

# FUENTES DE SUPERCONTINUO BASADAS EN AMPLIFICADORES DE FIBRA ÓPTICA DOPADA CON ERBIO Y FIBRAS ALTAMENTE NO LINEALES

---

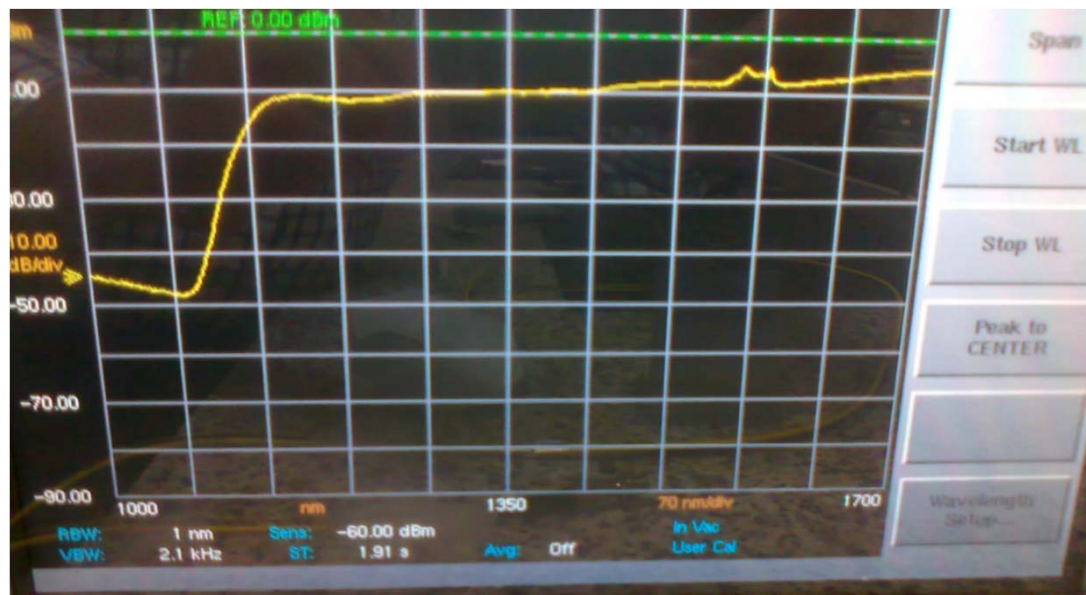
**José Eduardo Saldaña Díaz**  
Universidad de Zaragoza (UNIZAR), España



# SUPERCONTÍNUO (SC)

---

Propagación de pulsos láser ultracortos en un medio transparente sufren un ensanchamiento espectral.



# Ecuación de Schrödinger no lineal generalizada (NLSE) en el dominio del tiempo

---

$$\frac{\partial A}{\partial z} + \frac{\alpha}{2} A - \sum_{k \gg 2} \frac{i^{k+1}}{k!} \beta_k \frac{\partial^k A}{\partial T^k} =$$
$$= i\gamma \left( 1 + i\tau_{shock} \frac{\partial}{\partial T} \right) \left( A(z, T) \int_{-\infty}^{\infty} R(T') |A(z, T - T')|^2 dT' \right)$$

En el lado izquierdo:

$\alpha$ , coeficiente de atenuación

$\beta_k$ , coeficientes de dispersión asociados a la serie de expansión de Taylor

En el lado derecho:

$\gamma$ , coeficiente no lineal

# EQUIPOS Y MATERIALES

---

AMPLIFICADORES DE FIBRA ÓPTICA DOPADA  
CON ERBIO (EDFAs)

ANALIZADOR DE ESPECTROS ÓPTICOS  
(OSA)

MONOCROMADOR

CHOPPER

LOCK-IN

FIBRA ÓPTICA MONOMODO SMF (+)

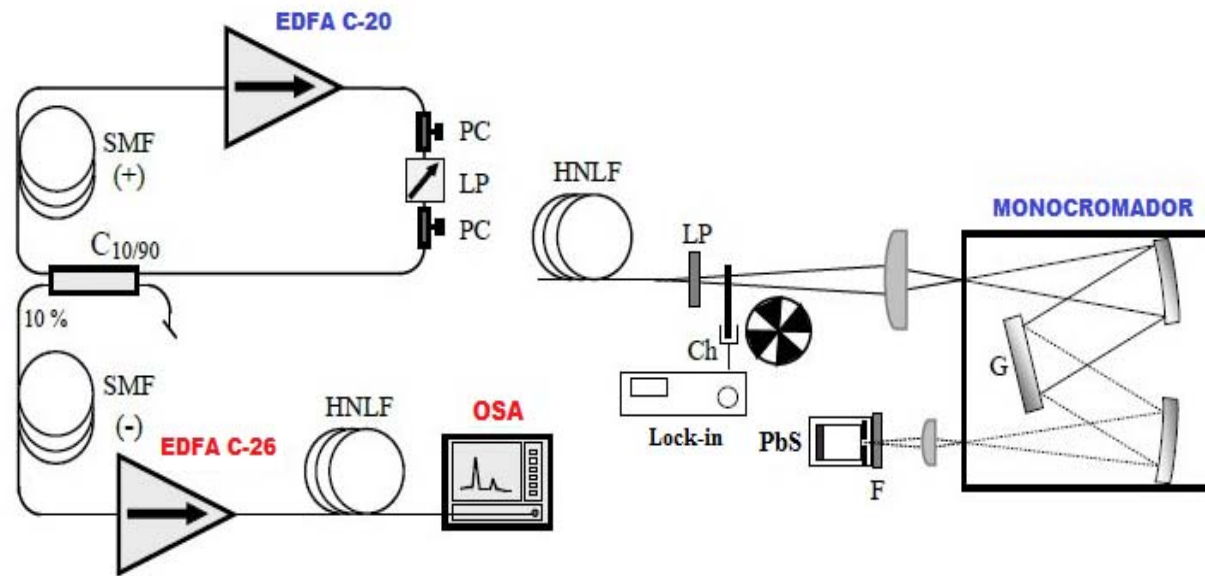
FIBRA ÓPTICA MONOMODO SMF (-)

FIBRA ÓPTICA ALTAMENTE NO LINEAL (HNLF)



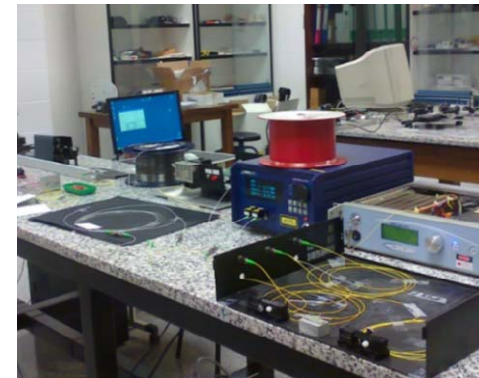
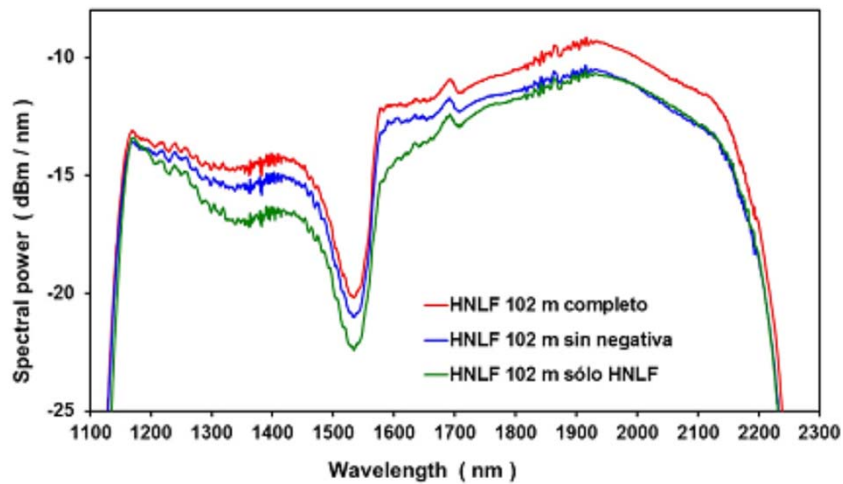
# ARREGLO EXPERIMENTAL

---



# OPTIMIZACIÓN DE FIBRA ÓPTICA SMF (+) Y SMF (-) PARA GENERAR EL SC

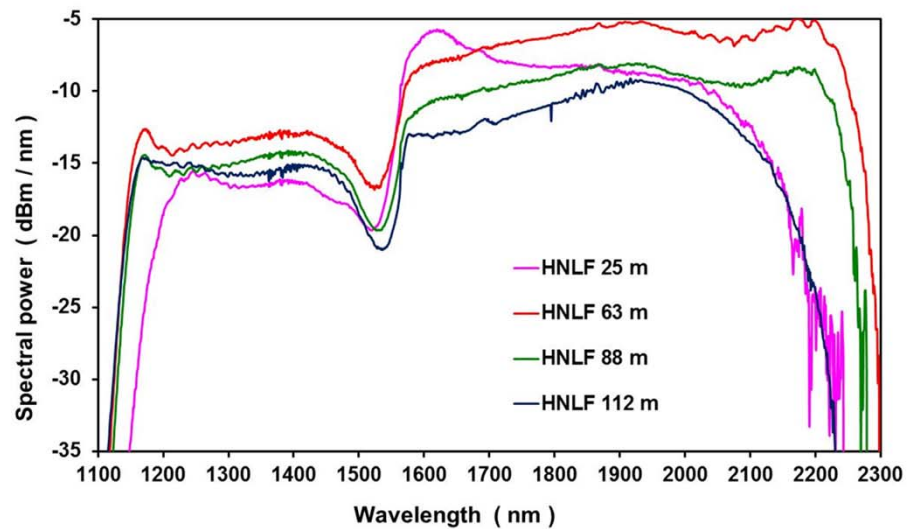
---



# OPTIMIZACIÓN DE FIBRA ÓPTICA HNLF, para generar el sc

---

El espectro supercontinuo generado por la HNLF depende de su longitud



# LONGITUDES DE FIBRA ÓPTICA optimizada para generar el sc

---

SMF (+) 111 m

SMF (-) 22 m

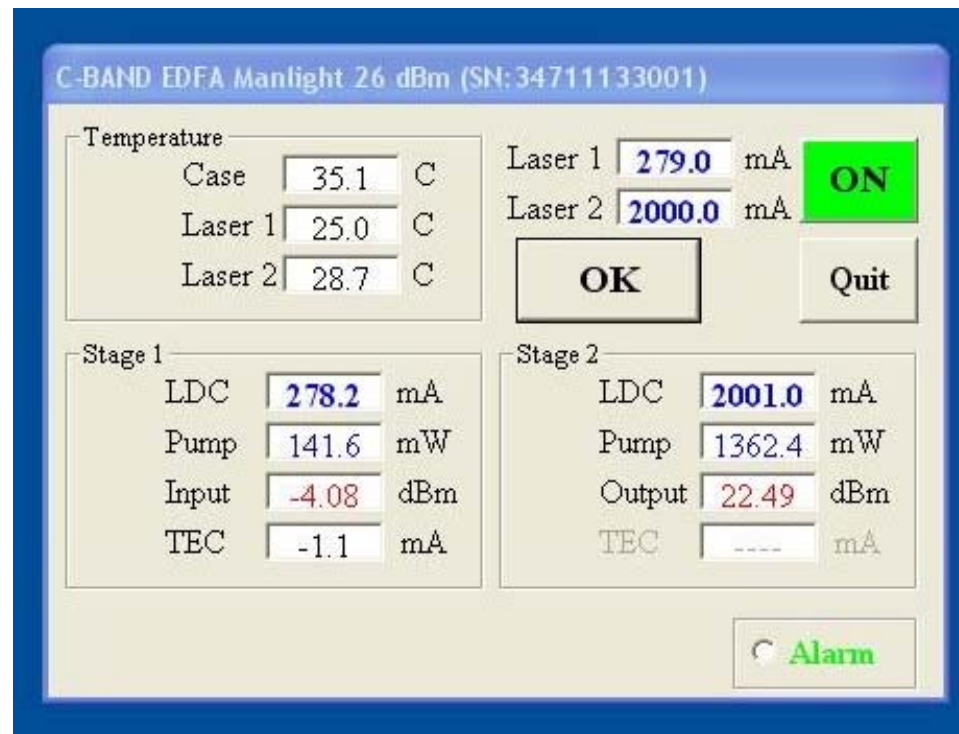
HNLF 25 m





# BOMBEO Y POTENCIA DE SALIDA DEL LASER

---



# CADENCIA, ANCHURA, ENERGÍA Y POTENCIA DEL PULSO LÁSER

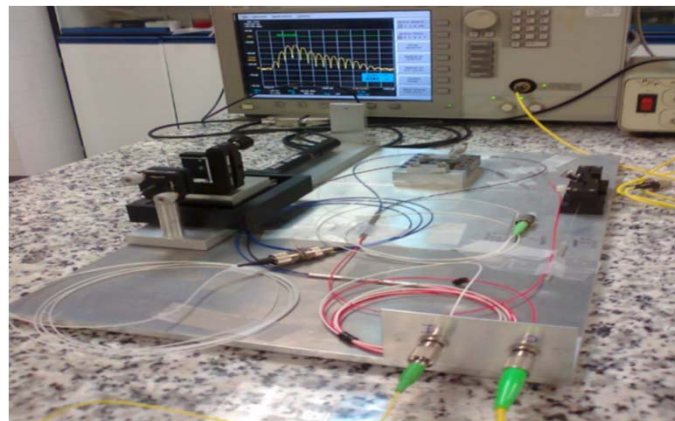
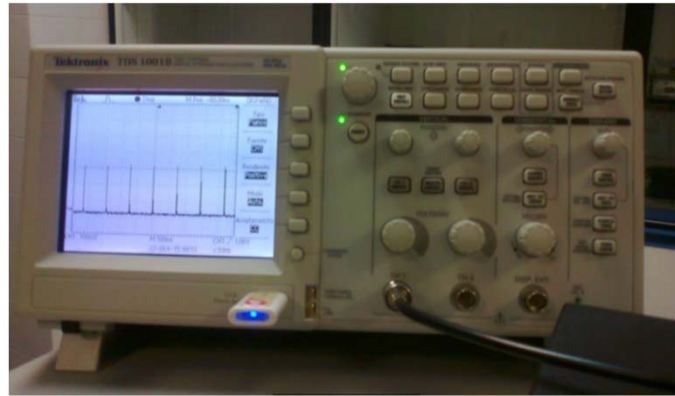
---

$$\nu = 1,4 \text{ MHz}$$

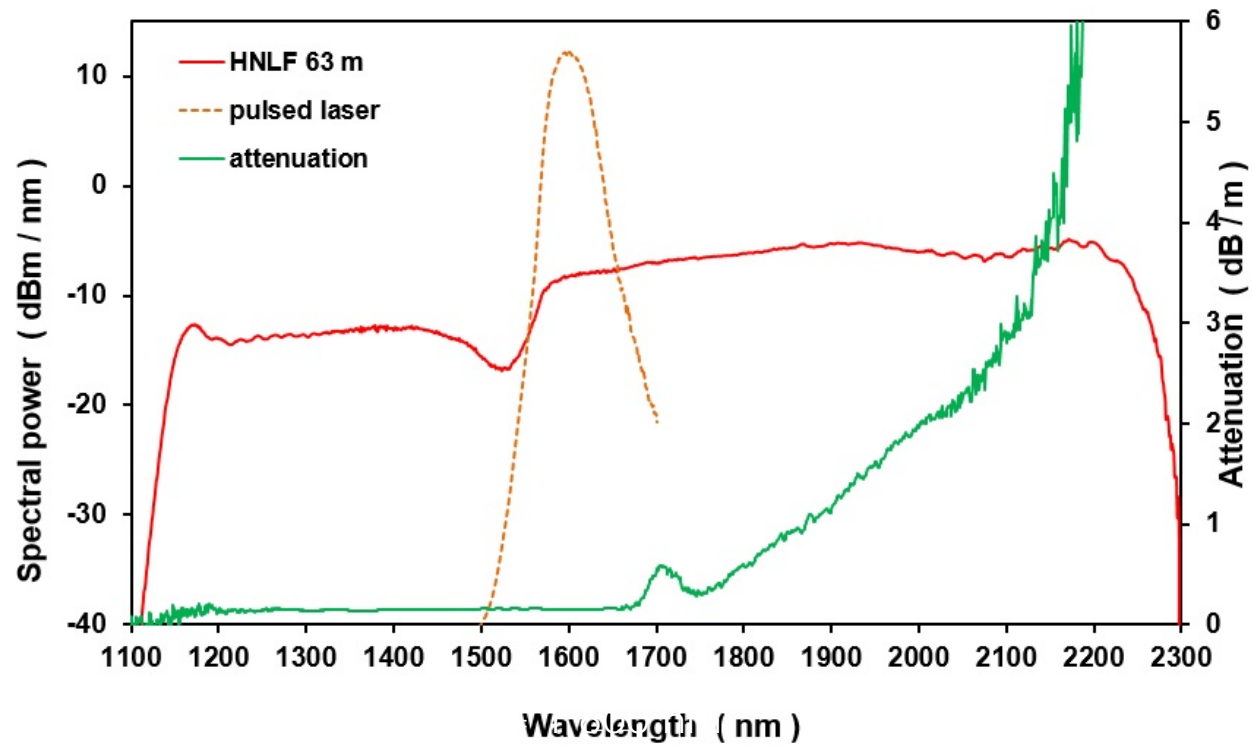
$$\Delta\tau = 165 \text{ fs}$$

$$E = 130 \text{ nJ}$$

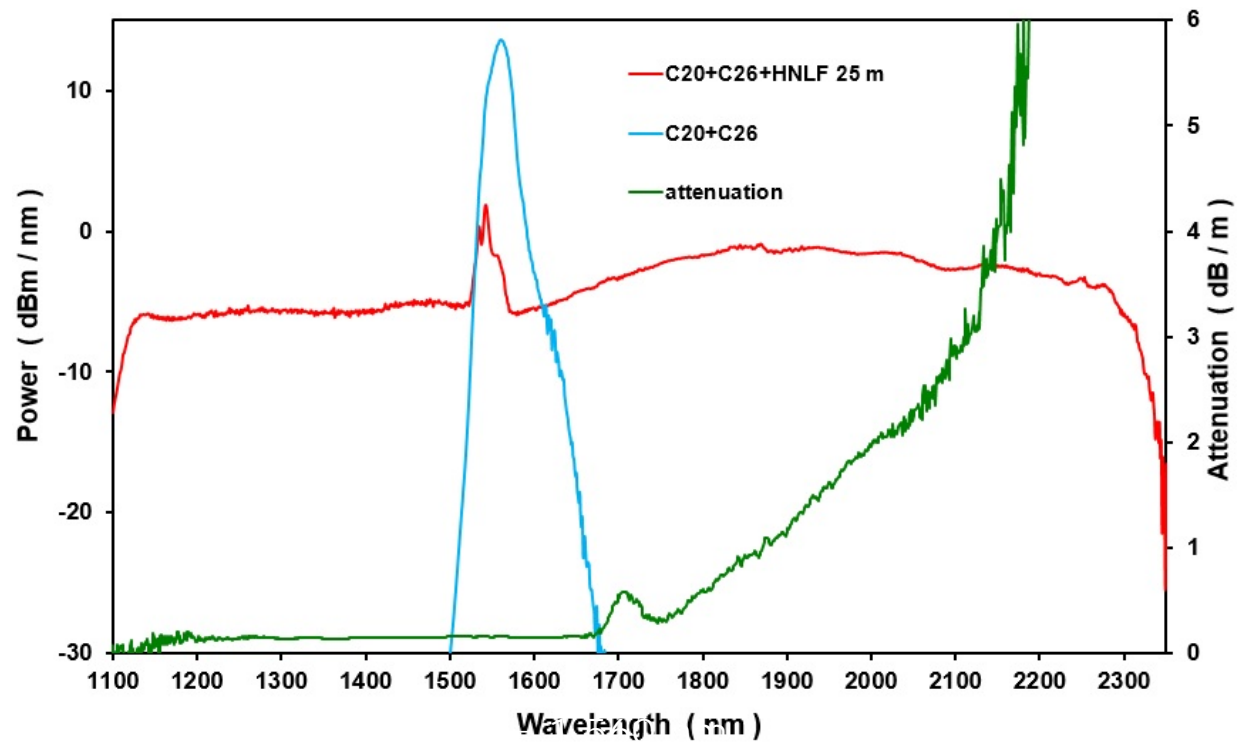
$$P = 770 \text{ KW}$$



# ESPECTRO DE UN PULSO LÁSER Y SUPERCONTINUO PARA UN EDFA L-20



# ESPECTRO DE UN PULSO LÁSER Y SUPERCONTINUO PARA UN EDFA C-26

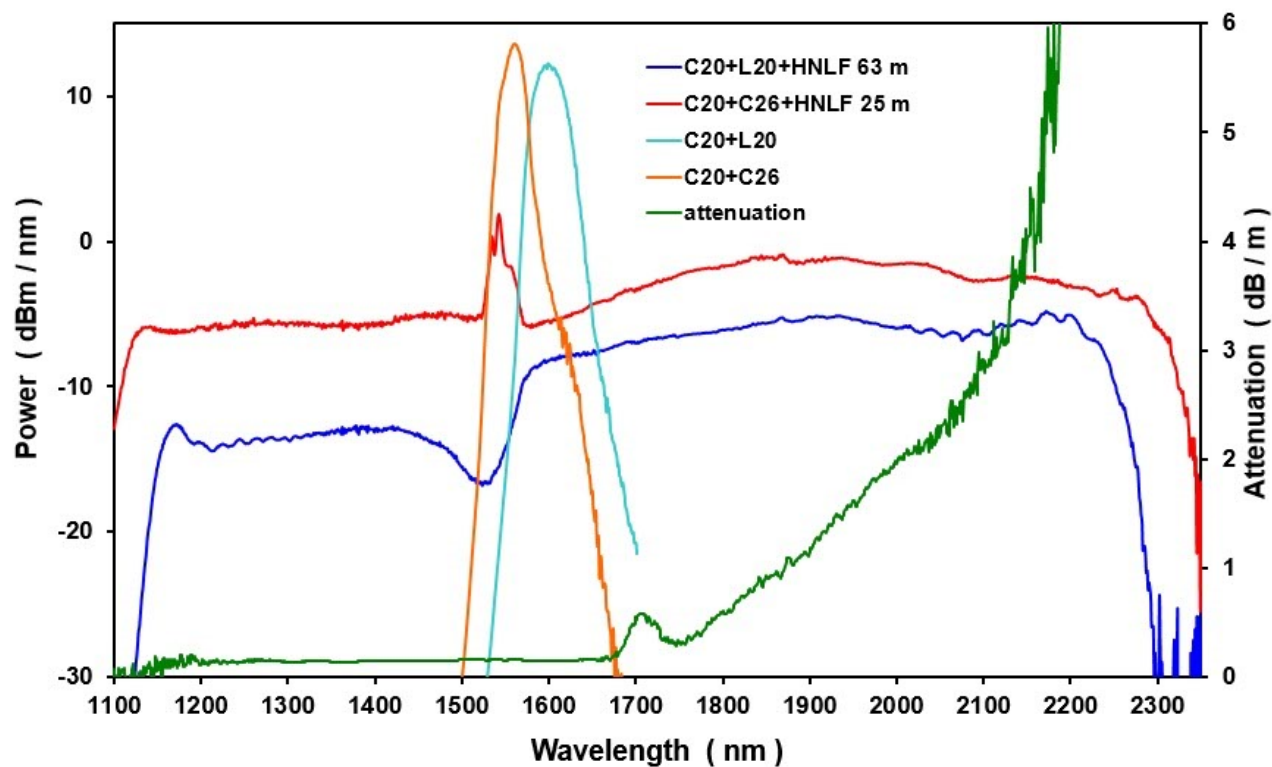


# ANCHURA ESPECTRAL DEL SUPERCONTINUO GENERADO

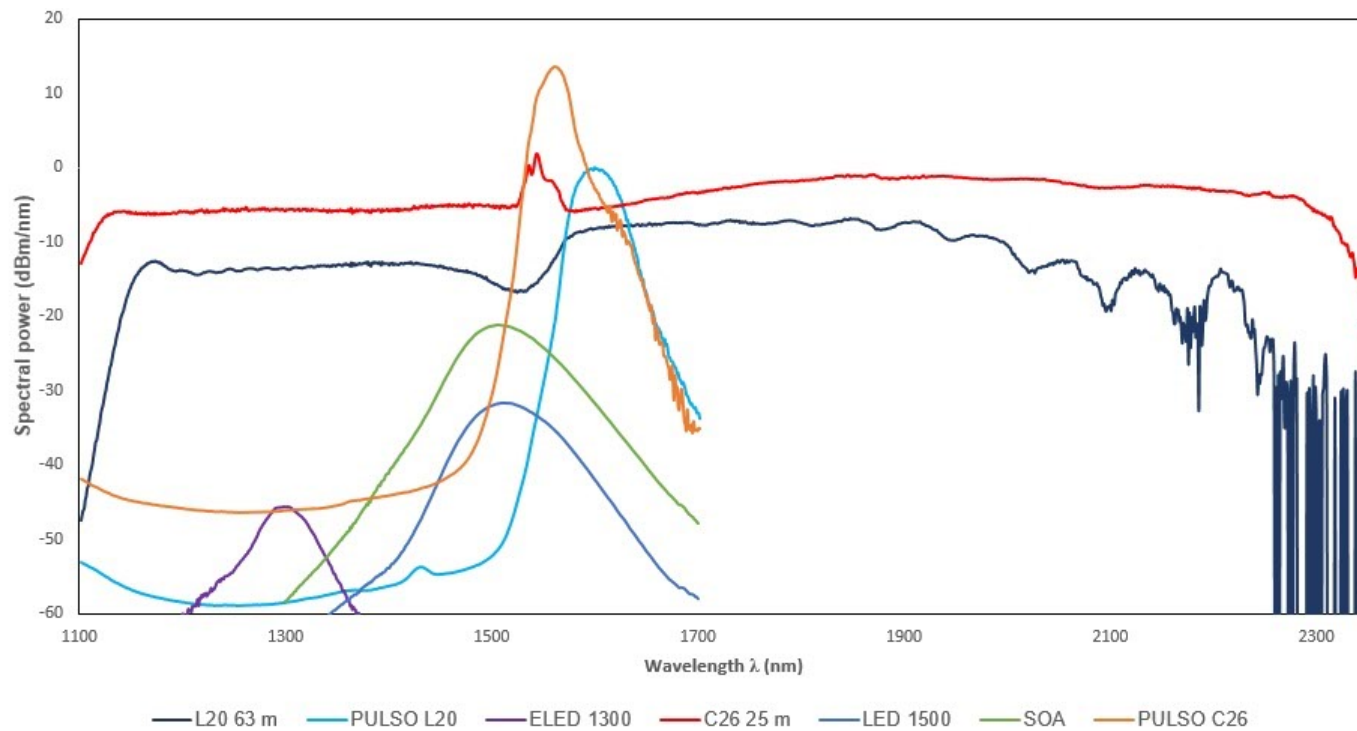
---

Potencia mínima (dBm/nm)	$\lambda_{\text{mín}}$ (nm)	$\lambda_{\text{máx}}$ (nm)	$\Delta\lambda$ (nm)
-3	1 719	2 189	470
-6	1 134	2 304	1 170
-11	1 106	2 330	1 224
-13	1 101	2 336	1 235

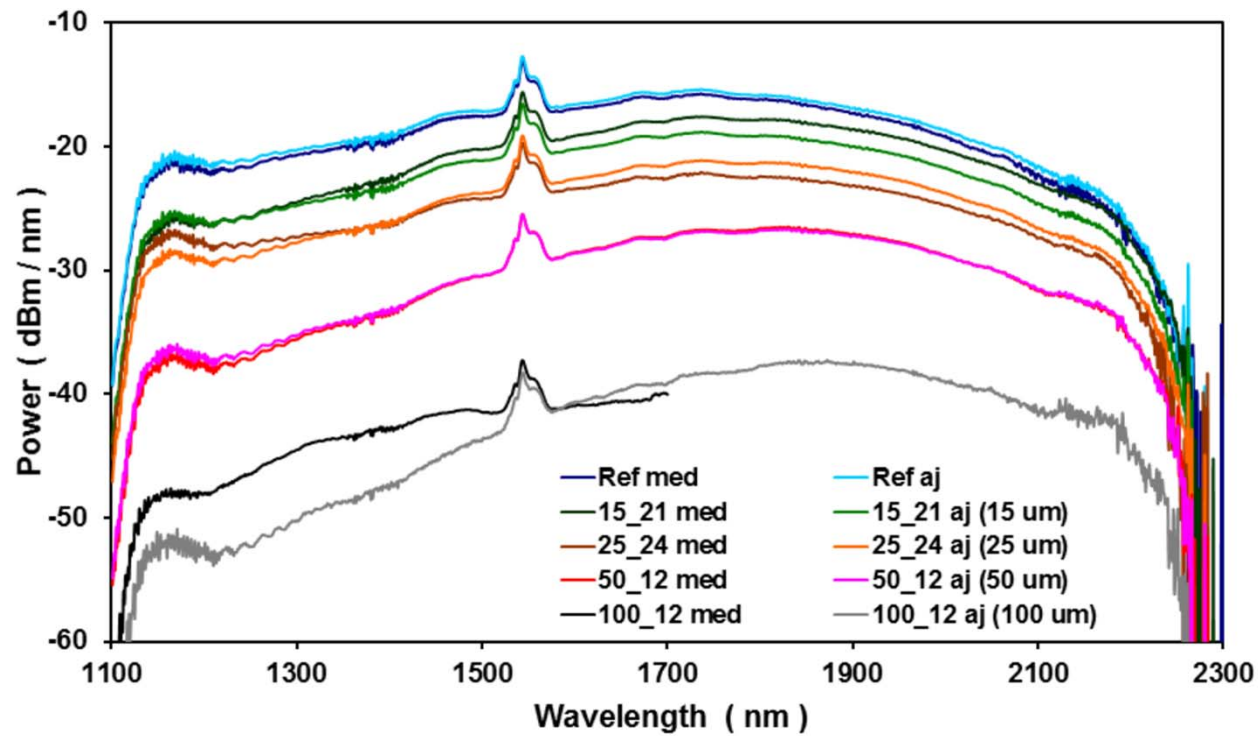
# COMPARACIÓN DE ESPECTROS ENTRE UN EDFA L-20 Y UN EDFA C-26 USADOS COMO SEGUNDO AMPLIFICADOR



# COMPARACIÓN DE ESPECTROS CON OTRAS FUENTES

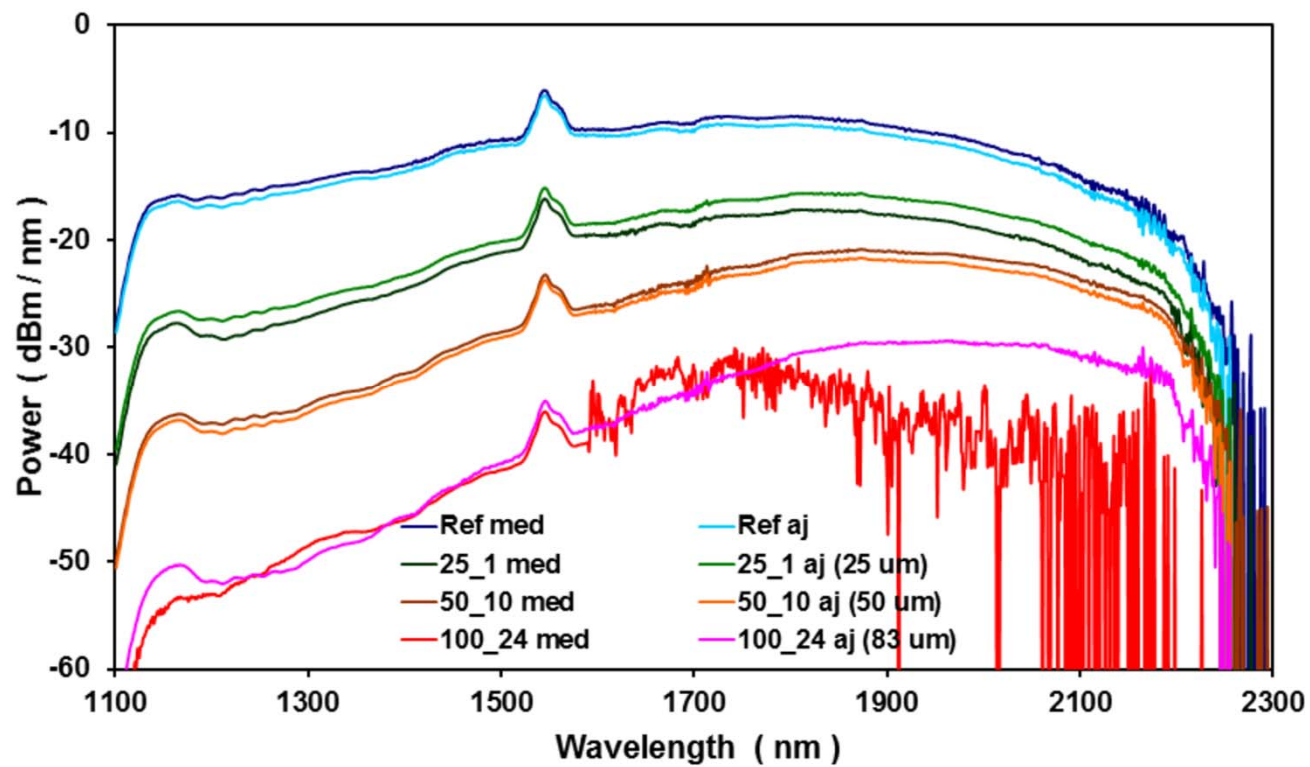


# MEDIDA DE ATENUACIÓN ESPECTRAL EN TEJIDOS DE RETINA





# MEDIDA DE ATENUACIÓN ESPECTRAL EN TEJIDOS DE CEREBRO



# REFERENCIAS

---

Alfano R R, editor. The Supercontinuum Laser Source: fundamental with Updated References. Second Edition. New York: Springer; 2006.

Dudley J and Taylor R, editors. Supercontinuum Generation in Optical Fibers. United Kingdom: Cambridge University Press; 2010.

Klimczak M, Siwicki B, Skibinski P, Pysz D, Stepien R, Heidt A, et al. Coherent supercontinuum generation up to 2.3 in all-solid soft-glass photonic crystal fibers with flat all-normal dispersion. Opt. Express. 2014; 22 18824-18832.

Gao W, Liao M, Yan X, Suzuki T and Ohishi Y. All-fiber quasi-continuous wave supercontinuum generation in single-mode high-nonlinear fiber pumped by submicrosecond pulse with low peak power. Appl. Opt. 2012; 51, 2346-2350.

Swidersky J, and Michalska M. Over three-octave spanning supercontinuum generated in a fluoride fiber pumped by Er & Er: Yb-doped and Tm-doped fiber amplifiers. Optics & Laser technology. 2013 52 75-80.

Saldaña-Díaz JE, Jarabo S, and Salgado-Remacha FJ. Octave-spanning supercontinuum generation in highly nonlinear silica fibres based on cost-effective fibre amplifiers. Laser Phys. Lett. 2016; 13 095102.

! GRACIAS !

---

