

1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

<b>Código:</b>	CIDII-061413
<b>Centro de Investigación:</b>	CENTRO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN EN INGENIERÍA
<b>Programa:</b>	Redes ópticas, estudio de materiales para fotónica
<b>Título del Proyecto:</b>	Modelo ILP para la optimización de la implementación de redes WDM-PON
<b>Grupo de Investigación:</b>	Grupo de Investigación en Electrónica y Telemática
<b>Area de Conocimiento:</b>	Ciencia y Tecnología
<b>Línea de Investigación:</b>	Telemática
<b>Tipo de Investigación:</b>	Aplicada Desarrollo
<b>Campo :</b>	Tecnologías
<b>Investigador Principal :</b>	GERMAN VICENTE AREVALO BERMEO
<b>Proyectos Vinculados :</b>	Análisis y Simulación de los efectos no lineales en la capa física de una red óptica de nueva generación.
<b>Duración del Proyecto :</b>	12 Meses
<b>Localización del Proyecto :</b>	Universidad Politécnica Salesiana - Sede Quito
<b>Fecha de ingreso :</b>	04/10/2013 09:43

## 2. ANTECEDENTES

Las redes de acceso ópticas pasivas constituyen un tema de mucho interés en la investigación actual dada su proyección como la red de nueva generación de mejor rendimiento en costo versus ancho de banda y dados los múltiples problemas todavía pendientes de solución alrededor de estos temas.

Es así que en el GIETEC se han venido desarrollando proyectos de investigación en el área de las PON en los últimos dos años. Se trata de proyectos orientados al estudio de problemas abiertos de implementación, optimización, modelamiento, simulación y estudio de este tipo de redes de nueva generación.

## 3. JUSTIFICACIÓN

El presente proyecto se justifica al cubrir un tópico de mucha actualidad e interés en el campo de la investigación de redes de nueva generación, dado que las redes WDM-PON constituyen una de las soluciones de mayor proyección para proveer servicios convergentes de banda ultra ancha.

Uno de los problemas a resolverse al respecto de este tipo de redes es el de la óptima implementación de la infraestructura de red para que esta provea réditos al menor costo de inversión posible. Precisamente, uno de los métodos más utilizados para este tipo de modelamientos es el de la programación lineal a base de enteros ¿Integer Linear Programming¿ (ILP).

Adicionalmente, el proyecto se justifica al corresponder a parte de la investigación que estoy realizando en el marco de mi tesis doctoral.

## 4. OBJETIVOS

### 4.1 Objetivo General

Desarrollar un modelo ILP para la implementación al menor costo posible de redes WDM-PON.

### 4.2 Objetivos Específicos

- 1 Analizar el estado del arte de los modelos de optimización desarrollados alrededor de las redes WDM-PON.
- 2 Simular y medir las limitaciones físicas del alcance de una red WDM-PON.
- 3 Desarrollar un modelo ILP y una heurística para determinar el escenario más óptimo de implementación de una red WDM-PON.
- 4 Documentar los resultados y elaborar un artículo científico al respecto del tema.

## 5. ESTADO DEL ARTE

En años recientes las redes WDM PON se han constituido en la solución más atractiva para redes de acceso de banda ancha de nueva generación. Este tipo de redes tienen la capacidad de ofrecer velocidades de transmisión a usuario final de 10 Gbps o más. Desde luego que actualmente la demanda de ancho de banda por usuario no requiere esas tasas de velocidad, sin embargo, a futuro, con el advenimiento de los servicios digitales integrados, se proyecta que se requerirían redes ultra banda ancha para usuario final. Es aquí que uno de los problemas a resolverse es la implementación de este tipo de redes al menor costo posible. En general, la implementación de redes PON, está limitada por el alcance físico de la red de distribución, y por los costos de los equipos en el lado del proveedor de servicios (la OLT) y del usuario final (las ONUs) [1]. Otra variable de decisión que afecta el costo de la instalación es la ubicación y la cantidad de equipos a ser emplazados para satisfacer una determinada demanda de tráfico de usuario. Recientemente se han desarrollado varias investigaciones que implementan modelos ILP para determinar el escenario más óptimo de implementación al menor costo posible. Sin embargo el problema general de solución para la optimización de una red PON no tiene solución ILP, porque es un problema no lineal del tipo NP-hard (sin solución algorítmica general). J. Zhang y N. Ansari [1] proponen un esquema de optimización para redes TDM/WDM PON (híbridas) en topologías restringidas a dos niveles para un determinado nivel máximo de tráfico y un valor dado de alcance de la fibra en el que se linealizan las ecuaciones no lineales resultantes del modelo y se emplea el método de dos columnas para la resolución. A. Eira et. al. [2] proponen un modelo multinivel ILP y heurístico para la optimización de costos de implementación de redes TDM PON que toma en cuenta además de los costos de implementación (el CAPEX) también los costos operativos de la red (el OPEX), sin embargo no consideran el uso de AWGs sino solamente de splitters por tratar redes del tipo TDM. GU Rentao et.al. [3] proponen un algoritmo para el planeamiento de redes PON de largo alcance en el que emplean ILP y heurísticas para resolver topologías PON generadas aleatoriamente utilizando un algoritmo evolutivo que

emplea la secuencia de Prüfer. Otras investigaciones incluyen el estudio de problemas relacionados específicamente con redes WDM PON como el costo de AWGs [4] o se enfocan directamente en soluciones heurísticas dado las limitantes de los modelos ILP [5].

## 6. METODOLOGÍA

1. Investigación del estado del arte a través de la lectura de artículos científicos obtenidos en bases de datos indexadas.
2. Recopilación de datos a través de mediciones y simulaciones.
3. Análisis y procesamiento de la información obtenida mediante herramientas de análisis y modelamiento matemático.
4. Presentación de los resultados obtenidos a través de la redacción de un artículo científico.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

[1]. Chowdhury, R. and Jaumard, B., "A cross layer optimization scheme for WDM PON network design and dimensioning," Communications (ICC), 2012 IEEE International Conference on , vol., no., pp.3110-3115, 10-15 June 2012.

[2]. Eira, A. and Pedro, J. and Pires, J. ¿Optimized design of multistage passive optical networks¿, Communications and Networking, IEEE/OSA Journal, vol.4 , no.5, pp.402-411, 2012.

[3]. Gu Rentao and Liu Xiaoxu and Li Hui and Bai Lin, ¿Evolutional algorithm based cascade long reach passive optical networks planning¿, China Communications Journal, vol.10, no.4, pp.59-69, 2013.

[4]. Jingjing Zhang and Nirwan Ansari, ¿Minimizing the Arrayed Waveguide Grating Cost and the Optical Cable Cost in Deploying WDM Passive Optical Networks¿, Optical Communications and Networking, IEEE/OSA Journal, vol.1, no.5, pp.352-365, 2009.

[5]. Khan, S.U., ¿Heuristics-based PON deployment¿, IEEE Communications Letters, vol.8, no.9, pp.847-849, 2005.

## 8. RESULTADOS ESPERADOS

Los resultados esperados para el presente proyecto serían:

¿ Disponer de una análisis del estado del arte de los modelos de optimización desarrollados alrededor de las redes WDM-PON.

¿ Disponer de datos y modelos provenientes de simulaciones y mediciones al respecto de las limitaciones físicas del alcance de una red WDM-PON.

¿ Disponer de un modelo ILP y heurístico para determinar el escenario más óptimo de implementación de una red WDM-PON.

¿ Conseguir la publicación de un artículo científico al respecto del tema en una base indexada a través de una revista o ponencia de renombre internacional.

## 9. TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA Y/O SOCIALIZACIÓN DE RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN

A través del proyecto se contará con equipos de alta proyección de uso para otras investigaciones y trabajos académicos a futuro, como un OTDR y una fusionadora de fibra óptica y sus respectivos accesorios de trabajo. Se dispondrá además de modelos, simulaciones y algoritmos matemáticos que podrán ser empleados para ampliar la investigación a otros temas relacionados.

## 10. IMPACTOS DEL PROYECTO

Académico: Utilizar herramientas en tecnologías de punta, en el área de las redes de nueva generación PON ópticas, que sean útiles en las cátedras de pregrado.

Científico: Sentar las bases para futuros proyectos de investigación en el área de las redes de nueva generación PON y otras relacionadas.

Tecnológico: disponer de un modelo ILP y heurístico para la optimización de la implementación de redes PON de nueva generación.

Vinculación: Establecer vínculos con investigadores nacionales e internacionales para trabajos futuros.

**11. INFORMACIÓN DE COFINANCIADORES (en caso de que existieran)**

