

# Comunicación de datos

## DWDM Dense Wavelength Division Multiplexing



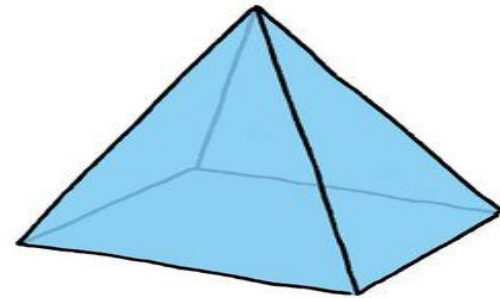
Lic. R. Alejandro Mansilla

Ing. Rodrigo A. Elgueta

IG:santusanda



SANTU  
SANDA



# MUX EN SISTEMAS ÓPTICOS

## MUX ELECTRÓNICA

### ETDM

Mux electrónico digital en el tiempo en banda base

Electronic  
Time  
Division  
Multiplexing

### SCM

Mux electrónico analógico o digital en RF (div de frec)

Sub  
Carrier  
Multiplexing

## MUX ÓPTICA

### OTDM

Mux óptico (analog. o digital) por div. de frec.

Optical  
Time  
Division  
Multiplexing

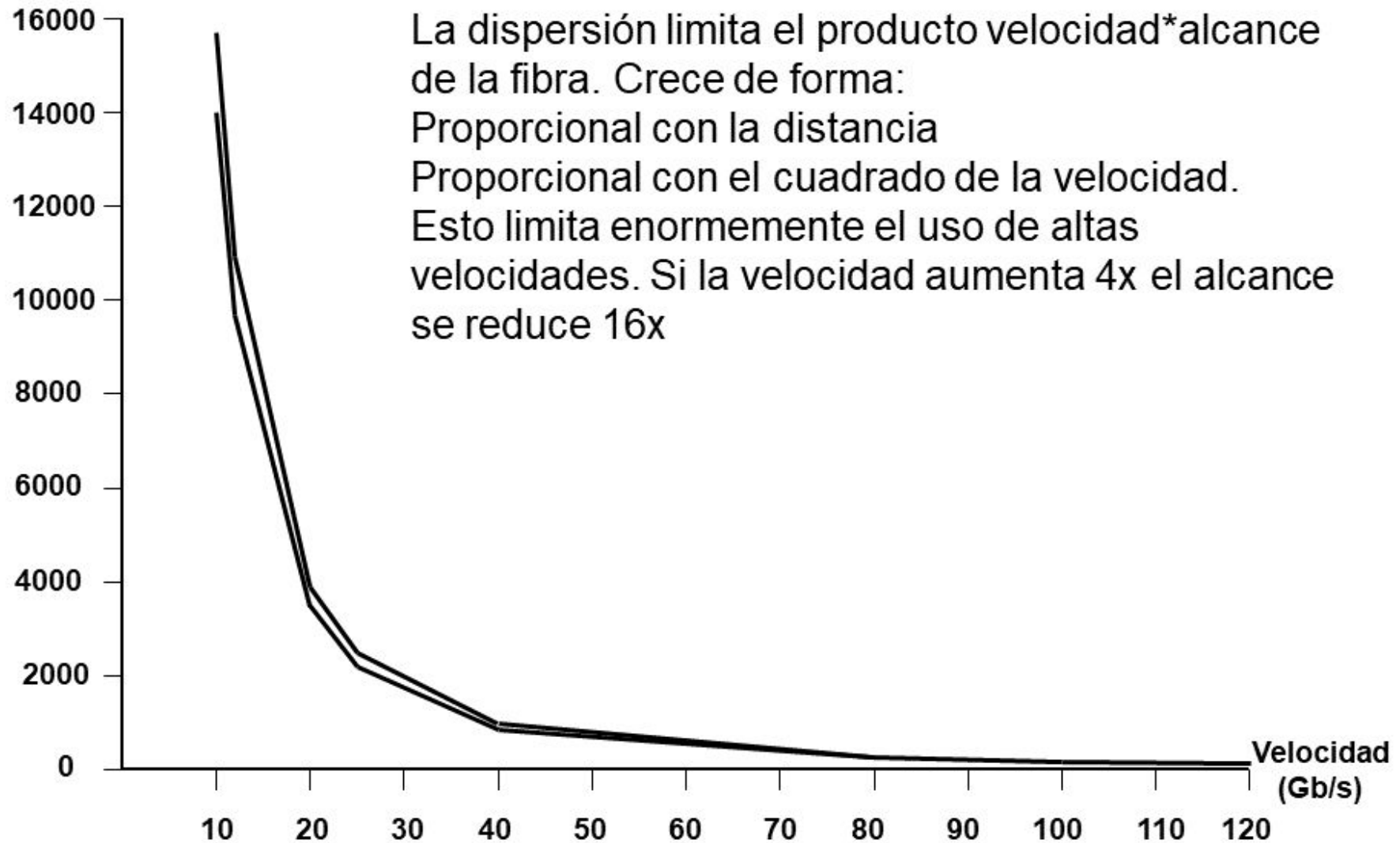
### WDM

Mux óptico Digital en el tpo

Wavelength  
Division  
Multiplexing

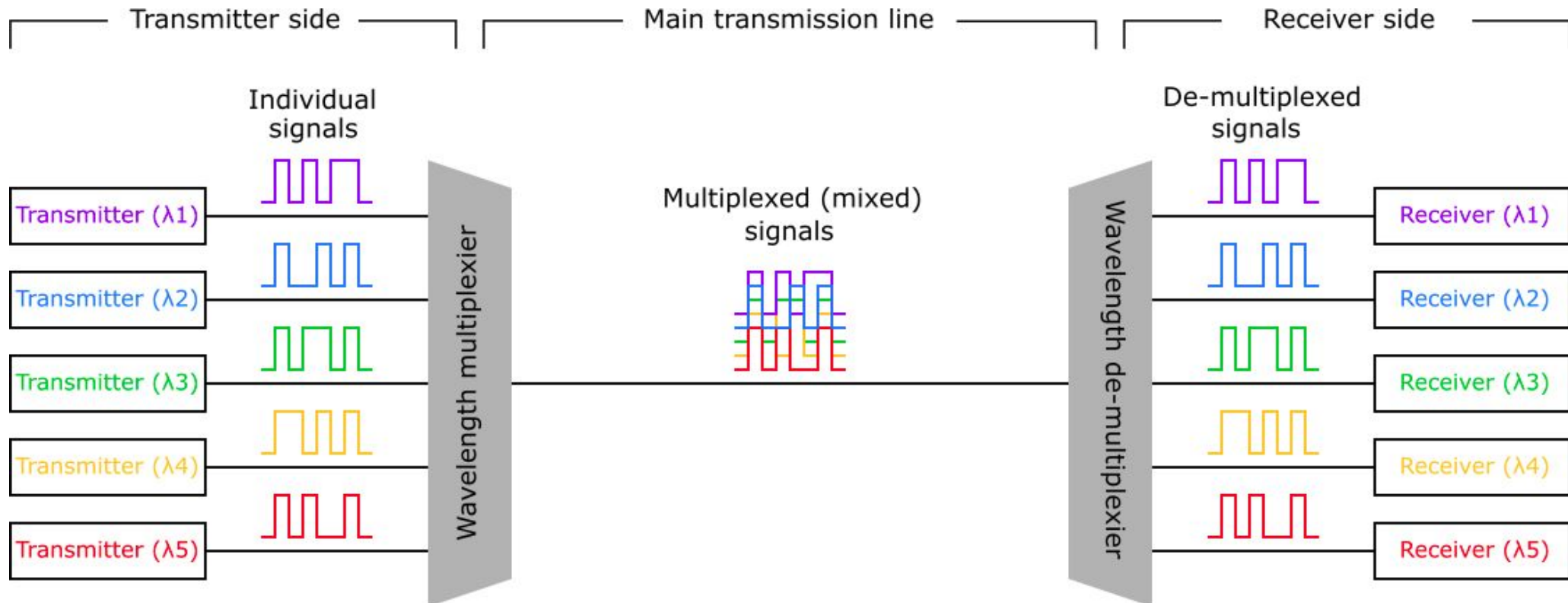
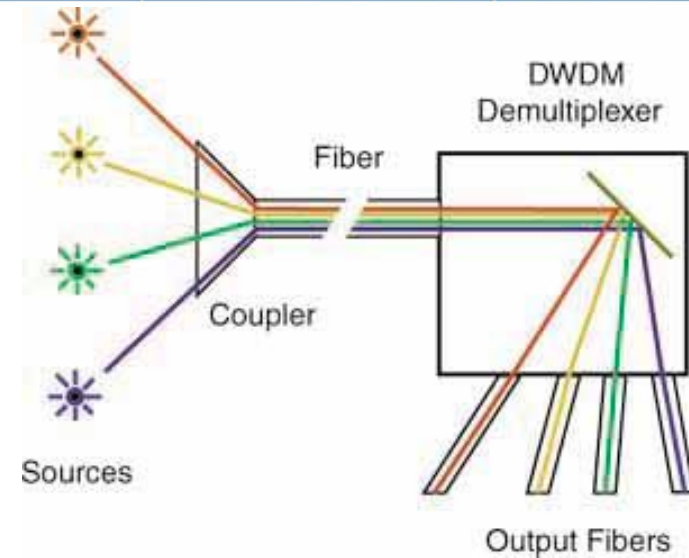
## Relación velocidad-alcance en la fibra

Alcance (Km)



# WDM

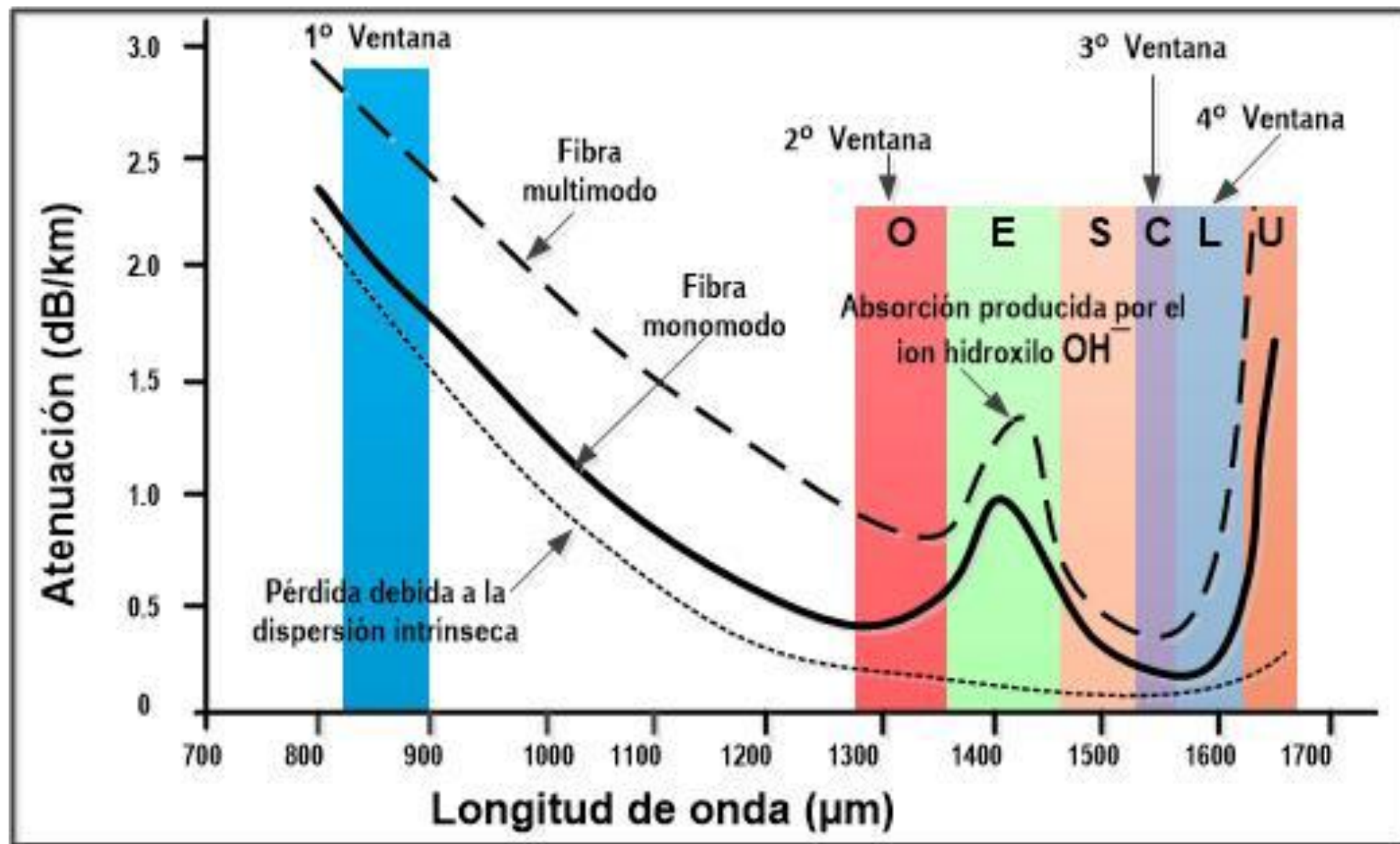
- Envío varias señales a dif.  $\lambda$  por una misma FO.
- Es como convertir una FO en varias





# WDM

Característica	CWDM	DWDM
Número de canales	18	40 – 320
Longitudes de onda	1270 – 1610 nm	1530-1625 nm
Estándar ITU-T	G.694.2	G.694.1
Separación entre canales	20 nm	0,8 nm (100 GHz): 40 canales 0,4 nm (50 GHz): 80 canales 0,2 nm (25 GHz): 160 canales 0,1 nm (12,5 GHz): 320 canales
Alcance max.	60 Km (aprox)	Ilimitado (con amplificadores y repetidores)
Aplicación	LAN, MAN	MAN, WAN
Costo	Bajo	Medio-Alto



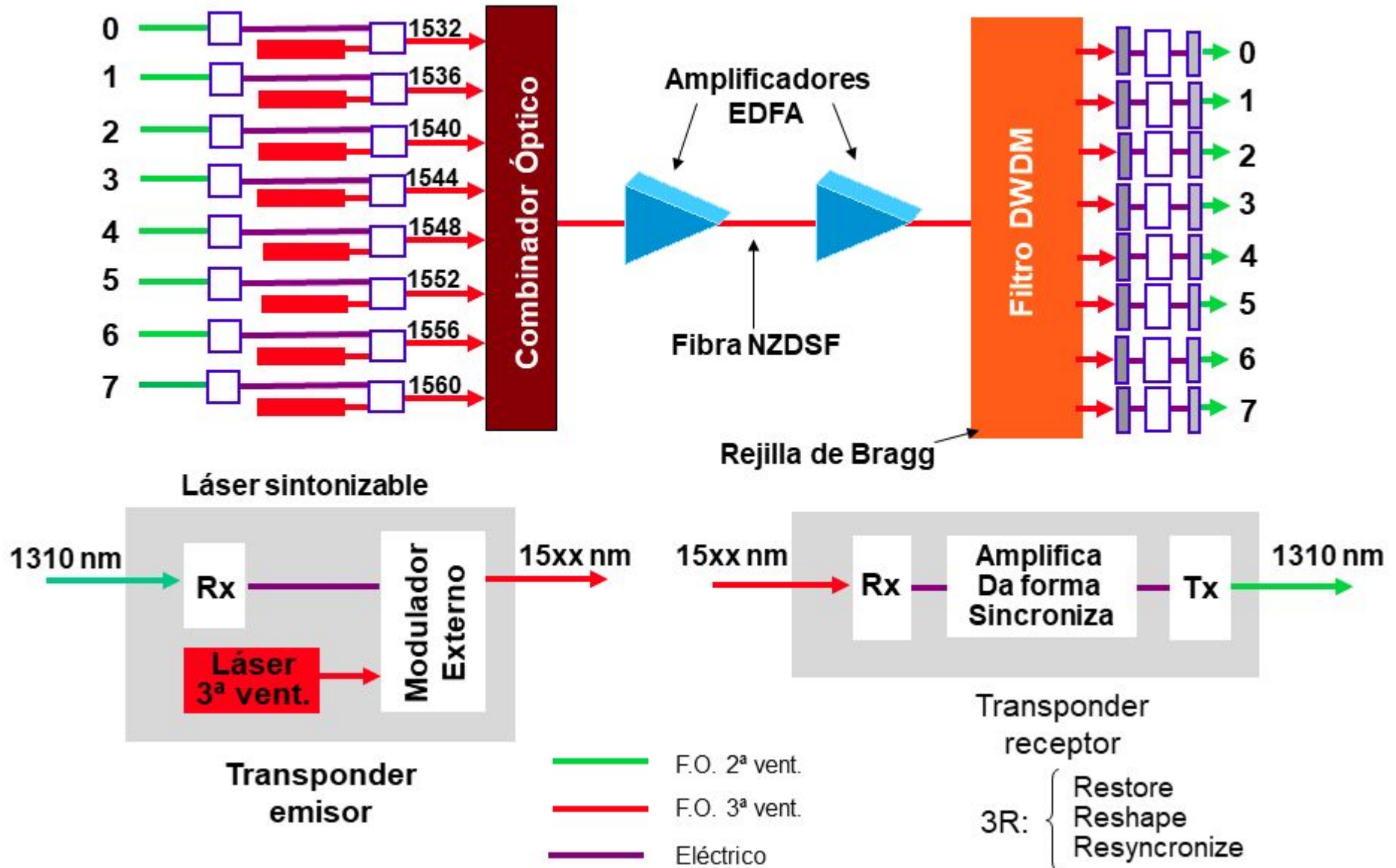
## DWDM - Dense Wavelength Division Multiplexing

Avances Tecnológicos que permitieron su desarrollo:

- Emisor láser sintonizable (la  $\lambda$  puede ajustarse según se requiera)
- Rejillas de Bragg, integradas a la FO para separar las  $\lambda$  en el Rx
- Amplificadores EDFA, integrados en la FO para amplificar varias  $\lambda$  sin separarlas
- FO con 'pico de agua bajo' (LWP) y con dispersión desplazada (NZDSF) para aprovechar la FO en un rango amplio de  $\lambda$



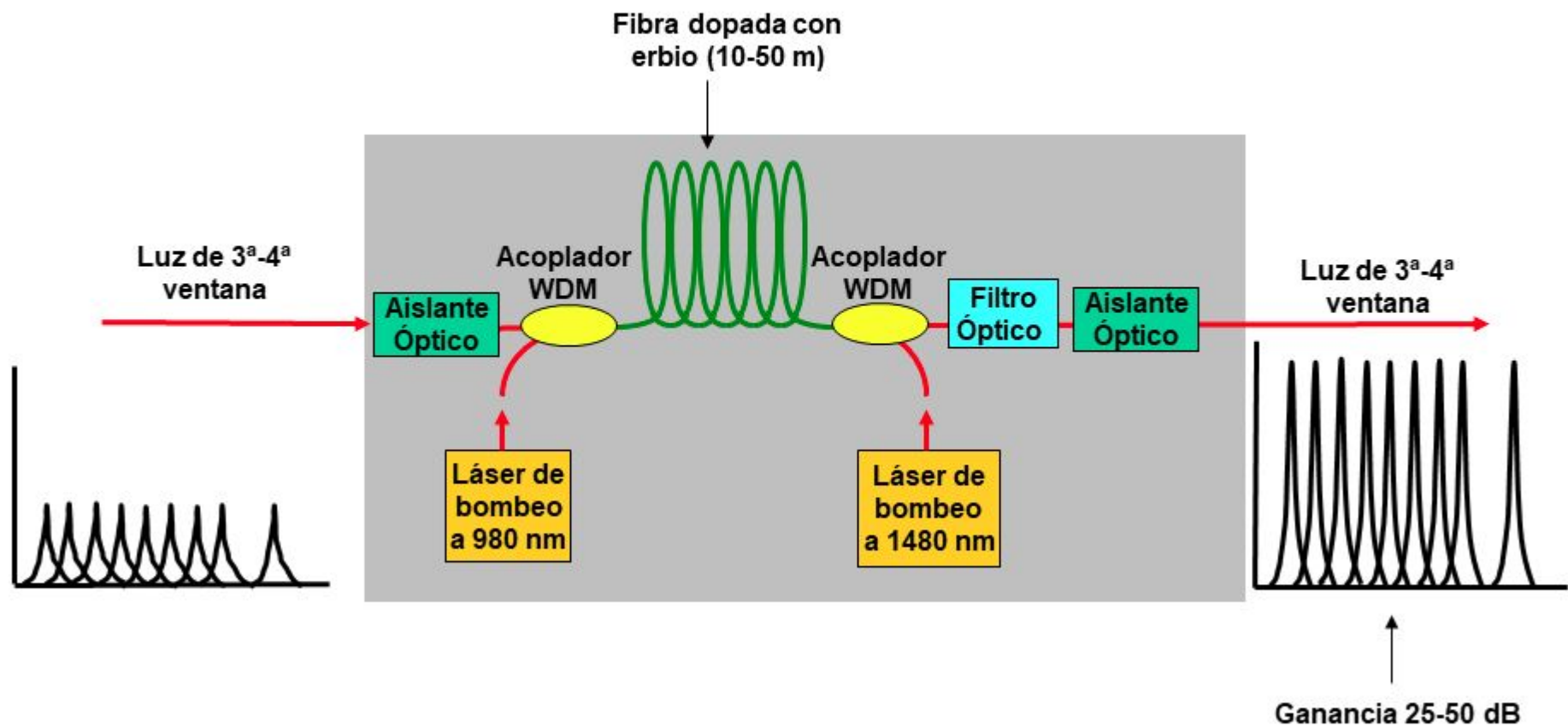
# Funcionamiento de DWDM



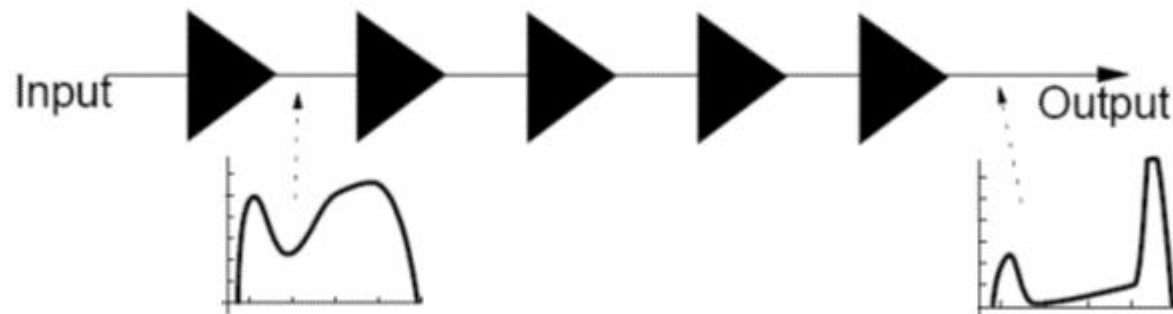
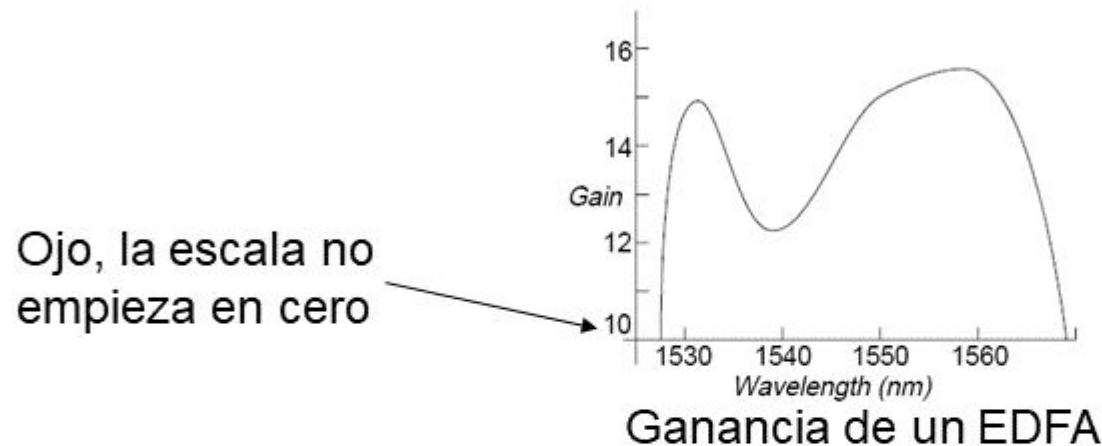
# Amplificadores EDFA y DWDM

- Los amplificadores EDFA (Erbium Doped Fiber Amplifier) actúan sobre la luz con una ganancia sensiblemente lineal en todo el rango de  $\lambda$  de 3ª y 4ª ventana
- Esto es una gran ventaja para DWDM ya que permite poner más amplificadores en cadena antes de tener que poner un repetidor
- Además los EDFA reducen mucho el costo, ya que se puede cambiar el número de  $\lambda$  de una fibra sin modificarlos. Pero su acción se limita a la 3ª y 4ª ventanas
- El erbio (metal usado en algunas aleaciones) se utiliza como dopante en la fibra que constituye el amplificador

# Esquema de un EDFA



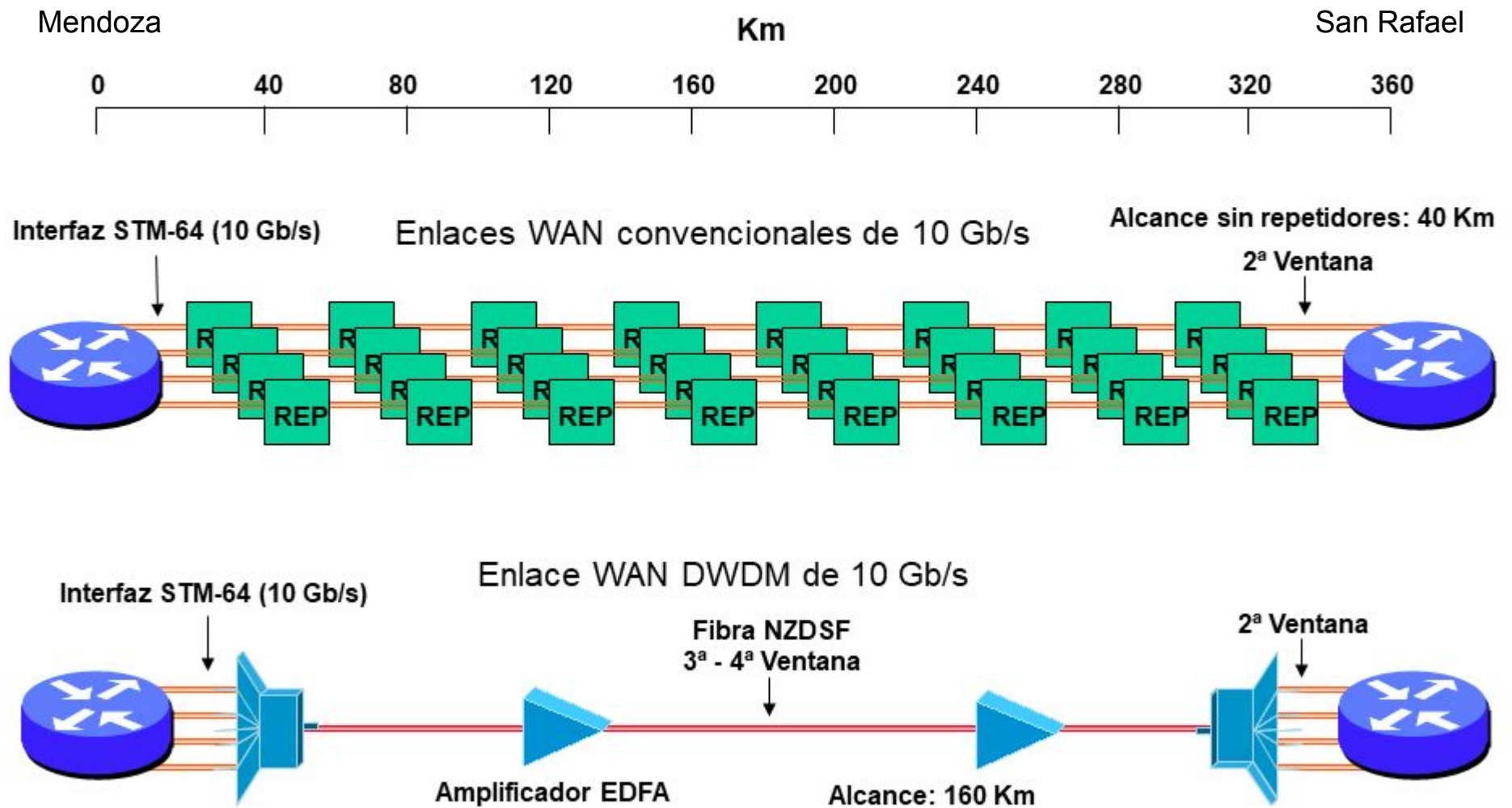
# Ganancia de un EDFA y de una cadena de EDFAs



Ganancia después  
de pasar por un  
EDFA

Ganancia después de pasar  
por una cadena de EDFAs

# Ventaja de DWDM con EDFAs





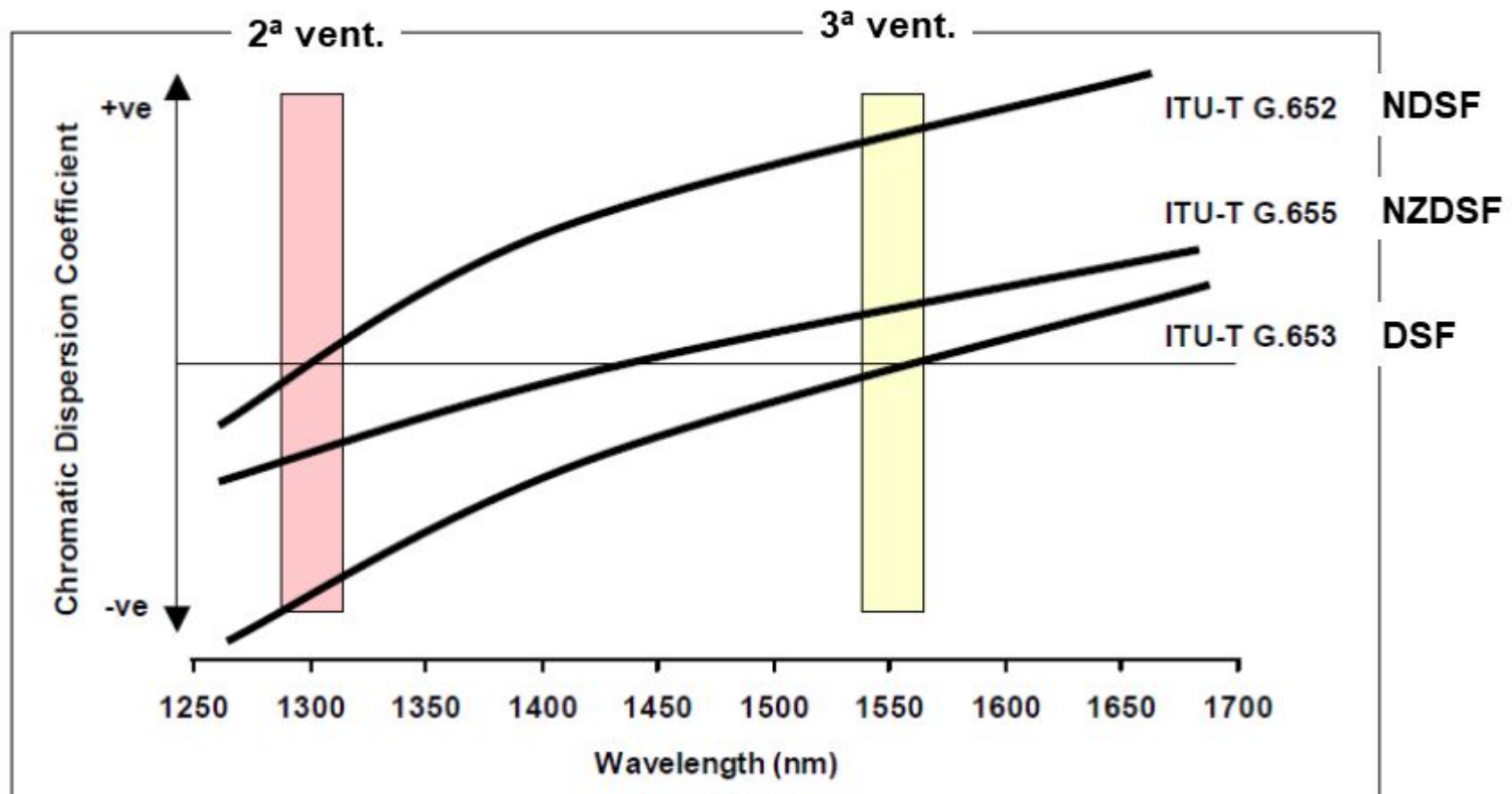
# ANEXO



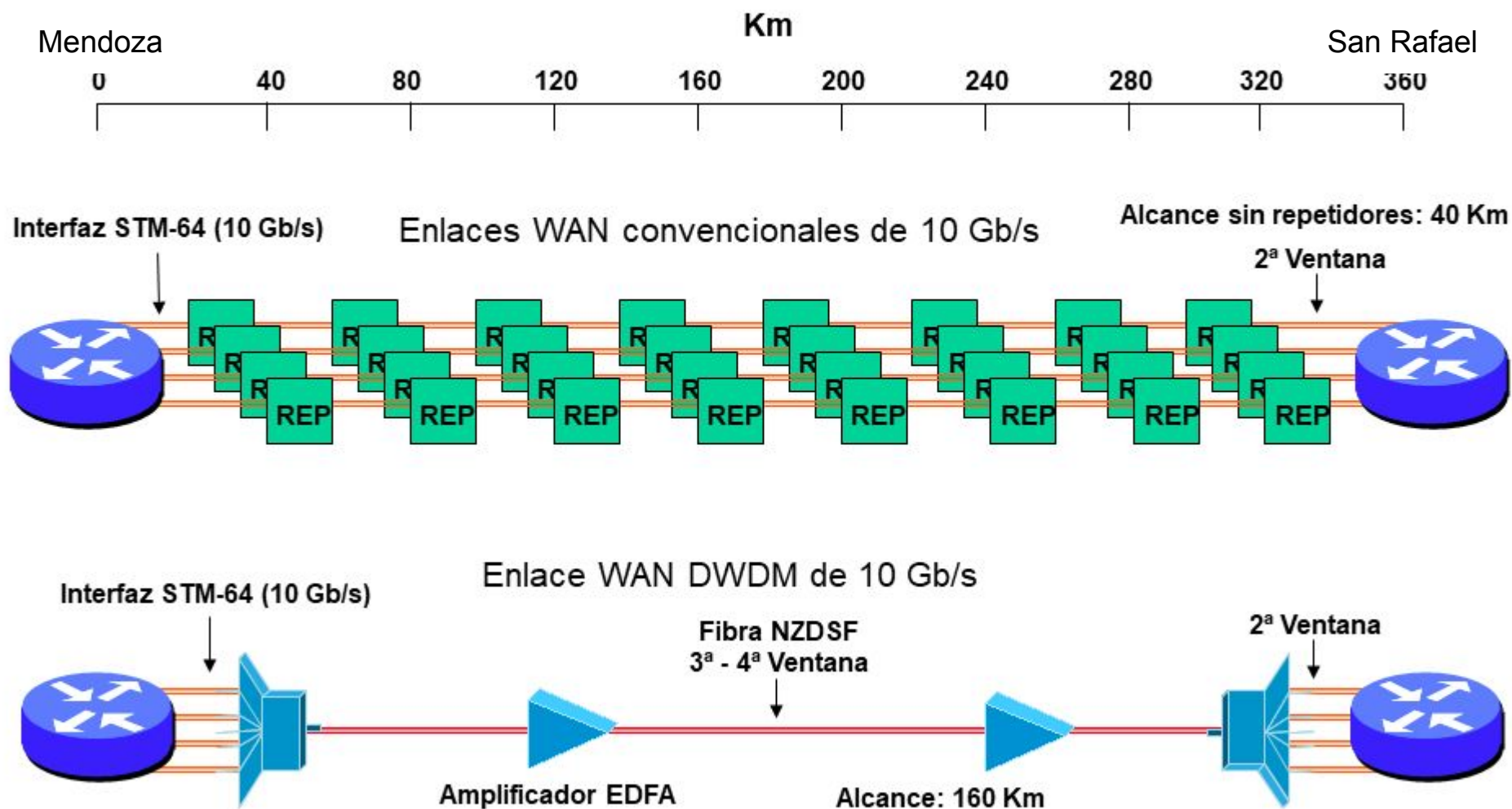
# Fibra NZDSF

- La fibra DSF se diseñó pensando en transmitir una sola  $\lambda$  en 3ª ventana con una dispersión lo más pequeña posible. Cuando se utiliza WDM la dispersión tan baja provoca efectos no lineales a ciertas  $\lambda$  e introduce interferencias, por lo que no es adecuada para este tipo de aplicaciones
- A mediados de los 90 se desarrolló una fibra nueva, la G.655 o NZDSF (Non Zero Dispersion Shifted Fiber) que, adrede, tienen dispersión no nula en 3ª y 4ª ventana.
- Esta fibra es la más utilizada actualmente en larga distancia. Ha reemplazado a la DSF.

# Dispersión cromática comparada de fibras NDSF, DSF y NZDSF

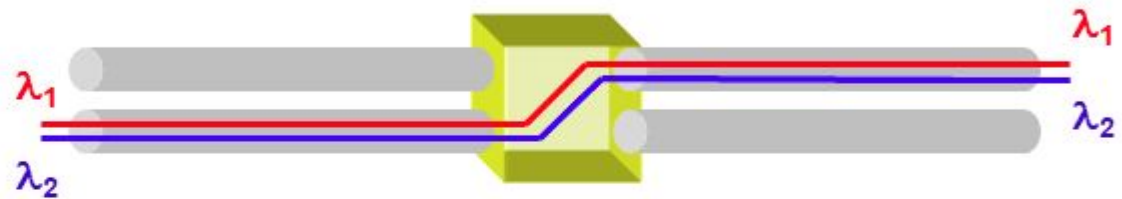


# ¿Qué Sucede si uno de los clientes debo sacarlo en Tunuyán o en La Consulta?

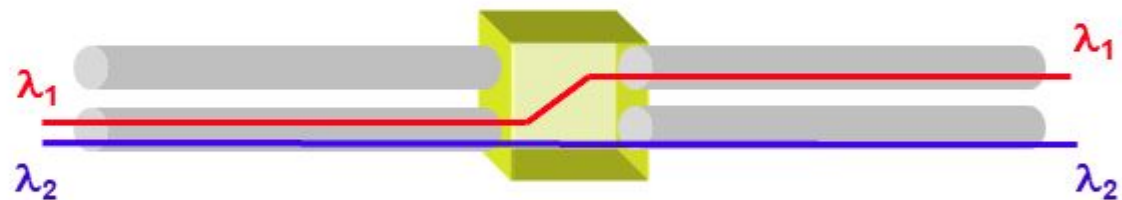


# Tipos de OXC (Optical Cross Connect)

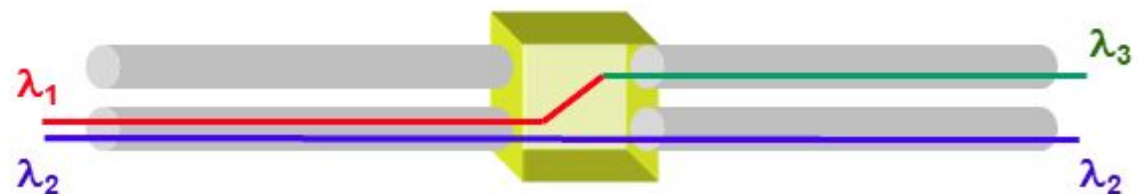
F-OXC  
Fibra a fibra



WR-OXC  
Wavelength Routing

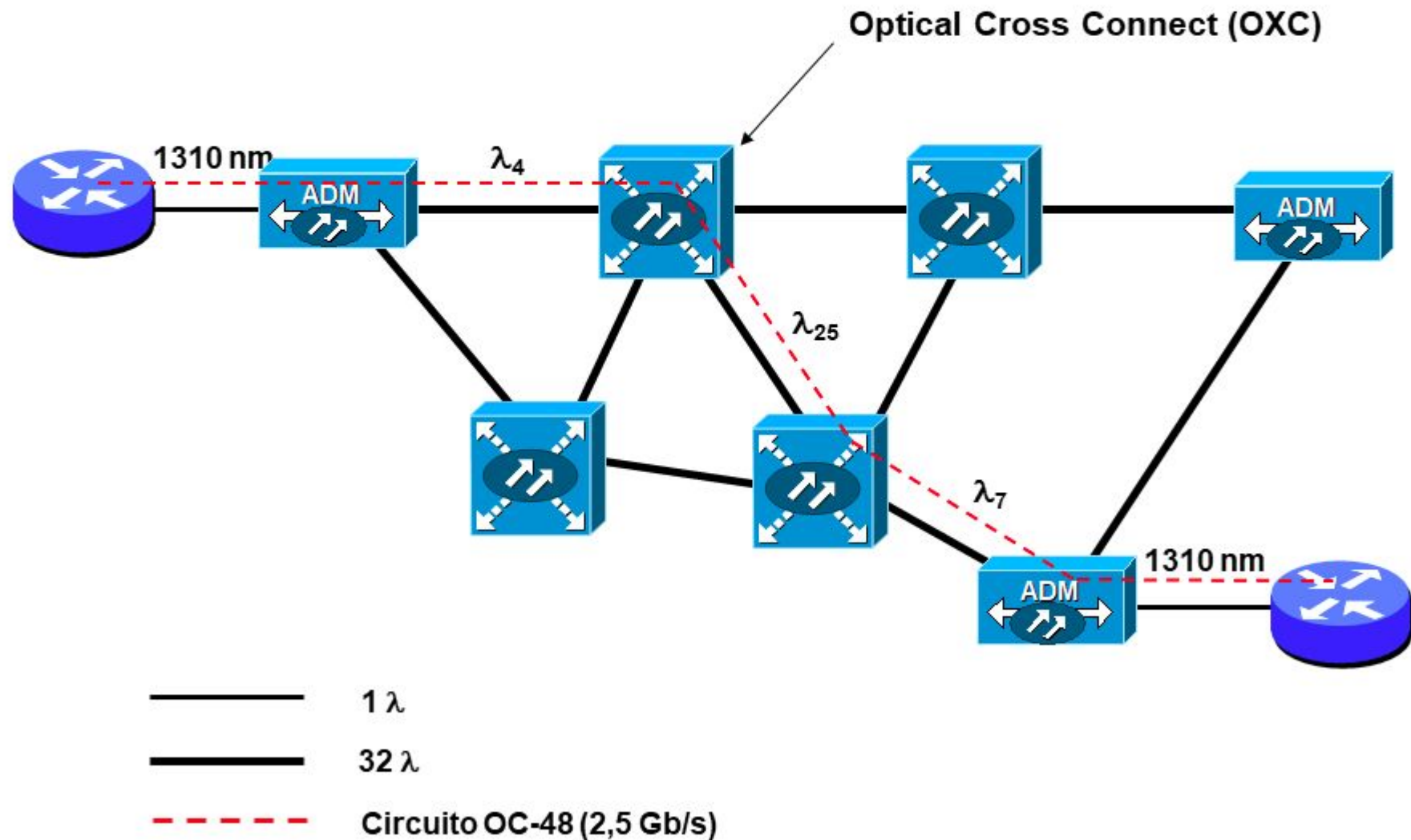


WT-OXC  
Wavelength Translating





# Topologías malladas con cross-connects





FIN