



## XVIII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INGENIERÍA ELÉCTRICA. "SIE 2019"

### **Título**

**Diseño de Red Metropolitana Ethernet provincial en ETECSA**

### *Title*

*Design of the provincial Ethernet Metropolitan Network in ETECSA*

**Ivette Moreno Montero<sup>1</sup>, Lesdier Duardo Liens<sup>2</sup>, Etienne Herrera Marrero<sup>3</sup>**

1-Ivette Moreno Montero. ETECSA, Cuba. E-mail: ivette.moreno@etecsa.cu

2-Lesdier Duardo Liens. ETECSA, Cuba. E-mail: lesdier.duardo@etecsa.cu

3-Etienne Herrera Marrero. ETECSA, Cuba. E-mail: etienne.herrera@etecsa.cu

**Tutor:** Dr. C. Feliz Álvarez Paliza

### **Resumen**

En el presente trabajo se realiza el estudio de la red de transporte de ETECSA, específicamente en la provincia Las Tunas. A través del mismo se logra detectar la necesidad de incremento del ancho de banda en la red de transporte en dicha provincia, teniendo en cuenta la ampliación de usuarios y de nuevos servicios que se prevén en el Programa de Informatización de la Sociedad. Actualmente la provincia posee una Red SDH que no dispone con la capacidad necesaria para soportar el incremento de los nuevos servicios. Con este trabajo investigativo se logra ofrecer una respuesta a la constante demanda de servicio de banda ancha, alcanzando altos niveles de confiabilidad, vitalidad, y seguridad en la red. Se desarrolla una propuesta de diseño de Red Metropolitana de Ethernet que permite aumentar la escalabilidad de la red e incrementar los servicios de banda ancha. Como resultado de toda la labor realizada, el mismo puede ser utilizado como guía para futuros trabajos que haya que realizar en la modernización y expansión de la red de telecomunicaciones de Cuba con la tecnología de transporte Ethernet (Carrier Ethernet).



### **Abstract**

*In the present work, the study of the transport network of ETECSA is carried out, specifically in the Las Tunas province. Through it, it is possible to detect the need to increase the bandwidth in the transport network in that province, taking into account the expansion of users and new services that are foreseen in the Company's Computerization Program. Currently the province has a SDH Network that does not have the necessary capacity to support the increase of new services. With this research work it is possible to offer a response to the constant demand of broadband service, reaching high levels of reliability, vitality, and security in the network. A design proposal for the Metropolitan Ethernet Network is developed to increase the scalability of the network and increase broadband services. As a result of all the work done, it can be used as a guide for future work that needs to be done in the modernization and expansion of Cuba's telecommunications network with Ethernet transport technology (Carrier Ethernet).*

**Palabras Clave:** Ancho de banda; Ethernet; Red Metropolitana Ethernet; Carrier Ethernet; Servicios

**Keywords:** Bandwidth; Ethernet; Metropolitan Ethernet Network; Ethernet Carrier; Services

### **1. Introducción**

Los avances de la conectividad en Cuba se han orientado a la creación de capacidades en la infraestructura de telecomunicaciones, en función de potenciar la conectividad social y desarrollar la gestión automatizada de sectores estratégicos.

En este trabajo se escoge como escenario la provincia Las Tunas, ya que posee una Red SDH, que no dispone con la capacidad necesaria para soportar el incremento de los nuevos servicios, que evidentemente se prevén en un futuro no lejano. De ahí que la Empresa de Telecomunicaciones de Cuba (ETECSA) se dio a la tarea de valorar diversas soluciones para Redes de Transmisión de Paquetes (PTN).



Se hace evidente que hay que evaluar diferentes opciones de Redes MAN y de tipo WAN que permitan ofrecer diversidad de aplicaciones de banda ancha a los usuarios de las diferentes provincias y soportar los nuevos servicios que trae consigo el Programa de Informatización de la Sociedad en Cuba.

Es por ello, que la situación problemática de este trabajo investigativo consiste en: ¿Cómo incrementar el ancho de banda en la red de transporte en la provincia de Las Tunas que demandan la ampliación de usuarios y los nuevos servicios dentro del Programa de Informatización de la Sociedad?

Problema a resolver:

Insuficiencia tecnológica de infraestructura de red en la provincia de Las Tunas.

En correspondencia con la situación problemática, el objeto de estudio es la red de transporte de telecomunicaciones y como campo de acción las redes Metropolitanas Ethernet.

Como objetivo general de esta investigación se declara:

Proponer una Red Metropolitana de Ethernet que permita aumentar la escalabilidad de la red e incrementar los servicios de banda ancha en la provincia Las Tunas.

Para alcanzar este objetivo general, se definen los específicos siguientes:

- Determinar el estado de avance de las diferentes tecnologías de transporte y estándares de las redes Metropolitanas Ethernet.
- Evaluar los diferentes tipos de servicios Ethernet.
- Diseñar una red Metropolitana Ethernet para la provincia de las Tunas evaluando diferentes opciones.
- Evaluar la solución propuesta desde el punto de vista de la escalabilidad de nuevos usuarios y de nuevos servicios de banda ancha, con criterios económicos.

Para el cumplimiento del objetivo general y los específicos fueron planteadas las siguientes tareas científicas:

- Revisión de la bibliografía, estándares, resoluciones y especificaciones técnicas.
- Análisis de la evolución de las redes Metropolitanas Ethernet.



- Caracterización de las nuevas tecnologías de transporte Ethernet y del equipamiento ofertado por diferentes suministradores.
- Desarrollo de diferentes variantes de diseño para la red Metropolitana Ethernet tomando en consideración la escalabilidad y los servicios de banda ancha.
- Evaluación de la propuesta final.

### **1.1 Redes Metropolitanas Ethernet**

Ethernet ha sido durante mucho tiempo el estándar de-facto en Redes LAN. Su simplicidad y uso generalizado la han convertido en una tecnología muy popular en las redes de comunicaciones de datos actuales. Al evolucionar desde un entorno LAN puro, Ethernet ahora se está utilizando en entornos de Redes de Área Metropolitanas (MAN) y de Redes de Área Extendida (WAN) también. Esta evolución presenta varios desafíos, para abordar qué nuevas tecnologías se están desarrollando bajo el nombre de Carrier Ethernet (CE) [1].

Se ha convertido en una tecnología única para LAN, MAN y WAN pues la misma posee una arquitectura eficiente para redes de paquetes, punto a punto, punto a multipunto y multipunto a multipunto. Todo ello con interfaces de costos ventajosos que ofrecen flexibilidad de ancho de banda: 10 Mbps hasta 400 Gbps [2].

#### **1.1.1 Ethernet sobre Ethernet (EoE)**

Los defensores de Clase de Operador Ethernet (Carrier Class Ethernet) argumentan que Ethernet es la mejor para las redes de área metropolitana porque todo el tráfico de datos se origina como Ethernet. La presencia ubicua de Ethernet en las LAN de todo el mundo reduce el costo de Ethernet como tecnología. Por lo tanto, el uso de Ethernet en una red de metro permite a los proveedores de servicios aprovechar los volúmenes que manda un segmento empresarial mucho más grande.

Los Puentes de red Troncal del Proveedor (Provider Backbone Bridging / PBB) en IEEE 802.1Q, inicialmente documentado en la enmienda 802.1ah, fue desarrollado para resolver el problema de escalar a más de 4,094 servicios en una red de Proveedor Puenteado (Provider Bridged / PB), y proporcionar a los proveedores de servicios una tecnología de puente que permitirá encapsular las direcciones MAC, las VLAN y los



datos del suscriptor, lo que hace que el transporte de dichas tramas sea "transparente" en toda su red. El concepto de MAC en MAC (MAC in MAC) se introdujo en PBB [1, 2].

Ingeniería de Tráfico de Puentes de la red Troncal del Proveedor (Provider Backbone Bridge - Traffic Engineering / PBB-TE, comúnmente llamada PBT (Transport Backbone Transport)) proporciona ingeniería de tráfico y un transporte efectivo para servicios Ethernet protegidos [3]. PBB-TE permite la definición de rutas activas y de respaldo de extremo a extremo mediante la configuración del plano de gestión.

La Gestión de Fallas de Conectividad (CFM) proporciona la Operación, Administración y Mantenimiento (OAM) que tanto requiere el Grado de Operador Ethernet (Carrier Grade Ethernet).

Un beneficio clave de un servicio Carrier Ethernet es su capacidad para proporcionar servicios consistentes, rentables y de alto rendimiento entregados a los usuarios en cualquier ubicación que estén conectados a través de una o más de una amplia gama de infraestructuras de transporte [4, 5].

La siguiente tabla resume el soporte de transporte para los diversos servicios de Ethernet.

Tabla 1: Soporte de transporte para servicios de Ethernet [5]

		EPL	EVPL	EP-LAN	EVP-LAN	EP-Tree	EVP-Tree	Access EPL	Access EVPL
IEEE-based Transport Technologies	Customer Bridging	✔⚠	✔⚠	✔	✔⚠	✔⚠	✔⚠	✘	✘
	Provider Bridging	✔⚠	✔	✔	✔⚠	✔⚠	✔⚠	✔	✔
	Provider Backbone Bridging	✔⚠	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔
	PBB-TE	✔⚠	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔
MPLS-based Transport Technologies	VPWS	✔	✔	✘	✘	✘	✘	✔	✔
	VPLS	✔⚠	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔
	MPLS-TP	✔	✔	✘	✘	✘	✘	✔	✔
Optical Transport Technologies	SONET/SDH	✔	★	✘	✘	✘	✘	✘	✘
	OTN	✔	★	✘	✘	✘	✘	✘	✘
	WDM	✔	★	✘	✘	✘	✘	✘	✘



## **1.2 Premisas para la implementación de red provincial Metropolitana Ethernet en Las Tunas**

### **1.2.1 Antecedentes**

Como parte del plan de desarrollo de ETECSA para cumplir con los estándares de red que permitan la ampliación y diversificación de los servicios de banda ancha, es necesario la creación de estructuras de red a nivel provincial que logren asumir los incrementos de ancho de banda de los diferentes servicios.

El despliegue actual de la red móvil con servicios 3G y 4G, el incremento de los servicios de datos asociados a Nauta Hogar, el crecimiento de las zonas donde se oferta WIFI tanto en áreas públicas como en zonas turísticas, así como los aumentos de ancho de banda de los servicios empresariales, hacen que la estructura de red actual basada en SDH sea incapaz de asumir tan alta demanda. Es por ello que se trabaja en el diseño y despliegue de redes de agregación provinciales basadas en dos capas; una Capa Óptica utilizando tecnología OTN/DWDM para transportar la señal y una Capa IP con equipos que permiten la agregación de altas capacidades de transmisión de datos. Se logra, además, esquemas de alta disponibilidad de los servicios desde el punto de vista lógico y físico, utilizando para ello rutas de cables con recorridos independientes en los casos que lo permita.

### **1.2.2 Situación Actual**

Existe hoy en la Red de Telecomunicaciones de ETECSA, una agregación extendida del Backbone IP/IPMLS en cada provincia, propiciada por la necesidad de brindar servicios de agregación al Backbone IP/IPMLS y no existir, ni estar definidas las redes de Agregación.

En estos momentos se hace necesario establecer determinadas premisas con el objetivo de organizar y armonizar la interacción entre tecnologías y capas de la Red de Telecomunicaciones de ETECSA, de modo que permita la implementación de las nuevas Redes Metro Ethernet provinciales de forma eficiente para la empresa y la utilización y explotación de los equipos existentes de forma lógica, organizada, facilitando el despliegue de la tecnología escalonadamente y de acuerdo a lo planificado.

### 1.2.3 Descripción de la solución propuesta

A continuación se detallan los aspectos técnicos necesarios para la instalación de la Capa Óptica (OTN (Redes de Transporte Óptica) / DWDM (Multiplexado Denso por División en Longitudes de Onda)) de la nueva red metro de agregación propuesta para la provincia de Las Tunas. Está compuesta por 8 nodos OTN/DWDM que permiten la inserción de lambdas de 10G FOADM (Multiplexor Óptico Fijo de Inserción / Extracción).

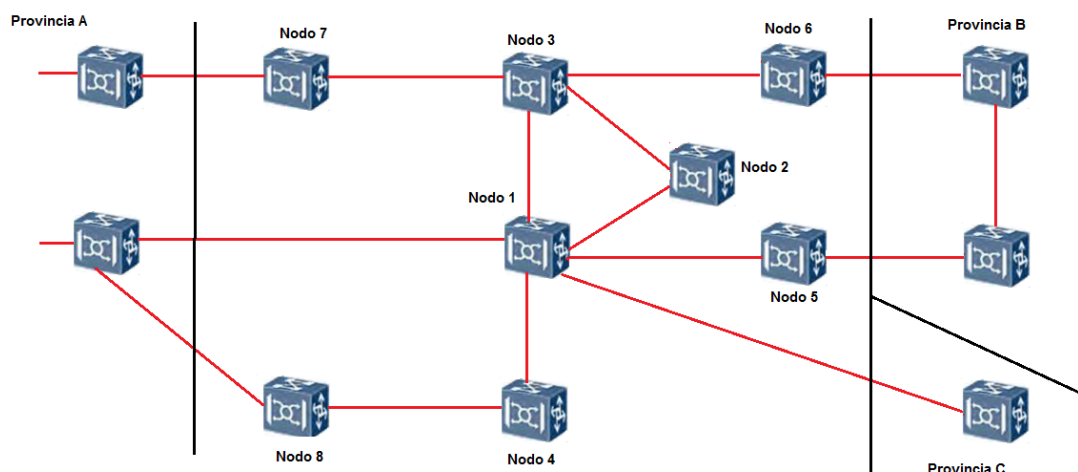


Figura 1: Capa Óptica red Metropolitana Ethernet Las Tunas [elaboración propia]

Instalación de la capa IP en la provincia de Las Tunas.

El sistema se basa en una estructura de 2 anillos con centro en el CT Tunas y una fibra óptica oscura entre nodo 3 y el Polo Turístico teniendo en cuenta la importancia y demanda que requiere. Consiste en un CORE con capacidad de 10GbE en CT principal y los switch de cada sitio transportado sobre la red DWDM.

**Anillo 1:** Nodo 1 – Nodo 3 – Nodo 7 – Nodo 8 - Nodo 4

**Anillo 2:** Nodo 1 – Nodo 2 – Nodo 6 – Nodo 5

**Enlaces por FO oscura:** Nodo 3 - Polo Turístico

La conexión al backbone IP/MPLS será a través del cluster de switch del POP local, mediante 2 enlaces Eth-Trunk 10GbE. Esta red metro constituye la capa intermedia entre los equipos de acceso (DSLAM, MSAN, RBS, etc.) y la capa del BB IP/MPLS sobre la cual se configuran y dan terminación a todos servicios que mediante VPNs se transportan hacia las distintas plataformas.







### 1.2.4 Arquitectura Red Metropolitana Ethernet propuesta

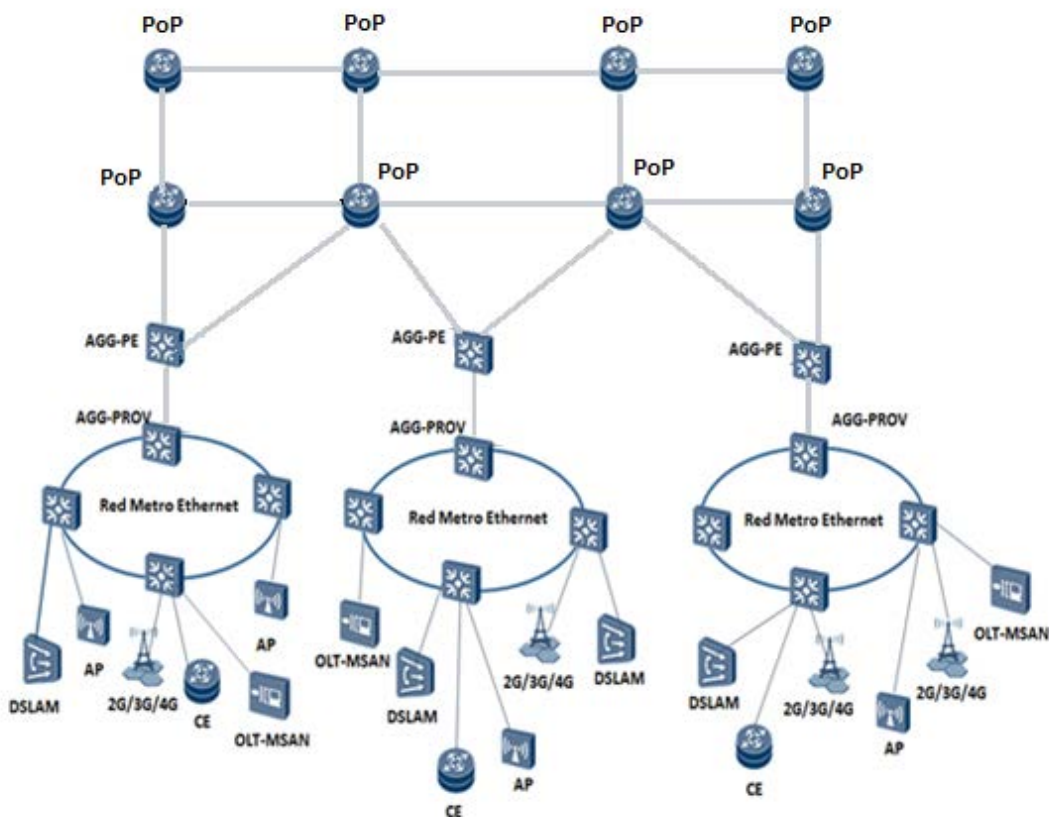


Figura 2: Arquitectura Red Metropolitana Ethernet propuesta [elaboración propia]

## 2. Metodología

Los métodos científicos sobre los cuales se desarrolla la investigación son; histórico – lógico, el cual permite contextualizar el problema de investigación, sus antecedentes y desarrollo. Analítico - sintético, ya que es necesario trabajar cada componente y luego diseñar la nueva Red Metropolitana Ethernet. Inductivo-deductivo, a través del cual se logra establecer generalidades en cuanto al diseño de la red a partir de las experiencias particulares de los técnicos y especialistas los cuales participan en la misma. Como método empírico, la observación, mediante el cual se pudo obtener una percepción atenta, racional, planificada y sistemática de los fenómenos relacionados con el objeto de la investigación.

## 3. Resultados y discusión

Con este trabajo se logra ofrecer una respuesta a la constante demanda de servicio de banda ancha, alcanzando altos niveles de confiabilidad, vitalidad, y seguridad en la red.



La utilidad e impacto de la presente investigación es fundamentalmente social, económico y tecnológico, por cuanto permite el desarrollo. En el plano social aumenta la efectividad en la prestación de los servicios. El impacto económico es importante, la nueva tecnología es muy económica, los costos de implementación son inferiores en comparación con las redes tradicionales. Desde el punto de vista tecnológico el diseño de la red metro garantizará la oferta de variados servicios sobre una misma red de acceso Ethernet.

Con la implementación del proyecto se dan soluciones a problemáticas existentes vinculadas a la progresiva demanda de servicios, lo que ha generado la necesidad de construir redes que estén en la capacidad de manejar el creciente tráfico, y que sean más potentes, robustas, fiables, sencillas y escalables.

#### 4. Conclusiones

En este trabajo se investigó sobre el estado de avance de las diferentes tecnologías de transporte y estándares de las redes Metropolitanas Ethernet, así como su evolución. Se evaluó los distintos tipos de servicios Ethernet, todo esto a través de revisión bibliografía, estándares, resoluciones y especificaciones técnicas. Finalmente se elaboró el diseño de red para la provincia Las Tunas.

#### 5. Referencias bibliográficas

- [1] IEEE, "IEEE 802.1Q-2018 - IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks—Bridges and Bridged Networks," ed, 2018-05-07.
- [2] IEEE, "IEEE 802.17-2011 - IEEE Standard for Information technology--Telecommunications and information exchange between systems Local and metropolitan area networks--Specific requirements Part 17: Resilient packet ring (RPR) access method and physical layer specifications," ed, 2011.
- [3] IEEE, "IEEE 802.1Qay-2009 - IEEE Standard for Local and metropolitan area networks--Virtual Bridged Local Area Networks Amendment 10: Provider Backbone Bridge Traffic Engineering," ed, 2009-06-17.
- [4] MEF. (Dec 06, 2018). *Reference Wiki. Carrier Ethernet*. Available: <https://wiki.mef.net/display/CESG/Carrier+Ethernet>
- [5] MEF. (Oct 22, 2014). *Reference Wiki. Transport Support for Carrier Ethernet Services*. Available: <https://wiki.mef.net/display/CESG/Transport+Support+for+Carrier+Ethernet+Services>