

Estudio y diseño para la construcción de una red GPON FFTH, en una urbanización del cantón Manta – provincia de Manabí.

Marcos Lenin Dávila Arteaga 1,

1. Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, Ecuador. Ave Urbina y Ché Guevara, Portoviejo.
mdavila@utm.edu.ec

Abstract— Fiber to the home (FTTH) for development of conton Manta - in the study and design work for the construction of a network with Gigabit Passive Optical Network (GPON) is performed. Through research, you can come up with fiber to each household of urbanization, using GPON technology, so users can access telecommunications services faster and opportune times based on the concept that these networks reach speeds in Gigabit per second (Gbps) according to the needs of each client, becoming a useful technology to manage a modern and effective communication.

Index Terms— GPON, FTTH, Fiber Optics, design, development, construction

I. INTRODUCCION

La civilización humana ha cambiado del trabajo manual al trabajo con máquinas a partir de la revolución industrial desde el siglo 19, la misma que ha sido seguida por tres rápidas revoluciones tecnológicas durante los siglos 20 y 21, determinándose en 1880 Sistemas Eléctricos (Rasner Jorge, 2008), en 1950 Computadoras, Electrónica y Telecomunicaciones (Gutierrez Pablo, 2010) y en 1980 procesamientos de datos en un mundo globalizado (Junta de Comercio y desarrollo, 2015). (Enríquez Harper, 2013), lo que ha determinado que la competencia en el mercado dependa de quien tenga más y mejor información en el menor tiempo posible, con la finalidad de lograr sus objetivos.

Las Telecomunicaciones en el mundo y en el Estado Ecuatoriano son la base para el desarrollo de las actividades productivas y de todo tipo (ARCOTEL, 2013). La historia recoge diferentes maneras de comunicación a lo largo de los siglos pasados, desde las pinturas, los gráficos de las escrituras con jeroglíficos, la cuantificación de los objetos a través de los números, hasta el inicio del lenguaje que permitan enviar mensajes o comunicaciones que tenían el gran inconveniente de tardarse mucho en llegar a sus destinos (Martín Manuel, 2007). La telegrafía a través del cable mejoró la manera de comunicarse entre las ciudades, considerándose a este evento como el inicio de una revolución tecnológica permanente y dinámica que parece que fuera ilimitado, con la finalidad de mejorar las telecomunicaciones en calidad y tiempo, para obtener mejores y más eficientes servicios.

El área de las telecomunicaciones basada en una tecnología de punta que cada vez es más rápida y eficiente, ha ido cambiando desde los sistemas analógicos hasta los sistemas digitales, alimentados con señales eléctricas hasta llegar a las señales ópticas, que brindan velocidad, claridad y excelente

definición en los servicios requeridos, lo que ha marcado una tendencia mundial en el campo de las telecomunicaciones, pues las distancias se han acortado y la globalización del desarrollo de los pueblos está basado en el manejo de la información a velocidades que cada vez son más rápidas.

En Ecuador la Corporación Nacional de Telecomunicaciones (CNT), es la institución que ha tenido y tiene bajo su responsabilidad, administrar el área estratégica de las telecomunicaciones, con la finalidad de brindar un servicio de óptima calidad a todos los ciudadanos de nuestro país.

En la actualidad la CNT, ya está brindando servicios basados en esta tecnología GPON, convirtiéndose así en una empresa que se encuentra a la vanguardia del progreso de las telecomunicaciones en beneficio de todos sus clientes, que cada vez son más exigentes con sus necesidades de sistemas de voz, datos y video, ya que la cultura de los ecuatorianos a todo nivel ha cambiado, hoy existe una gran dependencia de estos servicios, razón por la cual es imprescindible incorporar en los nuevos proyectos de viviendas, este tipo de servicios basados en la fibra óptica, que es el mejor medio de transporte para obtener los resultados deseados por la institución y sus usuarios.

La tecnología GPON aún no se encuentra en pleno desarrollo en el país, sin embargo debido a que permite la entrega de servicios triple play tiene una importancia particular para la empresa TV Cable, la misma que provee a sus suscriptores de servicios de Internet, telefonía y televisión, pero de una manera individualizada, es decir, entregando cada servicio por una red de acceso diferente y por ende con más costo para el usuario final y con mayor dificultad para el monitoreo de cada una de las redes que se involucren en el proceso. (Pabon, 2009).

A nivel de tecnología y datos los niveles de capacidad requeridos por las directrices que se comentaron con anterioridad, parece que una tecnología se posiciona como el futuro de este tipo de redes, las redes GPON. (Martínez, 2013).

A mediados de la década de 1990, las redes ópticas para voz y datos se masificaron en Estados Unidos y gran parte del mundo, reduciendo las pérdidas de transmisión en las fibras ópticas hasta 0,16 dB/km. (Tomasi, 2003), (Tinoco, 2011).

La competitividad está basada en el manejo de la información, siendo este el motivo principal para que el gobierno nacional haya iniciado en varias ciudades de las regiones sierra, costa y oriente, la construcción de nuevas instalaciones de fibra óptica con tecnología Gigabit Passive Optical Network (GPON) - fiber

to the home (FTTH), con el objetivo de asegurar la transportación segura y confiable de la información, así como poder llegar con un servicio de alta calidad hasta el usuario final.

Con la finalidad de establecer de donde proviene la fibra óptica, es necesario conocer el fenómeno de la luz y las leyes de la óptica, estos se encuentran estrechamente interrelacionados.

La luz se mueve a una velocidad constante en el vacío, a diferencia de su movimiento en el medio (aire, agua, etc.) que es de menor velocidad, estableciéndose que la propagación de la luz va a estar sujeta a los fenómenos de reflexión y refracción cambiando su velocidad y dirección (Perla Benbeniste P y Rodríguez E, 2016).

La luz es una onda electromagnética que se propaga en el vacío a una velocidad de 300.000 Km/s y cuyas ondas pueden oscilar en diferentes frecuencias que son las que definen el color de la luz. La fibra tiene una alta capacidad de aceptar y transportar determinadas cantidades de luz, conociéndose este efecto como la apertura numérica (AN) o índice de aceptación de la luz, (Estacio, 2009).

Los conceptos de reflexión y la refracción se pueden interpretar más fácilmente considerando el comportamiento de los rayos de luz asociados con ondas planas que viajan en un material dieléctrico. Cuando un rayo de luz se encuentra con un límite que separa dos medios diferentes, la parte del rayo se refleja de nuevo en el primer medio y el resto se dobla (o refracta) al entrar en el segundo material. La reflexión o refracción del rayo de luz es el resultado o la diferencia en la velocidad de la luz en dos materiales que tienen diferentes índices de refracción. La relación en la interfaz se conoce como la Ley de Snell, y está dada por el ángulo entre el rayo incidente y la normal a la superficie, lo que se conoce como el ángulo de incidencia, (Keiser, 2010).

El principio de funcionamiento de la fibra óptica se demostrará aplicando la llamada Ley de Snell. La que explica las razones por las cuales la luz no se escapa del núcleo de la fibra cuando es conducida por este medio, (Castro Lechtaler, 2013).

La fibra óptica presenta diferentes ventajas y desventajas:

Entre las ventajas se pueden enunciar la atenuación en las fibras ópticas es significativamente menos que en los cables coaxiales y trenzados, además este parámetro se manifiesta a lo largo de varios trayectos. (Restrepo Angulo, 2014), es muy resistente al fuego, a la corrosión y soportan los cambios atmosféricos. Son confiables para realizar actividades de trabajo en ambientes con peligro de explosiones, (Huidobro Moya, 2006).

Permiten incrementar la capacidad de fibras ópticas existente, disminuyen el número de fibras ópticas necesarias, posibilitan el crecimiento gradual de la capacidad del enlace en la medida

que se requiera. Es muy importante acotar que la materia prima, que se necesita para la fabricación de la fibra óptica se la encuentra en grandes cantidades en la naturaleza (Castro Lechtaler, 2013).

Su estructura interna permite un acceso ilimitado, permanente, fluido y continuo durante todas las horas del día, total inmunidad al ruido y a las interferencias electromagnéticas, lo que es muy útil para ambientes con alto ruido. (Restrepo Angulo, 2014).

Su construcción con diámetros pequeños que pueden llegar a valores entre 2 mm y 6 mm, de poco peso y flexibles hacen que este medio de comunicación sea fácil de instalar, (Huidobro Moya, 2006).

Mayor capacidad de ancho de banda, que permite una mayor velocidad de transmisión. Se ha demostrado experimentalmente que se pueden lograr velocidades de transmisión de cientos de Gbps para decenas de kilómetros de distancia, (Restrepo Angulo, 2014).

Entre las desventajas que más se destacan y que se consideran en las transmisiones con fibra óptica se encuentran la señal luminosa que se transmite, al llegar al elemento que la recibe se tiene que convertir otra vez en una señal eléctrica para que sea utilizada. Esta circunstancia técnica de conversión incide en el precio del elemento electrónico que debe ser tomado en cuenta al usar esta tecnología, (Caicedo, 2010).

Por la estructura de la fibra óptica va a requerir siempre una vía preferentemente recta, ya que al ser instaladas en las tuberías subterráneas o en estructuras aéreas no deben ser caminos irregulares. Pues si no existen estas condiciones básicas se estaría poniendo en riesgo la parte física de la fibra óptica, (Restrepo Angulo, 2014).

En la investigación se ha podido constatar que la fibra óptica en su estructura predomina el vidrio de sílice, se requieren técnicas, equipos y materiales especiales para manejar la construcción, instalación y ejecución de las pruebas para el buen funcionamiento de las redes con fibra óptica, tienen un costo elevado y no se los encuentra fácilmente en el mercado nacional, (Huidobro Moya, 2006).

Además está la fragilidad de las fibras, la poca mano de obra calificada o especializada en este material que existe en el mercado local, hace que se dificulte el poder dar mantenimientos preventivos y sobre todo correctivos cuando la fibra se rompe en el campo, (Caicedo, 2010).

El desarrollo del sector de la construcción, especialmente en la modalidad de urbanizaciones en todo el país, ha sido uno de los potenciales clientes para la instalación de las redes GPON, pues más allá de su extraordinaria eficiencia, permite optimizar los recursos económicos a invertir, ya que la capacidad de cobertura aumenta sustancialmente permitiendo tener una mayor capacidad para comercializar un mayor número de servicios interactivos a más número de usuarios, que demandan

tener un mayor ancho de banda para cubrir sus necesidades. La red tiene una capacidad de transmisión desde 1Gigabit por segundo (GBPS) con crecimiento a futuro hasta 10 GBPS, dependiendo de la demanda del mercado en servicios de voz, datos y video, actualmente la Corporación Nacional de Telecomunicaciones (CNT-EP) ha instalado aproximadamente unos 800 km de este tipo de red.

Con estas instalaciones de red GPON se busca mejorar la infraestructura de telecomunicaciones de las ciudades y cantones, creando una parte de la nueva plataforma tecnológica, con la finalidad de que CNT, pueda entregar diversos servicios a los actuales usuarios y motivar a que futuros clientes se incorporen de forma masiva a esta tecnología de punta de última generación, fortaleciéndola técnicamente ante las concesionarias privadas que están instaladas en el Ecuador, con ello se logrará que se satisfagan las diferentes necesidades que requieren diariamente sus actividades académicas y productivas, (Millán Tejedor, 2007). Por lo que se habla de una sociedad cibernética que demanda redes de información muy desarrolladas (Esteinou Madrid, 2003), razón por la cual se está diseñando un proyecto basado en la fibra óptica, que presenta mayores ventajas que la señales eléctricas a través del conductor de cobre tradicional.

Las normativas empleadas en el estudio y diseño de la red GPON para las urbanizaciones, están amparadas en normas establecidas por la ARCOTEL para este tipo de construcciones de telecomunicaciones, precautelando que estas alcancen los más altos estándares de calidad.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Las telecomunicaciones en el mundo y en el estado ecuatoriano son la base para el desarrollo de las actividades productivas y la vida de la sociedad (ARCOTEL, 2013). La historia recoge diferentes maneras de comunicación a lo largo de los siglos pasados, desde las pinturas, los gráficos de las escrituras con jeroglíficos, la cuantificación de los objetos a través de los números, hasta el inicio del lenguaje que permitía enviar mensajes o comunicaciones que tenían el inconveniente de tardarse mucho en llegar a sus destinos.

La telegrafía a través del cable mejoró la manera de comunicarse entre las ciudades, considerándose a este evento como el inicio de una revolución tecnológica permanente y dinámica que parece que fuera ilimitado, con la finalidad de mejorar las telecomunicaciones en calidad y tiempo, para obtener mejores y más eficientes servicios.

El área de las telecomunicaciones es una tecnología que cada día sufre cambios encaminados a mejorar su eficiencia, ha transitado desde los sistemas analógicos hasta los sistemas digitales, alimentados con señales eléctricas hasta llegar a las señales ópticas, que brindan mayor velocidad, claridad y excelente definición en los servicios, marcando una tendencia mundial en este campo en el acortamiento de las distancias. En la actualidad se ha globalizado su aplicación mejorando el

desarrollo de los pueblos basado en el manejo de la información a velocidades que cada vez son más vertiginosas.

En Ecuador la CNT es la institución que ha tenido y tiene bajo su responsabilidad, administrar el área estratégica de las telecomunicaciones, con la finalidad de brindar un servicio de óptima calidad a todos los ciudadanos.

Actualmente ya se están brindando servicios basados en esta tecnología (GPON), convirtiéndose así en una empresa que se encuentra a la vanguardia del progreso de las nuevas tecnologías en beneficio de todos sus clientes, siendo más exigentes con sus necesidades de sistemas de voz, datos y video, ya que la cultura de los ecuatorianos a todo nivel a ido cambiado y con ello la dependencia de estos servicios, razón por lo que es imprescindible incorporar en los nuevos proyectos de viviendas las tecnologías de fibra óptica, que es el mejor medio de transporte de datos y voz, para obtener los resultados deseados por la institución y sus usuarios.

La tecnología GPON aún no se encuentra en pleno desarrollo en el país, sin embargo debido a que permite la entrega de servicios triple play, se le concede una importancia particular para la empresa TV Cable, la misma que provee a sus suscriptores de servicios de Internet, telefonía y televisión, pero de una manera individualizada, es decir, entregando cada servicio por una red de acceso diferente y por ende con más costo para el usuario final y con mayor dificultad para el monitoreo de cada una de las redes que se involucran en el proceso, (Pabon, 2009).

A nivel de tecnología y datos los niveles de capacidad requeridos constituyen una tecnología que se posiciona como el futuro de las redes (GPON), (Martínez, 2013).

Actualmente se han estado utilizando tecnologías que no ofrecen una alta confiabilidad y que su rendimiento no es eficiente, al presentar problemas que al final afectan negativamente los índices de gestión que requieren los ejecutivos o cualquier persona en sus tareas diarias, estas circunstancias pueden ser solucionadas al usar la tecnología con fibra óptica (GPON), que cubre todas las deficiencias antes mencionadas, brindando la oportunidad para que los proveedores de este servicio y los usuarios puedan tener acceso a la información de cualquier tipo que se requiera. (Garófalo Sosa, 2004).

Tecnología GPON

La tecnología Gpon proviene de las técnicas de redes ópticas pasivas (PON), las que han estado disponibles desde mediados de la década de 1990. Actividades de desarrollo significativas ocurrieron durante la década del 2000 para desarrollar velocidades de Giga bit.

Las soluciones diseñadas para ofrecer servicios Ethernet e IP son dos soluciones muy diferentes, las que han sido desarrolladas por el Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica (IEEE), Ethernet passive optical network (EPON), y por la ITU (GPON).

El método de encapsulamiento de la información que utiliza GPON se llama GEM (GPON Encapsulation Method) que permite soportar cualquier tipo de servicio, (Ethernet, ATM,

TDM, entre otros) en un protocolo de transporte síncrono basado en tramas periódicas de 125Ms, (López M., 2009).

El marco general de conceptos de operación (PON, marco de la Red de Distribución Óptica (ODN), el plan de longitud de onda, y aplicación, son los mismos tanto para EPON y GPON, pero en este caso GPON aprovecha las técnicas de Red Óptica Síncrona (SONET), de Jerarquía Digital Síncrona (SDH) y del Protocolo de Entramado Genérico (GFP) para el transporte de Ethernet. Las actividades de normalización de redes PON han estado en curso durante los últimos quince años dentro de la ITU y la IEEE.

EPON es el último estándar IEEE 802.3 ratificado y GPON es el último estándar ITU-T Serie G984 aprobado desde el año 2003-2004 y se ha ido ratificando bajo las recomendaciones G984.1, G984.2, G984.3, G984.4, G984.5, G984.6 y G984.7, que van surgiendo con las mejoras continuas que exige el mundo de las telecomunicaciones, (Van Caenegem, 2008).

Actualmente se han utilizando tecnologías que no ofrecen una alta confiabilidad y que su rendimiento deja mucho que desear, pues presenta problemas que al final afectan negativamente los índices de gestión que requieren los ejecutivos o cualquier persona en sus tareas diarias. Circunstancias que pueden ser solucionadas al usar la tecnología con fibra óptica (GPON), que cubre todas las deficiencias antes mencionadas, brindando la oportunidad para que los proveedores de este servicio y los usuarios puedan tener acceso a la información de cualquier tipo que se requiera. (Garófalo Sosa, 2004).

Metodología

Para desarrollar el proyecto de investigación se desplegó una metodología que se desarrolla en diferentes pasos descritos a continuación:

Factibilidad de servicio en base a la demanda: Como primer paso se solicitó a CNT- EP, la carta de factibilidad del servicio GPON, mediante autorización del promotor del proyecto, con la finalidad de que se apruebe la disponibilidad de contar con los servicios solicitados.

El análisis lo realiza la empresa proveedora de servicios para garantizar la conectividad a la red proyectada dentro de la urbanización, teniendo así que cumplir con un cálculo de pérdidas que garantizan el óptimo valor permisible para conexión a voz, datos y video.

Croquis en planimetría Georreferenciada del área donde se elabora el diseño.

Al momento de pedir la factibilidad de servicio, se anexará un plano, donde se consigna de manera detallada la ubicación del lugar donde se llevará a cabo el proyecto inmobiliario, para que el personal de CNT-EP proceda a realizar la respectiva inspección y posterior certificación del servicio.

Los puntos georreferenciados se deben tomar con un equipo GPS (sistemas de posicionamiento global), el cual ubicará los puntos en el formato Sistema De Coordenadas Universal Transversal De Mercator (UTM), esto con el fin de mantener

una misma nomenclatura para la realización de los proyectos (Mena C., 2012).

El área de estudio es un conjunto habitacional ubicado en la ciudad de Manta a 200 metros del Umiña Tennis Club del Cantón Manta, provincia de Manabí, el que se comprende de 447 lotes, más las respectivas áreas verdes y Zonas comunales, en la figura 1 se muestra la ubicación de la urbanización.



Figura 1. Ubicación de la Urbanización

Demanda del proyecto: Una vez aprobada la factibilidad y considerando la ubicación y el nivel de usuarios de la urbanización, se ha previsto suplir la demanda. En la tabla 1 se puede observar la demanda inicial que es de 447 terminales de fibra óptica.

Tabla1. Demanda inicial

Usuarios	No	Terminal F.O
Casas	422	422
Suites	11	11
Administración	1	1
Local Comercial	12	12
Guardería	1	1
Total	447	447

Demanda de comunicaciones

Se calcula considerando el crecimiento de la demanda de telecomunicaciones para un periodo no menor a diez años, esa se obtiene aplicando la ecuación 1.

$$A_f = A_0(1 + r)^t \quad (1)$$

Donde:

Af→ Demanda futura |

Ao→Demanda inicial (447)

r→Tasa de crecimiento anual (1%)

t→Tiempo considerado en años (10)

Por lo que:

$$Af = [447(1 + 0.01)]^{10} = 493.77-494$$

Cálculo de la Red de distribución

Para realizar los cálculos se consideró que la demanda de la urbanización está definida y no se estima mayor crecimiento en 10 años. El cálculo de demanda se obtuvo utilizando la ecuación 2, siendo f el factor de ocupación:

$$RD = \text{Lotes} / f \quad (2)$$

Donde:

RD→Red de distribución

Se toma el factor de 90 %, teniendo como resultado que RD = 496 puertos.

Por normalización y construcción la red de distribución interna será de 492 puertos divididos en dos armarios, detallados de la siguiente manera:

Armario 01↔ 240 puertos.

Armario 02↔ 252 puertos.

Conforme a la demanda proyectada se plantea la instalación de dos Armarios FDH (Fiber Distribution Home's), con una capacidad de hasta 288 puertos cada uno. Cada Armario servirá a un distrito de hasta 288 usuarios. En la urbanización se dividió en dos distritos la distribución para cada uno de los usuarios.

Para servir a cada distrito se prevé la instalación en cada Armario de 9 splitters principales conectorizados con relación 1 a 32 y que enlazarán a dos cables de 144 hilos cada uno y por cada Armario. Los Armarios FTTH D01 y FTTH D02 deberán cumplir la norma que exige no sobrepasar los 25 desibels (dB) de pérdidas según el modelo establecido en la figura 2.

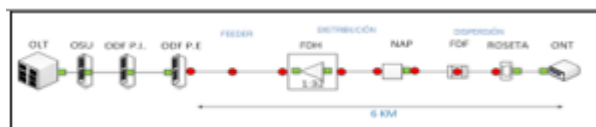


Figura 2. Modelo masivos/casas con Armario FDH

Fuente: (Saavedra D, 2013)

El armario 1 se instalará a 932.59m desde el pozo existente, el recorrido de su red de distribución es de 845.44m desde el armario hasta la última Network Access Point (NAP)(B4), la red interna 100m y los 4000m que se establecen del recorrido máximo de la red feeder, lo que determina una distancia de 5.88Km. Con estos parámetros se realizó el presupuesto óptico, con el cual se demuestra que el armario tiene unas pérdidas de 24.86dB mostrada en la tabla 2.

Tabla 2. Presupuesto Óptico Armario 1

ULTIMA CAJA DE DISTRIBUCIÓN ÓPTICA (NAP): B4 MARGEN DE ATENUACIÓN MÁXIMO ESTABLECIDO: 25				
FEEDER principal	EXT. FEEDER	DISTRIBUCIÓN	RED INTERNA	TOTAL KM.
4000	932.59	845.44	100	5.88

A1			
Elementos de la Red de Fibra Óptica	Cantidad	Pérdida de elemento Típica (dB)	Total Pérdida (dB)
Conectores (mated) ITU671±0.5dB	9	0.5	4.5
Fusion splices ITU751±0.1dB average	8	0.1	0.8
Mechanical Splices ITU 751±0.1dB average		0.1	0
Splitters	1x2	3.5	0
	1x4	7	0
	1x8	10.5	0
	1x16	14	0
	1x32	17.5	17.5
	1x64	21	0
	2X4	7.9	0
	2X8	11.5	0
	2X16	14.8	0
	2X32	18.5	0
	2X64	21.3	0
Fibras - Longitudes de Onda	1310nm	5.88	0.35
	1490nm		0.3
	1550nm		0.25
GRAN TOTAL (dB)			24.86

Como se observa en la tabla 3 el Armario 2 se instalará a 1.167.81m desde el pozo existente, el recorrido de su red de distribución es de 987.72m desde el armario hasta la última NAP(B4), la red interna 100m y los 4000m que se establecen del recorrido máximo de la red feeder, lo que determina una distancia de 26Km.

Con estos resultados se realizó el presupuesto óptico, con el cual se demuestra que este armario tiene unas pérdidas de 24.99Db. En la tabla 3 se expone el financiamiento requerido para el armario 2.

Tabla 3. Presupuesto Óptico Armario 2

CAJA DE DISTRIBUCIÓN ÓPTICA (NAP): A1 MARGEN DE ATENUACIÓN MÁXIMO ESTABLECIDO: 25				
FEEDER	EXT. FEEDER	DISTRIBUCIÓN	RED INTERNA	TOTAL KM.
4000	1167.81	987.72	100	6.26

A1			
Elementos de la Red de Fibra Óptica	Cantidad	Pérdida de elemento Típica (dB)	Total Pérdida (dB)
Conectores (mated) ITU671±0.5dB	9	0.5	4.5
Fusion splices ITU751±0.1dB average	8	0.1	0.8
Mechanical Splices ITU 751±0.1dB average		0.1	0
Splitters	1x2	3.5	0
	1x4	7	0
	1x8	10.5	0
	1x16	14	0
	1x32	17.5	17.5
	1x64	21	0
	2X4	7.9	0
	2X8	11.5	0
	2X16	14.8	0
	2X32	18.5	0
	2X64	21.3	0
Fibras - Longitudes de Onda	1310nm	6.26	0.35
	1490nm		0.3
	1550nm		0.25
GRAN TOTAL (dB)			24.99

FEEDER	EXT. FEEDER	DISTRIBUCIÓN	RED INTERNA	TOTAL KM.
4000	1167.81	987.72	100	6.26

Por lo tanto la red GPON-FTTH para la urbanización estará formada por:

- a) 2 Armarios FDH (288h).
- b) 41 NAPs.
- c) Cable de Fibra óptica tipo canalizada de 96 hilos.
- d) Cable de Fibra óptica tipo canalizada de 72 hilos.
- e) Cable de Fibra óptica tipo canalizada de 48 hilos.
- f) Cable de Fibra óptica tipo canalizada de 24 hilos.
- g) Cable de Fibra óptica tipo canalizada de 12 hilos.
- h) Cable de fibra óptica tipo drop de 2 hilos.
- i) Rosetas óptica.

III RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Diagrama lógico de la red

La red GPON va a estar compuesta por los siguientes componentes:

- OLT (Optical Line Terminal): Equipo que gestiona el tráfico desde el uplink MPLS con los equipos terminales.
- ONT (Optical Network Terminal): Equipos terminales de cliente.
- ODN (Optical Distribution Network): La red de Fibra Óptica y todos sus componentes.

Diseño de la Red FEEDER

El cable FEEDER o troncal G652D de 288 hilos, que se encuentra en el pozo existente (CNT), está ubicado a 932.59m y a 1167.81m de los armarios, según lo establecido en el diseño en la imagen de la figura 3, donde se muestra el inicio de la red. De esta fibra se derivaran 24 hilos mediante la fusión que se realiza a través de las mangas por splitter, generando dos grupos de 12 hilos para cada uno de los dos Armarios.



Figura 3. Inicio de la Red FEEDER.

En la figura 4, se muestra el recorrido de la Red FEEDER hasta llegar a Armarios



Figura 4. Recorrido de la Red FEEDER hasta llegar a los Armarios.

A continuación se muestra el diseño la red de distribución.

La demanda proyectada es de 492 usuarios. conforme a esta demanda se ha dividido en dos distritos de servicio. Cada distrito será servido por un ArmarioFDH con capacidad de hasta 288 puertos.

Se ha proyectado el uso de cable canalizado de 12 hilos, cable canalizado de 24 hilos, cable canalizado de 48 hilos, cable canalizado de 72 hilos y cable canalizado de 96 hilos que cumplan con la norma ITU-T G652 según corresponda.

Desde cada Armario saldrán los cables de distribución, con la cantidad necesaria de hilos para alimentar a las NAPs. Para este proyecto no se utilizaran empalmes adicionales al que se realiza saliendo de cada Armario.

El distrito D01, dispone de 20 NAPs y el distrito D02 dispone de 21 NAPs distribuidas según indica el diseño. Para llegar a las NAPs, los cables de distribución realizarán un recorrido por las vías detalladas en el diseño de la figura 5.

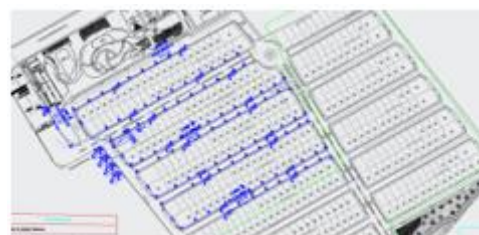


Figura 5. Red de distribución Distrito 01.

En la figura 6 se observa la ubicación del armario en el Distrito 01.



Figura 6. Ubicación del armario en el Distrito 01

En la figura 7 se muestra el diseño de la red de distribución Distrito 02

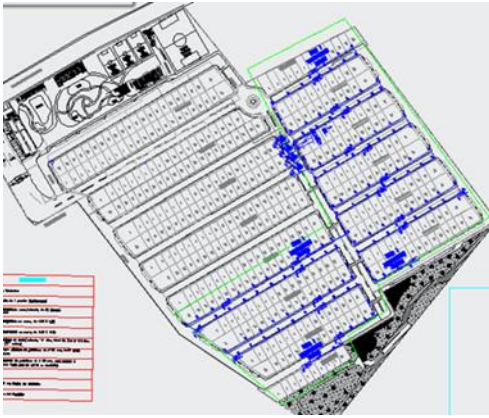


Figura 7. Diseño de red de Distribución Distrito 02.

En la figura 8 se muestra la ubicación del armario 02

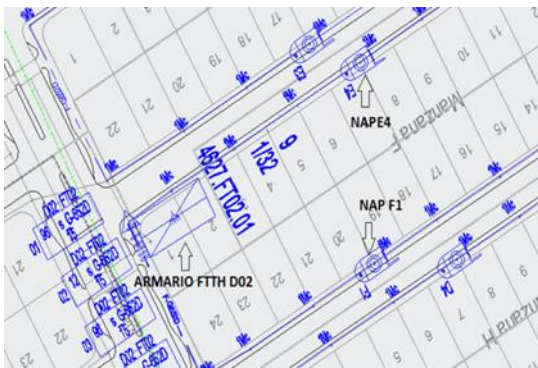


Figura 8. Ubicación del Armario en el Distrito 02.

Los armarios son el punto en el cual se realiza la instalación entre la Red de FEEDER y la red de distribución utilizando los SPLITTERS de 1 x 32 conectorizados, los mismos que se ubicarán en el interior del armario. En el diseño de la red de distribución dentro de la ODN se ha considerado la instalación de dos armarios FDH, que son necesarios para la instalación del cliente final GPON, con la finalidad de realizar el patcheo entre el puerto del splitter asignado al cliente y el puerto de la NAP asignado en el cliente. Este patcheo se realiza utilizando los hilos de salida del splitter instalado en el armario que ya son conectorizados y los ODF (Optical Distribution Frame) reflejo de los puertos de las NAP en el armario FDH. En la figura 9 se observan el armario de la red y la zona de Splitters en armario.



Figura 9. Armario de la red y la zona de Splitters.

Los armarios utilizados cumplen con las fichas técnicas de normalización vigentes o encontrarse registrados en el catálogo de materiales homologados del proveedor del servicio. Los

materiales que no se encuentren homologados deberán registrarse por el procedimiento de homologación vigente.

Se consideraron diferentes elementos adicionales para la instalación del armario como fueron: los zócalos de hormigón donde van montados, cada uno tiene una toma de tierra para protección.

La puesta a tierra cumple las siguientes funciones:

- Permitir la conducción a tierra de cargas estáticas o descargas atmosféricas.
- Garantizar a niveles seguros los valores de la tensión a tierra de equipos o estructuras accidentalmente energizados y mantener en valores determinados la tensión fase-tierra de sistemas eléctricos, fijando los niveles de aislamiento.
- Permitir a los equipos de protección aislar rápidamente las fallas.
- Identificación de armarios.

Los armarios deben tener colocada información centrada en la puerta del lado derecho (vista desde el frente), en color azul, donde se incluye el logo del proveedor, red GPON, etc.

La puesta a tierra en cada armario (FDH), debe cumplir con una resistencia máxima de 5 Ω (Ohmios).

Los empalmes se podrán realizar en la derivación del cable, el que se hace mediante una manga según el calibre del cable que sea intervenido, con el fin de tener suficiente espacio para realizar los trabajos.

Diseño de la Red de dispersión

Para la urbanización se proyectó la instalación de 41 NAPs de 12 puertos conectorizados, para dotar el servicio de fibra óptica a todos los usuarios de la urbanización.

Las NAP se instalarán dentro de los pozos de mano de 1.2x1.2x1.2m. Cada NAP repartirá 12 fibras ópticas a 10, 11 u 12 casas, dejando algunos hilos de reserva y cumpliendo con la demanda proyectada para las 14 manzanas que conforman la urbanización.

Para el efecto la distribución utilizará cable de fibra óptica tipo DROP de 2 hilos que cumplan con la norma ITU-T G652, el que llegará a una caja de 150 x 150 mm ubicada en cada una de las viviendas adecuadas y de fácil acceso.

Para el edificio comercial donde se ubican 11 suites, 12 almacenes y la administración, se ha proyectado la instalación de dos NAPs y cada una repartirá a 12 usuarios cumpliendo con la demanda del área comercial. Estas NAPs serán ubicadas en el sector de administración en pozo y su distribución se hará a través de cable de fibra óptica tipo DROP de 2 hilos que cumpla con la norma ITU-T G652, esta serán soterradas.

La distribución de las 41 NAPs que llegan a cada vivienda, se realizan en los dos distritos previstos en el diseño y sectorizadas e identificadas con las letras desde la A hasta la F, con series que van desde el 1 hasta el 4 por cada letra.

La NAP deberá estar identificada con pintura esmalte exterior color blanca o dependiendo del color de la NAP, también se puede utilizar etiqueta adhesiva con protección para rayos UV.

Consideraciones generales

Durante la construcción de las viviendas se deberá tomar en consideración las facilidades necesarias para las instalaciones del cableado telefónico tradicional y el cableado estructurado con cable UTP, ya sea mediante la implementación de mangueras o tubería EMT. Además, se consideran cajas metálicas empotradas en pared con las salidas de telecomunicaciones adecuadas para cada servicio.

Ubicación y Conexión de la Roseta Óptica

Se debe ubicar en el interior del inmueble cercano a una toma de corriente de energía eléctrica. La conexión del cable DROP se ejecutará por la entrada identificada con la letra A de la roseta óptica. Esta posee dos segmentos de fibras ópticas de corta longitud preconectorizadas en fábrica por uno de sus extremos (pigtailed), de los cuales se va a fusionar con el hilo azul del cable DROP interior, el pigtail que se encuentra en la posición 1. Ubicación de la Terminal de Red Óptico (ONT)

El sitio designado para la ubicación de la ONT, el que constituye un elemento para un abonado único que se interconectará a la ODN para llegar con los servicios de interfaz con el usuario, debe cumplir con los siguientes lineamientos:

- La conexión entre el pozo más cercano y cada lote es a través de una caja de paso de 150x150 mm ubicada en cada una de las viviendas, cerca de esta deberá encontrarse una toma de energía tradicional (para alimentar a la ONT); también hacia esta caja de paso deberán converger todos los ductos que comuniquen hacia las extensiones de teléfono y los sitios donde van a ser ubicados las TV.

- La ONT se ubicará en un lugar sin mayores obstrucciones para optimizar el área de cobertura de la red Wi-Fi. En caso de existir un área designada para estudio o centro de entretenimiento, se usará para la instalación de la ONT con el objeto de optimizar las conexiones a servicios como: streaming de video, juegos en línea, etc. Junto a la ONT deberá existir una toma de energía tradicional.

- Para viviendas que cuenten con más de una planta, se dejará ductería que conecte los pisos, de tal manera que se facilite la conexión (en caso de requerirla) cableada de dispositivos en otras plantas; en definitiva, la vivienda poseerá rutas (mangueras, ductos o tuberías) que permitan instalar los servicios en todos los posibles sitios requeridos.

La ONT debe contar con los siguientes elementos:

- a) Cable de alimentación eléctrica
- b) Patch cord UTP de 1.5 m
- c) Manual de inicio rápido y marquillas
- d) Patch cord de fibra óptica G657A2 de 3 metros con conectores SC/APC en un paquete independiente.

Instalaciones para Telefonía e Internet

Cerca de la ONT debe existir una caja metálica y desde esta se dejarán los ductos para el paso del cable AWG 26 o 28 para las extensiones telefónicas hacia todas las áreas en las que se requiera de servicio telefónico; en cada una de ellas, las mangueras deberán terminar en cajas metálicas con una fase plate y un conector RJ11 que permita la conexión del teléfono mediante un patch cord.

Diseño de la Canalización de la Red Gpon.

Para realizar la distribución de la red de fibra óptica se ha proyectado la construcción de una canalización telefónica de una y dos vías. En la canalización telefónica también se emplearán pozos telefónicos de 48 bloques y pozos de mano de 1.2x1.2m y de 0.6x0.6m.

La canalización telefónica de una y dos vías utilizará tubería tipo PVC tipo I de 110 mm de diámetro y conforme a la norma NT-INEN-1869. Los pozos telefónicos de 48 bloques se construirán al ingreso de la urbanización hasta el lugar donde se instalarán los dos Armarios FDH.

Se ha proyectado la construcción de pozos de hormigón armado de 1.2 x 1.2 x 1.2 m con tapa metálica, en los puntos donde se instalarán las respectivas NAPs, y pozos de mano de 0.6 x 0.6 x 0.6 m para paso de cables y para la distribución de las fibras drop a cada una de las viviendas.

Las derivaciones hacia la red de abonados, desde los pozos de revisión donde se ubicarán las cajas de distribución óptica NAP, se realizará con manguera de polietileno de 35 mm de diámetro como se muestra en la figura 10.

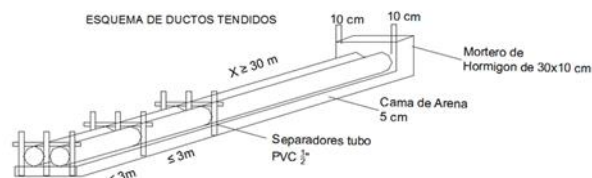


Figura 10. Esquemas de ductos tendidos en calzada

Los constructores de la red y canalización deberán utilizar solamente materiales nuevos, que hayan sido elaborados por los proveedores que cumplan con las exigencias técnicas y que hayan sido calificados con la calidad INEN y se hallen homologadas en la CNT E.P.

IV. CONCLUSIONES

Se investigó y diseñó una Red GPON para la urbanización en la ciudad de Manta, basados en la tecnología FTTH, por ser una tecnología avanzada que puede ser utilizada en las telecomunicaciones, pudiéndose alcanzar una mayor rapidez en la transmisión de datos que va desde 2.4/1.8 Gb de llegada y salida, además de brindar un servicio de óptima calidad a los clientes de voz, datos y uso del internet. Contando con la totalidad de la red canalizada de forma subterránea, lo que dará

mayor facilidad para mantenimientos o reparaciones futuras, sostenible y que no impacta la paisaje.

La Red GPON diseñada para cubrir esta urbanización, de acuerdo a los cálculos realizados en función del número de viviendas, determinaron que es factible instalar una arquitectura que comprende dos distritos, con la finalidad de distribuir equitativamente la distribución de la demanda, y optimizar adecuadamente el uso de los materiales y equipos a utilizar.

La Red FTTH cumple con la finalidad específica de llegar con fibra óptica a la casa de cada usuario, lo que técnicamente se convierte en el propósito más relevante del diseño planteado, conocido en el mercado de la construcción de las telecomunicaciones como última milla. Lo que permite alcanzar altos niveles de eficiencia y de esta manera cumplir con uno de los objetivos de la política nacional en el campo de las telecomunicaciones, aplicando las normas legales y técnicas emitidas por el ente regulador en el Ecuador ARCOTEL, supervisadas por la Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT-EP y Las normas internacionales ITU vigentes para este tipo de tecnología..

REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA

- 1 - ARCOTEL. (02 de ENERO de 2013). <http://www.arcotel.gob.ec/>. Obtenido de <http://www.arcotel.gob.ec/>.
- 2 - Caicedo, H. (11 de mayo de 2010). Ventajas y desventajas de la fibra óptica. Recuperado el 15 de diciembre de 2015, de <http://hcaicedoc.peruforo.org/t2-ventaja-y-desventajas-de-la-fibra-optica>.
- 3 - Carlos Mena Frau, Leonardo Molina Pino, Yony Ormazábal Rojas, Yohana Morales Hernández. Modelamiento geométrico del cambio de Coordenadas utm causadas por mudanza de referencial geodésico. Caso sirgas – chile. Bol. Ciênc. Geod., sec. Artigos, Curitiba, v. 18, No4, p.583-604, out-dez, 2012.
- 4 - Castro Lechtaler, A. R. (2013). Comunicaciones: Una introducción a las redes digitales y transmisión de datos y señales. Buenos Aires - Argentina: Alfaomega.
- 5 - Enríquez Harper, G. (2013). Tecnología Eléctrica. México: Limusa.
- 6 - Estacio, M. (2009). Manual de Nuevas Tecnologías de Fibra Óptica. México: BICSI.
- 7 - Esteinou Madrid, J. (2003). La Revolución del Ciberespacio y la Transformación de la Sociedad de Principios del Siglo XXI. Razón y Palabra, 8.
- 8 - Garófalo Sosa, H. (12 de Abril de 2004). <http://bibdigital.epn.edu.ec/>. Obtenido de <http://bibdigital.epn.edu.ec/>.
- 9 - Gutierrez Pablo (2010). Inventos y logros tecnológicos a través del tiempo: Lo mejor de cada década. Disponible en: <https://www.fayerwayer.com/2010/12/inventos-y-logros-tecnologicos-a-traves-del-tiempo-lo-mejor-de-cada-decada/>
- 10 - Huidobro Moya, J. M. (2006). Redes y Servicios de Telecomunicaciones. España: Thomson.
- 11 - Junta de Comercio y desarrollo, 2015. Estrategias de desarrollo en un mundo globalizado: Procesos multilaterales para la gestión de la deuda soberana. Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo. TD/B/62/7. 62º período de sesiones. Procesos multilaterales para la gestión de la deuda externa soberana Disponible en: http://unctad.org/meetings/es/SessionalDocuments/tdb62d7_es.pdf.
- 12 - Keiser, G. (2010). Optical Fiber Communications. Singapore: Mc Graw Hill.
- 13 - Martín Manuel, (2007): “Evolución e historia en el desarrollo de la comunicación humana”. Extraído de Teoría de la comunicación. La comunicación, la vida y la sociedad. Madrid: McGraw-Hill Interamericana de España, pp. 161-164. ISBN: 978-84- 481-5609-1.
- 14 - Martínez, T. (Febrero de 2013). Blog de Telecomunicaciones. España.
- 15 - Mauricio López Bonilla, Edson Moschim, Felipe Rudge Barbosa. Estudio comparativo de redes GPON Y EPON. Scientia et Technica Año XV, No 41, Mayo de 2009. Universidad Tecnológica de Pereira. ISSN 0122-1701 321.
- 16 - Millán Tejedor, R. J. (2007). QUE ES GPON. BIT, No. 166.
- 17 - Pabon, D. (Enero de 2009). Tecnología GPON.
- 18 - Perla Benbeniste P y Rodríguez E, 2016. Movimiento y luz para medir el tiempo. Disponible en: <http://www.perfil.com/cultura/Movimiento-y-luz-para-medir-el-tiempo-20140125-0085.html>.
- 19 - Rasner Jorge, 2008. Las revoluciones científico-tecnológicas y su impacto social El proceso de transformación industrial, social, político y económico entre los siglos XVIII y XX. Universidad de la República. Disponible en: http://www.fing.edu.uy/catedras/disi/ctysociedad/Revoluciones_cientifico_tecnologicas.pdf.
- 20 - Restrepo Angulo, J. (2014). Ingeniería de Telecomunicaciones. Medellín: Sello Editorial.
- 21 - Saavedra D, J. (25 de Febrero de 2013). Seminario para la Construcción de ODN de la CNT EP. Seminario para la Construcción de ODN de la CNT EP. Quito, Pichincha, Ecuador.
- 22 - Tinoco Juan D. (2011) Estudio y diseño de una red de fibra óptica FTTH, para brindar servicio de voz, video y datos para la urbanización Los Olivos, ubicada en el sector toctesol, en la parroquia Borrero de la ciudad de Azogues. Tesis previa para la obtención del título de Ingeniero Electrónico. Universidad Politécnica Salesiana, sede Cuenca. Facultad de Ingeniería.
- 23 - Tomasi, W. (2003). Sistema de comunicaciones electrónicas. México: Pearson.
- 24 - Van Caenegem, T. (25 de Agosto de 2008). members.westnet.com.au. Obtenido de members.westnet.com.au: <http://members.westnet.com.au/wizard/GPON%20vs%20EPON%20whitepaper.pdf>