITLA) Otros productos
Soluciones de Banda Ancha	Routers Sistemas FTTH

Ofrecen una gama muy amplia de productos para redes y conexiones, incluyendo conectores, splitters, módems, cajas de distribución, etc. Los productos los categorizan también por tipo de red: central de equipos, red de distribución, red de acceso y red de terminación.

Entre sus productos principales, se encuentran: fibra óptica, cable de fibra óptica, dispositivos y semiconductores ópticos, cables de comunicación metálicos, empalmadores de fusión de fibra óptica, equipos de red y routers, sistemas CATV y cables de alimentación de productos inalámbricos.

Principales mercados / segmentos:

La división de telecomunicaciones segmenta los productos a través de 3 áreas de negocios:

- División de Productos de Fibra Óptica y Cable
- División de Productos FITEL
- División de Negocios de Soluciones de Banda Ancha

Por otra parte, la oferta de productos se estructura en 3 grupos, con foco en clientes:

FBS: Furukawa Broadband Services. Tecnología y soluciones FTTx¹¹ para aplicaciones servicios en redes y Radios Digitales para Operadoras de Telecomunicaciones, Proveedoras de Internet y Servicios y Concesionarias de Energía.

FCS: Furukawa Connectivity Service. Productos y soluciones completas para proyectos de conectividad en redes corporativas.

FIS: Furukawa IoT for Industry System. Soluciones de cableado estructurado en fibra y cobre para industrias.

Etapas de la cadena de valor donde participa:

	I+D	PRODUCCIÓN FIBRA	PRODUCCIÓN CABLES	PRODUCCIÓN OTROS COMPONENTES
Global	X	X	X	X
EEUU / Canadá	X	X	X	X
ALC		X	X	X

Principales localizaciones en ALC:

El 75% de las ventas regionales de la empresa se concentran en Brasil, donde tiene fábricas en Curitiba, Sorocaba y Santa Rita do Sapucaí. También posee fábricas de cables ópticos en Berazategui en Argentina (inaugurada en 2008), Palmira en Colombia (2015) y Mexicali en México (2017).

11. Las conexiones FTTx (Fiber to the "x") son un término genérico que describe cualquier tipo de red de banda ancha que utiliza fibra óptica para parte o la totalidad de la actividad de "última milla". La "x" representa diferentes puntos en la red donde se utiliza fibra óptica, como hogar (FTTH), un edificio (FTTB), etc.

PAÍS	PLANTAS DE FIBRA Y/O CABLES ÓPTICOS	PLANTAS PRODUCTORAS DE PRODUCTOS DE HARDWARE Y EQUIPOS	INFORMACIÓN ADICIONAL
Brasil	1	2	
México	1		
Argentina	1		
Colombia (cerrada en 2024)	1		Capacidad de producción de 720.000 km/año de fibra equivalente

En 2020 la empresa anunció una inversión de U\$D 6 MM en su planta de Curitiba para la fabricación de equipamientos ópticos activos, como cajas de empalme y maquinaria para cables de alta densidad. Del total de ventas de Furukawa Brasil (la mayor subsidiaria de Latinoamérica), el 25% se realiza en el exterior.

Considerando la producción nacional, el 27% es para el mercado de redes locales y centros de datos, mientras que el 45% para grandes operadores. Los pequeños operadores tienen el 14% del total y los servicios públicos el 5%.

A principios de 2025, el Grupo Furukawa Electric Co anunció la integración de sus operaciones globales de cables de fibra óptica bajo una nueva marca, Lightera. El objetivo es atender la rápida evolución de la industria, como la inteligencia artificial generativa, data centers, 5G/6G, servicios públicos, medicina, aeroespacial y defensa.

Factores distintivos: En el plan de mediano plazo presentado por la compañía mencionan el objetivo de expandir la presencia en el mercado de Estados Unidos y LATAM en el área de fibra, cables ópticos y equipamiento para redes y, en particular, el desarrollo de los negocios fuera de Japón (que representa más del 50% de las ventas totales). Posee un importante market share en el mercado Sudamericano de cableado estructurado, cercano al 60% en países como Brasil y Chile.

4.3.5 COMMSCOPE

Descripción general de la compañía: desde su fundación como empresa independiente en 1976, ha jugado un papel importante en las principales redes de comunicación mundiales. Es un proveedor global de soluciones de infraestructura para redes de comunicación y entretenimiento, para redes cableadas e inalámbricas, orientadas a proveedores de servicios, incluidos los operadores satelitales, de transmisión por cable, teléfono y digital, y las empresas que ofrecen servicios de medios, voz, datos IP y Wi-Fi a sus suscriptores.

Líneas de negocio: Su foco de negocios son las soluciones para Data Centers, Redes Empresariales y conexiones FTTx. En este sentido, la producción de fibra óptica se orienta a su utilización posterior como cables para tendido de estas redes y conexiones y la producción de conjuntos de cables y conectores de fibra. Proveen una amplia gama de servicios que incluyen soporte técnico, diseño e integración de sistemas, sistemas de distribución de video digital y televisión por protocolo de Internet (IPTV), plataformas de infraestructura de acceso de banda ancha y equipos asociados de datos y voz.

ORIGEN	USA	
Headquarters	Carolina N.	
Ventas totales (U\$D Mn)	5.789	Ejercicio 2023
Ventas Norteamérica (U\$D Mn)	3.750	EEUU representa 65%
Ventas en ALC (U\$D Mn)	290	
Ventas Cables / Telecomunicaciones	4.205	
Personal	20.000	
Cantidad de plantas productivas	N/A	
Cantidad de plantas productivas en ALC	4	Todas ubicadas en México (sólo 1 dedicada a fabricación de cables ópticos)

Principales productos relacionados a Comunicaciones:

Fibra Óptica Monomodo	TeraSpeed: Fibra Optica con “0 pico de agua” LigthScope: Fibra para líneas de bajada de uso de transmisión de video o redes empresariales	
Fibra Optica Multimodo	Linea LzerSpeed: Fibra para uso en data centers y redes empresariales	
Conjuntos de Cables	Patch Cords Ensambladores de cable óptico Conjunto de cables MPO (múltiples) Cables de fibra con conector Pigtails de fibra Ensamblajes para pruebas de fibra	Poseen cientos de productos, por uso, tipo de conectores, tipo de cable, cantidad de fibras en el cable, tipo de uso (interior, exterior), etc.

A estos productos se suman:

- Equipos y antenas para estaciones de base,
- Plataformas ópticas de cabecera de cable
- Pasarelas, módems y decodificadores
- Cubiertas y cajas
- Distribuidores y multiplexores

Principales mercados / segmentos: Organizan sus actividades en 4 áreas, segmentadas por tipo de solución / cliente:

- **Soluciones de cable y conectividad (CCS):** Ofrece conectividad de fibra óptica y cobre, así como soluciones de cable para telecomunicaciones, televisión por cable, redes residenciales de banda ancha, centros de datos y empresas. Su portafolio incluye soluciones de red para aplicaciones interiores y exteriores. Las soluciones de red para interiores incluyen fibra óptica y cable estructurado de par trenzado, hardware y software para la gestión inteligente de infraestructura, y gabinetes y racks de red. Las soluciones de red para exteriores se utilizan tanto en redes de área local (LAN) como en redes de área extensa (AAA), e instalaciones de fibra óptica hasta el hogar (FTH), incluyendo despliegues de FTH en hogares, empresas y estaciones base.
- **Redes inalámbricas para exteriores (OWN):** se enfoca en los mercados inalámbricos de células macro. El segmento incluye antenas de estación base, filtros de RF, conectividad de torre, antenas de microondas, productos de celda

de metro, gabinetes, accesorios, el negocio de gestión de espectros Wireless (Comsearch). Esta área de negocios se identifica como clave a medida que los operadores inalámbricos trasladen una parte su operación a la tecnología 5G de la macro torre a la celda metropolitana.

- **Soluciones de redes, celulares inteligentes y seguridad (NICS):** La oferta de productos incluye soluciones tales como sistemas de antenas distribuidas, soluciones de infraestructura pública, Wi-Fi para interiores y exteriores y puntos de acceso LTE, conmutadores de agregación e Internet de las cosas, sistemas de control y gestión basados en la nube, software y aplicaciones software-as-a-service para ubicación, seguridad, reporting y análisis.
- **Soluciones de Redes de Acceso (ANS):** incluyen sistemas de terminación de módem de cable (CMTS), infraestructura de video, equipos de distribución y transmisión y soluciones en la nube que permiten a los proveedores de servicios de instalación construir una red de distribución residencial y metropolitana de última generación.

ÁREA / SEGMENTO DE NEGOCIOS	VENTAS 2023	% SOBRE VENTAS
CCS	2.712	47%
OWN	880	15%
NICS	1.117	19%
ANS	1.081	19%

Etapas de la cadena de valor donde participa:

	I+D	PRODUCCIÓN FIBRA	PRODUCCIÓN CABLES	PRODUCCIÓN OTROS COMPONENTES
Global	X		X	X
EEUU / Canadá	X		X	X
ALC		X	X	X

Principales localizaciones en ALC:

PAÍS	PLANTAS DE FIBRA Y/O CABLES ÓPTICOS	PLANTAS PRODUCTORAS DE PRODUCTOS DE HARDWARE Y EQUIPOS	INFORMACIÓN ADICIONAL
México	1	3	La planta de Bermúdez en Ciudad Juárez es la más importante de la compañía. A su vez, las 4 plantas de México son las principales abastecedoras de USA, que representa el 50% de los envíos

Adicionalmente contratan fabricantes en otras partes del mundo, incluido Brasil y Estados Unidos. Poseen oficinas comerciales en México, Brasil y Argentina.

Factores distintivos: es una compañía que ofrece soluciones tecnológicas integrales para el desarrollo de redes, especialmente para clientes proveedores de internet y

CATV. En este sentido, produce en forma directa y a través de contratos distribuidos en varios países del mundo, destacando en su estrategia la locación de facilidades productivas en países con costo de mano de obra relativamente bajo. En cuanto a la producción de fibra, una parte se destina a la fabricación de patchs (cables de conexión de fibra) para instalaciones empresariales y hogareñas entre otras.

En 2020 concretó una alianza con Corning para ampliar la oferta de productos ópticos a centros de cómputos.

En 2024 concretó la venta de su división de Hogar (CommScope Home Networks) a la empresa Vantiva, fabricante francés de electrónica y servicios multimedia. Esta división representaba aproximadamente el 20-25% de las ventas de la empresa. Como parte de la transacción, CommScope obtuvo el 25% del capital accionario de Vantiva.

4.3.6 ZTT INTERNATIONAL

Descripción general de la compañía: se fundó en 1978 e ingresó en el negocio del cable óptico en 1992. También fabrica cables para energía y equipamiento para líneas de transporte y distribución eléctrica (transformadores, herrajes, pararrayos, etc.), incluyendo energías renovables (baterías de litio, paneles solares, etc.). Además de sus plantas productivas en China, dispone de 6 fuera de ese país (India, Brasil, Indonesia, Marruecos, Turquía y Alemania). Es una de las 500 principales empresas chinas, designada por el Gobierno “empresa nacional clave” de alta tecnología, así como ganadora del premio a la calidad.

Líneas de negocio:

- Productos para redes de comunicación, centralmente cables de fibra para múltiples usos, incluyendo cables submarinos
- Productos para redes de transmisión eléctrica, incluyendo subestaciones, transformadores, aislantes para redes, pararrayos, etc.
- Nuevos materiales, incluyendo impresión 3D, espuma de aluminio y supercapacitores
- Nuevas Energías, incluyendo baterías de litio, tecnología fotovoltaica
- Equipos, específicamente relacionados con la fabricación de fibra y cables ópticos.
- Proyectos llave en mano (EPC Projects), en las áreas de energía, para telecomunicaciones, granjas solares

ORIGEN	CHINA	
Headquarters	Nantong	
Ventas totales (U\$D Mn)	13.500	Ejercicio 2023
Ventas Norteamérica (U\$D Mn)	N/A	
Ventas en ALC (U\$D Mn)	N/A	
Ventas Cables / Telecomunicaciones	N/A	
Personal	14.900	
Cantidad de plantas productivas	10 (e)	5 fuera de China
Cantidad de plantas productivas en ALC	1	Brasil

Principales productos relacionados a Comunicaciones:

PREFORMAS	PREFORMAS
Cables de Fibra para Telecomunicaciones	Cables de Fibra Óptica para conexión Área Cables de Fibra óptica para conexión subterránea Cables de Fibra óptica Submarinos
Otros productos	Spliters Cajas de terminación óptica y Empalmadores Accesorios para cables submarinos Otros productos para FTTx (gabinetes, distribuidores, conectores) Antenas Equipos para la producción de fibra y cables ópticos

Además de la fabricación de fibra y cables ópticos, entre sus negocios se incluye la fabricación de máquinas para su producción y el desarrollo de proyectos llave en mano. Han exportado a EE.UU., Países Bajos, Bielorrusia, Italia, Rumania, Australia, Indonesia e India.

Principales mercados / segmentos: En los negocios relacionados con Comunicaciones, sus mercados objetivo son:

- Operadores de red, incluyendo redes submarinas
- Fabricantes de fibra y cables ópticos
- Industrias (energía eólica, oil and gas offshore, cables para industria naval, etc.)

Etapas de la cadena de valor donde participa:

	I+D	PRODUCCIÓN FIBRA	PRODUCCIÓN CABLES	PRODUCCIÓN OTROS COMPONENTES
Global	X	X	X	X
EEUU / Canadá				
ALC			X	

Es fabricante de equipos para la fabricación de fibra óptica (estirado) y cableado (coating).

Principales localizaciones en ALC:

PAÍS	PLANTAS DE FIBRA Y/O CABLES ÓPTICOS	INFORMACIÓN ADICIONAL
Brasil	1	EN 2015, ZTT do Brasil instala su primera unidad fabril de cables de Fibra Óptica localizada en el municipio de Marechal Deodoro (Alagoas). En 2017, amplió su producción en el mercado de energía, con cables OPGW (Cables monomodo con gran capacidad de transmisión). La planta emplea 200 trabajadores en todas las áreas.

Factores distintivos: es el fabricante de fibra óptica más importante de China y ha desarrollado equipamiento para proveer a fabricantes de fibra. A través de algunas de sus subsidiarias (ej.: ZTT India), provee de preformas a otros fabricantes.

4.3.7 FIBERHOME

Descripción general de la compañía: Inicia sus operaciones en 1999, con la transformación del Instituto de Investigación de Correos y Telecomunicaciones de Wuhan, formado en 1974, convirtiéndose en un proveedor de productos y soluciones de redes de información y comunicación líder mundial. En fibra tiene instalados 210 millones de kilómetros.

Líneas de negocio: las principales líneas de negocio se orientan a la provisión de equipos para sistemas de comunicación, cables y fibras ópticas, cables y productos de redes de datos, como productos de redes ópticas, productos de datos de protocolo de Internet (IP), productos de acceso de banda ancha, productos de comunicación inalámbrica y fuentes de alimentación, así como los dispositivos optoelectrónicos.

ORIGEN	CHINA	
Headquarters	Wuhan	
Ventas totales (U\$D Mn)	4.400	Ejercicio 2023
Ventas Norteamérica (U\$D Mn)	N/A	
Ventas ALC (U\$D Mn)	N/A	
Ventas Cables / Telecomunicaciones (U\$D Mn)	4.400	
Personal	15.300	
Cantidad de plantas productivas	N/A	
Cantidad de plantas productivas en ALC	1	Ecuador

Principales productos relacionados a Comunicaciones:

Preformas	Preformas sistema VAD+OVD para monomodo Preformas especiales sistema PCVD/MCVD
Fibra Óptica	Cables para exteriores e interiores Cables submarinos Cables monomodo y multimodo
Otros productos	Sistemas de redes completo, redes ópticas, incluyendo transmisión submarina, soluciones para diversas industrias, entre otros

Sus principales productos relacionados con Fibra Óptica son Preformas (produce 1.000 tns anualmente) y Fibra Óptica (37 millones de km anualmente).

Principales mercados / segmentos:

Productos para carriers (telecomunicaciones): se enfoca en el desarrollo comercial y la demanda de transformación de los operadores de telecomunicaciones. Incluye soluciones para redes ópticas, acceso de banda ancha, sistemas de transmisión submarina, infraestructura IT, etc.

Productos para industria y empresas: esta línea de soluciones se estructura por tipo de cliente, incluyendo Gobierno, ciudades inteligentes, transporte, salud, sector financiero, educación, acceso a la nube, etc.

Etapas de la cadena de valor donde participa:

	I+D	PRODUCCIÓN FIBRA	PRODUCCIÓN CABLES	PRODUCCIÓN OTROS COMPONENTES
Global	X	X	X	X
EEUU / Canadá				
ALC			X	

Principales localizaciones en ALC:

PAÍS	PLANTAS DE FIBRA Y/O CABLES ÓPTICOS	INFORMACIÓN ADICIONAL
Ecuador	1	En 2016 inauguró una planta de fabricación de cables de fibra en la localidad de Durán, provincia de Guayas. Lo hizo en asociación con la empresa ecuatoriana Telconet. Mencionan a esta planta como la “mayor de América Latina”

La planta de producción cuenta con 38.500 mts2 de superficie, una dotación de algo más de 100 personas y cuenta con una capacidad de procesamiento de 1 millón de km de fibra óptica anuales y de 35.000 Km de cables de fibra.

Factores distintivos: es una compañía con una importante base industrial, localizada en China, que brinda soluciones integrales para las empresas tanto para el desarrollo de infraestructura de comunicaciones como para empresas y gobiernos. Es uno de los principales fabricantes mundiales de fibra óptica y tiene una presencia muy relevante en el mercado de transmisión óptica. Si bien la empresa comienza como tal en 1999, su origen es el Instituto de Investigación de Correos y Telecomunicaciones de Wuhan, por lo que cuenta con experiencia en el negocio de fibra óptica y el desarrollo de dispositivos de comunicaciones anterior a la operación formal de la empresa en 1999.

A su vez, anunció para el mes de marzo de 2025 la apertura de una planta de producción de cables ópticos en Kisber, Hungría. La nueva empresa se llamará ZettaNet. También firmó, junto con el gobierno de China, convenios para la apertura de operaciones fabriles en Egipto (2024) y tiene presencia comercial en varios países africanos.

4.3.8
YOFC (YANGTZE OPTICAL FIBRE AND CABLE)

Descripción general de la compañía: es una de los principales fabricantes de fibra óptica de China, con el 13% de las ventas mundiales según datos del año 2023. La empresa se estableció en Wuhan, provincia de Hubei, en mayo de 1988 como una empresa conjunta de capital chino-extranjero. En 2013, se convirtió en una sociedad anónima de responsabilidad limitada con inversión extranjera, cotizando actualmente en la bolsa de Hong Kong.

Es un proveedor de preformas de fibra óptica, fibras ópticas, cables y soluciones integradas. YOFC también provee algunas soluciones y servicios como la integración de sistemas y el diseño de ingeniería de comunicaciones para la industria de las telecomunicaciones y otras industrias (por ejemplo, servicios públicos, transporte, petróleo y química y farmacéutica).

Líneas de negocio:

Desarrollo soluciones y productos para:

- Operadores de red, incluyendo redes submarinas
- Fabricantes de fibra y cables ópticos
- Industrias (energía eólica, oil and gas offshore, cables para industria naval, etc.)
- Data centers

Origen	China	
Headquarters	Wuhan	
Ventas Totales (U\$D Mn)	1.886	Año 2023
Ventas Norteamérica (U\$D Mn)	N/A	
Ventas ALC (U\$D Mn)	N/A	
Ventas de fibra óptica y cables de fibra	1.205	
Personal	9.176	Diciembre 2023
Cantidad de plantas productivas	N/A	
Cantidad de plantas productivas en ALC	2	Brasil y México

Principales productos relacionados a Comunicaciones:

Preformas y Fibra Óptica (24% de los ingresos en 2023)	Preformas sistema VAD+OVD para monomodo Preformas especiales sistema PCVD/MCVD Fibra óptica
Cables Ópticos (40%)	Cables para exteriores Cables para interiores Cables submarinos Cables monomodo y multimodo
Otros productos (36%)	Provee sistemas de redes completos, redes ópticas, incluyendo sistemas de transmisión submarina y soluciones para diversas industrias Dispone de una línea de láseres industriales y se encuentra en desarrollo de una línea de producción de semiconductores de potencia

Su cartera de productos de fibra y cables de fibra se presentan customizados para diferentes tipos de usuario (cables ópticos para redes rurales, transporte ferroviario, edificios, etc.).

Principales mercados / segmentos:

Productos para carriers (telecomunicaciones): se enfoca en el desarrollo comercial y la demanda de transformación de los operadores de telecomunicaciones. Incluye soluciones para redes ópticas, acceso de banda ancha, sistemas de transmisión submarina, infraestructura IT, etc.

Productos para Industria y Empresas: esta línea de soluciones se estructura por tipo de cliente, incluyendo Gobierno, Ciudades Inteligentes, Transporte, Salud, Sector Financiero, Educación, acceso a la Nube, etc.

Etapas de la cadena de valor donde participa:

	I+D	PRODUCCIÓN FIBRA	PRODUCCIÓN CABLES	PRODUCCIÓN OTROS COMPONENTES
Global	X	X	X	X
EEUU / Canadá				
ALC			X	

Principales localizaciones en ALC:

PAÍS	PLANTAS DE FIBRA Y/O CABLES ÓPTICOS	INFORMACIÓN ADICIONAL
Brasil	2	Nueva planta de cables ópticos en Minas Gerais, 2023
México	1	Operación iniciada en 2024 en Jalisco

Actualmente cuenta con 3 plantas de fabricación de fibras y cables ópticos en la región. Con la adquisición de Poliron (junio 2021) amplió su presencia comercial y productiva en Brasil. Poliron estaba orientada a los cables industriales y había sido adquirida en 2011 por el grupo Belden.

En 2023, YOFC BRASIL CABOS E SOLUCOES LTDA inauguró una nueva planta de fabricación de cables ópticos en Pouso Alegre, Minas Gerais.

A su vez, en agosto de 2024 comenzaron las operaciones de Yangtze Optics México Cable S.A. de C.V. en el estado mexicano de Jalisco, lo que marca el establecimiento de la primera planta de producción de Yangtze Optical Fibre and Cable (YOFC) en el país.

Factores distintivos: dentro de las empresas líderes en el mundo, es la de mayor grado de especialización (única empresa que posee la tecnología de fabricación de los 3 tipos de preformas convencionales (PCVD, VAD e OVD) y cables ópticos. Estas líneas de producto representaron más del 90% de los ingresos totales en 2023. Su estrategia incluye la incorporación de otros productos electrónicos para brindar soluciones integrales para redes. Si bien representan menos del 10% de las ventas, son las que presentan una mayor tasa de crecimiento (59% interanual). Ha iniciado un proceso de expansión internacional, que incluye operaciones en Indonesia, Polonia, Sudáfrica, México y Brasil. En 2023, más del 30% de los ingresos se generaron en el exterior.



5. PERSPECTIVAS FUTURAS Y PRINCIPALES TENDENCIAS



5.1. DINAMISMO DEL MERCADO

En los próximos años se proyecta que las ventas continúen creciendo de manera sostenida, manteniendo una tasa de crecimiento anual superior al 12%. Para el año 2032, se estima que el mercado global más que duplique su valor actual, superando los U\$D 16.000 Millones. Extrapolando dicho valor al mercado de cables ópticos, se proyecta un valor superior a los U\$D 45.000 Millones. El predominio en el uso de fibras de vidrio por sobre las de plástico se irá consolidando, así como de los cables monomodo sobre los multimodo, que pasarán de los actuales 63% y 65%, a más del 68% y 72%, respectivamente.

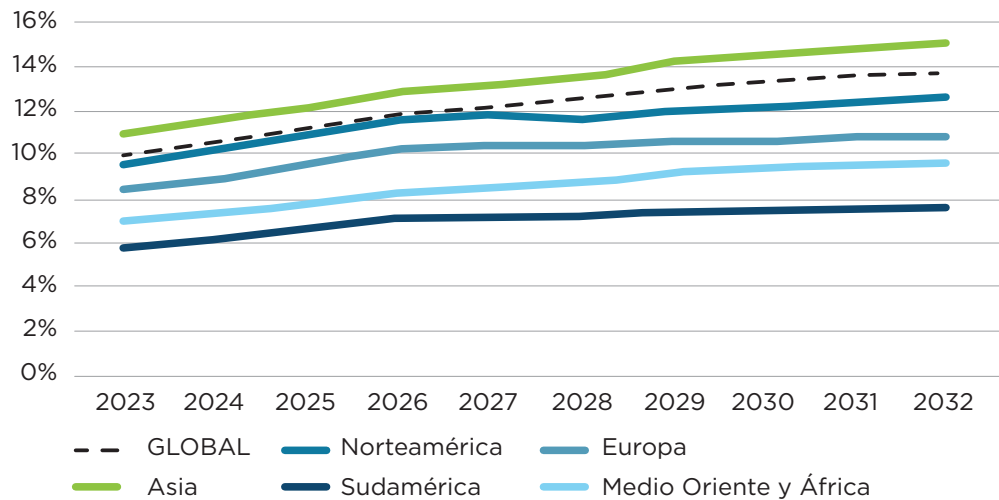
A nivel regional, las previsiones muestran una continuidad en las tendencias de distribución de la producción de fibras ópticas, lo cual permite inferir una mayor concentración en los países asiáticos, cuyo dinamismo seguirá siendo superior al resto de las economías. Sin embargo, en la fabricación de cables se observa un proceso de localización de plantas en la cercanía de mercados relevantes, en particular liderado por compañías de origen asiático.

Al interior de cada región, los países de más rápido crecimiento serán China, Japón, Estados Unidos, Alemania, Reino Unido, los países del Golfo, Sudáfrica y, en el caso de Sudamérica, los desempeños esperados son relativamente homogéneos, aunque se espera un dinamismo levemente mayor en Brasil. Sin embargo, en todos los casos continúa observándose un dinamismo inferior al de los mercados líderes, con inferiores en un 30%/40% por debajo.

Desde el punto de vista de la demanda, en todas las regiones se observa que el sector de telecomunicaciones y tecnologías de información continuarán siendo el mayor tractor de las ventas, pasando del actual 41% a más del 50%.

Gráfico N° 5.1

Evolución de la tasa de crecimiento anual de ventas de cables y fibras ópticas, por Región



Fuente: Elaboración propia en base a Prudour, 2023

Tabla N° 5.1

Proyección de ventas de cables y fibras ópticas¹², en Millones de U\$D

	GLOBAL	NORTEAMÉRICA	EUROPA	ASIA	SUDAMÉRICA	MEDIO ORIENTE Y ÁFRICA
2023	6.246,7	1.182,3	818,2	3.794,4	179,0	272,8
2024	6.945,9	1.309,6	896,4	4.254,8	191,0	294,1
2025	7.773,1	1.460,6	988,4	4.801,0	204,7	318,4
2026	8.720,0	1.632,4	1.091,5	5.431,2	219,6	345,3
2027	9.807,3	1.823,2	1.205,1	6.168,0	235,6	375,4
2028	11.079,6	2.041,7	1.333,4	7.041,6	253,2	409,7
2029	12.548,8	2.289,5	1.475,3	8.063,8	272,1	448,1
2030	14.252,2	2.573,7	1.635,1	9.259,7	292,7	491,0
2031	16.217,5	2.898,5	1.812,8	10.652,6	315,0	538,6

Fuente: Elaboración propia en base a Prudour, 2023

12. Las proyecciones se basan en un escenario intermedio entre los más optimistas y los más conservadores. En el primero, se considera un rápido desarrollo e internalización de las tendencias digitales en materia de IoT (internet of things), la instalación de redes 5G y un fuerte impulso gubernamental en su expansión. El escenario conservador asume una adopción más lenta de las tecnologías de redes más avanzadas, así como un aprovechamiento más intensivo de las redes actuales y la conectividad inalámbrica en general, que no requiere un uso más intensivo de fibras ópticas, sino de artefactos y equipos que potencian la infraestructura actual. En el escenario conservador, se estima una tasa de crecimiento anual en torno al 10%, similar a la de los últimos años, mientras que en la más optimista se asume una tasa entre 50-60% superior. El escenario más probable se ubica en torno al 12%.

5.2. ESTRUCTURA DEL NEGOCIO

La concentración geográfica de la producción global de fibras ópticas coincide con una aceleración en las operaciones de fusiones y adquisiciones de empresas, que ya venía observándose en la industria tradicional del cable hace más de dos décadas.

Muchas de estas operaciones están motivadas por el gran desarrollo del sector de las telecomunicaciones. No obstante, cabría esperar que la mayor cantidad de localizaciones industriales de cableado en regiones con mercados relevantes atenúe este proceso en relación a los eslabones de elaboración de preformas y fibras ópticas.

Si bien este proceso estuvo liderado por empresas de Estados Unidos, Japón y Europa, las compañías de China han iniciado un movimiento de internacionalización de su producción, especialmente (aunque no exclusivamente) en economías en desarrollo. Por ejemplo, la asociación de FiberHome con la ecuatoriana Telconet para su planta en la provincia de Guayas, o la instalación de nuevas plantas de producción de cables ópticos en México y Brasil por parte de YOFC, se suman a las ya instaladas ZTT y HTGD, ambas en Brasil.

Tabla N° 5.2
Principales fusiones y adquisiciones de empresas, 2009 – 2020

AÑO	EMPRESA PRINCIPAL	EMPRESA ADQUIRIDA / FUSIONADA	OBSERVACIONES
2009	Sumitomo	Endyna Devices	Sumitomo adquiere el 50% perteneciente a Fuyitsu y crea Sumitomo Electric Devices
2011	Prysmian	Draka – Philips	Fusión de las 2 compañías en Prysmian Group
2011	NEXANS	Sandong Yanggy Cable Group	
2018	Corning	3 M Communication Market Division	
2018	Prysmian	General Cable y NSW	
2019	Commscope	ARRIS	Se expande en el negocio de los módems y decodificadores
2020	Furukawa	Huber+Suhber Brasil	Adquiere la planta de fabricación de fibra óptica de la empresa alemana en Brasil
2021	YOFC	Poliron Brasil – Belden	Adquiere 100% de Belden en Poliron.
2002 - 2021	Fujikura a través de American Fujikura	Más de 20 operaciones realizadas	Ej: división de OPGW de Draka en USA y Optical Telecom
2024	Vantiva	División “Hogar” de CommScope	CommScope adquiere el 25% de Vantiva por la transacción

Fuente: Elaboración propia en base a memorias y entrevistas a empresas del sector

Algunas fuentes especializadas destacan que esta tendencia se fortalecerá en el futuro, en particular en operaciones que permitan a los jugadores ampliar su gama de productos y la oferta de soluciones integrales para la instalación de redes, a fin de tener mayor presencia en el mercado internacional y mejorar la provisión de mercados locales o regionales.

Incluso varios de los principales actores evidencian una creciente integración del negocio asociado a la provisión cables ópticos, además de los artefactos y equipos complementarios utilizados en la instalación y operación de redes e infraestructuras de conectividad.

5.3. TECNOLOGÍA

La futura expansión del mercado de fibras y cables ópticos se basa en los siguientes vectores principales, todos ellos relacionados con el avance de la tecnología y su alcance transversal:

- **Demanda de ancho de banda:** el apetito insaciable por Internet de alta velocidad y aplicaciones basadas en datos impulsa la demanda de fibra óptica, que puede transmitir grandes cantidades de datos a velocidades incomparables. Se prevé que la expansión de aplicaciones de IA incrementará sustancialmente esta demanda.
- **Expansión de la red 5G:** su implementación requiere una infraestructura de fibra óptica sólida para soportar el mayor tráfico de datos y los requisitos de baja latencia.
- **Internet de las cosas (IoT):** la proliferación de dispositivos IoT requiere una transmisión de datos eficiente y de alta capacidad, que la fibra óptica puede proporcionar.
- **Computación en la nube:** los servicios en la nube dependen de conexiones de fibra óptica para garantizar el acceso y el almacenamiento de datos sin inconvenientes para empresas y personas.
- **Centros de datos:** la fibra óptica es fundamental para la conectividad de los centros de datos, ya que permite una transferencia rápida de datos y una latencia reducida.
- **Seguridad y confiabilidad:** los cables de fibra óptica son inmunes a la interferencia electromagnética y ofrecen una seguridad mejorada, lo que los hace ideales para comunicaciones críticas.
- **Eficiencia energética:** La fibra óptica consume menos energía en comparación con los cables de cobre tradicionales, contribuyendo a los esfuerzos de sostenibilidad.

No obstante, uno de estos vectores sobresale en importancia dado que opera como denominador común para el avance del resto de los factores de impulso tecnológico. La transición hacia las redes 5G¹³ representa un proceso evolutivo de generaciones anteriores de redes inalámbricas (2G, 3G y 4G). Esta próxima generación proporcionará velocidades de descarga 200 veces más rápidas (y de carga 100 veces más rápidas) respecto a las 4G.

La próxima generación de redes inalámbricas tiene potencial para estimular la innovación y satisfacer las crecientes demandas de la economía. Las partes interesadas de la industria han expresado que las redes 5G representan un nuevo enfoque para los sistemas de comunicación convergentes, que hacen un uso más eficiente de los

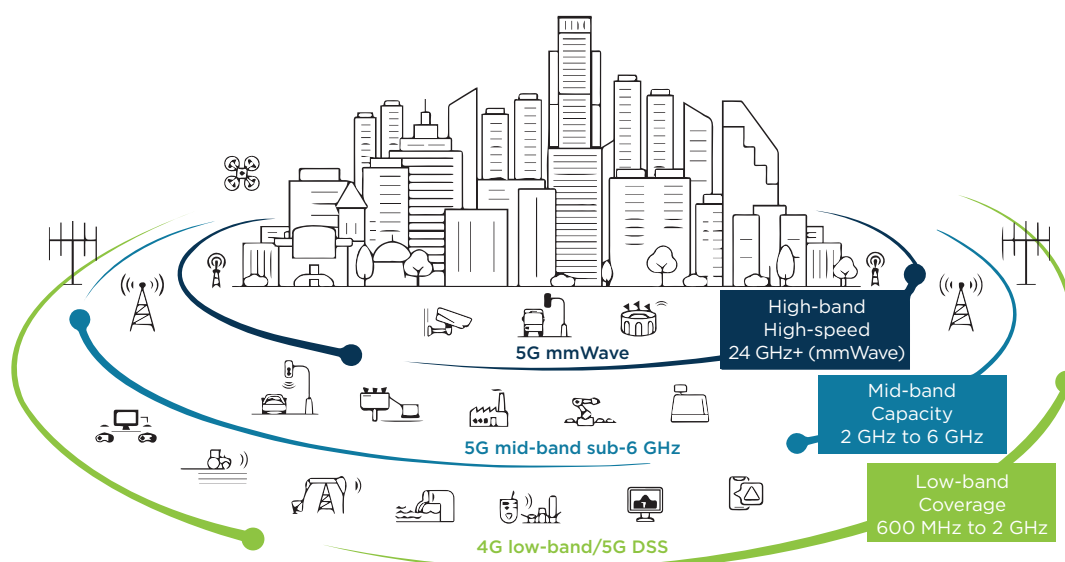
13. Basado en: "The road to 5g networks experience to date and future developments", OCDE (2019).

recursos disponibles en sus redes, incluido el hardware, el software y el espectro de nuevos y mejores servicios.

En este sentido, el 5G puede ayudar potencialmente a:

- Introducir nuevas aplicaciones y servicios a velocidades más altas con menor latencia, incluidas las relacionadas con IA generativa.
- Mejorar la eficiencia de descarga de servicios de banda ancha y el uso de soluciones en la nube más efectivas.
- Permitir un mayor uso de IoT (“Internet of Things”) y, por lo tanto:
 - Mejorar los resultados de salud a través de dispositivos que permitirán servicios personalizados (por ejemplo, cirugía a distancia), y
 - Mejorar la productividad industrial mediante, por ejemplo, robótica remota o tecnología háptica 14.
- Promover nuevas formas de competencia en los mercados de telecomunicaciones.

GRÁFICO N° 5.3
ESQUEMA DE INFRAESTRUCTURA 4G VS 5G



Fuente: Techmania.

Un punto relevante en esta transición es la inversión requerida para adaptar las redes existentes, especialmente para conectar los puntos de acceso inalámbricos entre sí y mejorar el tiempo de respuesta de la red. Además de la inversión requerida por los operadores inalámbricos, la transición a 5G también podría desencadenar un ciclo de inversión por parte de los operadores de cable a medida que actualizan sus redes para competir con la banda ancha inalámbrica fija, que podría convertirse en una alternativa viable.

El resultado es un requerimiento mucho mayor de fibra óptica para lograr que estos anillos estén conectados. De acuerdo a informes del Network Telecom Information Research Institute, se calcula que el cambio a 5G insumirá de 3 a 6 veces más de cables de fibra óptica que las que fueron necesarias para las interconexiones de 4G (que a su vez fue más intensivo en fibra óptica que la generación anterior).

14. La tecnología háptica se refiere al conjunto de interfaces tecnológicos que interaccionan con el ser humano mediante el sentido del tacto.

6. POSICIONAMIENTO COMPETITIVO DE LOS PAÍSES DE AMÉRICA LATINA Y CARIBE (ALC) EN LA CADENA DE VALOR DE FIBRA ÓPTICA

6.1. PARTICIPACIÓN EN LA CADENA DE VALOR E INTERCAMBIO COMERCIAL

Ocho de las empresas líderes a nivel global cuentan con instalaciones para la producción de fibra y cables ópticos. Las principales capacidades están en Brasil y México, donde se encuentran las únicas plantas de producción de fibra, además de cableado. A su vez, Argentina y Ecuador cuentan solamente con plantas de fabricación de cables¹⁵.

Tabla N° 4.3

Principales plantas industriales de fibra óptica y cables de fibra óptica en ALC, 2024¹⁶

	ARGENTINA	BRASIL	MÉXICO	COLOMBIA	ECUADOR	OBSERVACIONES
Furukawa	C	FC	FC	C		La de mayor presencia regional, con 3 plantas de cableado
ZTT		C				Instaló planta de ensamblaje en Alagoas (2015)

15.

16. Adicionalmente existe en Argentina una planta de fabricación de cables de la firma OPTEL, con capacidad de 10.000 km de cable de fibra. En Chile, una empresa contaría con una planta activa (ISAY S.A.), aunque su foco es la de cables FTTH (jumpers, cables drop, etc.)

Commscope			FC			La planta Juárez es la más grande de la compañía en fibra
Prysmian		PFC	FC			La planta de Preformas no está operativa.
Sumitomo		C	C			En Brasil, ubicada en Sorocaba
FiberHome					C	Inaugurada en 2016, junto con Telconet
YOFC		C	C			Fuerte expansión con plantas inauguradas en 2023 y 2024
HTGD		C				Desde 2015 posee una planta Pouso Alegre, Mina Gerais

Fuente: Elaboración propia en base a informes de empresas del sector y entrevistas
P: Preforma / F: Estirado de Fibra / C: Cableado

Existe solo una planta en la región con la capacidad de producir preformas (Prysmian en Brasil), aunque se encontraría desactivada. Esta localización de la producción industrial es coincidente con el tamaño relativo de las economías, con la única excepción de Ecuador, cuyo mercado es inferior al de otros países como Chile o Perú.

Algunas empresas, como Commscope, poseen plantas en la región para la producción de cables con conectores para instalaciones FTTx y otros dispositivos para redes, donde la mano de obra es un componente relevante de costos. Corning, por otra parte, tiene plantas para la producción de otros dispositivos para redes en México y Brasil. Sin embargo, en los países de ALC las empresas del sector aún no han desarrollado capacidades para proveer soluciones integrales.

6.1.1 MÉXICO

A nivel agregado, el intercambio comercial sectorial con el mundo resulta en un saldo positivo para el país, evidenciando un claro perfil productivo como exportador neto de cables. El 75% del intercambio de México se concentra en la relación con Estados Unidos, la cual define su patrón de integración.

El 55% de sus importaciones de fibras ópticas proviene de dicho país y el 96% de sus exportaciones de cables se destinan al mismo, poniendo en evidencia que México actúa como su plataforma de producción en este eslabón de la cadena.

Tabla N° 6.1

Intercambio comercial externo de fibras y cables ópticos de México, año 2023

	FIBRA ÓPTICA	CABLES ÓPTICOS	TOTAL
Exportaciones	18.706.165	1.062.181.661	1.080.887.826
Distribución	2%	98%	
Importaciones	17.821.477	787.450.160	805.271.637
Distribución	2%	98%	
Saldo	884.688	274.731.501	275.616.189

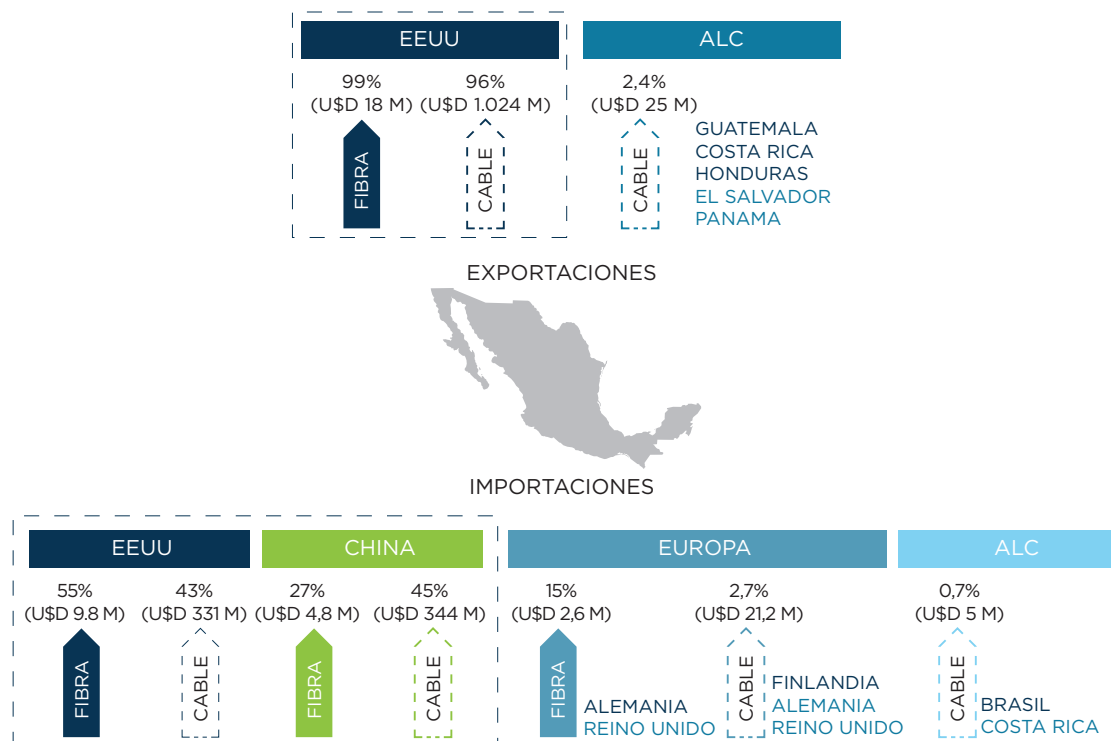
Fuente: Elaboración propia en base a UN Comtrade Database

Por otro lado, si bien la relación con otros países de ALC es mucho menos relevante, también ubica a México esencialmente como un proveedor de cables, principalmente orientado a países de Centroamérica. Sólo importa cables de Brasil, que explica el 0,6% del total.

Por su parte, China ocupa el primer lugar en las compras de cables, explicando un 45%, siendo menos representativa su porción en lo que respecta a fibras, con el 27%. El segundo origen más importante en las importaciones de cables es Estados Unidos, que representa el 43%, ocupando un segundo plano las compras a Tailandia, Japón y Finlandia.

Gráfico N° 6.1

Principales patrones de intercambio sectorial de México, año 2023



Fuente: Elaboración propia en base a UN Comtrade Database

6.1.2 BRASIL

A diferencia de México, el intercambio comercial sectorial con el mundo resulta en un marcado saldo negativo para el país, que se explica casi el 80% por la importación de cables. El cruzamiento de los flujos (y el saldo) de ambas categorías de producto sugiere que la producción industrial en Brasil está esencialmente destinada a abastecer de manera parcial la demanda interna, en tanto cumple algún rol como proveedor de fibras, esencialmente de Argentina.

Tabla N° 6.2

Intercambio comercial externo de fibras y cables ópticos de Brasil, año 2023

	FIBRA ÓPTICA	CABLES ÓPTICOS	TOTAL
Exportaciones	5.660.295	40.924.905	46.585.200
Distribución	12%	88%	
Importaciones	36.783.401	153.949.122	190.732.523
Distribución	19%	81%	
Saldo	-31.123.106	-113.024.217	-144.147.323

Fuente: Elaboración propia en base a UN Comtrade Database

Brasil está claramente integrado con países de ALC, a los cuales destina más del 60% de sus exportaciones, donde Argentina ocupa un lugar predominante explicando más del 40% de este porcentaje. Sin embargo, el principal destino de sus ventas lo ocupa Estados Unidos, cuyo volumen de exportación supera en más del 20% al de Argentina. Las ventas a Europa se concentran en España y está focalizada en cables, representando alrededor del 4%.

La relación con Asia está exclusivamente volcada a la importación, tanto de fibras como de cables ópticos, explicando alrededor del 80% del total de importaciones. China ocupa un lugar central en ambas categorías, destacándose Japón en el caso de fibras. Estados Unidos representa casi el 30% de las importaciones de fibras, pero su participación en cables es minoritaria, con algo más del 5%.

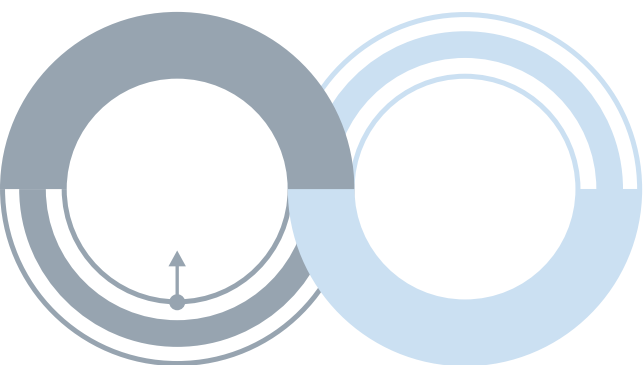
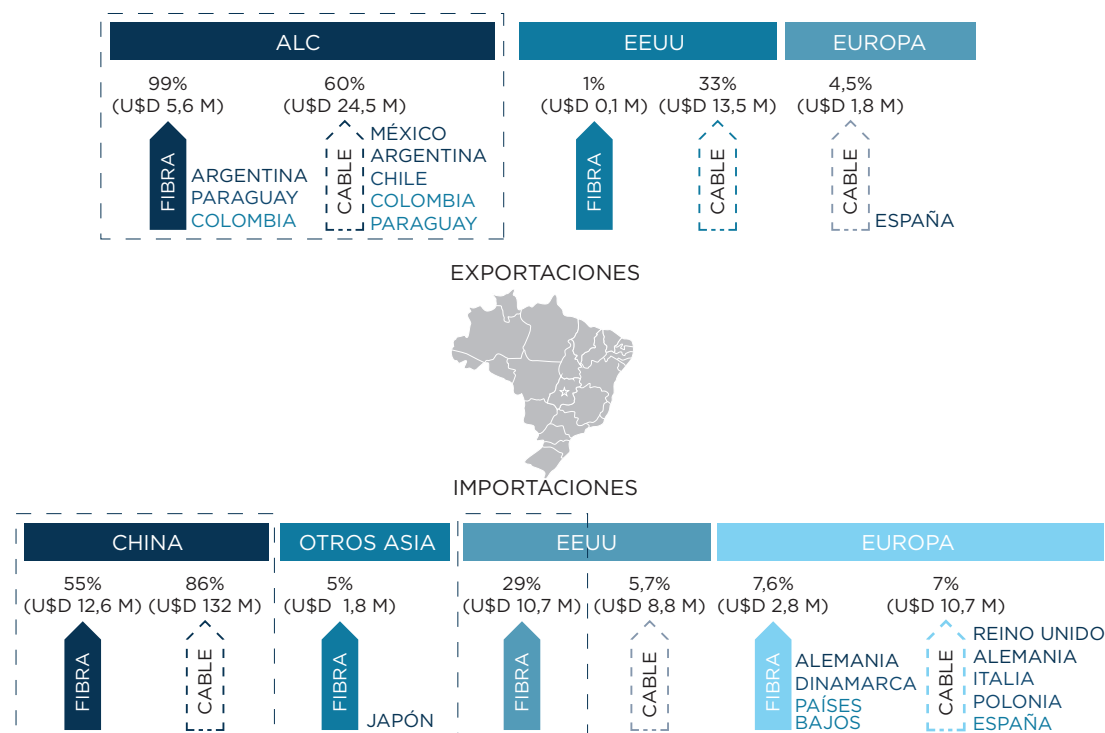


Gráfico N° 6.2

Principales patrones de intercambio sectorial de Brasil, año 2023



Fuente: Elaboración propia en base a UN Comtrade Database

6.1.3

ARGENTINA

El intercambio comercial de fibras y cables ópticos con el mundo resulta en un marcado saldo negativo para el país, que se explica en más del 82% por la importación de cables. El volumen prácticamente nulo de ventas al exterior refleja una capacidad industrial estrictamente volcada al mercado interno, relativamente limitada en su capacidad de abastecimiento y acotada a la etapa de cableado. Una muestra de ello es que el volumen de importaciones de Argentina equivale al 60% del total importado por Brasil, siendo que este último tiene una economía al menos 4 veces superior.

Tabla N° 6.3

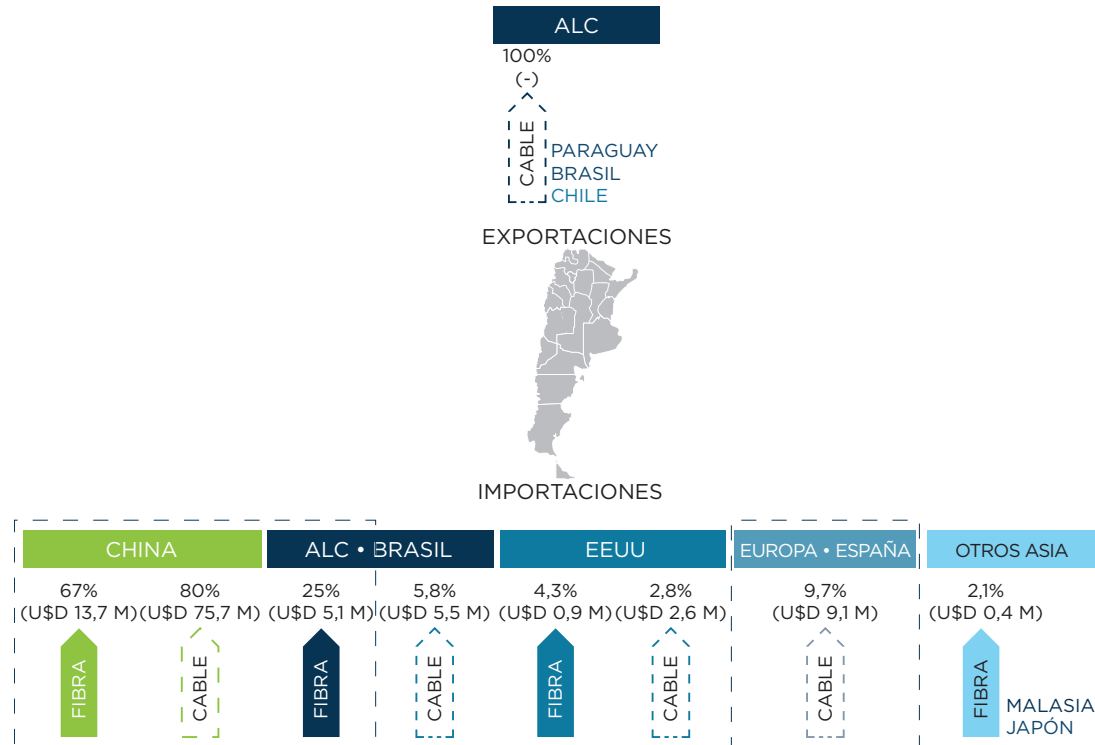
Intercambio comercial externo de fibras y cables ópticos de Argentina, año 2023

	FIBRA ÓPTICA	CABLES ÓPTICOS	TOTAL
Exportaciones	0	4.242	4.242
Distribución	0%	100%	
Importaciones	20.497.901	94.644.927	115.142.828
Distribución	18%	82%	
Saldo	-20.497.901	-94.640.685	-115.138.586

Fuente: Elaboración propia en base a UN Comtrade Database

Sin embargo, al evaluar las exportaciones de años previos –menos influenciados por la crítica situación económica que atravesó el país en 2023 a nivel de sus balance externo– podrían destacarse algunos flujos de exportación principalmente orientados a países de la región como Brasil, Paraguay y Chile. La estructura de las importaciones evidencia una alta concentración de productos provenientes de China, tanto en fibras (67%) como en cables (80%). En fibras también se destaca Brasil con un 25% de las importaciones, lo cual daría cuenta de algún tipo de eslabonamiento regional. En cables, el resto de los orígenes no alcanza el 20% y se distribuye entre España (9,7%), Brasil (5,8%), Estados Unidos (2,8%) y México (0,8%).

Gráfico N° 6.3
Principales patrones de intercambio sectorial de Argentina, año 2023



Fuente: Elaboración propia en base a UN Comtrade Database

6.1.4
COLOMBIA

El intercambio comercial de fibras y cables ópticos con el mundo muestra un perfil netamente importador, con exportaciones marginales a la región. Desde el cierre de la planta de cables de Furukawa en 2024, este perfil se ha profundizado. Las importaciones de fibra óptica, que eran un insumo para la operación productiva, con un volumen importante años atrás, se redujo a solo U\$S 229.000 en 2023, mientras que las importaciones de cables superaron los U\$D 52 Millones.

Tabla N° 6.4

Intercambio comercial externo de fibras y cables ópticos de Colombia, año 2023

	FIBRA ÓPTICA	CABLES ÓPTICOS	TOTAL
Exportaciones	0	1.256.960	1.256.960
Distribución	0%	100%	
Importaciones	229.810	52.543.214	52.773.024
Distribución	0%	100%	
Saldo	-229.810	-51.286.254	-51.516.063

Fuente: Elaboración propia en base a UN Comtrade Database

Como se mencionó en el párrafo anterior, las exportaciones de cables en 2023 ya eran poco relevantes y se concentraron en Panamá (31%), Venezuela (19%), Ecuador (13%), Chile (10%) y Perú (9%), mientras que en el caso de fibras son nulas.

En el caso de las importaciones, las fibras fueron provistas casi en tres tercios similares por China (33%), Estados Unidos (30%) y unos pocos países de Europa (Alemania es el más relevante, con el 18% de participación, aunque se destacan asimismo República Checa y Estonia). En cables, el 80% de las importaciones se explicó por China, en tanto el resto de los orígenes ocupó un lugar menor: España (4,2%), Estados Unidos (3,5%), Ecuador (2%), Brasil (1,2%) y México (0,9%).

Un aspecto a resaltar es la fuerte pérdida de relevancia de Estados Unidos y México en el intercambio de Colombia en los últimos 4 años, cuyos flujos resultaban predominantes tanto en las exportaciones como las importaciones de cables. Por el contrario, actualmente se observa un claro liderazgo de China en el caso de las importaciones y, en el caso de las exportaciones, de los países de ALC con cercanía geográfica.

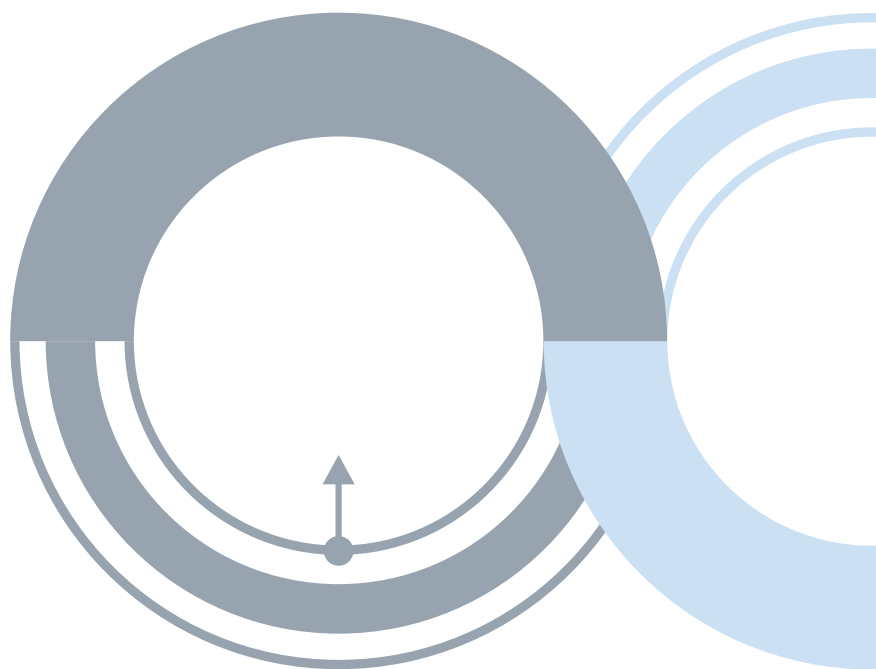
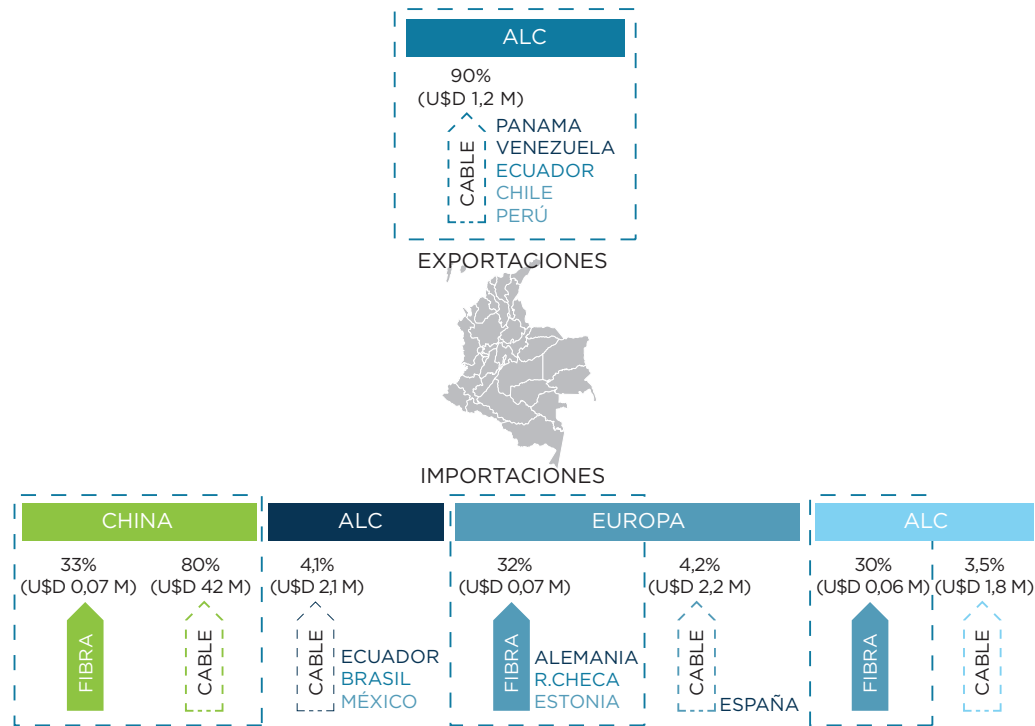


Gráfico N° 6.4
Principales patrones de intercambio sectorial de Colombia, año 2023



Fuente: Elaboración propia en base a UN Comtrade Database

6.1.5
ECUADOR

El intercambio comercial de Ecuador con el mundo resulta deficitario, tanto en fibras como en cables ópticos, evidenciando una estructura consistente con un perfil industrial orientado esencialmente a la importación de fibras para producir cables para uso interno y en menor medida a la exportación. Al igual que en el caso de Argentina y Brasil, dicho perfil sugiere que la cobertura de la demanda local es parcial, dado que más del 80% del déficit se explica por la importación de cables.

Tabla N° 6.5
Intercambio comercial externo de fibras y cables ópticos de Ecuador, año 2023

	FIBRA ÓPTICA	CABLES ÓPTICOS	TOTAL
Exportaciones	88.648	7.311.779	7.400.427
Distribución	1%	99%	
Importaciones	12.275.678	27.816.289	40.091.967
Distribución	31%	69%	
Saldo	-12.187.030	-20.504.510	-32.691.541

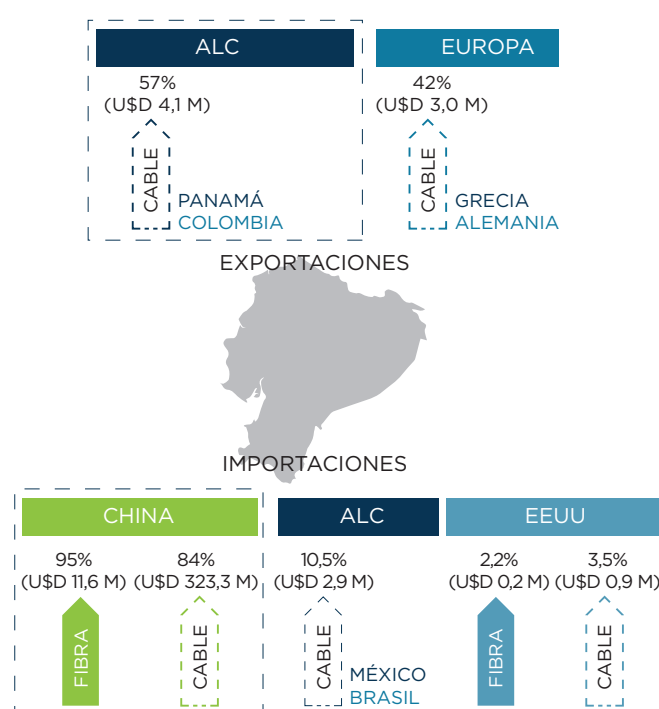
Fuente: Elaboración propia en base a UN Comtrade Database

Las exportaciones sectoriales de Ecuador se han expandido notablemente en los últimos años y se concentran en cables, correspondiendo el 57% a ALC (Panamá 42% y Colombia 14%). Sin embargo, se advierten también algunos destinos europeos como Grecia (36%) y Alemania (4,8%), pero considerando que aún no se observan datos que den cuenta de un intercambio consolidado estos flujos podrían ser el resultado de operaciones extraordinarias.

Por su parte, la estructura de importaciones se encuentra notoriamente concentrada en China, que explica el 95% de las compras de fibras y el 84% de cables. En este último caso, sólo cabe mencionar la participación de México (6,2%), Brasil (4,1%) y Estados Unidos (3,5%), que prácticamente completan el total de importaciones de Ecuador.

Gráfico N° 6.5

Principales patrones de intercambio sectorial de Ecuador, año 2023



Fuente: Elaboración propia en base a UN Comtrade Database

Finalmente, cabe mencionar el caso de Costa Rica, en particular por el nivel de exportaciones de cables alcanzado (U\$D 17 Millones en 2023), 83% del total a Estados Unidos aprovechando las ventajas de acceso. Es a su vez importador importante de cables (U\$D 39 Millones), con China como principal origen (40% del total).

6.1.6

OTRAS CONCLUSIONES RELATIVAS AL INTERCAMBIO REGIONAL

El análisis específico de cada uno de los países analizados permite afirmar que, en lo que respecta a la inserción externa de sus producciones sectoriales, la integración comercial regional es importante. Es decir que su salida exportadora, independientemente de la magnitud, se concentra en mercados de cercanía y generalmente asociados a bloques con accesos preferenciales en materia arancelaria.

México está mayormente orientado a Estados Unidos y, aunque en volúmenes mucho menores, a países de Centroamérica. Brasil ocupa un rol relevante en Sudamérica, aunque también existen algunos flujos minoritarios entre todos estos países mientras que Ecuador concentra sus exportaciones a países de la región¹⁷

A su vez, esta integración no se acota a la etapa de cableado, sino que en el caso de aquellos países que además disponen de plantas industriales para el estirado de fibras también exportan a su principal socio comercial, aunque naturalmente en una relación muy minoritaria. México lo hace con Estados Unidos y Brasil con Argentina.

No obstante, en todos los casos suele prevalecer en sus importaciones la dominancia que tienen los principales centros de la producción mundial; dado que las mismas están mayormente explicadas por China y Estados Unidos, así como por otros países asiáticos o europeos donde están localizadas las tecnologías de base. Esto es particularmente así en el caso de las fibras ópticas. El comercio extra-regional de los 5 países analizados es muy relevante y es notable el incremento en la participación de Asia (centralmente de China) en los últimos años, representando el triple de los niveles observados en 2020.¹⁸

Los casos de Perú y Chile son destacables, ya que explican el 75% del resto de importaciones de Sudamérica y el volumen de importación de cables es considerable a los fines de evaluar la viabilidad de contar con alguna capacidad industrial en esta etapa de la cadena de valor (cableado, *customización* final, postventa). En efecto, ambos evidencian un valor de importación en torno a los U\$D 65 millones cada uno, lo cual resulta similar a las compras de Colombia y más del doble que Ecuador.

En el caso del resto de países de Centroamérica, se destaca Costa Rica, que explica un tercio de las importaciones totales, pero dos tercios de las compras de fibra óptica del conjunto de países analizados. Esto se debe a que dicho país cuenta con instalaciones industriales de cables, con un perfil de inserción similar al de México, donde Estados Unidos es el principal mercado de exportación, dado el acceso preferencial que deriva de sus tratados comerciales. En 2023, Costa Rica explicó el 96% de las exportaciones de esta región y más del 82% estuvo destinado a Estados Unidos.

17. En 2023 Ecuador exportó además U\$S 3 millones a Europa (Grecia y Alemania)

18. Cabe mencionar que, si se excluye a México de este análisis, la participación de Asia en las importaciones totales tiende al 85%. Esto es en tanto el peso de dicho país en el comercio regional es relevante y es el único que tiene un sesgo muy marcado hacia el intercambio con Estados Unidos.

Tabla N° 6.6

Distribución de las importaciones sectoriales de otros países de ALC, año 2023

RESTO DE SUDAMÉRICA (Perú, Chile, Uruguay, Bolivia y Paraguay)

	NORTEAMÉRICA	ALC	ASIA	EUROPA	OTROS	TOTAL
FIBRAS						
Valor (U\$D)	285.488	156.185	859.924	743.265	-	2.044.862
Part.	14%	8%	42%	36%	-	-
PRINCIPALES ORÍGENES						
1°	EE.UU (99%)	Brasil (63%)	China (53%)	Italia (53%)	-	China (22%)
2°	-	México (20%)	India (41%)	Alemania (26%)	-	Italia (19%)
3°	-	Colombia (16%)	-	Suiza (9%)	-	India (17%)
CABLES						
Valor (U\$D)	5.980.988	12.758.137	143.986.531	8.519.182	63.950	171.308.788
Part.	3%	7%	84%	5%	0%	-
PRINCIPALES ORÍGENES						
1°	EE:UU (98%)	Brasil (69%)	China (97%)	España (83%)	Australia (99%)	China (82%)
2°	-	Colombia (17%)	-	Alemania (7%)	-	Brasil (5%)
3°	-	México (8%)	-	Polonia (2%)	-	España (4%)

RESTO DE CENTROAMÉRICA (Costa Rica, Honduras, Guatemala, Nicaragua, Panamá, El Salvador)

	NORTEAMÉRICA	ALC	ASIA	EUROPA	OTROS	TOTAL
FIBRAS						
Valor (U\$D)	349.321	45.105	311.813	772.825	-	1.479.063
Part.	24%	3%	21%	52%	-	-
PRINCIPALES ORÍGENES						
1°	EE:UU (99%)	México (53%)	China (91%)	Alemania (60%)	-	Alemania (31%)
2°	-	COlombia (35%)	India (4%)	R.Checa (34%)	-	EE.UU (24%)
3°	-	-	Tailandia (4%)	Italia (4%)	-	China (19%)
CABLES						
Valor (U\$D)	9.153.729	27.229.886	76.631.527	5.274.797	49.415	118.339.353
Part.	8%	23%	65%	4%	0%	-
PRINCIPALES ORÍGENES						
1°	EE.UU (99%)	México (87%)	China (87%)	España (85%)	Tunez (63%)	China (57%)
2°	-	Colombia (5%)	India (4%)	Alemania (4%)	-	México (20%)
3°	-	Brasil (3%)	-	R. Checa (3%)	-	EE.UU (8%)

Fuente: Elaboración propia en base a UN Comtrade Database

Finalmente, como principal centro de consumo y producción de fibras y cables ópticos en el Continente, Estados Unidos también realiza importaciones de alta intensidad con Asia (40%) y Europa (13,5%). A su vez, en cables se destaca la gran incidencia del comercio con ALC, donde México explica el 50% de sus importaciones. A su vez, dentro de estos últimos, a diferencia de lo que sucede con el resto de los países del continente, la distribución de las compras está más atomizada, sobresaliendo países como India, R. Corea, Japón e Indonesia, en detrimento de la participación de China.

Tabla N° 6.7

Distribución de las importaciones sectoriales de Estados Unidos, año 2023

	NORTEAMÉRICA	ALC	ASIA	EUROPA	OTROS	TOTAL
FIBRAS						
Valor (U\$D)	3.089.109	14.927.660	142.841.829	106.152.597	1.121.016	268.132.211
Part.	1%	6%	53%	40%	-	-
PRINCIPALES ORÍGENES						
1°	Canadá (100%)	México (99%)	Japón (61%)	Dinamarca (36%)	Camboya (80%)	Japón (32%)
2°	-	-	China (23%)	64,8%	-	Dinamarca (14%)
3°	-	-	India (7%)	94,0%	-	China (12%)
CABLES						
Valor (U\$D)	12.076.703	1.135.849.978	861.745.095	235.815.533	15.916.902	2.261.404.211
Part.	1%	50%	38%	10%	1%	-
PRINCIPALES ORÍGENES						
1°	Canadá (100%)	México (97%)	India (26%)	R. Unido (23%)	Marruecos (55%)	México (49%)
2°	-	Costa Rica (1%)	China (19%)	Alemania (16%)	Camboya (24%)	India (10%)
3°	-	-	R. Corea (14%)	Polonia (16%)	-	China (7%)

Fuente: Elaboración propia en base a UN Comtrade Database

6.2.

CARACTERIZACIÓN DEL ENTORNO DE NEGOCIOS

6.2.1

ESTADO DE AVANCE Y DESARROLLO DE LA INFRAESTRUCTURA DIGITAL

El desempeño del sector de fibra óptica está fundamentalmente determinado por el avance de cada mercado en materia de conectividad, donde el desarrollo de la infraestructura y del sector de las telecomunicaciones ocupan un lugar central. Con mayor o menor grado de intensidad, la planificación y la acción de los Gobiernos han jugado un rol muy relevante en este sentido, especialmente en lo que respecta al tendido de redes que permitan dar un acceso adecuado a porciones crecientes de la población y de cobertura territorial. Esto constituye una condición necesaria para el avance de la digitalización de las actividades económicas y sociales y, por lo tanto, de los requerimientos en materia de fibra óptica. En este sentido, resulta de interés evaluar algunos aspectos generales del estado en que se encuentran los países de ALC en la materia. Las Tablas 6.8 y 6.9 especifica las principales iniciativas, así como el estado de avance en cada caso. Se han considerado aspectos tales como la existencia de un plan

con objetivos y acciones explícitos, su grado de actualización y continuidad, el alcance real en materia de infraestructura, la participación y articulación con el sector privado, el impacto esperado y la evidencia de avances en su ejecución.

Tabla N° 6.8

Planes de conectividad y estado de avance en países de Sudamérica

PAÍS	ÓRGANO EJECUTOR	DENOMINACIÓN	LINEAMIENTOS PRINCIPALES RELACIONADOS AL DESARROLLO DE LA CONECTIVIDAD
Argentina	SECOM ENACOM	Plan Nacional de Infraestructura Crítica de Comunicaciones	Foco en inversión privada. Tres grandes áreas de abordaje: por un lado, vinculado a las redes de acceso móvil en las que no haya cobertura, la creación de una red neutral y el estímulo a los pequeños prestadores TIC mediante líneas de financiamiento y apoyo.
Brasil	MC-ANATEL	Estrategia Brasileña de Transformación digital Plan Estratégico 2023-2027	1. Ampliar la cobertura da telefonía móvil 5G a 57,67% 2. Expandir la conectividad de backhaul de fibra óptica de 76,92% a 100% de municipios 3. Expandir la conectividad de backhaul de fibra óptica de 13,63% a 50% en localidades con más de 600 habitantes 4. Aumentar a velocidad media de banda ancha fija de 186,3 Mbps a 1 Gbps
Chile	SUBTEL	Plan Brecha Digital Cero	Alcanzar la conectividad universal de alta velocidad y de calidad. Conectar digitalmente todas las regiones del país con infraestructura robusta y de calidad. Proyectos de ampliación de vigentes en 2020 involucran a casi 15.000 km de fibra óptica
Ecuador	MINTEL- ARCOTEL- SUPERTEL	Ecuador conectado Política Pública de Telecomunicaciones 2023-2025	Impulsar el despliegue de banda ancha, mejorar el acceso y reducción de precios, masificar 4G e ingreso al 5G. Objetivo de 42,09% de hogares con enlaces de fibra óptica.
Colombia	MINTIC	Plan integral de expansión de Conectividad Digital	Instalar más de 4.500 Km de fibra óptica para el proyecto “Cierre de anillos y Refuerzos”, 4.300 Km para el proyecto “Red Troncal Redundancia», entre otros (p.e.: apoyo a operadores privados de pequeñas ciudades, instituciones educativas públicas, etc).
Uruguay	AGESIC- MIEM- URSEC	Agenda Uruguay Digital	Garantizar la conectividad física y móvil de calidad en todo el territorio nacional, minimizando inequidades geográficas en el acceso y uso de las telecomunicaciones

PAÍS	ÓRGANO EJECUTOR	DENOMINACIÓN	LINEAMIENTOS PRINCIPALES RELACIONADOS AL DESARROLLO DE LA CONECTIVIDAD
Paraguay	CONATEL	Plan Nacional TIC 2022-2030 Plan nacional de telecomunicaciones 2021-2025	Cobertura ampliada de los servicios de telecomunicaciones (al 80% de la población), expansión de las redes de banda ancha. Foco en extensión y calidad: limitación a la regulación.
Perú	MTC-OSPIC-FITEL	Política Nacional de Transformación Digital al 2030	Fomentar iniciativas de infraestructura para incrementar la cobertura de conectividad digital en todo el territorio nacional, con énfasis en las zonas rurales, incluyendo proyectos de Asociaciones Público Privadas. Foco en mejorar calidad de la conexión.
Bolivia	MOPSV	Plan de gobierno electrónico 2018 - 2025	Orientado a gobierno digital, con escaso alcance en desarrollo de redes e infraestructura En 2024 firma de convenio con China para expandir infraestructura incluyendo redes de banda ancha, centros de datos y el despliegue de la tecnología 5G

Fuente: Elaboración propia en base a información de autoridades regulatorias competentes

Tabla N° 6.9

Planes de conectividad y estado de avance en países de Centroamérica y el Caribe

PAÍS	ÓRGANO EJECUTOR	DENOMINACIÓN	LINEAMIENTOS PRINCIPALES RELACIONADOS AL DESARROLLO DE LA CONECTIVIDAD
Barbados	MTIC	Plan estratégico nacional de TICs	De los países más conectados en el mundo, con elevados índices de conectividad.
Trinidad y Tobago	TATT MDT	Estrategia Nacional de Transformación Digital 2022 - 2025	Incrementar la red de banda ancha y calidad, mejoras en regulación e iniciativa privada. Acceso universal en disponibilidad y costo.
Jamaica	MSTEM	Plan Nacional de Conectividad	Expandir la red de fibra óptica a toda la isla de forma conjunta con el sector privado para llegar al 100% de los hogares en 2025
Costa Rica	MICITT	Plan Nacional de Telecomunicaciones 2022-2027	Ampliar la conectividad a internet fija y móvil por región, incrementar la inversión en telecomunicaciones
República Dominicana	INDOTEL	Agenda Digital 2030	Ampliar la infraestructura para alcanzar 20% de banda ancha fija y 90% de móvil x 100 habitantes. Inversión pública y privada.

PAÍS	ÓRGANO EJECUTOR	DENOMINACIÓN	LINEAMIENTOS PRINCIPALES RELACIONADOS AL DESARROLLO DE LA CONECTIVIDAD
El Salvador	SIGET SIP	Agenda Digital 2020 - 2030	Programas de inversión en desarrollo de red troncal de banda ancha y despliegue del 4G y 5G; incluyendo un proyecto de cable submarino y mejoras en gobierno digital.
Panamá	ASEP	Agenda Digital 2020	Orientado a modernización de marcos regulatorios y gobierno digital. La Red Nacional de Internet 2.0 un total de 288 corregimientos, alcanzando al 80% de la población, aumentando la capacidad de banda ancha
México	SCT CFE CFT	Estrategia Digital Nacional 2021-2024 “Internet para Todos”	Promover el despliegue de Internet a todas las zonas sin cobertura. Proyecto de ampliación red de fibra óptica hasta un max. de 31.200 km
Nicaragua	TELCOR ENATREL	Plan Nacional de Desarrollo Humano 2022-2026	Ampliar la cobertura en la Costa del Caribe. 115 kilómetros de fibra óptica instalados (El Rama, Kukra Hill, Laguna de Perlas). Ampliar cobertura de red móvil 4G
Honduras	CONATEL HONDUTEL	Plan Nacional de Desarrollo de Banda Ancha	Impulsar la conectividad de manera progresiva. Proyectos de expansión de servicios y conectividad de Conatel
Guatemala	SIT	Agenda nacional digital (2016-2032)	Mejorar la cobertura de banda ancha y calidad del servicio

Fuente: Elaboración propia en base a información de autoridades regulatorias competentes

En general, se observa que los países de Sudamérica evidencian un mayor grado de avance en lo que respecta al desarrollo de infraestructura, destacándose especialmente Uruguay, Chile y Brasil. También se advierten países muy dinámicos en Centroamérica, como Barbados y Costa Rica, y México destaca en avances relacionados con la penetración de conectividad de banda ancha fija y móvil, evidenciando que el impulso a estas iniciativas se encuentra presente en un conjunto heterogéneo.

Asimismo, aun cuando cabe esperar una vinculación, la existencia o no de planes de digitalización explícitos no necesariamente define el estado de situación de los países respecto a la cobertura de sus redes de telecomunicación y el acceso a la conectividad, o bien, del marco regulatorio bajo el cual se desarrollan las diversas actividades.

Uno de los indicadores utilizados para una evaluación general, que integre estas distintas dimensiones, es el Índice de Desarrollo de Banda Ancha (IDBA) del Banco Interamericano de Desarrollo en su “Informe anual del Índice de Desarrollo de la Banda Ancha Brecha digital en América Latina y el Caribe”. El índice evalúa cuatro pilares sobre los que se asienta el desarrollo de la banda ancha: i) políticas públicas y visión

estratégica¹⁹; ii) regulación estratégica²⁰; iii) infraestructuras²¹; y iv) aplicaciones y capacitación²².

Tabla N° 6.10

Planes de conectividad y estado de avance en países de Centroamérica²³

RANK	PAÍS	ÍNDICE DE DESARROLLO DE BANDA ANCHA (IADB)	LINEAS DE BANDA ANCHA FIJA C/100 HAB	LINEAS DE BANDA ANCHA MOVIL C/100 HAB	LINEAS DE BA CON ACCESO DE FIBRA OPTICA C/100 HAB	COBERTURA 4G
1	Chile	5,82	22,7%	109,5%	15,0%	98,0%
2	Brasil	5,68	21,0%	93,1%	14,7%	92,4%
3	Costa Rica	5,17	21,3%	96,5%	8,5%	90,5%
4	Uruguay	5,15	33,2%	115,8%	28,7%	98,0%
5	Argentina	4,98	24,6%	72,9%	6,6%	95,0%
6	Barbados	4,97	37,6%	64,8%	28,4%	99,0%
7	México	4,69	20,5%	94,0%	8,6%	93,4%
8	Trinidad y Tobago	4,66	25,4%	54,7%	10,5%	95,0%
9	Colombia	4,54	17,0%	76,2%	4,8%	83,7%
10	Perú	4,54	9,3%	85,3%	1,8%	88,0%
11	Panamá	4,49	15,5%	96,8%	2,1%	91,0%
12	Jamaica	4,38	15,0%	66,7%	6,1%	99,0%
13	Rep. Dominicana	4,22	10,7%	71,6%	4,4%	99,0%
14	Ecuador	4,16	15,0%	59,4%	10,9%	92,9%
15	Paraguay	4,09	10,9%	70,9%	4,9%	94,7%
16	Bolivia	4,04	9,3%	86,7%	8,1%	86,0%
17	El Salvador	3,57	10,6%	74,9%	0,2%	92,0%
18	Venezuela	3,48	9,6%	52,1%	1,6%	88,8%
19	Guatemala	3,39	3,5%	17,0%	0,1%	89,0%
20	Honduras	3,38	4,4%	49,8%	0,7%	78,2%
21	Nicaragua	2,92	4,9%	64,0%	0,6%	67,2%
22	Haití	1,98	0,3%	28,2%	0,3%	47,1%

Fuente: Elaboración propia en base Informe anual del IDBA y Brecha digital en ALC (BID), 2023

19. Incluye la adaptabilidad de las políticas públicas al desarrollo de actividades digitales, la existencia y grado de avance de planes de gobierno en este sentido, la calidad de las políticas de promoción del sector privado, etc.

20. Evalúa aspectos como el nivel de concentración de los operadores de banda ancha, la asignación de espectro a comunicaciones en bandas por debajo de los 3GHz, el costo de suscripción a servicios de banda ancha, etc.

21. Releva 11 indicadores de cobertura de banda ancha como porcentaje de la población de cada país

22. Integra variables asociadas a gobierno digital, acceso a internet y capacidades sociales digitales.

23. El color verde indica mayor avance y el rojo menor avance, siendo el amarillo una instancia intermedia.

El IDBA está compuesto por estos cuatro subíndices, que se construyen a partir de la agregación de 30 variables. La ponderación de las variables y los subíndices se determina en base a distintos estudios y consultas a expertos del sector²⁴. La Tabla 6.10 resume el ranking de países de ALC de acuerdo a los resultados obtenidos para el período 2023, individualizando los valores considerados para algunas variables claves del componente referido a infraestructuras, que está más asociado al desarrollo de las redes de fibra óptica.

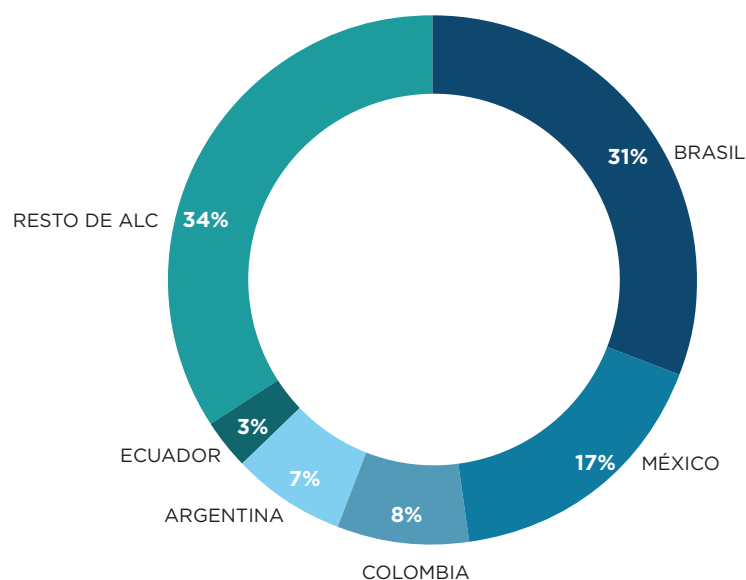
Al igual que en el caso de los planes de digitalización, en términos agregados Sudamérica se encuentra en una mejor posición relativa que Centroamérica, aunque individualmente existen en ambas regiones países que se destacan sobre el resto. Dentro del “top10” en el ranking general, se ubican 4 de los 5 países que cuentan con capacidades industriales en la cadena de valor de fibra óptica, siendo Ecuador la única excepción.

Sin embargo, ninguno de los países obtiene una evaluación comparable al de los más avanzados, siendo que el promedio para la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) es igual a 6,25 (los primeros lugares a nivel mundial corresponden a Suecia, Dinamarca, Finlandia y Noruega, cuyo índice se encuentra entre 6,6 y 6,80).

A partir de los datos obtenidos del informe correspondiente al año 2022, se estima que las necesidades de inversión para cubrir la brecha que existe entre el promedio de los países de la OCDE y la región de ALC supera, en conjunto, los U\$D 70.000 millones. A su vez, sólo considerando un escenario de aumento de la penetración de banda ancha en torno a 10 p.p. en cada país la inversión necesaria tendería a los U\$D 30.000 millones²⁵.

Gráfico N° 6.6

Distribución del CAPEX requerido en ALC para cerrar las brechas digitales con OCDE



Fuente: Elaboración propia en base Informe anual del IDBA y Brecha digital en ALC (BID), 2022

24. El IDBA varía de 1 a 8, donde este último es el mejor resultado posible.

25. Los datos de inversión se refieren al CAPEX de formación de activos fijos para la expansión y mantenimiento de la operación asociada a la infraestructura de conectividad y corresponden al informe del año 2022.

Si bien resulta difícil estimar qué parte de estas inversiones correspondería a la utilización de fibras y cables ópticos, es una medida elocuente del potencial de mercado que representa la región. Brasil y México concentran casi el 48% del CAPEX total de ALC para cerrar la brecha digital con el promedio OCDE, seguidos de Colombia, Perú, Venezuela y Argentina con inversiones entre U\$D 4.900 y 5.800 Millones cada uno. Por otra parte, casi el 60% de este monto de inversiones está asociado a los países donde están localizadas las plantas de estirado de fibras y cableado.

En general, las mayores brechas de los países de ALC con los de la OCDE se observan en los subíndices de políticas públicas y visión estratégica, así como en aplicaciones y capacitaciones, aunque tampoco es menor en lo relativo a infraestructuras. En otros términos, se verifican amplios espacios de mejora en prácticamente todos los aspectos que inciden sobre el desarrollo de la conectividad y la cadena de valor de la fibra óptica en general, aspectos donde tanto el sector público como el sector privado ocupan un rol central.

6.2.2

MARCO DE INCENTIVOS PARA LA INVERSIÓN Y EXPORTACIÓN

Uno de los factores clave para la radicación de unidades productivas en la región es la existencia de un mercado interno relevante, o la posibilidad de acceder a uno externo en condiciones propicias. Respecto de lo primero, las variables analizadas en el apartado anterior son una buena aproximación, tanto a la demanda actual como futura.

La necesidad de mejorar la cobertura de redes de fibra óptica y la existencia de un plan estratégico que la priorice en un determinado país es gravitante, aunque no suficiente. En efecto, el desempeño obtenido en este aspecto no guarda una relación unívoca con la existencia de unidades productivas en el territorio.

Países netamente importadores como Chile o Costa Rica, obtienen mejor desempeño que Argentina y México, que cuentan con producción local. De igual forma, Colombia supera ampliamente a Ecuador en su expansión y cobertura de red, a pesar de que la estructura productiva en este sector no difiere en demasía e incluso en los últimos años se visto más fortalecida en el segundo caso. Únicamente se destaca el caso de Brasil, como país con capacidades productivas relevantes y un índice de desempeño a la vanguardia de ALC.

En cuanto al acceso a mercados externos, también las características son dispares. Analizando los casos de Brasil, México, Argentina, Colombia y Ecuador, se observa que:

- En fibras ópticas (9001.10) solo Brasil y Argentina tienen un arancel positivo, aunque este último aplica 0% para las fibras monomodo con núcleo inferior a 11 micrones, que son las más utilizadas en redes de larga distancia.
- En cables (8544.70), Brasil, Argentina y Ecuador tienen arancel positivo y México ha establecido un impuesto transitorio del 35% a partir de 2024 y por un plazo de 2 años.
- Colombia tienen arancel 0% para la importación de ambos bienes.
- Ecuador y Argentina (considerando la excepción referida en el primer punto) muestra un esquema arancelario que promueve la agregación de valor en la etapa de cableado, desgravando la fibra (insumo) y gravando el bien final (cable). En Brasil y ese esquema también se observa, aunque con un escalonamiento bajo (1,4% de diferencia) y partiendo de niveles altos. En México, dicha diferenciación sólo se advierte a partir de la modificación establecida recientemente (que impone a cables un arancel transitorio de 35% a los orígenes sin preferencia arancelaria), ya que previamente tenía una estructura idéntica a la de Colombia.

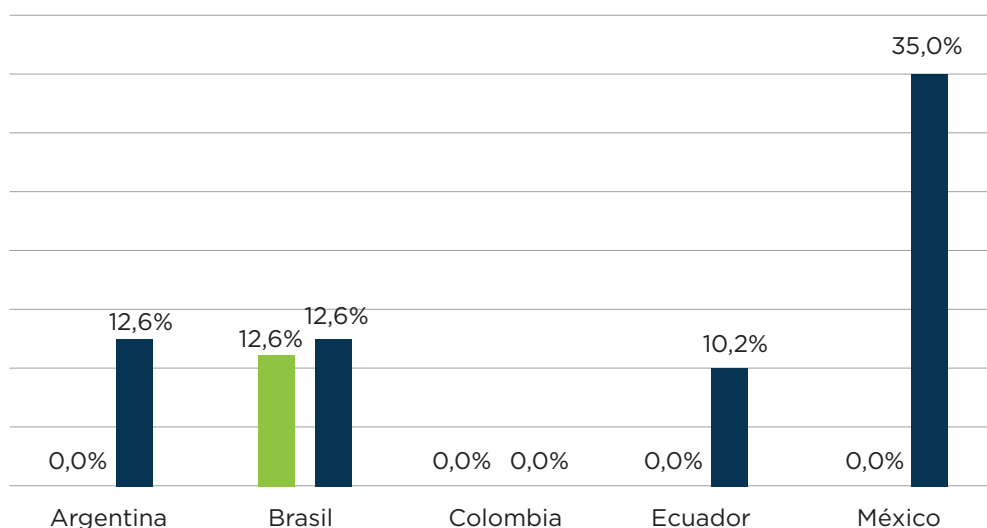
En relación con las preferencias arancelarias, tanto como para la importación de estos bienes como para el acceso a mercados regionales:

- Argentina y Brasil solo tienen preferencia para el comercio entre ellos ya que tanto Uruguay y Paraguay (también miembros del Mercosur) redujeron el arancel extrazona de ambos productos,
- En México, hay preferencia para los ingresos desde el NAFTA, Chile, Bolivia, Colombia, Perú, Venezuela, Unión Europea, Reino Unido y EFTA (Islandia, Noruega, Liechtenstein y Suiza), aunque al ser 0% el arancel de importación, esto impacta esencialmente sobre la intervención de organismos técnicos en el caso de cables, otorgando algunas facilidades burocráticas en el proceso de aprobación de los despachos de importación. Sin embargo, con la suba del 35% implementada por 2 años se evidencia una acción temporal defensiva.²⁶
- En Colombia hay libre comercio de estos productos
- En Ecuador hay libre comercio de fibras ópticas, pero preferencias para Chile, Bolivia, Colombia, Perú, Venezuela, Unión Europea, Reino Unido y EFTA (Islandia, Noruega, Liechtenstein y Suiza).

Otro punto relevante es el acceso al mercado de Estados Unidos. Habitualmente, se aplicaba una alícuota de 6,7% para el comercio de fibras ópticas (9001.10) y del 3,5% para cables (8544.70), otorgándose accesos al 0% de arancel a diversas economías a las cuales se les daba el tratamiento de “Nación Más Favorecida”, entre ellas, cabe resaltar las preferencias de ingreso para México y Colombia.

Gráfico N° 6.7

Aranceles de importación de cables e hilos de fibra óptica para países seleccionados (Sin Preferencias)



(*) En Argentina la posición 9001.10.19 (los demás) tributa 11,2%, correspondiendo el 0% únicamente a las fibras cuyo núcleo tenga un diámetro inferior a 11 micrones.

(**) En México, la partida 8544.70 generalmente tributa un 0% correspondiendo el 35% reflejado a una modificación transitoria aplicable a países sin preferencias hasta abril de 2026.

Fuente: Elaboración propia en base a ALADI.

26. En parte como respuesta a las tensiones comerciales recientes.

El gobierno de Estados Unidos, sin embargo, se encuentra en un proceso de revisión de su política comercial, lo cual no permite identificar cómo será la estructura arancelaria sectorial al momento de elaboración del presente documento.

Por otro lado, se analizaron las condiciones particulares para la instalación de unidades productivas en los países seleccionados, identificando la existencia de incentivos específicos tanto para la producción como para la exportación, así como las eventuales restricciones para la operación de empresas extranjeras.

En general, no hay restricción alguna para la inversión extranjera en el sector de manufacturas, aunque si algún limitante en el sector de telecomunicaciones para operar TV por cable o radio en México (Ley de Inversión Extranjera) y Ecuador (el Código Orgánico de la Producción, Comercio e Inversiones –COPCI- establece el principio constitucional de priorización de la inversión nacional en sectores estratégicos), o por ejemplo, para el servicio mayorista de fibra óptica y de comunicación por satélite para el caso de Argentina, aunque en este último caso dicha limitante fue derogada a fines de 2023 (DNU 70/23).

En relación con los beneficios para la radicación de emprendimientos productivos, no se observan en los países seleccionados políticas de radicación específicas para el sector, aunque si existen políticas generales donde podrían encuadrarse.

Uno de los esquemas más amplios y sistematizados es el aplicado en Ecuador, a partir de diversas reformas implementadas en los últimos años a la Ley de Inversiones, el impulso de las zonas francas (ZF), las zonas especiales de desarrollo económico (ZEDES)²⁷ y los contratos de inversión público-privados, que otorgan reducciones del impuesto a la renta a los nuevos proyectos y desgravaciones fiscales para la reinversión de utilidades, la incorporación de personal o de maquinaria. También existen beneficios adicionales para empresas que se radiquen fuera de los centros urbanos principales o para sectores denominados estratégicos, dentro de los cuales se destaca el de telecomunicaciones e industrias digitales²⁸. Finalmente, la Corporación Financiera Nacional (CFN) facilita el acceso a financiamiento al desarrollo de inversiones y exportaciones de alto valor agregado.

En el caso de Argentina se destaca la existencia de políticas sectoriales con incentivos particulares como, por ejemplo, en servicios basados en conocimiento o la producción de maquinarias y equipos, aunque ninguna con relación directa a la manufactura de fibra o cables ópticos. También existen beneficios para la incorporación de maquinarias y líneas de producción con reducciones impositivas (arancelarias e impuestos al consumo final) sin distinción del sector de destino o tipo de usuario, como el esquema implementado mediante la Resolución del Ministerio de Economía N° 256/1994. Asimismo, recientemente se ha sancionado el Régimen de Incentivo para Grandes Inversiones (RIGI), las cuales otorgan por 30 años reducciones del Impuesto a las Ganancias, créditos fiscales sobre Impuesto al Valor Agregado, exenciones arancelarias y otros beneficios a inversiones superiores a los 200 Millones de dólares, en tanto correspondan a actividades promovidas, algunas de las cuales sí podrían involucrar o alcanzar la producción de fibras y cables ópticos (proyectos de infraestructura, los orientados a la exportación en productos donde Argentina no tiene participación relevante en el comercio mundial, entre otros).

27. Otorga reducciones arancelarias y de IVA para los bienes importados, créditos fiscales en compras locales, exoneración del impuesto a la salida de divisas y reducción del impuesto a la renta si se radican fuera de Quito o Guayaquil. En el caso de Argentina se puede mencionar como beneficio adicional, la exención de los impuestos nacionales a la provisión de los servicios básicos.

28. Más información en <https://www.cancilleria.gob.ec/japon/wp-content/uploads/sites/11/2022/02/Presentacion-ley-de-inversion.vfinal.pdf>

Por su parte, Brasil también cuenta con regímenes promocionales más focalizados por sector e incentivos generales a la radicación en determinadas geografías (beneficios estatales). Si bien estos programas ciertamente implican ventajas efectivas importantes para las inversiones industriales y derivan en un posicionamiento competitivo respecto a la oferta importada, no se han detectado incentivos orientados específicamente al sector. Algunos de los programas más relevantes son la Ley de Informática, el Programa de Desarrollo de la Tecnología Industrial (PDTI) y la Política de Desarrollo Productivo (PDP). Asimismo, uno de los mecanismos más destacados en Brasil para favorecer la radicación de producciones industriales y su contenido local son los múltiples programas de apoyo financiero bajo condiciones diferenciales, entre ellos: el Programa de Financiación de las Exportaciones (PROEX), el Fondo de Garantía de las Exportaciones (FGE), el Fondo de Financiación de las Exportaciones (FFEX) y los créditos a la exportación financiados con fondos federales en el marco del programa BNDES-EXIM.

En el caso de Colombia y México los incentivos están más concentrados en el impulso a las exportaciones. En el caso de México, el programa más relevante es el INMEX (Industria Manufacturera, Maquiladora y de Servicios de Exportación), que cuenta con desgravación arancelaria y bonos fiscales para empresas exportadoras por más de 500 mil dólares anuales o cuyas ventas externas superen el 10% del total, entre otros beneficios. A su vez, el uso de herramientas de fomento mediante facilidades crediticias se instrumenta a través del Bancomext, que tiene una trayectoria de casi 90 años apoyando el desarrollo de inversiones en sectores estratégicos y otorga créditos por más de 7.500 millones de dólares por año.

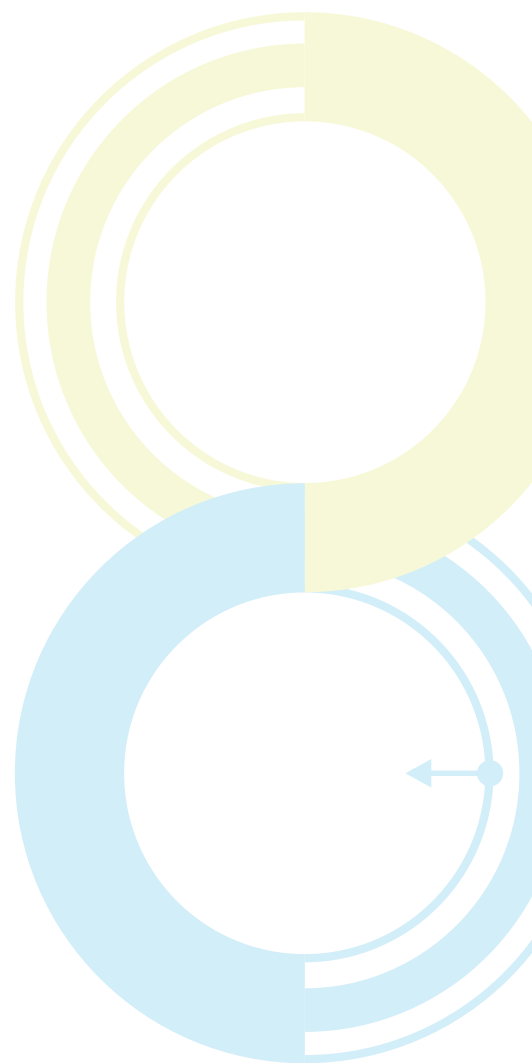
Para la exportación, todos los países aplican medidas orientadas a la devolución de aranceles y programas específicos de financiamiento. En el primer caso, mediante *drawback* o importación temporaria; aunque algunos agregan la devolución de impuestos internos e indirectos: en Argentina se conocen como “reintegros”, en Ecuador, “Certificado de Abono Tributario”, en Colombia, “Certificado de Reembolso Tributario” y, en Brasil, “Reintegra”. Adicionalmente, los programas de financiamiento de apoyo exportador son de uso difundido para la mayoría de estos países, abarcando líneas para capital de trabajo, adquisición de maquinaria, insumos o garantías.

Las zonas francas cuentan en cada país con adaptaciones particulares que las hacen más o menos efectivas para la exportación y la atracción de inversiones. En el caso de Colombia, su importancia es mayor, con beneficios arancelarios, fiscales y de facilidades de operación en múltiples actividades y su utilización como centro logístico para países del norte de Sudamérica y Centroamérica. Los programas de fomento adquieren diversos formatos zonas económicas especiales, enmarcadas en el denominado “Plan Vallejo”²⁹, pero en todos los casos son asimilables. En efecto, la planta de fabricación de cables ópticos de Furukawa se instaló en 2014 a instancias de dichos incentivos en la Zona Franca del Pacífico, ubicada en Palmira. Sin embargo, en 2024 la empresa anunció el cierre de esta operación debido a la creciente penetración de productos de China y la ausencia de incentivos suficientes para equilibrar las condiciones de competitividad. Si bien Colombia ha logrado incluir en sus acuerdos comerciales los productos originarios de sus zonas francas, lo cual es clave para potenciar su efectividad para la exportación, los datos de importación expuestos en los apartados anteriores ponen evidencia que esto no ha evitado un aumento en la participación de mercado de cables provenientes de orígenes extra-continetales, incluso en el mercado interno de Colombia, siendo que tampoco existen mayores requisitos para vender la producción de sus zonas francas.

29. <https://procolombia.co/transparencia/preguntas-frecuentes>

En Brasil se destaca la zona franca de Manaus con grandes reducciones fiscales nacionales y estatales, exenciones arancelarias para insumos y maquinarias, etc. En Argentina el Área Aduanera Especial de Tierra del Fuego, de características similares. Sin embargo, en el MERCOSUR los productos originarios de las zonas francas no encuadran en las reglas generales de preferencias entre los socios, por lo que han tendido a ser utilizadas mayoritariamente con objetivos de sustitución de importaciones para el mercado interno. Ninguna de las capacidades industriales de ambos países en el sector opera bajo este tipo de regímenes. Además, suelen existir diversos requisitos de integración local de procesos y/o bienes intermedios que las hacen más rígidas como plataformas de exportación.

Otro punto de coincidencia general es la preferencia por producción nacional en las compras públicas, en donde todos los países otorgan umbrales que pueden variar entre la reserva de mercado (caso de Ecuador) o porcentajes preestablecidos en las normas de contrataciones públicas y explicitados en las licitaciones, que en general oscilan entre 10% y 20% de preferencia (pueden encontrarse casos puntuales con márgenes de preferencias más altos, cercanos al 25%). Este tipo de programas cobra relevancia ya que muchos de los desarrollos de redes son realizadas, directa o indirectamente, en el marco de estas regulaciones.





7. ANÁLISIS FODA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE (ALC) DE LA CADENA DE VALOR DE FIBRA ÓPTICA



7.1. FACTORES CLAVE PARA LA DECISIÓN DE INVERSIÓN

La identificación de estos factores clave busca responder la pregunta “¿cuáles son los elementos que se tienen en cuenta para instalar una planta de fabricación de preformas, fibra o cables de fibra óptica?”, en un país o región determinado. Esto es esencial para definir las principales variables que determinan el atractivo de la inversión y las posibilidades de generar políticas públicas que la alienten.

Como primer punto, se descarta en principio la posibilidad de instalación de plantas de fabricación de preformas en la región, dado el alto requerimiento de escala. Además, las pocas compañías propietarias de la tecnología de producto concentran su producción en muy pocas localizaciones, donde tienen sus principales centros operativos y de I+D.

El tamaño de los mercados de ALC no es una ventaja a explotar en este sentido, quizás con la única excepción de México por su cercanía y el nivel de integración productiva con Estados Unidos. Incluso si la disponibilidad de materias primas básicas fuera una variable para la toma de la decisión, ningún país cuenta con ellas en abundancia o en condiciones diferenciales de competitividad. Adicionalmente, existe un exceso de capacidad productiva de preformas a nivel mundial, lo cual tampoco favorece la proliferación de nuevas unidades de producción.

Excluyendo entonces esta etapa de la cadena de valor, **las posibilidades de ampliar la capacidad productiva en la región se concentran en el estirado y cableado de fibras ópticas.** En este sentido, se identifican 6 elementos relevantes que inciden sobre la toma de decisiones de instalación y/o ampliación de las capacidades productivas locales:

- El tamaño y dinámica del mercado interno
- La cercanía geográfica y el grado de acceso a otros mercados relevantes
- La existencia de medidas para la promoción del abastecimiento local y de normas técnicas que aseguren la calidad
- El costo y disponibilidad de insumos
- El costo y disponibilidad de mano de obra
- El costo energético

La importancia e impacto de estos factores en los principales eslabones de la cadena se presentan en la Tabla 7.1.

Los factores asociados a la escala (tamaño y dinamismo del mercado local y cercanía a mercados relevantes, junto con medidas de promoción del consumo local de fibra y normas de calidad para impedir competencia de bajo costo / calidad) son determinantes en la decisión de inversión. Relacionado con este punto, la estabilidad económica y de reglas, así como de los planes de expansión de las redes es un elemento central.

Tabla N° 7.1

Importancia relativa de factores clave para la decisión de inversión, por etapas de producción de cables de fibra óptica

FACTOR	ESTIRADO	CABLEADO	OBSERVACIONES
Tamaño y dinámica del mercado local	XXXXX	XXXX	
Cercanía geográfica y acceso a mercados relevantes	XXXX	XXXX	En el caso de Cables, el factor logístico combinado a acceso preferencial es determinante para promover expo (Casos: México - USA y Brasil - Argentina)
Medidas de promoción al abastecimiento local y aseguramiento de calidad	XX	XXXXX	La estructura arancelaria y otras políticas públicas (Compre local, entre otras) tienen un efecto relevante principalmente para la fabricación de cables. En cuanto al aseguramiento de calidad, es relevante para mercados sin normas efectivas o para operadores de red orientados a costos (generalmente pequeños / medianos)
Costo / disponibilidad de otros insumos	X	XXX	El principal insumo en la etapa de Estirado es la Preforma. El peso de otros insumos (además de la fibra) es determinante en la producción de Cables
Costo y disponibilidad de mano de obra capacitada	XX	XXX	En nivel de capacitación requerido es más relevante en la etapa de Estirado. En Cableado, predomina la importancia del costo
Costo Energía	XX	X	

Fuente: Elaboración propia en base a entrevistas y análisis documental

Como información a considerar, se estima que el monto requerido para una planta integrada de estirado y cableado de fibras ópticas fluctúa entre 30 y 60 millones de dólares. A su vez, difícilmente una empresa incorpore en un país una planta de estirado de fibra sin disponer de una capacidad de cableado suficiente, dado que esto reduciría la eficiencia de todo el proceso por la incidencia de los costos logísticos y transaccionales. Para el estirado de fibra, la escala mínima estimada es de 3,5 / 4 millones de Km de fibra por año.

En el caso de una planta dedicada exclusivamente a la etapa de cableado esta inversión se reduce considerablemente y fluctúa entre los 4 y 20 millones de dólares³⁰, dependiendo del volumen y complejidad de los productos a elaborar. La escala mínima para este tipo de plantas es de unos 10.000 Km de cable por año, equivalentes a 240.000 Km de fibra (a 24 hilos de fibra por cable)³¹.

De lo anterior surge que la escala es un factor importante para ambas etapas, pero tienen un peso menor en la de cableado, especialmente cuando la producción está orientada a cubrir la demanda del mercado interno, donde contar con capacidades de *customización* del producto y el servicio son elementos diferenciales.

Por consiguiente, otro factor que favorece el desarrollo de capacidades es la aplicación de políticas de incentivo al abastecimiento local, así como la aplicación efectiva de normas técnicas que establezcan un estándar acorde al perfil productivo y del mercado local. En este último caso, la existencia de normas es relevante a la hora de limitar la utilización de cables de baja calidad en la construcción de redes troncales, locales y de FTTx³². Algunas instituciones internacionales como la IEC (International Electric Comision), la ITU (International Communication Union), entre otras, trabajan para la definición de estas normas, pero es importante también el rol de las instituciones locales para establecer los estándares mínimos y los controles de calidad necesarios.

El costo de los insumos tiene mayor impacto en la etapa de cableado, dado que es donde mayor valor económico se genera. Entre los insumos, se incluye obviamente la fibra, aunque su peso en el costo total del cable es relativamente bajo (fluctúa entre el 10 y 25% del total dependiendo el tipo de cable). La estructura arancelaria y los acuerdos preferenciales juegan aquí un rol importante, siendo mayor el peso sobre el abastecimiento de fibra que sobre la de cable dado que, como se mencionó previamente, en el segundo caso el impacto de los costos logísticos es sustancialmente mayor y las ventajas del aprovisionamiento local más evidentes.

En cuanto a la disponibilidad de mano de obra, el nivel de capacitación se eleva en las primeras etapas de la cadena de valor y va perdiendo intensidad en las siguientes. Un elemento importante a considerar es que las habilidades requeridas para la fabricación de cables de fibra son similares a las de energía o comunicaciones.

El costo de la energía no es vital para la decisión de inversión, aunque es relevante en la etapa de estirado, por el calentamiento del material necesarios para la extrusión de la fibra.

30. Los valores de inversión referidos en esta sección se obtienen de datos provistos por los entrevistados y por información pública de las empresas con operaciones en ALC.

31. Por otra parte, es importante remarcar que las empresas que cuentan con otras operaciones relacionadas a la fabricación de cables (de energía, de comunicaciones, de especialidades para la industria) pueden sustentar con mayor facilidad plantas de cableado de fibra al diversificar su producción y para una mejor absorción de gastos de estructura.

32. En general los grandes operadores (Telcos, Empresas Públicas de administración de Redes Troncales, etc.) suelen ser exigentes en cuanto a las características técnicas de los cables. Estas normas pueden ser importantes para limitar el desarrollo de redes de baja calidad cuando estas son desarrolladas por otros operadores que no cuentan con estas especificaciones

En el caso de otros productos que utilizan cable de fibra (particularmente Patches con conectores), el proceso productivo es similar al de fabricación de mazos de cables para el sector automotriz y no están incluidos en este análisis. En este tipo de productos, el costo y disponibilidad de mano de obra son los factores relevantes porque su incidencia es muy superior, junto con el acceso a insumos necesarios (esencialmente cables de fibra y conectores). Es probable entonces que países con escala de mercado de consumo total de fibra bajos puedan aprovechar los menores costos de mano de obra y ventajas de acceso a mercados importantes para instalar facilidades de fabricación de productos FTTx.

7.2. ANÁLISIS FODA DE ALC COMO RECEPTOR DE INVERSIONES EN EL SECTOR

7.2.1 GENERAL

El escenario al que se enfrenta ALC en el mercado de fibra y cables ópticos presenta oportunidades, a la vez que algunos países de la región cuentan con capacidades para el desarrollo de las etapas de estirado y cableado.

Tabla N° 7.2
Análisis FODA de ALC

OPORTUNIDADES	AMENAZAS
• Demanda mundial de fibra creciente potenciada por 5G, IoT, inteligencia artificial y la consecuente ampliación de redes • Mercado regional con potencial. Brecha digital amplia en ALC, requiere grandes inversiones • Tendencia de los jugadores principales a distribuir geográficamente la producción (especialmente en cableado por ventajas logísticas y de adaptación de producto) • Conflictos geopolíticos en un sector sensible puede promover abastecimiento de otras regiones / reconfiguración de la cadena de suministro	• Potencial exceso de oferta de cables de fibra con riesgo de caída de precios y prácticas de dumping • Concentración de la oferta de materiales básicos críticos para la producción de preformas (germanio) limita fuentes de abastecimiento de fibra
FORTALEZAS	DEBILIDADES
• Potencial de sustituir proveedores globales por regionales, dada la actual estructura de importaciones del Continente. • Plantas productivas ya instaladas en la región (disponibilidad de capacidades empresariales y de mano de obra) • Cercanía con uno de los principales mercados del mundo (USA), en algunos casos con ventajas de acceso frente a competidores extra-continetales • Disponibilidad de insumos y algunos países con capacidad de abastecimiento local • Tratamiento no discriminatorio de IED en el sector	• Inestabilidad macro y de política de desarrollo del sector de telecomunicaciones en algunos países • Mayores dificultades para una rápida expansión de la conectividad y de internalización del proceso de digitalización • Baja utilización efectiva de reglamentos técnicos en algunos mercados que impidan la competencia de productos de baja calidad • Competitividad de la cadena de valor respecto líderes mundiales (escalas de producción, precio de materias primas, logística internacional, entre otros)

Fuente: Análisis propio en base a entrevistas y análisis documental

Si bien el avance de la digitalización a nivel mundial representa un mercado de expansión para el sector, ALC puede ocupar un lugar relevante debido a que la brecha digital existente podría dinamizar la demanda, en la medida que se den las condiciones suficientes para acelerar el proceso de inversión necesario. Adicionalmente, desde la pandemia Covid-19, se ha fortalecido la tendencia al *nearshoring*.

El volumen de importaciones extra-regional de ALC fue superior a U\$D 79 millones para fibra y de U\$D 1.300 millones para cables ópticos, correspondiendo a los orígenes extra-Continetales el 62% y 70% del total de importaciones, respectivamente, porcentajes que se elevan al 67% y el 87% si se excluye a México (el cual se encuentra fuertemente integrado con Estados Unidos), con China como principal origen de con el 77% del total.

A su vez, si se consideran las importaciones de Estados Unidos, se observa que el 93% son extra-Continetales en fibras (U\$D 250 millones) y el 43% (U\$D 1.113 millones) en cables, en este último caso por el alto nivel de integración que presenta con México. Estas cifras representan un volumen significativo con vistas a incrementar la capacidad de abastecimiento local / regional. Únicamente considerando el segmento de cables, el potencial de sustitución de importaciones para todo el continente; es decir, ALC, Estados Unidos y Canadá, supera los U\$D 2.000 millones.

Tabla N° 7.3

Distribución de las importaciones sectoriales de ALC³³

ORÍGENES	FIBRAS		CABLES		TOTAL	
	DÓLARES	PART.	DÓLARES	PART.	DÓLARES	PART.
ALC	11.793.162	13%	56.177.728	4%	67.970.890	5%
Norteamérica	22.429.078	25%	362.031.638	26%	384.460.716	26%
Extra-Continental	56.909.953	62%	970.021.009	70%	1.026.930.962	69%
TOTAL	91.132.192		1.388.230.376		1.479.362.568	

Fuente: Elaboración propia en base a Comtrade (UN - Database)

Tabla N° 7.4

Distribución de las importaciones sectoriales de Estados Unidos

ORÍGENES	FIBRAS		CABLES		TOTAL	
	DÓLARES	PART.	DÓLARES	PART.	DÓLARES	PART.
ALC	14.927.660	6%	1.135.849.978	50%	1.150.777.638	45%
Norteamérica	3.089.109	1%	12.076.703	1%	15.165.812	1%
Extra-Continental	250.115.442	93%	1.113.477.530	49%	1.363.592.972	54%
TOTAL	268.132.211		2.261.404.211		2.529.536.422	

Fuente: Elaboración propia en base a Comtrade (UN - Database)

33. Únicamente se consideran los mercados más relevantes (Brasil, México, Argentina, Colombia, Ecuador, Chile, Perú, Bolivia, Uruguay, Paraguay, Costa Rica, Guatemala, Nicaragua, Honduras, Panamá y El Salvador)

Se abren así posibilidades para intensificar el desarrollo de capacidades productivas en la región. Como principales polos productivos, se destaca el potencial de México, por su cercanía y ventajas de acceso al mercado de Estados Unidos; y Brasil, debido al tamaño de su mercado y su cercanía con otros mercados relevantes de Sudamérica. Dicho potencial naturalmente está asociado al aumento de capacidades en la fabricación de cables, pero también incluye la posibilidad de traccionar la producción de fibras.

En el resto de los países, las oportunidades se concentran en la fabricación de cables ópticos, dada la menor escala exigida, los relativamente bajos requerimientos de otros factores, sumado a que varios países con mercados relativamente importantes aún no disponen de producción propia³⁴. También en la elaboración de productos relacionados, como cables FTTx, que requieren más mano de obra en el proceso. En este proceso, la Inversión Extranjera Directa (IED) está teniendo un rol relevante, en un contexto donde la región brinda un tratamiento favorable y sin restricciones de participación, no siendo un obstáculo para su crecimiento.

Este enfoque constituye un marco orientativo, dado que el potencial efectivo para la instalación de plantas productivas, y su localización, requiere un análisis preciso y pormenorizado del tipo de producto utilizado en cada mercado o sus potenciales socios comerciales, así como de los principales componentes que impactan sobre la inversión y los costos de operación.

7.2.2

PRINCIPALES MERCADOS DE ALC

Como ya fuera mencionado, Brasil cuenta con una de las principales estructuras industriales de la región, con capacidad de producción de fibra y cables ópticos. Motorizado principalmente por su mercado interno, ha alcanzado niveles de exportación de fibra que se concentran casi exclusivamente en Argentina (97%) y están algo más diversificados en cables, aunque con volúmenes relativamente bajos en ambos casos. Su potencial de crecimiento en una primera etapa parece encontrarse en la sustitución de importaciones de cables, centralmente provenientes de China, que explica más del 85% del total. Esto podría potenciarse mediante la expansión de su capacidad de exportación a otros países de la región. Brasil no alcanza a cubrir su demanda interna de fibras, aunque el nivel de importaciones, dado el tamaño de su mercado, no es tan significativo.

Argentina tiene un perfil productivo orientado a la producción de cables, centralmente para el mercado interno. Su oportunidad parece concentrarse en incrementar la participación el abastecimiento local y eventualmente aumentar sus exportaciones al MERCOSUR, donde en años anteriores evidenció cierto nivel de ventas. Sin embargo, esto requiere algún grado de “coordinación” si se tiene en cuenta lo referido en el párrafo anterior respecto a Brasil, algo que ocurre en múltiples sectores industriales dentro del bloque, debido a que el riesgo de un efecto sustitutivo entre ambos socios es relevante y, por lo tanto, las experiencias más positivas surgen cuando se logra un esquema de complementación productiva.

34. Adicionalmente, Chile y Perú cuentan con empresas líderes mundiales en fabricación de fibra y cables de fibra con instalaciones productivas en sus países (por ejemplo, Prysmian en Chile y Nexans en Perú).

Tabla N° 7.5

Análisis preliminar de Fortalezas y Oportunidades

PAIS	FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
Argentina	• Mercado de tamaño medio • Producción de cables de fibra ya localizada • Cercanía e integración con Brasil • Abastecimiento cercano (para cables) • Programas de expansión de redes con buen grado de avance	• Ampliar de capacidad de producción de cables • Incrementar integración y volumen de intercambio con Brasil y otros países de Mercosur
Brasil	• Mercado de gran tamaño • Producción de fibra y cables ya localizada • Cercanía con principales mercados de ALC y acceso preferencial en Mercosur • Abastecimiento local (para fibras y cables) • Programas de expansión de redes con buen grado de avance	• Aumentar capacidad de producción de fibra y cables (importaciones por UD 36 M y U\$D 154 M respectivamente) • Potenciar su rol como proveedor de fibra para países de la región
Chile	• Producción local de cables de energía • Buen desarrollo del programa de expansión de redes • Mercado de tamaño medio • Acceso preferencial a numerosos mercados de ALC y Norteamérica	• Instalar capacidad de fabricación de cables ópticos en nichos de mercado dados los niveles relativamente elevados de importación • Demanda creciente de fibra en Minería y Energías Renovables
Colombia	• Mercado de tamaño medio • Buen desarrollo del programa de expansión de redes • Preferencia de acceso al mercado de Estados Unidos • Incentivos a la radicación de empresas exportadoras	• Cuenta con ventajas de acceso en algunos mercados relevantes (EEUU entre ellos) • Instalar capacidad de producción (postcierre de planta de Furukawa) aprovechando capacidades técnicas y operativas existentes
Ecuador	• Existencia de producción local de cables de fibra • Mercado de tamaño medio • Buen desarrollo del programa de expansión de Redes	• Incrementar o maximizar la actual capacidad de fabricación de cables ópticos para abastecimiento interno e incremento de exportaciones
México	• Nivel de integración con EEUU • Alta capacidad de Producción de fibra y cables de fibra • Mercado de tamaño medio / grande • Fuentes de abastecimiento de materias primas local (para cables)	• Consolidar estructura de producción de fibra y cables ópticos a partir de la integración con EEUU • Incrementar su rol como proveedor de fibra y cables para países de la región
Perú	• Producción local de cables de energía • Mercado de tamaño medio (aunque con lento avance en el desarrollo de expansión de redes)	• Instalar capacidad de fabricación de cables ópticos dados los niveles relativamente elevados de importación • Demanda creciente de fibra en Minería

Fuente: Análisis propio en base a entrevistas y análisis documental

Por su parte, Colombia cambió su patrón de comercio a partir del cierre de la planta de cables ópticos de Furukawa. La posible reapertura de una planta de cables en el país dependerá de la dinámica de la demanda interna y de las ventajas relativas que se otorguen a la producción local y en menor medida (al menos en el corto plazo) del potencial de exportaciones.

En el caso de Ecuador, se observa un muy fuerte crecimiento del comercio, en particular en la importación de fibra y en la exportación de cables. Este crecimiento se explica por la puesta en funcionamiento de la planta de Fiberhome y por distintas iniciativas que muestran proactividad desde el sector público en términos de contar con mayores capacidades de desarrollo local de la cadena de valor. Las posibilidades de potenciar dichas capacidades, tanto para la sustitución de importaciones en el mercado interno como para determinados destinos de exportación, son palpables. El perfil productivo muestra un marcado grado de integración con China, que representa el 95% de las importaciones de fibra y el 84% de las de cables, mientras que las exportaciones se concentran a ALC y Europa.

México es el principal exportador de fibra y de cables ópticos de ALC, por un total de U\$D 1.080 millones, casi en su totalidad con destino a EEUU (97% del total) aunque también con exportaciones a otros países de ALC. Su nivel de integración con EEUU es muy elevado, centralmente importando cables ópticos (U\$D 331 millones, 43% del total) y fibra (casi USD 10 millones, 55% del total). Sin embargo, el crecimiento de China, que ya representa el 45% de la importación de cables ópticos (superando incluso a EEUU) es un elemento a destacar en su patrón de integración. Bajo este escenario, es esperable que México mantenga el actual perfil productivo y su crecimiento dependa centralmente de la demanda del principal socio comercial.

Aun cuando no cuentan con plantas productivas relevantes en la actualidad, los casos de Chile y Perú también representan a priori una oportunidad, dado el tamaño de sus mercados y que cuentan con capacidades industriales similares a las de fabricación de cables ópticos (por ejemplo, para transmisión eléctrica). Bajo ciertas condiciones de promoción de la inversión y de demanda, sería factible proyectar la instalación de plantas de cableado en ambos casos, donde el grado de avance y estabilidad de los programas de desarrollo de redes y la generación de ventajas a la provisión local pueden ser un factor clave. En ambos países, adicionalmente, la demanda de fibra óptica para la actividad minera, entre otras, puede ser un factor adicional a considerar en la proyección futura de la demanda. Probablemente, detrás del volumen global de importaciones de cierta envergadura puedan identificarse nichos sobre los cuales construir una capacidad inicial de abastecimiento local.

Los mayores requerimientos de escala de la etapa de estirado de fibra llevan a configurar una mayor concentración en pocos países, mientras que en la fabricación de cables la menor exigencia de escala y las ventajas de cercanía a los mercados permite una mayor distribución geográfica de la fabricación, aun cuando sus propios mercados no sean tan relevantes.

El caso de Argentina es relevante para comprender esta perspectiva futura para la región. El consumo de ese país, homogeneizado en kilómetros de fibra anual, se estima en 1,2 Millones aproximadamente. Esto representa entre 1/2 y un 1/3 de la escala mínima de una planta de estirado. Sin embargo, esa demanda permitiría la instalación de 3 o 4 plantas de cableado de escala mínima. En efecto, hoy existen dos plantas de fabricación de cables que cubren alrededor de un 60% de la demanda local e incluso cuentan con alguna capacidad de exportación. Estas plantas importan la totalidad de la fibra que consumen.

Estas características explican a su vez la actual estructura productiva de la región. Salvo Brasil y México, que cuentan con 3 o 4 instalaciones para el estirado de fibra, predominan las fábricas de cableado, con al menos 14 operando en la región.

En relación a la integración continental de ALC, esencialmente con EE.UU. y Canadá, la evidencia indica que potenciar el esquema actual de intercambio con México es el camino más adecuado, pudiéndose buscar algún grado de diversificación o complementación con países que tienen un acceso preferencial, como Costa Rica y Colombia (previamente al cierre de la única planta que operaba en dicho país).

A su vez, el elevado volumen de importaciones de fibra de EE.UU. provenientes de terceros mercados, plantean una posibilidad a explorar en términos de sustituirlas, ya sea expandiendo su propia oferta (lo cual facilitaría la integración con el resto de los países de ALC en este segmento), o bien expandiendo la de los principales países productores de la región, que ya cuentan con producción de fibra (Brasil y México).





8. CONCLUSIONES Y LINEAMIENTOS GENERALES PARA EL DESARROLLO DE LA CADENA DE VALOR DE FIBRA ÓPTICA EN ALC



8.1. VISIÓN GENERAL

Sobre la base del análisis realizado en las secciones anteriores, es posible delinear algunos elementos que puedan integrar una estrategia de desarrollo de la cadena de valor en ALC basada en una “sub-regionalización Norte - Centro - Sur” de las capacidades industriales, localizando en México y Brasil sus nodos principales. México por su cercanía y ventajas de acceso al mercado de Estados Unidos, y Brasil por el tamaño de su mercado y su cercanía con otros mercados de Sudamérica. Asimismo, ambos países cuentan actualmente con los entramados productivos sectoriales más sólidos de la región y tienen margen para aumentar sus porciones de mercado, tanto a nivel local como en países de la región donde la participación de importaciones extra-Contincontinentales es muy relevante.

En el resto de los países con capacidades industriales ya instaladas pero mercados de menor envergadura (por ejemplo, Argentina y Ecuador), las oportunidades se concentran en la fabricación de cables ópticos, dada la menor escala exigida y la posibilidad de generar valor mediante la customización de productos. Los relativamente bajos requerimientos de otros factores, sumado a que el resto de los países de la región con mercados importantes y sin producción local (por ejemplo, Chile, Perú y Colombia, que desactivó su operatoria industrial recientemente), permitiría expandir su inserción en terceros mercados. En el caso de Costa Rica, aprovechar las ventajas de acceso a los mercados de Centroamérica y eventualmente incrementar las exportaciones a Estados Unidos (USD 14 Millones en 2023).

Por otra parte, para alcanzar niveles de integración regional importantes es clave fortalecer la capacidad de producción de fibra en ALC; o bien, las cadenas de suministro desde Norteamérica, especialmente con Estados Unidos. En efecto, las principales empresas del mundo que ya se encuentran en la región o se radiquen potencialmente,

en la medida que no dispongan de oferta local de fibras en ALC de manera competitiva, seguirán abasteciéndose de otros orígenes, donde los datos de comercio exterior evidencian un predominio creciente de Asia.

En este sentido, evaluar el perfil de las empresas actualmente instaladas en la región es relevante para el análisis del potencial de crecimiento e integración de la cadena de valor, así como para proyectar el desarrollo de políticas que las promuevan.

8.1.1 PRODUCTORES GLOBALES CLAVES

Actualmente se destacan tres productores globales en ALC que poseen simultáneamente capacidad de producción de fibra y cables ópticos, ubicados en Brasil y México:

- Furukawa (Japón)
- Prysmian (Italia)
- Commscope (Estados Unidos)

Esta configuración evidencia que las mayores posibilidades de incrementar la integración de la cadena de valor en ALC se encuentra localizada en estos países, como productores de fibra y cables, en tanto el intercambio “intra-firma” o entre la firma y el país de origen de su casa matriz es un factor determinante.

Un caso particular a considerar es Corning. El principal productor de fibra en el mundo no posee plantas de fabricación en ALC. Su capacidad productiva, tanto de fibra como de cables, es muy significativa en Estados Unidos (y en China), por lo que su localización en la región podría ser un factor importante para el desarrollo integrado de la producción en la región. Un ejemplo de vinculación productiva de esta empresa se observa en Argentina, donde Corning abastece de fibras ópticas a un productor nacional, de escala mediana, a fin de aplicarles un proceso de conformación final y adaptación a las necesidades de nicho de clientes locales, representando un modelo que eventualmente podría replicarse en otros países, en particular aquellos que aún no cuentan con fabricación local de cables en forma masiva.

8.1.2 PERFILES DE ESPECIALIZACIÓN

Existe al menos tres perfiles de especialización o modelos productivos que podrían implementarse en la cadena de valor de ALC, tendientes a generar mayores capacidades integración regional:

- **Especialización en la producción de fibra y cables**

Este perfil tiene ventajas para desarrollarse en países que cuentan con un mercado interno de gran tamaño y/o condiciones favorables de acceso a mercados relevantes. Brasil y México son ejemplos donde predomina este modelo (más orientado a cubrir el mercado interno en el caso de Brasil y con fuerte integración con Estados Unidos en el caso de México, fabricando e importando fibra y exportando cables).

En estos países existe espacio para la convivencia de empresas totalmente integradas

con producción de fibra y cables con otras focalizadas en producción de cables e importación de fibras (principalmente empresas de origen China, ubicadas en Brasil).

En el caso de México la integración con Estados Unidos está avanzada, pero mantiene algunos márgenes para expandir este nivel de intercambio, no sólo en cables, sino también a partir de la potencial sustitución de importaciones de fibras ópticas desde orígenes extra-Continetales (que han crecido notablemente en los últimos años); o bien consolidar sus capacidades actuales de fabricación en este segmento.

Por su parte, Brasil orienta la mayor parte de su producción a cubrir el mercado interno. Si bien exporta fibras –aunque mayormente orientadas a la Argentina- y cables en forma más diversificada, el volumen de ventas externas podría expandirse con el objetivo de consolidarse como polo integrador de la cadena de valor en Sudamérica, lo cual naturalmente requeriría de un grado de coordinación de las políticas entre los diferentes países que promuevan dicha integración.

- **Especialización en la producción de cables mayoritariamente integrada regionalmente en el abastecimiento de fibra**

Es el perfil predominante en Argentina y Costa Rica. En el caso de Argentina, su potencial de crecimiento –potenciado por la presencia industrial de Furukawa- se concentra en la producción de cables principalmente para el abastecimiento de un mercado interno relevante, con posibilidades de promover algún incremento en la exportación a otros países de ALC, especialmente dentro del MERCOSUR. En el caso del comercio con Brasil, una estrategia combinada que aproveche sus ventajas de acceso y logísticas puede derivar en un perfil de especialización en la producción de cables que permita sustituir importaciones de otros orígenes, en un esquema potencialmente comparable al vigente entre México y Estados Unidos, aunque esto requiere un análisis más profundo en torno a su viabilidad y conveniencia económica. En el caso de Costa Rica, como se mencionó previamente, su mercado interno es actualmente el más importante de Centroamérica (excluyendo México) y a la vez cuenta con un mercado ampliado debido al acceso preferencial a Estados Unidos.

- **Especialización en la producción de cables no integrada regionalmente en el abastecimiento de fibras**

Es el caso de Ecuador. Posee un mercado interno suficiente para la producción de cables. Sus posibilidades de integración regional de la cadena son limitadas dado el perfil productivo de Fiberhome –única empresa operativa en el país-, que no incluye fabricación de fibra en la región. Su potencial de crecimiento se concentra en la búsqueda de una mayor capacidad de abastecimiento al mercado interno de cables y una expansión de las exportaciones a otros países de ALC, especialmente dentro del principal bloque comercial del cual es miembro (Comunidad Andina).

Finalmente, en el caso de Chile y Perú, los otros dos países de la región con mercados lo suficientemente atractivos para la fabricación local de cables, su potencial de integración se daría si alguna de las tres empresas mencionadas desarrolla capacidades de producción en este eslabón de la cadena. Ambos países (en particular Chile) podrían especializarse en algún nicho de mercado dentro del mismo, por ejemplo, en la producción de soluciones integrales para el segmento de Minería, en el que se prevé una demanda creciente. En ambos casos, se destaca la presencia de Prysmian con producción de cables para transmisión de energía, lo cual podría facilitar el desarrollo de cables de fibra, dada la similitud de los procesos productivos. Sin embargo, estas oportunidades se consideran de segundo orden en relación a los casos definidos previamente.

8.2.

PRINCIPALES NODOS DE INTEGRACIÓN REGIONAL

El enfoque planteado implica tres nodos “primarios” de implementación de una estrategia de desarrollo de la cadena de valor regional y, al menos, dos “secundarios” que contribuirían a tales efectos, pero su impacto se considera más localizado y, en alguna medida, menos efectivo³⁵.

Entre los primeros se encuentran:

México: el vector principal es potenciar la integración existente con Estados Unidos como principal proveedor de cables ópticos, sobre la base de un flujo comercial muy relevante e implica un intercambio de “dos vías”, ya que dicho país es el principal proveedor de las fibras y también el segundo proveedor de cables ópticos.

- **Brasil:** la oportunidad estratégica se centra en las posibilidades de desarrollo e integración regional de la cadena de valor que implicaría posicionarse como importante fuente de abastecimiento de fibras ópticas en el hemisferio sur del Continente y, a la vez, ampliar la capacidad de producción de cables en un mercado de gran escala y potencial de crecimiento (el mayor de ALC, de acuerdo a las estimaciones de inversión requeridas para cerrar la brecha digital con los países de la OCDE). A diferencia de México, se considera que el sesgo exportador en este caso sería menor, precisamente por la escala del mercado interno en relación al tamaño de los mercados de destino previstos y las desventajas de acceso a otros mercados.
- **Colombia / Costa Rica:** hasta el cierre de la planta de Furukawa en 2024, Colombia podía considerarse un caso de potencial de crecimiento, a partir de desarrollar su posicionamiento competitivo como plataforma de exportación de cables a los países de la zona andina y Centroamérica. No obstante, el mayor volumen de negocio lo podría aportar una eventual integración con el mercado de Estados Unidos, donde se advierten condiciones propicias, similares a las existentes en la actualidad entre dicho país y México, o más recientemente Costa Rica. Al menos dos tercios del potencial de expansión estaría asociado a esta integración.

Por su parte, entre los nodos de integración productiva secundarios se destacan:

- **Argentina:** cuyo potencial de integrar una cadena de valor regional se centra en la posibilidad de capitalizar sus capacidades actuales dentro del bloque comercial que integra (MERCOSUR), especialmente en caso de que resulte viable un intercambio de dos vías con su principal socio (Brasil), importando fibras y proveyendo cables, incluso a otros países del bloque que no cuentan con estas capacidades. Sin embargo, el bajo perfil exportador de dicho país en productos de estas características requiere un análisis que excede el presente trabajo respecto a su viabilidad económica y financiera. Por el contrario, se advierten menos interrogantes en torno a las posibilidades de ampliar sus capacidades industriales de cables con destino al mercado interno, integrando en este proceso el uso de fibras ópticas producidas en la región (Brasil).

35. En principio, estos nodos secundarios están acotados a los países que ya participan de la cadena de valor regional, pero podrían considerarse otros con algún potencial de integrarse al final de la cadena de valor en las etapas de cableado, donde el factor de customización puede ser un factor que justifique -dado el tamaño de sus mercados internos- algún desarrollo productivo en esta etapa.

- **Ecuador:** con un enfoque como productor de cables esencialmente para mercado interno y, en menor medida, países con preferencia arancelaria y otros donde es fundamental a su vez la estructura de abastecimiento definida por los fabricantes. En este caso no se advierten posibilidades de integrar regionalmente el aprovisionamiento de fibras, dado que el único productor de cables en el país no posee plantas en la región.

A fin de dimensionar de manera aproximada el impacto potencial de este enfoque, podría proyectarse un escenario en el cual se logra una sustitución parcial del volumen actual de importaciones originarias de países asiáticos, entendiendo que el fortalecimiento de la cadena de valor regional para los objetivos de “*nearshoring*” encuentran en estos flujos la mayor oportunidad. Sin dudas, el impacto estimado podría ser mayor si se consideran todas las importaciones extra-Continental, pero en términos relativos el espacio para sustituir proveedores en las cadenas de suministro se concentra en los primeros.

Si se asumiera que es posible sustituir entre un 30% y 50% dichas importaciones asiáticas dependiendo del nivel de concentración del origen de estas, el comercio intra-Continental se ampliaría en más de U\$D 750 Millones por año. Alrededor del 90% de dicho monto correspondería a cables, donde Estados Unidos explicaría más de un tercio, seguido con alrededor del 25% por México. El 10% restante del potencial sustitutivo correspondería a fibras ópticas, en cuyo caso Estados Unidos explicaría casi el 70% de este potencial.

Un dato interesante es que los países de la región que no cuentan con producción de fibras y/o cables ópticos no representan más del 15% del potencial de sustitución total, lo cual significa que, en esencia, un escenario de este tipo podría alcanzarse a partir de la coordinación entre los pocos países actualmente productores. Ciertamente, dicha coordinación resulta relevante a efectos de que las ganancias de la integración regional redunden en beneficios para todas las partes y no se concentra en alguna de ellas.

Estas estimaciones podrían reflejarse en un incremento equivalente del comercio intra-Continental, o bien, parcial, dado que naturalmente una porción simplemente impactaría como una reducción de las importaciones, sin una contrapartida en el flujo de exportaciones. Por otro lado, la estimación se realiza en términos estáticos, sin considerar el potencial incremento de la demanda de los mercados de destino, lo cual constituye un criterio conservador dado el escenario futuro que se proyecta para el sector.

8.3.

LINEAMIENTOS GENERALES DE POLÍTICA

El desarrollo de una posible estrategia productiva para ALC tendría como objetivos centrales promover la producción y el intercambio de fibras y cables ópticos, sobre la base de una mayor integración Continental de la cadena de valor. Como se sugirió previamente, ello requiere la generación de ámbitos de coordinación entre los países –al menos los involucrados estrictamente en la visión general-. El grado de éxito en la definición de objetivos comunes y la efectiva implementación de acciones que aporten a este objetivo es determinante. La siguiente tabla resume los principales vectores de implementación que podría contemplar la política sectorial en función de los perfiles de especialización mencionados. Estos instrumentos en muchos casos se complementan para lograr los objetivos más específicos.

Tabla N° 8.1

Instrumentos de política para el desarrollo de la cadena de valor en ALC

INSTRUMENTOS DE POLÍTICA PÚBLICA	PERFIL PRODUCTIVO		
	PRODUCTOR DE FIBRA Y CABLE	PRODUCTOR DE CABLE INTEGRADO REGIONALMENTE EN FIBRA	PRODUCTOR DE CABLE NO INTEGRADO REGIONALMENTE EN FIBRA
Estructura arancelaria	Homogeneizar, tanto como sea posible, los factores que inciden sobre los costos de importación de cables de orígenes extra- Continentales Facilitar acceso de bienes de capital (+ relevante en Fibra)	Facilitar acceso de BK Favorecer la reducción del costo importación de fibra de orígenes intra-regionales	Reducir costo importación de fibra cualquier origen en una proporción inferior a los orígenes intra-regionales Facilitar acceso de bienes de capital
Medidas de promoción de la inversión	Facilitar incremento de capacidad productiva de fibra y cable, a partir de instrumentos fiscales/ financieros existentes y su adecuación		Facilitar incremento de capacidad productiva de cable
Normas de origen	Evaluar la revisión de contenido local / regional en fibra conforme estrategia productiva, homogeneizando criterios		N/A
Normas técnicas	Promover la estandarización y normas de calidad, favoreciendo una armonización regulatoria en ALC y la integración Continental		
Fortalecimiento protección antidumping frente a competencia desleal/ predatoria	Agilizar procesos asociados a competencia desleal que afectan la producción local en fibra y cable		Agilizar mecanismos ante la competencia desleal que afectan la producción local de cable
Acuerdos comerciales con acceso preferencial	Facilitar importación / exportación de fibra y/o cables para promover integración regional y Continental (especialmente en fibras)		Facilitar exportación de cables
Compras públicas	Adecuar criterios de origen, contenido nacional/regional en pliegos licitatorios y facilitar el acceso a compras públicas		
Programas de promoción de exportaciones	Optimizar instrumentos de apoyo y reducción de la carga tributaria en fibras y cables	Optimizar instrumentos de apoyo y reducción de la carga tributaria en cables	
Otras	Fortalecer los planes de digitalización a nivel regional, precisando etapas y objetivos concretos. Acelerar la ejecución de programas orientados a expandir y mejorar la calidad de las redes digitales, dotándolos de mayores recursos y buscando la sinergia en ALC Conformar ámbitos de coordinación público-privados para adecuar la planificación y maximizar los resultados, tanto en materia de infraestructura digital como de integración regional de la cadena de valor		

Fuente: Elaboración propia.

Un aspecto relevante del análisis de la **estructura arancelaria** es que en muchos de los países existen ciertas limitaciones impuestas por los acuerdos vigentes para modificar los valores existentes. Por ejemplo, en el MERCOSUR, la posibilidad de reducir unilateralmente el arancel de un determinado producto se regula con un listado de 100 posiciones arancelarias (en el caso de Brasil y Argentina). Si bien hay formas para generar cambios permanentes en los aranceles de ciertos productos, en muchos casos requiere un esfuerzo de coordinación difícil de alcanzar. Se sugiere, en la medida de lo posible, avanzar en la armonización de criterios y esquemas arancelarios entre los países de la región.

Otro aspecto a tener en cuenta es el *trade-off* entre objetivos nacionales y regionales, ya que maximizar la escala productiva de una región puede resultar incompatible con la generación de una escala mínima distribuida en varios de los países que la conforman, dificultando el surgimiento de grandes exportadores regionales. Por este motivo, la selección de los principales nodos de integración regional y los perfiles de especialización mencionados priorizan una mirada regional, que implique asimismo una oportunidad de mejora para el conjunto de los países y principales mercados.

Sobre el particular, sería conveniente el establecimiento de pautas comunes entre los países, por ejemplo, en la definición de normas técnicas, que faciliten la integración y el intercambio regional, conformando asimismo un ámbito de diálogo sobre los acuerdos comerciales que sea necesario impulsar. Un reglamento técnico regional, que adopte las normas de Estados Unidos y Canadá favorecería este objetivo en el enfoque adoptado.

En el caso de Chile y Perú, ambos países tienen un mercado considerable para el desarrollo eventual de capacidades productivas en cables. Su integración comercial con otros países de la Alianza del Pacífico, que incluye a Colombia y México, emerge como elemento favorable en este aspecto para la integración regional con estos países, aunque las condiciones preferenciales son similares a las vigentes con varios países asiáticos. En cuanto al alcance de los acuerdos comerciales existentes entre estos países y el MERCOSUR, sería recomendable revisar el alcance sectorial a fin de evaluar la necesidad de precisiones que faciliten la eventual integración en fibras y cables con Brasil y Argentina.

En el caso que el contexto mundial de sobre producción de fibra y cables, especialmente en Asia, ponga en peligro estructuras productivas locales con episodios de competencia desleal, los **mecanismos de defensa comercial** en el marco de la Organización Mundial de Comercio suelen ser el mecanismo adecuado para impedir su depredación.

Por otro lado, la revisión de las **reglas de origen** de los productos es otro tema de importancia, especialmente en el caso de México y Brasil, donde se advierte la oportunidad de expandir las capacidades industriales en fibras, a partir de preformas de origen importado. En general, para estos productos predominan las reglas de “salto de partida”, lo cual no se daría en este caso, implicando que una fibra producida en un país y exportada a otro a partir del estirado de la preforma no lograría un acceso preferencial. Por lo tanto, la eventual adecuación de la estructura arancelaria vigente en los acuerdos comerciales también debería implicar una adecuación de las reglas de origen aplicables.

Del mismo modo, las legislaciones nacionales en materia de **compras públicas** pueden ser un instrumento muy potente para la integración, en la medida que integren los acuerdos preferenciales y exista un trato igualitario entre las partes. A su vez, lo mencionado respecto a las reglas de origen puede ser abordado en este marco, dado

que en general existen mayores grados de autonomía para fijar las condiciones técnicas exigidas a una oferta para que sea considerada nacional.

Los **incentivos e instrumentos de promoción** existentes en cada país, tanto para la radicación de empresas como para el desarrollo de la actividad y la exportación, tienden a ser adecuados como para permitir un encuadramiento de la cadena de valor de fibras ópticas. En el caso de Argentina y Brasil, se destacan beneficios más focalizados por sector y también incentivos a la radicación en determinadas geografías. En el caso de Colombia y México, los incentivos están más concentrados en el impulso a las exportaciones. En Ecuador se encuentran tanto para el desarrollo sectorial y geográfico como de exportaciones.

Dado el perfil de cada país, los instrumentos deben orientarse para optimizarlos y lograr los objetivos máximos (en una visión de equilibrio parcial). El tamaño del mercado local determina en buena medida la posibilidad de escala productiva y, por lo tanto, de integrar la cadena de valor. A su vez, el aporte relativo que podría derivar del acceso preferencial a mercados externos resulta trascendental para priorizar el uso de instrumentos de promoción.

En el caso que un país tenga un acceso a mercados externos más relevante que el tamaño del mercado local, o que contribuya a expandir significativamente su escala de demanda, el sesgo de los incentivos se debería inclinar a aquellos destinados a la exportación (aunque sujeto a la competencia tanto en el mercado de destino como en relación con los demás países también con acceso preferencial).

En el caso de México, el tamaño de su mercado interno y su acceso preferencial al gran mercado de Estados Unidos (y Canadá), claramente plantean un lineamiento de política que optimice como destino el mercado externo. Lo mismo aplicaría al caso de países como Costa Rica o Ecuador, o incluso Colombia en caso de reactivar la operación industrial. Si se culmina el proceso de integración de Ecuador a la Alianza del Pacífico se podría generar un impulso adicional a la estrategia descrita respecto a sus posibilidades de complementar producción esencialmente orientada al mercado interno, con el aumento de exportaciones a destinos que, si bien poseen arancel 0% (como por ejemplo Perú y Chile), tendrían un marco más favorable.

En el caso de los países del MERCOSUR, la necesidad de poner el foco en los impulsos de la política pública debería concentrarse en Brasil, especialmente en lo que respecta a su potencial como proveedor regional de fibras. Si bien los acuerdos comerciales de Brasil no aportan un mercado sustancialmente mayor, la mayoría de los países de la región –incluso el de su principal socio, Argentina– permiten el ingreso de fibra óptica con arancel 0%, dando la posibilidad de eventualmente impulsar las exportaciones a la región (aunque cabe la advertencia respecto a las reglas de origen). Finalmente, en el caso de Argentina, será clave la oportunidad de asentar su potencial en el acceso preferencial al mercado brasileño, lo cual permitiría darle un perfil exportador que actualmente no existe, aunque la competencia con las unidades radicadas en Brasil o las asimetrías competitivas limitan esa posibilidad.

Finalmente, un elemento esencial para asegurar niveles de demanda local adecuados es **profundizar la política de expansión de las redes**, aspecto esencial para reducir la brecha en digitalización que se observa en la gran mayoría de los países de la región. En este caso, se considera prioritario acompañar las capacidades de planificación de los países en la materia, siendo que el grado de “madurez” alcanzado es muy heterogéneo y en muchos casos se observa una mayor necesidad de precisión y *know how* para su implementación. Del mismo modo, la falta de **financiamiento constituye un factor central**, por lo que se recomienda potenciar los ámbitos de cooperación y coordinación público-privada, donde los organismos multilaterales y regionales de fomento pueden jugar un rol determinante.



9. BIBLIOGRAFÍA

B.1. DOCUMENTALES Y ESTADÍSTICAS

- Market.Us – Prudour, Reporte 2023 y anteriores (<https://market.us/>)
- Grand View Research, Reportes (<https://www.grandviewresearch.com/>)
- Market Research Future, Reportes (<https://www.marketresearchfuture.com/>)
- Otras publicaciones de consultoras y revistas especializadas
- Naciones Unidas, Comtrade (<https://comtrade.un.org/>)
- Observatorio de Complejidad Económica (OEC)
- Organización Mundial de Comercio (OMC), Database
- Mayor, Cesar Antonio Gerónimo (2018), “Manual de comunicación por fibra óptica”.
- Network Telecom Information Research Institute
- OCDE (2019), “The road to 5G networks experience to date and future developments”.
- Informes corporativos, reportes económicos (Formularios 10-K) y sitios institucionales de empresas referidas en el presente documento
- Informe anual del Índice de Desarrollo de la Banda Ancha Brecha digital en América Latina y el Caribe (BID), 2023
- “Broadband Policies for Latin America and de Caribbean” (OCDE), 2016
- Autoridades regulatorias en materia de telecomunicaciones de los países analizados
- Analysis Mason. Modelo de costes incrementales prospectivos a largo plazo (LRIC) de interconexión en redes fijas. Informe para la Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones (CMT - España)

B.2. SITIOS WEB

- [Stats.gov.cn](https://stats.gov.cn)
- [Bls.com](https://bls.com)
- [Techmania.ch](https://techmania.ch)
- [Statista.com](https://statista.com)
- [Mexicoindustry.com](https://mexicoindustry.com)
- [Usgs.com](https://usgs.com)
- [World-mining-data.info](https://world-mining-data.info)
- [Argentina.gob.ar](https://argentina.gob.ar)
- [ANATEL, Gov.br](https://anatel.gov.br)
- [Services.businesswire.com](https://services.businesswire.com)
- Otros sitios especializados y medios periodísticos

B.3. ENTREVISTAS

- Furukawa Electric Latam S.A., Juan Carlos Massone (ex Director Comercial y actual consultor para Sudamérica)
- Prysmian Energía Cables y Sistemas De Argentina S.A., Gabriel Krysiak (Director Comercial)
- Cimet – Optel S.A., Daniel Muldowey (Gerente Comercial de Infraestructura)
- Representantes de empresas prestadoras de servicios de instalación de redes y proveedoras de soluciones integrales (Confidencial)
- Representantes de operadoras de redes de telecomunicación (Confidencial)
- Cámara Argentina de Industrias Electrónicas, Electromecánicas y Luminotécnicas (CADIEEL)
- Consejo Profesional de Ingeniería de Telecomunicaciones, Electrónica y Computación (CO-PIPEC), Sub-comisión de Fibra Óptica, Argentina.

