

# REDES CONVERGENTES ÓPTICAS HACIA UNA INTELIGENCIA DE NEGOCIOS. CASO DE ESTUDIO: EMPRESA DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA DOMINICANA (ETED)

Santo Rafael Navarro  
Hayser Beltré Ferreras  
Josefina de los Santos

## RESUMEN

Esta investigación trata sobre la integración de las redes ópticas pasivas en el sector eléctrico. En el mundo entero existe una apertura de los mercados regulatorios que integra cambios y fusiones entre las telecomunicaciones y el sector eléctrico, como el caso de la Empresa de Transmisión Eléctrica Dominicana (ETED) para ofrecer los servicios de renta de Fibra Oscura, Longitudes Ondas y Ancho de banda a nivel comercial; para lo que requiere infraestructura, equipos ópticos y un nuevo modelo de negocios en su portafolio de servicios. En consecuencia, la empresa de transmisión puede construir y operar sus redes de comunicación de forma más competitiva que la establecida por los operadores externos en las redes privadas.

Como resultado, se crean las redes GPON para la última milla, lo que contribuye a optimizar dos ejes fundamentales: los servicios de teleprotección de las líneas eléctricas y las telecomunicaciones, de donde derivan las iniciativas de negocios a través de su plan de expansión.

Por último, la participación del gobierno electrónico en su estrategia nacional, para reducir la brecha digital en *e-Learning*, *e-School* (escuela electrónica o aulas digitales), *e-Student* (estudiantes digitales) y las *e-Libraries* (bibliotecas digitales), entre otros.

## PALABRAS CLAVES

*Optical Ground Wire (OPGW)*, Modelos de Negocios, TIC, mercado Carrier, CAPEX

## INTRODUCCIÓN

Este estudio aborda la aplicación de la tecnología Red Óptica Pasiva con Capacidad de Gigabit (GPON) a la red de fibras ópticas metropolitanas de la ETED, pues a través de dicha red GPON puede suplir la necesidad que presenta nuestra sociedad y otras sociedades del mundo, respecto a la demanda creciente de ancho de banda.

La finalidad de esta investigación es presentar la tecnología GPON como solución tecnológica para brindar servicios de banda ancha, optimizar los sistemas de teleprotección y motivar la participación del gobierno electrónico en las líneas de transmisión a las empresas y al gobierno, a través de la red de fibras ópticas de la ETED.

Se presenta toda la estructura de la tecnología de las redes ópticas pasivas (conocida por sus siglas en inglés GPON); se presentan los sobre la aplicación de dichas tecnologías en escenarios diferentes y similares; se presentan datos sobre la factibilidad de la implementación de esas tecnologías y se comparan con otras de fibra óptica para brindar servicios de banda ancha. Se realiza una investigación descriptiva–explicativa, para llegar a las conclusiones de esta investigación.

En el negocio de las telecomunicaciones se plantea formar los operadores “*carrier de carriers*” y las actividades que ello conlleva. Se necesita una extensión de red de fibra óptica la cual crecerá con los años a medida que se instalen nuevas líneas de alta tensión y se desplieguen nuevos tramos de cable de fibra utilizando la tecnología OPGW (*Optical Ground Wire*).

Por igual, el tráfico a soportar por dicha red también crecerá y variará a medida que se incorporen nuevos clientes y éstos demanden nuevos servicios, teniendo en cuenta que las estrategias individuales de cada cliente serán las que realmente definirán las demandas a suplir por la red de transmisión.

Por tanto, es crucial mantener una relación próxima y proactiva con los clientes potenciales, con el fin de realizar estimaciones de demanda y disponer de una orientación sobre los nuevos servicios a ofrecer, basado en la banda ancha. Sin embargo, dado que los clientes principales son operadores de telecomunicaciones (*carriers*), no se debe olvidar que los servicios que éstos solicitan están directamente relacionados con sus *Business plans*, o Planes de Expansión y Desarrollo del negocio, lo cual esas compañías consideran como información confidencial. Por ese motivo, las previsiones de demanda o servicio de los clientes potenciales se consideran información confidencial y sensible, y están sujetas a acuerdos de confidencialidad entre las partes.

Los servicios tipo *Carrier de Carriers* pertenecen a un modelo de negocios novedoso en el país y sin referentes previos; pero como no está orientado a un público amplio, los estudios de tendencias de evolución de la demanda de estos servicios en República Dominicana están basados en estimaciones de evolución de difícil contraste real.

La red *carrier de carriers* es un tipo de servicio que se adaptará, modulará y crecerá según las necesidades particulares de cada cliente, como el caso del Sistema Nacional de Emergencias al Ciudadano 911 y el Entrenamiento TIC y el *e-Learning*, a través del Gobierno Electrónico del país.

La ETED se reserva la posibilidad futura de ampliar su oferta de servicios, incorporando los servicios de transporte o enlaces de datos de gran capacidad a grandes corporaciones, siempre en el entorno de sus redes de comunicación corporativa. En esta presentación no se contempla dicho aspecto, pues se considera una posibilidad a mediano o largo plazo.

## OBJETIVO GENERAL

El objetivo general del presente documento es exponer el planteamiento económico-financiero asociado al negocio para la explotación de la red de ETED como operador de telecomunicaciones *Carrier to*

*Carrier* sobre la infraestructura de fibra óptica, con el fin de obtener la autorización pertinente para la provisión de servicios de comunicaciones y su impacto en las TIC de la República Dominicana.

Con esto se podrá realizar la integración del sistema de red óptica pasiva con capacidad de Gigabit, a través de las redes de fibra óptica (OPGW) de la ETED, y se podrán mostrar los resultados o conclusiones alcanzados tras el desarrollo de las primeras actividades desempeñadas dentro del servicio de consultoría para la implementación del negocio de Telecomunicaciones por Fibra Óptica de ETED. Estos resultados se concentran en el “Diseño de alto nivel de la red para los servicios a comercializar junto con la identificación de los nodos de la misma y sus requerimientos”, en función de su jerarquía y de los servicios que se ofrecerán desde los mismos (diseño “tipo” del nodo).

Para el desarrollo de este estudio se ha utilizado el análisis de la información con especial atención en:

- Los estudios anteriores desarrollados para ETED donde se analiza la viabilidad de la iniciativa. Se debe tener en cuenta que la última revisión se realizó en 2005, por lo que dichos estudios presentan cierta obsolescencia respecto a la situación actual, tanto en el planteamiento existente dentro de la ETED sobre la iniciativa como en los aspectos tecnológicos y de evolución de la red.
- El levantamiento de información existente sobre la red actual de fibra de ETED y las visitas realizadas a un muestreo de emplazamientos existentes que dan servicios de comunicaciones en autoprestación (protección eléctrica, telecontrol o SCADA y CCTV). Estos nodos de comunicaciones se ubican en subestaciones eléctricas.
- El Plan de Expansión de Transmisión (2013-2020), que muestra las nuevas líneas a construir y que utilizarán la tecnología OPGW (*Optical Ground Wire*) para el tendido de fibra a través del cable de guarda; así como el planteamiento de infraestructura de fibra a futuro realizado por la Dirección de

Tecnología de la Información y las Telecomunicaciones donde se puede identificar, además de fibra en nuevas líneas de transmisión, la previsión de fibra a través de la sustitución del actual cable de guarda en líneas existentes.

- La importancia del Gobierno Electrónico se debe a que el creciente proceso de globalización y desarrollo de la nueva sociedad de la información exige del Estado y del proceso de modernización de la gestión pública una actitud proactiva, efectiva y decidida, orientada a incorporar intensivamente el uso de TICs (Tecnología de la Información y Comunicación) en los procesos del Estado; de manera complementaria a otras técnicas y herramientas en los diversos ámbitos de la gestión como *e-Learning*, *e-School* (escuela electrónica o aulas digitales), *e-Student* (estudiantes digitales) e *e-Libraries* (bibliotecas digitales). De esta manera, el Gobierno Electrónico adquiere la doble dimensión de agente catalizador de los cambios en los procesos y de herramienta tecnológica como instrumento para mejorar el desempeño de los actos del Estado en la reducción de la brecha digital.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Crear nuevos modelos de negocios basados en las infraestructuras del proveedor.
- Desarrollar la logística y la infraestructura para la prestación de los servicios de telecomunicaciones.
- Desarrollar e implementar sistemas de alta tecnología.
- Tomar ventaja del internet y las tecnologías de información y comunicaciones.
- Fortalecer la actuación de los entes reguladores.
- Promover el intercambio de capital intelectual en la región, para no reinventar procesos.

- Elevar el nivel del capital intelectual centroamericano y dominicano.
- Apoyar al Gobierno Electrónico como un *Backbone* para intensificar el uso de las TIC.

## PRESENTACIÓN DEL TEMA O PROBLEMA

La mayoría de las empresas de electricidad del mundo operan hoy en un ambiente regulatorio que se caracteriza por la reciente liberalización de los sectores de energía y de telecomunicaciones.

Las redes inalámbricas son muy importantes, la tecnología se basa en el uso de un recurso finito, el espectro de radio. Por tanto, los circuitos troncales que utilizan F. O. asumen una importancia cada vez mayor como parte de la inversión total en infraestructura de telecomunicaciones (enfocado en una estrategia nacional del gobierno electrónico y una inteligencia de negocio). La demanda del sistema de telecomunicaciones de banda ancha para el Gobierno Electrónico y el sector privado.

Los sistemas eléctricos modernos se controlan en centros de despacho de energía, desde los que se ejecutan y supervisan operaciones a distancia mediante sistemas computarizados y sistemas de telecomunicaciones, para adquirir información automáticamente (SCADA).

## JUSTIFICACIÓN

En la actualidad las grandes empresas de electricidad, en especial las de transmisión, son menos conservadoras; es decir, más dinámicas y agresivas en cuanto a las implementaciones de tecnología de información y comunicación (TIC). Por consiguiente, se posicionan entre las primeras en reconocer el impacto de las TIC debido a la nueva generación de SMART GRID, llamadas también redes inteligentes, y el internet basado en protocolos IP que se proyecta en el futuro de las operaciones técnicas, financieras y de transferencia de conocimiento en las empresas del sector eléctrico.

En el mercado internacional las empresas de telecomunicaciones, incluyendo las subsidiarias de las empresas de electricidad, aprovechan los cambios dinámicos del sector tecnológico de la información y las comunicaciones en sentido general. En consecuencia, las operadoras mayoristas compran operadores minoristas o se asocian para ampliar sus ingresos, sus estrategias de mercado, y promover una relación más estrecha con los clientes finales. Por tanto, a medida que se establecen mercados en grandes zonas urbanas y zonas metropolitanas, las regiones de menor densidad de población ofrecen una oportunidad de crecimiento continuado.

Finalmente, en algunos mercados se considera que es de utilidad pública llevar comunicaciones de banda ancha a segmentos de las zonas rurales del país con servicio deficiente, donde la empresa de electricidad (o compañía de transmisión en conjunto con las operadoras u otras) ha establecido una presencia de ventas al por menor.

## METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Este estudio se basa más bien en la investigación cualitativa (*qualitative research*), para la cual se realizaron reuniones de levantamiento de información de mercado (demanda de la banda ancha), definición de costos de opciones y ofertas, definición del modelo de negocio comercial y de la organización, análisis cuantitativo, estimación de inversiones, revisión y ajuste de un plan de negocios, recomendaciones y selección de equipos, elaboración de un modelo de contrato con los proveedores y observación de la empresa consultora para ETED.

Se estudió la estrategia nacional de desarrollo y el Gobierno Electrónico, donde se encuentran las estrategias de las TIC para la reducción de la brecha digital. Además, se usaron métodos combinados para realizar esa investigación y, a partir de la aceptación que mostraron los operadores y agentes del sector eléctrico, se podrán sugerir las soluciones que darán efectividad a lo propuesto por el Gobierno Electrónico.

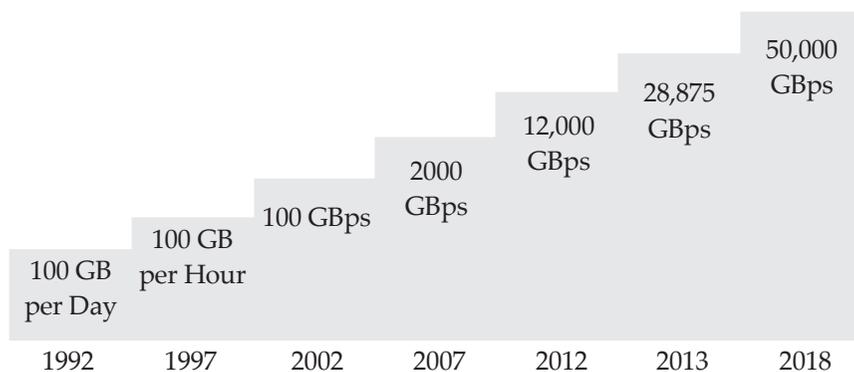
## SITUACIÓN ACTUAL DEL TRÁFICO MUNDIAL

Hacia 2030 las ciudades de los países en desarrollo albergarán al 80% de la población urbana del mundo, y se proyecta que para ese entonces esa cantidad habrá llegado a casi 5.000 millones. El despliegue mundial de la conectividad inalámbrica y por cable está impulsando una revolución en los consumidores. La creciente demanda de usuarios conectados desplaza el centro de poder dentro de la industria de las comunicaciones, fuera de los proveedores y las masas.

La nueva posición de los usuarios en el centro del universo tecnológico junto con la evolución de los dispositivos móviles —tablas, PDA, Google Glass, Smart Grid—, la madurez de la computación en nube y un salto en la velocidad de las redes hacia la virtualización, entre otros, está creando una tormenta perfecta entre las oportunidades y las amenazas de todo el sistema.

Se prevé que en el año 2016 el tráfico IP mundial llegará a 1,3 Zettabytes por año, o 110 exabytes al mes. Es decir, que prácticamente se cuadruplicará con respecto a los 31 exabytes mensuales correspondientes a 2011. Se prevé que en el 2016 el tráfico IP mundial promedio alcanzará los 150 Petabytes por hora, lo que equivale a 278 millones de personas transmitiendo de forma simultánea una película de alta definición (a una velocidad de transmisión promedio de 1,2 Mbps).

**The Cisco VNI Forecast Within Historical Context**



Source: Cisco VNI, 2014

Figura No. 1: evolución del tráfico de datos Mundial 1992–2018.

## NEGOCIOS GLOBALES

Se proyecta que el tráfico IP empresarial crecerá a una tasa compuesta anual del 24%, desde el 2010 al 2015. Los usuarios empresariales de internet del mundo aumentarán de 1,600 millones en el 2011, a 2,300 millones en el 2016. El servicio de videoconferencias de escritorio será el que crecerá con más rapidez en el mundo, pues sus usuarios aumentarán de 36,400 millones en 2011, a 218,900 millones en el 2016.

Los servicios basados en ubicaciones (LBS) móviles empresariales serán los servicios móviles empresariales de crecimiento más rápido en el mundo, y sus usuarios aumentarán de 27 millones en 2011, a 158 millones en 2016.

## EXPERIENCIA DE ESTADOS UNIDOS

En Estados Unidos la fibra óptica para el hogar (FTTH) ha sido un éxito rotundo. Datos reflejados por Verizon, la empresa proveedora de internet estadounidense, indican que en febrero del 2009 de los 265,000 nuevos abonados registrados, 245,000 contrataron una modalidad FTTH. Lo anterior muestra que más del 90% de los usuarios nuevos eligieron esa tecnología, lo que da una idea de la fuerza que la misma tiene en Estados Unidos. Del total de 8.2 millones de líneas de banda ancha que posee dicha compañía, un millón y medio funcionan a través de FTTH.

Eso proporciona la capacidad de las futuras mejoras a los servicios de internet y TV. El primer despliegue de GPON en Estados Unidos se extendió a los clientes de Lewisville, Texas, con un éxito rotundo; eso provocó el interés de los demás clientes para la adquisición de esa tecnología, tanto para el hogar como para las universidades y empresas.

Las redes de fibra óptica ofrecen un ancho de banda por medio de una sola fibra, con velocidades de transmisión de 622 Mbps (megabits por segundo) para descarga, y 155 Mbps de subida.

En la actualidad, más de 6.5 millones de hogares y empresas esparcidos en dieciséis estados están conectados a la red de fibra. Se estima que 3 millones de clientes se adicionarán cada año, o aproximadamente 22 millones de locales a finales de 2013. Las compañías de servicios de internet comúnmente ofrecen sus servicios a velocidades de descarga de hasta 50 Mbps y velocidades ascendentes de hasta 5 Mbps, a través de más de 1,600 comunidades de los dieciséis estados.

### EXPERIENCIA DE SURAMÉRICA

La demanda creciente que experimentará la banda ancha en el mercado de Colombia, hace que cada vez cobre más importancia el estudio de tecnologías innovadoras que permitan ofrecer a los usuarios un valor agregado a los servicios tradicionales prestados en las redes de cable y línea de abonado digital asimétrica (ADSL). Las características de WiFi y WiMax las hacen atractivas para operadores y prestadores de servicios, pues poseen 12,7 millones de clientes para sus operaciones de Telefónica Movistar y Telefónica Telecom; así como 78% de cobertura demográfica con telefonía móvil y 91% de cobertura geográfica con telefonía fija.

### EXPERIENCIA DE REPÚBLICA DOMINICANA (MERCADO CARRIER)

En República Dominicana no existe, hasta la fecha, un mercado del tipo *carrier de carriers*, como se pretende establecer con la iniciativa, a excepción del caso de la empresa Consorcio Energético Punta Cana-Macao (CEPM) que se menciona más adelante. Las empresas que disponen de infraestructuras de backbone/backhaul en fibra son principalmente los operadores de telecomunicaciones que ofrecen servicios a usuarios finales y que, por tanto, compiten con el resto de los operadores que podrían tener interés en contratar servicios tipo carrier.

En el país la transición urbana se encuentra en una etapa moderada y el porcentaje de la población urbana se ha duplicado hasta

registrar 9,880,505 de personas residiendo en las zonas urbanas en el 2014; con un total de líneas —Res. + Neg. + WLL + tel. públicos— desde 618,551 en 1996, a 10,585,091 en 2014 (total de líneas fijas, IP y móviles). Ante esos indicadores poblacionales y de infraestructura de banda ancha como inductor al sector eléctrico y de telecomunicaciones, la administración de la CDEEE puso en marcha el proyecto fibra óptica a través de los cables de guarda (año de 2004).

## ANÁLISIS DE LA TECNOLOGÍA

La Red Óptica Pasiva con capacidad de Gigabit (siglas en inglés: GPON) es una tecnología de acceso a servicios de banda ancha a través de la red metropolitana de fibras ópticas de la ETED. En la actual sociedad dominicana, al igual que en otros países del mundo, existe una demanda creciente de ancho de banda debido a la necesidad de manejar mayores cantidades de información de voz, data y video, tanto a nivel empresarial como a nivel residencial.

En el Distrito Nacional, que es en donde están las principales empresas y centros urbanos de mayor demanda de los servicios de voz, data y video, se hace necesaria la incorporación de nuevas soluciones competitivas para suplir la necesidad de esos servicios. Debido a la creciente demanda de las sociedades para un mayor ancho de banda, existe la necesidad de integrar todas las redes de telecomunicaciones alrededor del mundo. Con eso se podrían satisfacer la necesidad de mayor velocidad y mayor ancho de banda, y encaminarnos en la tendencia de integrar nuestras redes al mundo. Por ello se deben aprovechar las ventajas que brindan las plataformas de telecomunicaciones existentes en el Distrito Nacional.

## CONCEPTO FIBRA ÓPTICA

En un sistema de transmisión por fibra óptica existe un transmisor que se encarga de transformar las ondas electromagnéticas en energía óptica o luminosa, por ello se le considera el componente activo

de ese proceso. Una vez que se transmite la señal luminosa por las minúsculas fibras, en otro extremo del circuito se encuentra un tercer componente al que se le denomina detector óptico o receptor, cuya misión consiste en transformar la señal luminosa en energía electromagnética, similar a la señal original.

En ese orden, el sistema básico de transmisión se compone de señal de entrada, amplificador, fuente de luz, corrector óptico, línea de fibra óptica (primer tramo); empalme, línea de fibra óptica (segundo tramo); corrector óptico, receptor, amplificador y señal de salida. En resumen, en ese proceso de comunicación la fibra óptica funciona como medio de transporte de la señal luminosa, generada por el transmisor LED'S (diodos emisores de luz) y el láser.

## REDES DE DISTRIBUCIÓN GPON

Los principales operadores de telecomunicaciones del mundo definen redes avanzadas convergentes de banda ancha basadas en IP, que permiten ofrecer más servicios sobre la misma infraestructura a unos precios cada vez más competitivos. Además de reducir la inversión necesaria en equipamiento de red, esa convergencia trae consigo una reducción de la complejidad de la gestión y unos costos operativos más bajos para los operadores. Entre las tecnologías más interesantes que permiten esa convergencia, cabe destacar en la parte del bucle de abonado el GPON, la tecnología de acceso mediante fibra óptica con arquitectura punto a multipunto más avanzada en la actualidad.

La economía de escala y experiencia acumulada en el núcleo de la red, con elevados niveles de tráfico sobre sistemas WDM (*Wavelength División Multiplexing*), permite que la viabilidad económica de la fibra y los componentes ópticos sea un hecho. Los servicios que se pueden emplear sobre una red de esas características son además los mismos que se pueden ofrecer sobre la red móvil, gracias a la integración que supone la introducción de IMS (*IP Multimedia Subsystem*).

## CONCEPTO DE FTTH

La tecnología de telecomunicaciones FTTH (del inglés *Fiber To The Home*), también conocida como fibra hasta el hogar, se basa en la utilización de cables de fibra óptica y sistemas de distribución ópticos adaptados a esta tecnología para la distribución de servicios avanzados a los hogares y negocios de los abonados, de servicios como Triple Play, telefonía, internet de banda ancha y televisión. La implantación de esta tecnología toma cada vez más fuerza especialmente en países como Estados Unidos y Japón, donde muchos operadores reducen la promoción de servicios ADSL en beneficio de la fibra óptica, con el objetivo de proponer servicios muy atractivos de banda ancha para el usuario (música, vídeos, fotos, etc.).

La tecnología FTTH propone la utilización de fibra óptica empleando una multiplexación por división de longitud de onda (WDM). La red de acceso entre el abonado y el nodo de distribución puede realizarse con una topología en estrella (conexión punto-punto) o una red óptica pasiva (del inglés *Passive Optical Network*, PON) que reparten la información entre varios usuarios. Al ser el ancho de banda del bucle de abonado elevado permite transportar la información directamente con JDS a tasas de 155,622 Mbps o superiores.

Las arquitecturas basadas en divisores ópticos pasivos se definen como un sistema que no tiene elementos electrónicos activos en el bucle, cuyo elemento principal es el dispositivo divisor óptico (*splitter*) que, dependiendo de la dirección del haz de luz, divide el haz entrante y lo distribuye hacia múltiples fibras o lo combina dentro de una misma fibra. La filosofía de esta arquitectura se basa en compartir los costes del segmento óptico entre los diferentes terminales, de forma que se pueda reducir el número de fibras ópticas. Así, por ejemplo, mediante un splitter óptico una señal de vídeo se puede transmitir desde una fuente a múltiples usuarios. Las PON aparecen actualmente como una solución que ofrece fiabilidad y facilidad de despliegue. La topología en estrella provee de 1 o 2 fibras dedicadas a un mismo usuario, lo que proporciona un mayor ancho de banda, aunque sigue siendo la solución más cara de todas.

## SERVICIOS DIGITALES EN REPÚBLICA DOMINICANA

Para el 2004 la República Dominicana era el país de Latinoamérica con mayor capacidad y ancho de banda internacional per cápita para los servicios de internet, sobrepasando la de países de mayor dimensión territorial y poblacional. La República Dominicana tiene una capacidad de 5 STM1 (un STM-1 = 155 Mbps) para 8.5 millones de habitantes, similar a la que tiene Colombia para sus 45 millones de habitantes. De modo que un STM-4 = 622 Mbps sería el tráfico del país; mientras que una casa en Japón, por ejemplo, es STM-16 = 2.5 Gbps.

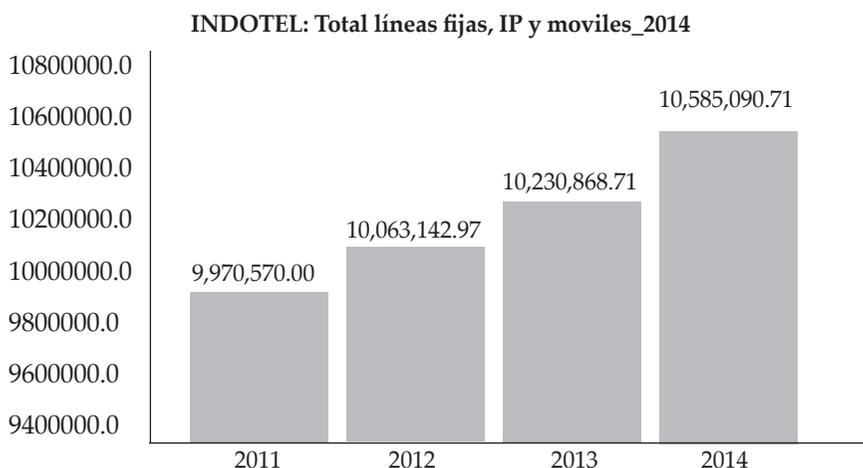


Figura No. 2: número de cuentas de usuarios 2014. Fuente: INDOTEL, 2014.

## TECNOLOGÍA GPON

Los FTTH (*fiber to the home*, o fibra al hogar) y el estándar de acceso se denominan GPON (*gigabit capable passive optical network*, o red óptica pasiva con capacidad de gigabit). Bajo el modelo tradicional, la conexión de fibra óptica solo llega a las centrales o los nodos de la empresa operadora, y el tramo final de la red (conocido como “la última milla”) se realiza mediante un cable telefónico o coaxial, lo que limita las velocidades de conexión.

La gente estará conectada en todo momento a internet por una autopista de alta velocidad, con lo cual se disparará la calidad de sus servicios de entretenimiento, información y comunicaciones.

## DISEÑO DEL NEGOCIO

La ETED pretende maximizar la garantía del servicio público, la percepción de calidad de servicio por parte de los clientes, el desarrollo de la sociedad de la información en la República Dominicana y la rentabilidad de la infraestructura utilizada. Para ello, se configura una organización de profesionales de alto nivel técnico y profesional, con ambición de emprendimiento, desarrollo y servicio.

Un operador de telecomunicaciones tiene como principal objetivo proveer servicios de comunicación electrónica (voz, datos, acceso a internet, televisión, tanto en modo fijo como en movilidad), a particulares y empresas. Para ese fin requiere de una infraestructura de red de acceso y de transporte.

La ETED se enfocó inicialmente en ofrecer las posibilidades de transmisión o transporte a través de la fibra óptica a empresas operadoras de telecomunicaciones que ofrecerán servicios al usuario final. Es decir, el negocio se basa en cubrir las necesidades de alta capacidad de transmisión de la red de transporte de los operadores. De ahí que se identifique como operador en modo *carrier de carriers*.

Las modalidades de los servicios a ofertar se describen en el porfolio de productos; por tanto, el negocio se orienta a potenciar precisamente las capacidades de transmisión que ofrece la fibra óptica. El punto de partida es una red DWDM de última generación orientada a minimizar el uso de la fibra óptica, que es un bien finito, para la creación de canales de tráfico de capacidades máximas. El canal de tráfico básico que se establece es de 100 Gbps, en una lambda de una fibra óptica. En cada fibra se pueden multiplexar hasta 88 lambdas, por lo que el tráfico teórico a gestionar como fibra única podría ser de 8.8 Tbps.

La organización se orienta a cumplir el SLA (*Service Level Agreement*) comprometido con cada cliente y proveer el servicio contratado y la fidelización de los clientes, con el objetivo de aumentar las ventas. Ante esta iniciativa de incursionar en el sector de las telecomunicaciones, se plantean las siguientes consideraciones para afrontar el negocio:

- **Oportunidad:** se presenta una oportunidad de negocio debido a la necesidad de transporte de las comunicaciones de buena parte de los operadores (en especial de los alternativos). Adicionalmente, en el futuro la propia Administración Pública (organismos gubernamentales) podría tener interés en contratar servicios para la creación de una red pública corporativa.
- **Necesidad de adaptación al sector:** el planteamiento actual considera ofrecer una nueva forma de alquiler de servicios de enlaces troncales, como la longitud de ondas ( $\lambda$ ) que no ha sido comercializada hasta la fecha. Esto supone un cambio de mentalidad en el uso de infraestructuras de terceros.
- Lo anterior conlleva una adaptación y cambio de mentalidad de los clientes potenciales, que debe estar irremediamente unido a la generación de confianza por parte de la Empresa Carrier mediante el aseguramiento de unos niveles altos de calidad y disponibilidad de la red (Acuerdos de nivel de servicio, o SLA por su sigla en inglés).
- Esto implica un cambio en la forma de abordar el negocio respecto a la manera que se afronta el sector eléctrico, lo que requiere mayores niveles de confiabilidad y responsabilidad hacia los clientes del sector telecomunicaciones. Adicionalmente, la Empresa Carrier deberá prestar especial atención a la necesidad de marketing y comercialización de los nuevos servicios (actividad no habitual en el ámbito eléctrico), así como en la gestión y operación de los servicios de telecomunicaciones.
- **Impulso del sector de las telecomunicaciones:** es previsible que la puesta en el mercado de una infraestructura de fibra como la que se pretende permitirá un salto o impulso considerable del sector de las telecomunicaciones en el país, lo que fomentará la competencia y extensión de servicios de mayor calidad y capacidad por parte de los operadores, en beneficio del usuario final.

- Adicionalmente, se podría facilitar el desarrollo de iniciativas desde INDOTEL u otros organismos gubernamentales, para la extensión de servicios de telecomunicaciones a zonas donde no llega la cobertura de las iniciativas privadas (reducción de la brecha digital).

La oferta al mercado se focaliza en:

- Venta de IRUs de lambdas: deberá tenerse en cuenta que esta opción de producto a comercializar requiere control y la monitorización, ya que se cede el uso de una longitud de onda que se transporta conjuntamente a otras dentro de una misma fibra. Por ello, podrían provocarse interferencias e incompatibilidades técnicas entre el equipamiento del cliente y el propio del negocio para la provisión de servicios a través de lambdas adyacentes, lo que justifica la necesidad de establecer unos límites o restricciones a cumplir por los clientes que adquieran este producto.
- Capacidades de transporte: esta se plantea como la actividad principal, pudiéndose ofrecer transporte desde 100 Mbps hasta 100 Gbps.
- Alquiler de fibra oscura: esta opción se plantea de manera residual y únicamente para clientes de titularidad pública pudiéndose establecer restricciones de forma adicional en la distancia mínima de fibra a alquilar.

En sentido general e independientemente de la tipología del servicio contratado, las condiciones del servicio a prestar se plantean como sigue:

- La prestación del servicio se limita a las instalaciones de la Empresa de Transmisión, con entrega en los nodos de telecomunicaciones (puntos de presencia). Esos puntos se encontrarán mayormente en las subestaciones, y en menor medida en otras instalaciones de la Empresa de Transmisión por donde pasa la infraestructura de fibra (Centro de Control, almacenes).

- El servicio incluye la infraestructura y equipamiento para la prestación del mismo, a excepción de los equipos propiedad del cliente y necesarios para la integración y retransmisión de tráfico desde el nodo de telecomunicaciones de las subestaciones hasta la red del cliente.
- No se permite actuar sobre las instalaciones del nodo, por lo que las necesidades de conectividad y alimentación están incluidas en el servicio.
- Se establece un plazo máximo para la provisión del servicio desde la firma del contrato, por ese motivo se cuenta con cierto stock de equipamiento y materiales para hacer la provisión y alta del servicio, o bien realizar un procedimiento de compra de materiales cuando se produce la petición o necesidad.
- Disponibilidad de al menos 40 longitudes de onda (preferiblemente para soportar comunicaciones basadas en 100 Gbps) y posibilidad de ampliación de la capa fotónica al entorno de 80 lambdas por fibra.

## PORTAFOLIO DE SERVICIOS

El planteamiento principal de productos o servicios a comercializar se basa en el alquiler de lambdas o longitudes de onda, y el servicio de transporte de gran capacidad.

Alquiler de Lambdas. Como *carrier de carriers*, la red se basa en soluciones DWDM que permiten establecer un número de lambdas sobre una única fibra. Esta tipología de servicios será previsiblemente una de las que demandarán los potenciales clientes, principalmente aquellos que requieren mayor capacidad y desean disponer de mayor control sobre su red de transporte.

Alquiler capacidad de transporte. Esta tipología de servicios se concibe para cubrir las necesidades del abanico de operadores (grandes, medianos y pequeños). La definición del portafolio de productos se plantea considerando el crecimiento paulatino del tráfico que podría derivar en trasladar el servicio a la gama de alquiler

de lambdas anteriormente descrito (aunque eso podría no ser necesario pues se ofrece un servicio de altísima capacidad a 100 Gbps).

Propuesta de precios. Seguidamente se propone un planteamiento teórico de los precios que se aplicarán para la comercialización de los productos descritos. Debe tenerse en cuenta que en este tipo de mercado es habitual aplicar rappels de compra o descuentos por volumen de servicios contratados, con el fin de primar o compensar con mejoras económicas los servicios contratados por los “mejores” clientes.

Servicios de alquiler de lambdas. La siguiente tabla muestra el precio propuesto, que se articula en función de la distancia entre los puntos de presencia del enlace (la medición se realizará sobre la base de las medidas reales sobre la fibra utilizada):

Alquiler Lambdas en IRU	IRU a 5 años (por Km)	IRU a 10 años (Km)	IRU a 15 años (Km)
Primeros 20 Km	150,000.00 USD	210,000.00 USD	285,000.00 USD
A partir Km 20 hasta 50 Km	40,000.00 USD	56,000.00 USD	76,000.00 USD
A partir Km 50 hasta 100 Km	25,000.00 USD	35,000.00 USD	47,500.00 USD
A partir Km 100	12,000.00 USD	16,800.00 USD	22,800.00 USD
Mantenimiento anual	3%	3%	3%

Tabla No. 1. Precios del servicio de alquiler de lambda.

Como se ve, el precio medio anual se ha reducido en función del compromiso de derecho de uso irrevocable (siglas en ingles IRU), ya sea para un mayor número de años dado que los pagos de este tipo de contrato se efectúan al inicio de los mismos. Se establece un precio por Km en función de rangos de distancia, se realiza el pago del servicio en los primeros años del mismo (entre los años 1 y 3). Adicionalmente, se imputa un 3% del costo anual establecido para el servicio por concepto de mantenimiento del mismo.

## PROYECTO ECONÓMICO FINANCIERO: EL MERCADO CARRIER EN LA REPÚBLICA DOMINICANA

Anteriormente se mencionó que en el país no existe, hasta la fecha, un mercado del tipo *carrier de carriers* como se pretende establecer con la iniciativa, a excepción del caso de la empresa Consorcio Energético Punta Cana–Macao (CEPM). Las empresas que disponen de infraestructuras de *backbone/backhaul* en fibra son, principalmente, operadores de telecomunicaciones que ofrecen servicios al usuario final y que, por tanto, compiten con el resto de los operadores que podrían tener interés en contratar servicios tipo carrier.

Los Operadores de telecomunicaciones disponen de fibra desplegada en el interior de las ciudades donde ofrecen servicios. Sin embargo, sólo los grandes operadores cuentan con infraestructura de fibra en tramos interurbanos. La situación de la infraestructura en fibra de los principales operadores es la siguiente:

- Claro-Codetel: como operador incumbente el país cuenta con la mayor red de fibra óptica en República Dominicana y ofrece servicios de transporte de capacidad, aunque dada su posición de dominio los precios son elevados (el modelo utilizado es principalmente en forma de Derechos Irrevocables de Uso–IRU, en su acepción inglesa).
- Orange: cuenta con fibra desplegada entre Puerto Plata y Santo Domingo llegando hasta el NAP del Caribe, pero no comercializa servicios como tal. Únicamente realiza swapping de servicios con otros operadores cuando lo considera de interés.
- Tricom8: en los últimos años ha procedido a desplegar infraestructura propia de fibra óptica, pero no hay constancia de que comercialice servicios tipo carrier.
- Columbus: dispone de fibra propia entre su *landing point* en Santo Domingo y el NAP del Caribe, y entre Santo Domingo y Santiago. Ofrece servicios de capacidad a grandes corporaciones para interconectar sus sedes, como respuesta a la pérdida de negocios en comunicaciones submarinas por la llegada del cable propiedad de América Móvil (Claro).

- Aster: cuenta con fibra propia en el enlace Norte del país (Santiago–Santo Domingo) y en el Este (Santo Domingo–Higüey), pero no hay constancia de que comercialice servicios tipo carrier.
- Operadores de cable: disponen de fibra muy localizada para interconectar las poblaciones entre las que proveen el servicio de televisión de pago, pero no hay constancia de que comercialicen servicios tipo carrier.

### *UTILITIES Y GESTORES DE OTRO TIPO DE INFRAESTRUCTURAS*

Es habitual a nivel mundial que además de las infraestructuras de fibra desplegadas por los operadores de telecomunicación, existan otras desplegadas por *utilities* o gestores de otro tipo de infraestructuras para soportar servicios de telecomunicaciones en auto-presntación. Eso ocurre con compañías eléctricas, gaseras, de suministro de agua, concesionarias de autopistas, gestores de infraestructuras ferroviarias, etc.

En el caso de República Dominicana además de la fibra de ETED que es la base del negocio que se contempla, existe la tendida por el Consorcio Energético Punta Cana–Macao (CEPM). Esa compañía dispone de fibra entre el NAP del Caribe y la Costa Este (zona de Punta Cana / Playa Bávaro). CEPM comercializa desde hace tiempo servicios sobre su excedente de fibra, principalmente en forma de transporte de capacidad, aunque existe algún caso de alquiler de fibra oscura (único ejemplo identificado en el país de ese tipo de comercialización). En ambos casos el modelo utilizado es el de IRUs.

Con lo expuesto se puede concluir que se abre una oportunidad de aprovechamiento de la infraestructura de fibra propiedad de la ETED, la cual se motiva y justifica en la necesidad del sector eléctrico. Eso permite la búsqueda de un aprovechamiento mayor, que lleve al desarrollo del propio sector de telecomunicaciones al proporcionar enlaces de muy alta capacidad, lo que en definitiva resultará en un avance tanto en calidad como en capacidad de los servicios de telecomunicaciones que las prestadoras ofrecen a los dominicanos.

## MERCADO POTENCIAL

A priori, todas las empresas que ofrecen servicios de comunicación electrónica a través de su infraestructura o mediante alquiler de la de terceros, son potenciales clientes de los servicios a comercializar por la empresa; sin embargo, se estima que serán los grandes operadores que ofrecen servicios triple y cuádruple-play —como Claro-Codetel, Orange-Tricom (con alguna incertidumbre tras la compra de ambos por parte de Altice), Columbus y Aster— los que previsiblemente tendrán mayor interés.

En un segundo grupo se encontrarían operadores alternativos para los que esta iniciativa podría suponer una oportunidad de extender su negocio a nuevas poblaciones, así como un salto en la capacidad y tipo de servicios ofrecidos: Wind Telecom o Viva-Trilogy.

En último plano se encuentra un gran número de pequeños operadores locales, mayoritariamente de televisión por cable que, de adoptar estrategias de expansión a nuevas zonas, o bien agruparse para tratar de competir en mejores condiciones en el sector de las telecomunicaciones, podrían contratar algunos servicios. En caso contrario, se considera que las necesidades de transporte de ese tipo de operadores serán reducidas por lo que, a priori, no tendría sentido contratar los servicios a la Empresa de Transmisión, sino directamente a nuestros clientes (los operadores más grandes mencionados anteriormente).

Debido a lo novedoso del tipo de negocio que se inicia, se realizó una estimación de la demanda en base a encuentros bilaterales los cuales están sujetos a compromisos de confidencialidad. Eso implica que las necesidades de los servicios a ofrecer están íntimamente ligadas a las estrategias y los planes de expansión de las diferentes compañías que operan los servicios de comunicaciones públicas en el país, lo cual consideran las mismas como información “altamente confidencial”.

En cualquier caso, a partir de los diversos encuentros entre responsables de empresas prestadoras de servicios de telecomunicación en el país y los responsables de la ETED, se puede afirmar que los primeros manifestaron abiertamente su interés de utilizar

la infraestructura de fibra propiedad de la ETED para la extensión de sus servicios e infraestructuras a lo largo de República Dominicana. Entre estas compañías se encuentran: Claro, Aster, Columbus y Tricom (manifestación previa al proceso de compra anteriormente mencionado).

Por este motivo el proyecto económico-financiero se ha ejecutado sobre la base del cálculo de un punto de sostenibilidad del negocio, de forma que se establezcan los ingresos mínimos necesarios para los primeros años de explotación.

## CAPEX

Conceptualmente CAPEX (*Capital Expenditures*, o inversiones en capital) abarca las inversiones realizadas por una empresa para mejorar el negocio, o poner un negocio en marcha. Suele utilizarse para adquirir activos fijos, equipamiento nuevo, etc. Los desembolsos relacionados con CAPEX son amortizados o depreciados a lo largo de la vida útil del activo en cuestión.

El objetivo es describir todas las inversiones que se acometerán mientras dure el proyecto, para el desarrollo del negocio *carrier de carriers*. Se deben describir los requerimientos técnicos, el equipamiento, la construcción de los nodos y los puntos a actualizar, teniendo en cuenta la tasa de inflación correspondiente. También se deben contemplar otras inversiones necesarias para la puesta en marcha del negocio, como las asociadas a la puesta en marcha de la empresa, que incluyen desde el material ofimático hasta el material técnico de los trabajadores de la empresa, entre otros.

Las inversiones asociadas a los requerimientos técnicos de la red se agrupan principalmente en 3 apartados:

- La infraestructura e instalaciones de los nodos de telecomunicaciones a construir en las subestaciones.
- El equipamiento óptico de la red DWDM a desplegar.
- El equipamiento de gestión y operación a instalar en el NOC.

## CESIÓN DE USO DE LA FIBRA

Para poner en marcha el funcionamiento de la fibra, es necesario que la ETED ceda el derecho de uso de la fibra que se encuentra en el interior del cable de guarda, a lo largo de sus líneas de alta tensión. Para ello, se establece un contrato entre ambas partes en el que ETED cede a su subsidiaria el uso de la Fibra. Ese derecho de uso supondrá una aportación al capital de la subsidiaria, cuyo valor económico se propone según se describe más abajo. En primer lugar, se tendrá en cuenta el número de kilómetros de fibra óptica y el tipo de cable que ETED cederá para cada fase:

(en Km)	Cable 48	Cable 24
Fase I	630,00	260,00
Fase II	130,00	340,00
Fase III	330,00	870,00

Tabla No. 2. Estimación en km de la fibra utilizada por fase y tipo de cable.

Y se tendrá en cuenta el precio de suministro e instalación de los cables con tecnología OPGW con cable de 12, 24 y 48 fibras en su interior. La valoración de la aportación al capital del uso de la fibra se estima en base al incremental que supone la instalación de cables de 24 o 48 fibras OPGW, frente a la de un cable OPGW de únicamente 12 fibras que serían las necesarias para los servicios de autoprestación del sector eléctrico. De ese modo:

$$\text{IRU (derecho de uso irrevocable)} = (630+130+330) \cdot (13.650-10.725) + (260+340+870) \cdot (11.700-10.725) = 4.621.500 \text{ USD\$}$$

## ANÁLISIS DE RENTABILIDAD

El escenario de análisis se ha construido bajo una serie de hipótesis ya comentadas, que hacen que el negocio evolucione según se muestra en el gráfico:

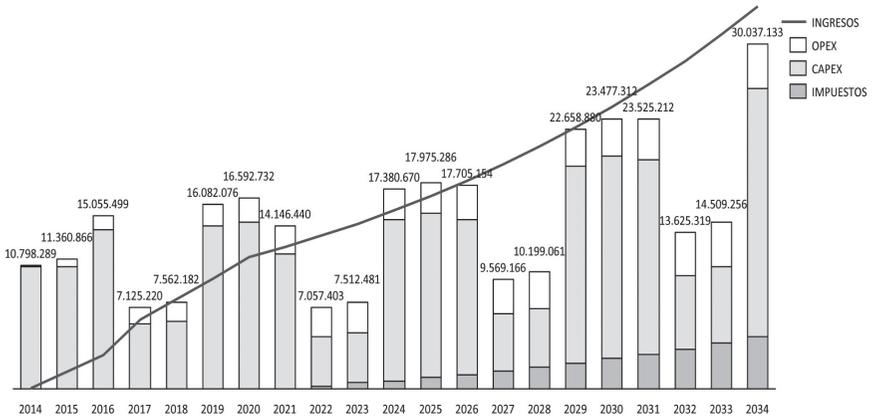


Figura No. 1. Evolución del negocio (USD). Fuente: ETED.

## ARQUITECTURA

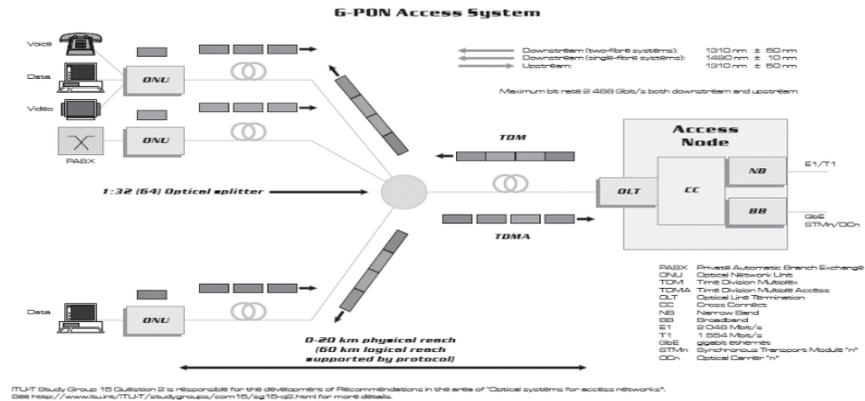


Figura No. 2. Redes de servicios públicos de telecomunicaciones con Gigabit PasGigabit Passive Optical Network (GPON), 2017. Recuperado de <https://www.linkedin.com/pulse/gigabit-passive-optical-network-gpon-amirthanathan-prashanthan>

La imagen anterior muestra la segregación del tráfico. El tráfico dedicado a la actividad de la utilidad operacional deberá estar completamente separado del tráfico en relación con los servicios de telecomunicaciones. El máximo nivel de diferenciación en Acuerdo de Nivel de Servicio (SLA) y red de alta confiabilidad se muestra en las operaciones de los sistemas de apoyo (OSS) / sistemas de apoyo a las empresas (BSS), que son apoyo para los nuevos servicios.



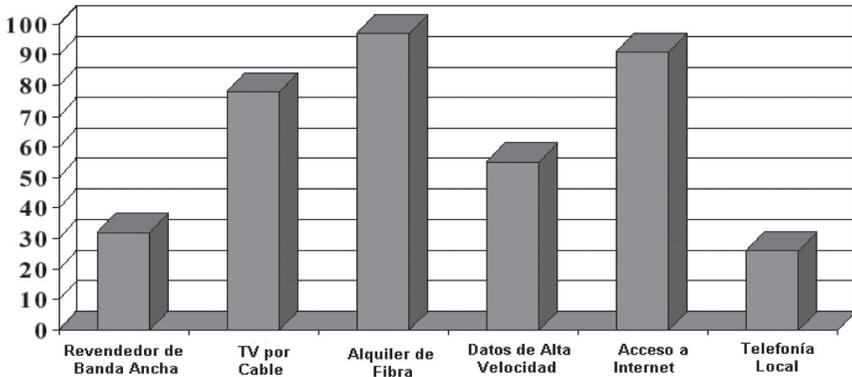


Figura No. 6. Servicios Ofrecidos por las Compañías de Telecomunicaciones de Empresas Eléctricas Públicas. Fuente: ETED, 2014.

## ESFUERZO DEL GOBIERNO ELECTRÓNICO

El gobierno electrónico ha hecho esfuerzos para:

- Establecer servicios a través de la informatización:
  - La reciente aplicación del GOB.
  - Centro de Atención al Ciudadano.
- Modernización de las oficinas públicas y privadas:
  - Portal online que permite a los usuarios acceder a los datos de dichas instituciones, entre otras:
    - Universidades
    - Bancos
    - Oficinas del Estado
    - Telefónicas
    - Canales de televisión
    - Emisoras de radio

- Aseguramiento de componentes básicos de e-Gov: OPTIC, CNSIC, etc.
- Creación de leyes y decretos que regulen el comercio electrónico y las firmas electrónicas, entre otras cosas.

## ENTORNO DE MERCADO DE LAS TELECOMUNICACIONES Y LAS TIC

- Ambiente Educación
  - Educación 2.0
  - Uso de las Tecnologías de Información y Comunicación en el marco de la modernización del Estado.
- Ambiente de los negocios
  - Banda ancha como oportunidades de aumentar la penetración residencial triple (video, voz, internet).
  - Mayor ancho de banda para los servicios empresariales.
  - Migración a 3G, 4G y 5G (con tecnología WIGI - Massive MIMO).
  - Aumentar los ingresos por la diversificación de las ofertas de servicios.
  - Desregulación del mercado mundial, lo que se abre a la competencia.
- Ambiente de la tecnología.
  - IP se convierte en la tecnología de la unificación.
  - Carrier Ethernet para convertirse en las tecnologías de redes convergentes.

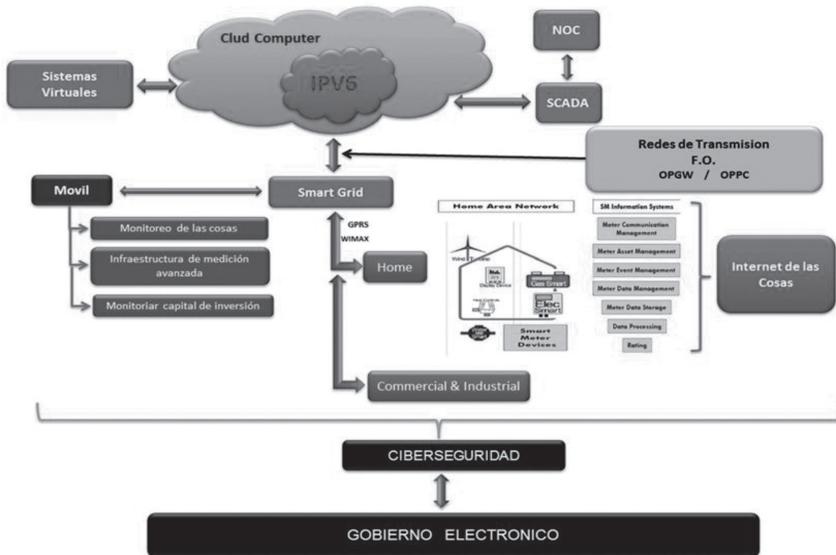


Figura No. 7. Modelo esquemático del gobierno corporativo. Fuente: propia.

## RECOMENDACIONES

Es importante y beneficioso para el país implementar la instalación de redes de fibra óptica pues éstas:

- Permiten la transmisión de varios servicios a mayor velocidad y a menor costo.
- Brindan mayor capacidad de ancho de banda (voz, data y video e internet).
- Mayor alcance según el plan de expansión.
- Vida útil de mayor duración.
- Son inmunes a interferencias electromagnéticas.
- Disminuyen los costos de mantenimiento.
- Reducen la brecha digital a través del gobierno corporativo.

- Incrementan la flexibilidad y escalabilidad de red.
- Incrementan la gama de servicios para suplir y recibir.

## CONCLUSIONES

Con la implementación de los servicios de redes de fibra óptica se incrementarían los servicios ofrecidos a través de la informatización: la reciente aplicación del GOB (“centro de atención al ciudadano”).

Se modernizarían las oficinas públicas y privadas ya que tendrían un portal online que permitiría a los usuarios acceder a los diferentes datos de dichas instituciones. Entre esas empresas se destacan: universidades, bancos, oficinas del Estado, telefónicas, canales de televisión y emisoras de radio, entre otras.

La implementación de estos servicios asegurará los componentes básicos de e-GOV: OPTIC, CNSIC, etc. Para ello se debe proceder a la creación de leyes y decretos que regulen el comercio electrónico y las firmas electrónicas, entre otras. De esa manera funcionará correctamente el gobierno corporativo.

El esquema anterior refleja que, efectivamente, con la implementación de redes GPON se contribuye a incrementar la cobertura de los servicios de telecomunicaciones en el territorio nacional. La red que se establezca permitirá el transporte de comunicaciones de todo tipo, y especialmente las de banda ancha. Esa implementación permitirá reducir la “brecha digital”, pues dispondrá de la capacidad de ancho de banda necesaria para impulsar la sostenibilidad de proyectos, en la medida que las condiciones de mercado lo permitan.

La gran capacidad de la red propiciará también la integración de las necesidades de información de las oficinas y dependencias del Estado en términos de “gobierno electrónico”, con lo que se mejorará la eficiencia y transparencia de los procesos. La implementación por igual implicará capacitar y regular los servicios basados en internet, para que las telecomunicaciones motoricen el éxito de nuestros países en el marco del DR-CAFTA ya que actualmente de

dos prestadoras que había antes de dicha legislación, se incrementaron a seis y en la prestación de datos compiten tres operadores.

República Dominicana contará con mejor banda ancha y mejores oportunidades para aumentar la penetración residencial triple (video, voz, internet). También tendrá mayor ancho de banda para los servicios empresariales y contará con buena migración a 3g, 4g y 5g (con tecnología WIGI-Massive Mimo). Además, aumentará los ingresos por la diversificación de las ofertas de servicios.

Más aún, una vez implementado el proyecto de introducción de fibra óptica en toda la red de distribución de energía eléctrica de la CDEEE, representada por ETED, el país se beneficiará con la versatilidad que ofrece esta tecnología y sus ventajas. Pero lo más importante de este proyecto es el excedente de espacio de transmisión de comunicación que dejará, que fácilmente se podrá utilizar para la comunicación comercial y privada de servicios telefónicos, de datos de videos y audio, así como de conexiones de internet. Se destaca el auge e incremento del mercado debido a la gran oportunidad de negocios en las telecomunicaciones, en las empresas y en las comunidades, lo que conllevará a una mejor economía para los ciudadanos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Black, Uyles (1999). *Tecnologías emergentes para redes de computadoras*, Prentice Hall Hispanoamérica S.A., México, segunda edición.
- Blake, Roy (2004). *Sistemas electrónicos de comunicaciones, cables de fibra óptica y sistemas de transmisión WDM Internacional*, Thomas Editor S. A., México, segunda edición.
- Cadenas Sánchez, Xavier; Zaballo, Agustín; Salas Dumejo, Diego y Gergi (2006). *Guía de sistema de cableado IEEE y AENOR 35-45*, Experiencia Ediciones S.L, Primera edición. USA.
- Cisco (2015). *Visual Networking Index: Global Mobile Data Traffic Forecast Update, 2014–2019*, USA.

- Corporación Dominicana de Empresas Eléctricas Estatales (2014), Empresa de Transmisión Eléctrica Dominicana, Plan de expansión del sistema de transmisión 2008-2014, R.D.
- García Barría, César Arsenio (2006), *Tesis, análisis de la tecnología IP sobre WDM*, Escuela de Electricidad y Electrónica, Universidad Austral de Chile, Chile.
- INDOTEL (2014). Ley GT 153-98, Instituto Dominicano de Telecomunicaciones, República Dominicana, ISBN-10: 0131889184, USA.
- Jiménez Cortes, J. Carlos. *Fibras ópticas, transmisión de luz*, CEAS, S.A., España, 1993.
- Kema Consulting (2010). Corporación Dominicana de Electricidad (CDE) *Proprietary, Fiber Optics Feasibility Study*, Edificio CDEEE, República Dominicana.
- Kema Consulting (2012). "La fibra, el estudio óptico de la viabilidad", Corporación Dominicana de Electricidad (CDE), USA.
- Lara Rivas, Nelson Ernesto (2007). Master en Tecnología de Sistemas de Información, Universidad Politécnica de Madrid, España.
- McLeod, Raymond (2010). *Management Information Systems*, 10/E, Editorial Prentice Hall, University of Texas at Austin, George Schell, University of North Carolina at Wilmington.
- Marston, R. M. (2000). *Circuito de Optoelectrónica, Fibra Óptica y Láser*, CEAC, segunda edición, USA.
- Montás, Juan Temístocles (2012). Estrategia Nacional de Desarrollo 2030, Ministro de Economía, Planificación y Desarrollo, República Dominicana.
- Press, Barry y Press, María (2001). *Redes con Ejemplo*, Pearson S. A., primera edición, Perú.
- Ramírez Vásquez, D. José (2004). "Estación de Transformación y Distribución, Protección de sistemas eléctricos", CEAC, R. D.

- Saavedra, Fideromo, USACH; Olivares, Ricardo, UTFSM (2004). "Sistemas de Transmisión WDM", Congreso Senacitel, Valdivia, USA.
- Sajjord, Edgard L. *Introducción a la fibra óptica y el láser*, Paraninfo, S.A. Madrid, España.
- Serway, Raymond A. (1995). *Física, fibra óptica*, McGraw-Hill, tercera edición, 1995, USA.
- Superintendencia de Electricidad (2007). Ley General de Electricidad No. 125-01, de fecha 26 de julio del 2001, Gaceta Oficial No. 10095 modificada por la ley No. 186-07, de fecha 06 de agosto del 2007, República Dominicana.
- Tomasi, Wayne (2003). *Sistemas de comunicaciones electrónicas*, Prentice Hall, cuarta edición.
- Turban, Efraim; Sharda, Ramesh; Delen, Dursun y King, David (2010). *Business Intelligence*, 2da. edición, Editorial Prentice Hall, ISBN-10: 013610066X, USA.

## CONSULTAS WEB

<http://gobiernoelectronico.gob.do/> actualizado al 4/2/2015

<http://www.eurescom.de/public/projects/P1000-series/p1014/default.asp>

<http://www.idg.es/comunicaciones>

<http://www.itu.int>

<http://www.itu.int/itu-t/index.html>

<http://www.opencontent.org/openpub/>

<http://www.Optical-networks.com/editor.htm>

<http://www.radioptica.com>

<http://www.telefonica.es> área proyectos

[http://www.CINIT-ArtículoWDM\\_Una Tecnología con Fibra.htm](http://www.CINIT-ArtículoWDM_Una_Tecnología_con_Fibra.htm), agosto 2001.

<http://www.comsoc.org/pubs/commag/commag.html>

<http://www.conelectronica.com>

<http://www.optic.gob.do/> actualizado al 6/7/2013

<http://www.revistamercado.do> actualizado al 6/7/2013