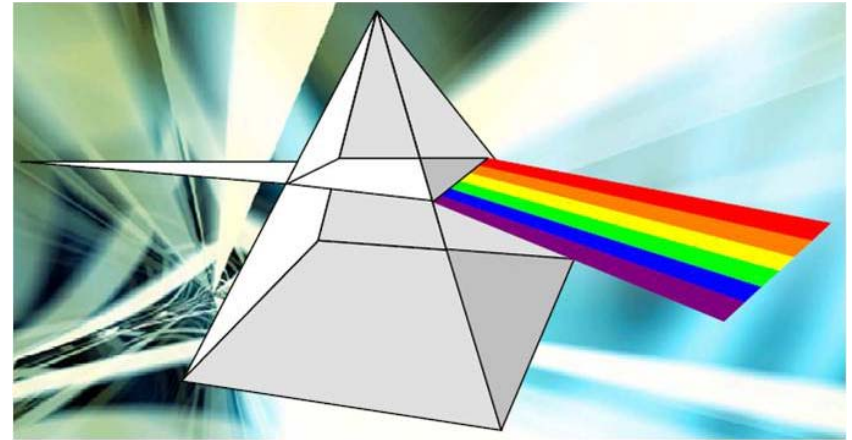


# MULTIPLEXACIÓN POR DIVISIÓN DE LONGITUD DE ONDA WDM

## Contenido

- 1.- Conceptos de WDM.
- 2.- Sistemas WDM.
- 3.- Tipos de sistemas WDM.
- 4.- Topologías para DWDM.



**Objetivo.-** Al finalizar, el lector será capaz de explicar el desarrollo de las tecnologías ópticas que se están convirtiendo en la infraestructura de soporte de las redes de nueva generación.

Última modificación:  
1 de agosto de 2010

Tema 8 de:  
**COMUNICACIONES ÓPTICAS**  
Edison Coimbra G.

# 1.- Conceptos de WDM

Se diseñó para utilizar la capacidad de **alta tasa de datos de la fibra**. Conceptualmente es la **misma que FDM**, excepto que involucra **señales luminosas de frecuencias muy altas**.

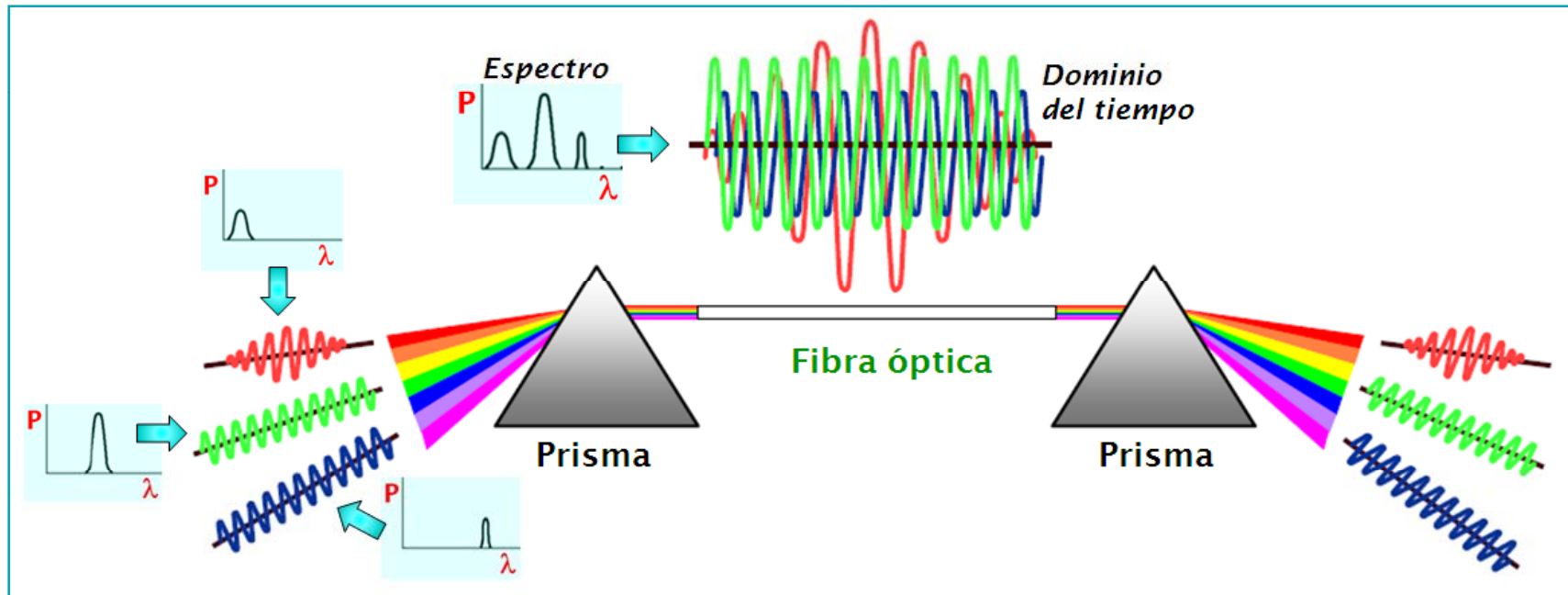
La idea es simple:



Se quieren combinar múltiples haces de luz dentro de una **única luz** en el **multiplexor**.



Hacer la operación inversa en el **demultiplexor**.



Combinar y dividir haces de luz se resuelve fácilmente mediante un **prisma**. Un **prisma** curva un rayo de luz basándose en el **ángulo de incidencia** y la **frecuencia**.

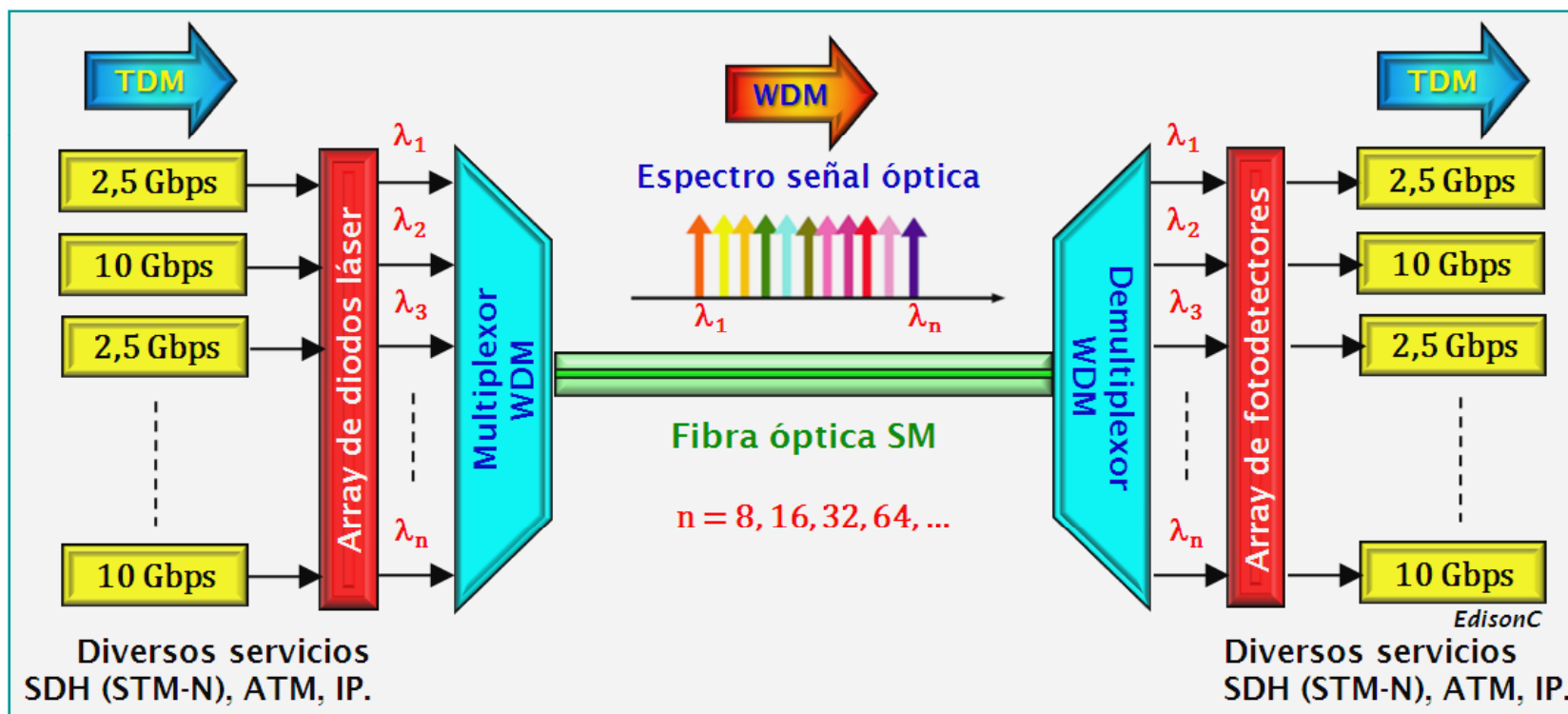
## 2.- Sistemas WDM

Un sistema WDM se compone básicamente de un **multiplexor** y un **demultiplexor** ópticos.

Las señales monocromáticas de diferentes  $\lambda$  ( $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \dots, \lambda_n$ ), son generadas por láseres y conducidas por  $n$  fibras hasta el **multiplexor**.

El **multiplexor** combina las señales que le llegan en una **señal policromática** que se envía a una sola fibra para su transmisión.

El **demultiplexor** separa las diferentes  $\lambda$  de la señal policromática para su correspondiente procesamiento.

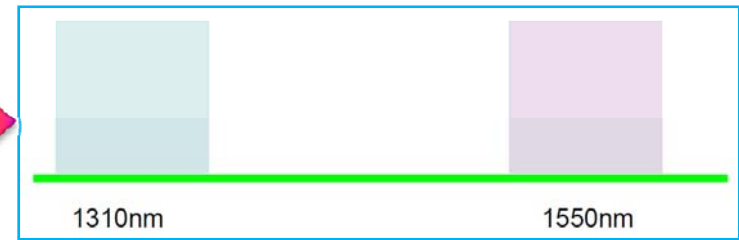


Con el **tipo adecuado de fibra** se dispone de un dispositivo que realice ambas funciones a la vez, actuando como un **multiplexor óptico de inserción extracción (OADM)**.

### 3.- Tipos de sistemas WDM

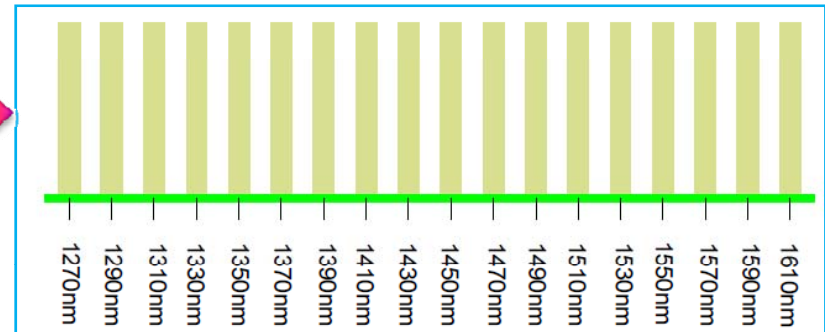
1

Los primeros sistemas **WDM** usaron 2 longitudes de onda centradas en las ventanas de **1310 nm** y **1550 nm**.



2

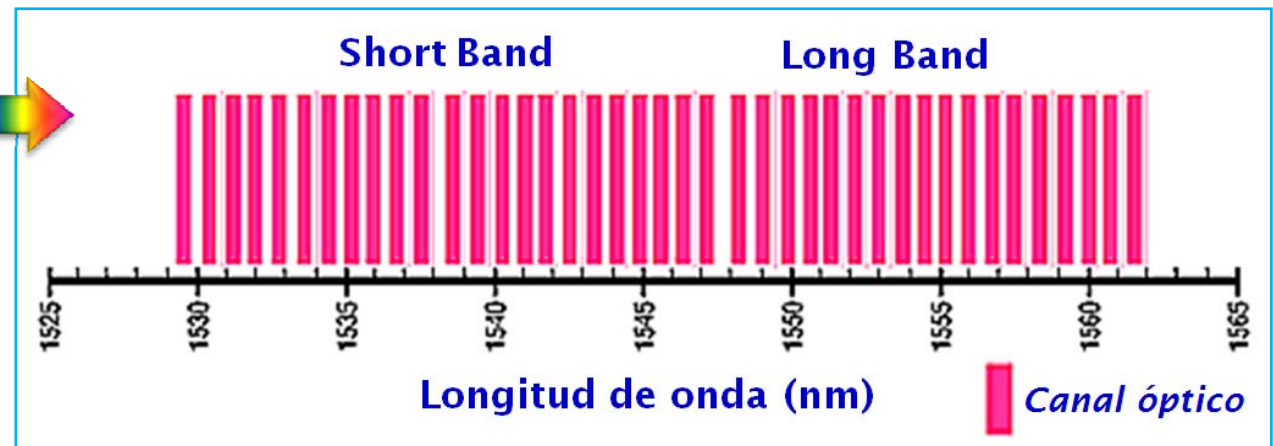
Después fue **CWDM** (*Coarse WDM*). La ITU (G.694.2) define una **banda óptica** de **18  $\lambda$ 's**, entre **1270 y 1610 nm**, espaciadas entre ellas **20 nm**.



Alrededor de **1.400 nm** existe una **atenuación alta** debido al **pico de absorción**. Se fabrican fibras con este **pico de absorción compensado**.

3

Luego fue **DWDM** (*Dense WDM*). La ITU (G.692) define una **banda óptica** de **20 a 40  $\lambda$ 's**, entre **1530 y 1570 nm**.



Se usan 2 separaciones:

- 200 GHz (1.6 nm)
- 100 GHz (0.8 nm)

4

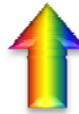
Ya hay disponibles sistemas **UWDM** (*Ultradense WDM*) con separaciones más densas.

- 50 GHz (0.4 nm)
- 25 GHz (0.2 nm)

## 4.- Topologías para DWDM



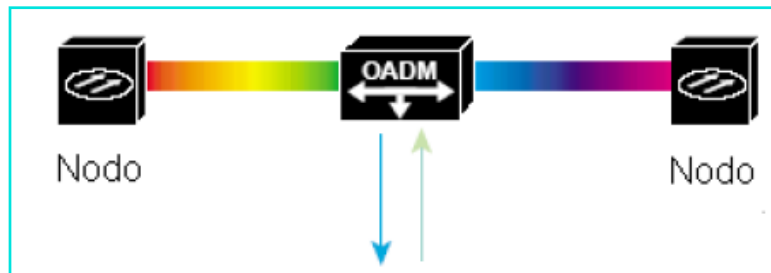
**DWDM** se ha diseñado para aplicaciones en **redes de transporte WAN** con alcances de varios **cientos a miles de km sin regeneración**.



**CWDM** para aplicaciones en **redes de acceso metropolitano** como 10GbE, FTTH-PON, CATV y otros sistemas de corto alcance, que cubren **decenas de km sin amplificación**.

Para ambos casos se imponen **estrategias separadas**. Según la necesidad, se dispone de topologías **punto a punto**, en **anillo** y **malla**.

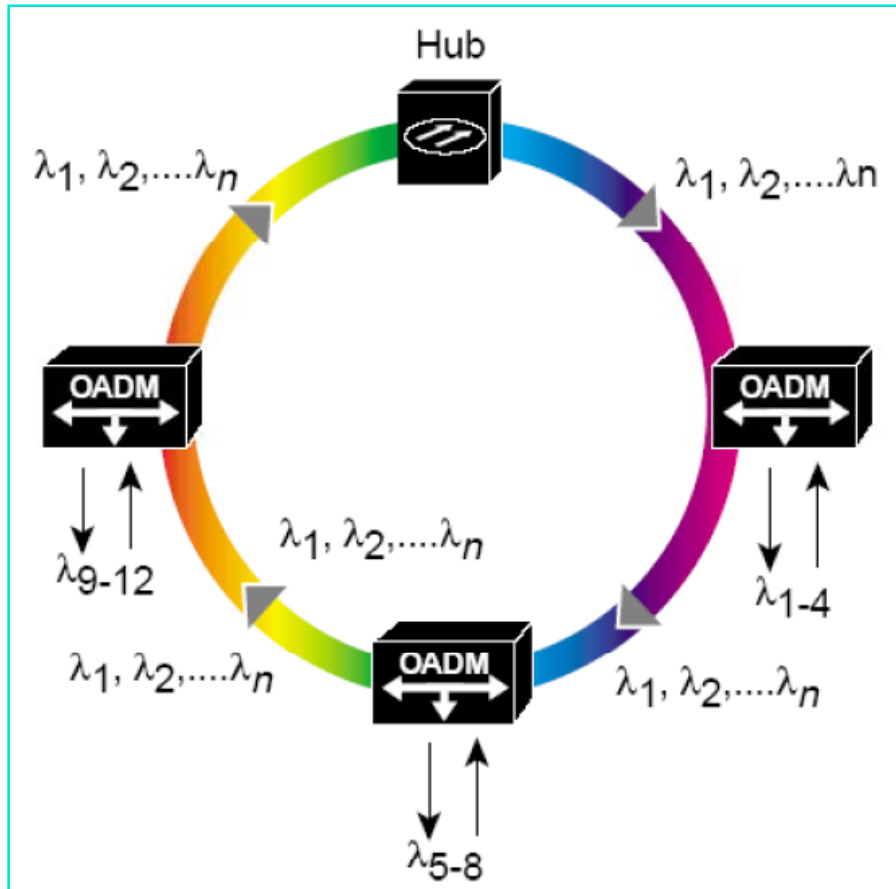
### Topología punto a punto



### Características:

- La fibra y el tráfico son **lineales**. Se usan en **redes de transporte WAN** y de **acceso metropolitano**. Con o sin multiplexor óptico **OADM**.
- Son de **alta velocidad**; actualmente hasta **160 Gbps**. Pueden cubrir varios **cientos a miles de km**, con menos de 10 amplificadores.
- En redes de acceso metropolitano no se necesitan amplificadores.
- En los equipos, la **redundancia** está a nivel del sistema. Los **enlaces paralelos** conectan sistemas redundantes a cualquier punto final.

## Topología en anillo



### Características:

- La fibra se instala en **anillo**. Los canales de tráfico se transmiten a través de los **OADM** hasta alcanzar su destino. Se usa en **redes de acceso metropolitano**.
- El anillo de fibra puede contener **4 canales** con sus  $\lambda$ 's respectivas. Es típico que existan menos nodos que canales.
- La velocidad de tráfico está en el rango de **622 Mbps a 10 Gbps** por canal. Pueden cubrir **decenas de km** sin amplificación.

En los **OADM**, se extraen y agregan  $\lambda$ 's, y otras pasan transparentemente. Las **topologías en anillo** permiten a los nodos **OADM** proporcionar el **acceso** para conectar routers, switches o servidores, **agregando** o **extrayendo** canales en el dominio óptico.

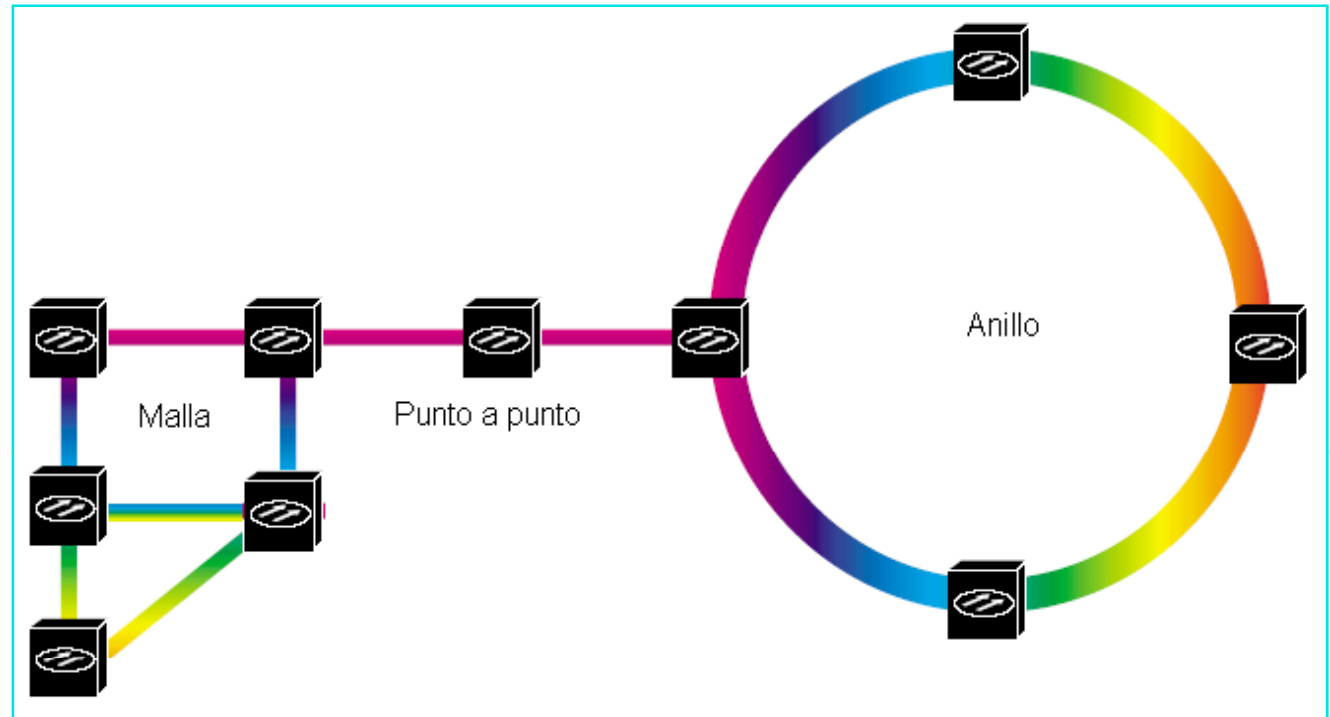
En los esquemas de **anillos bidireccionales**, el tráfico viaja desde el nodo origen al nodo receptor por la ruta más directa. Se usan para redes **SONET/SDH**, en especial cuando se implementan con 4 fibras, ofreciendo una completa redundancia.

## Topología en malla

### Características:

• Todos los nodos ópticos se interconectan entre sí. Se usan en **redes de acceso metropolitano**.

• Requiere **esquemas de protección con redundancia** al sistema, tarjeta o nivel de fibra. La **redundancia** en esta arquitectura emigrará a la redundancia por  $\lambda$ .



La **arquitectura en malla** es el futuro de las arquitecturas en redes ópticas. Durante su despliegue, abarcará a los **anillos** y a las arquitecturas **punto a punto**, gracias a la introducción de los **OXC** (*Optical Cross-Connects*) y switches configurables, que en algunos casos reemplazarían, y en otros complementarían a los dispositivos **DWDM** fijos.

# FIN