

Carmen Edith Domínguez Flores, Osvaldo Rodríguez Quiroz, David Monzón Hernández  
 Centro de Investigaciones en Óptica, A. C. Lomas del Bosque 115, Lomas del Campestre, León, Guanajuato 37150, México.  
 carmendmz@cio.mx

## RESUMEN

Se propone un método para fabricar micro-cavidades Fabry-Perot (FB) en fibra óptica, que se forma al insertar un segmento de fibra capilar (FC) de longitud  $L$  (5 a 1000 micrómetros) entre dos secciones de fibra monomodo (FM). Se usa una plataforma de corte y una empalmadora de fibras, la primera está conformada por monturas de desplazamiento, una cortadora de fibra y sistema de inspección para controlar la longitud de la cavidad FP. Este sistema es compacto, fácil de implementar y de bajo costo. Además tiene aplicaciones directas en el sensado y caracterización de fibras ópticas.

## INTRODUCCIÓN

La tecnología de sensores de fibra óptica es en la actualidad un campo de investigación interesante, esto se debe principalmente a las demandas de un mercado que no para de crecer y requiere cada vez dispositivos con mejores cualidades. El campo es relativamente joven, aún así se ha logrado concretar y explotar comercialmente varios dispositivos como por ejemplo las rejillas de Bragg y los interferómetros de fibra óptica. Es importante entender a profundidad su funcionamiento para posteriormente poder construir dispositivos de fibra óptica con cualidades mejoradas para el sensado de variables físicas.

## TEORÍA

La cavidad FP consta de dos superficies plano-paralelas semirreflejantes, en este caso estas superficies son los extremos de la fibra óptica por la que se propaga la luz y colocada frente a otra fibra óptica, separados por una distancia  $L$ . Las superficies de las fibras tendrán reflexiones  $R_0$  y  $R_1$ . La cavidad tendrá un índice de refracción  $n_0$  y coeficiente de absorción  $\alpha$ .

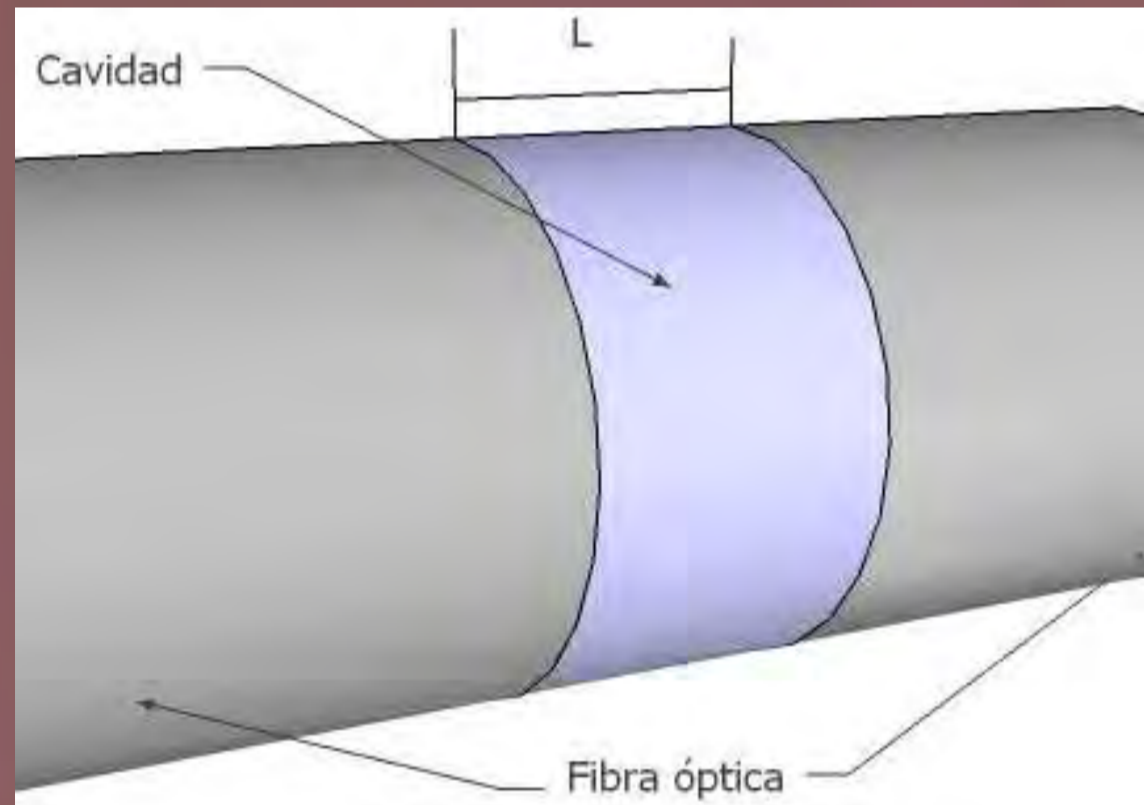


Figura 1. Cavidad FP.

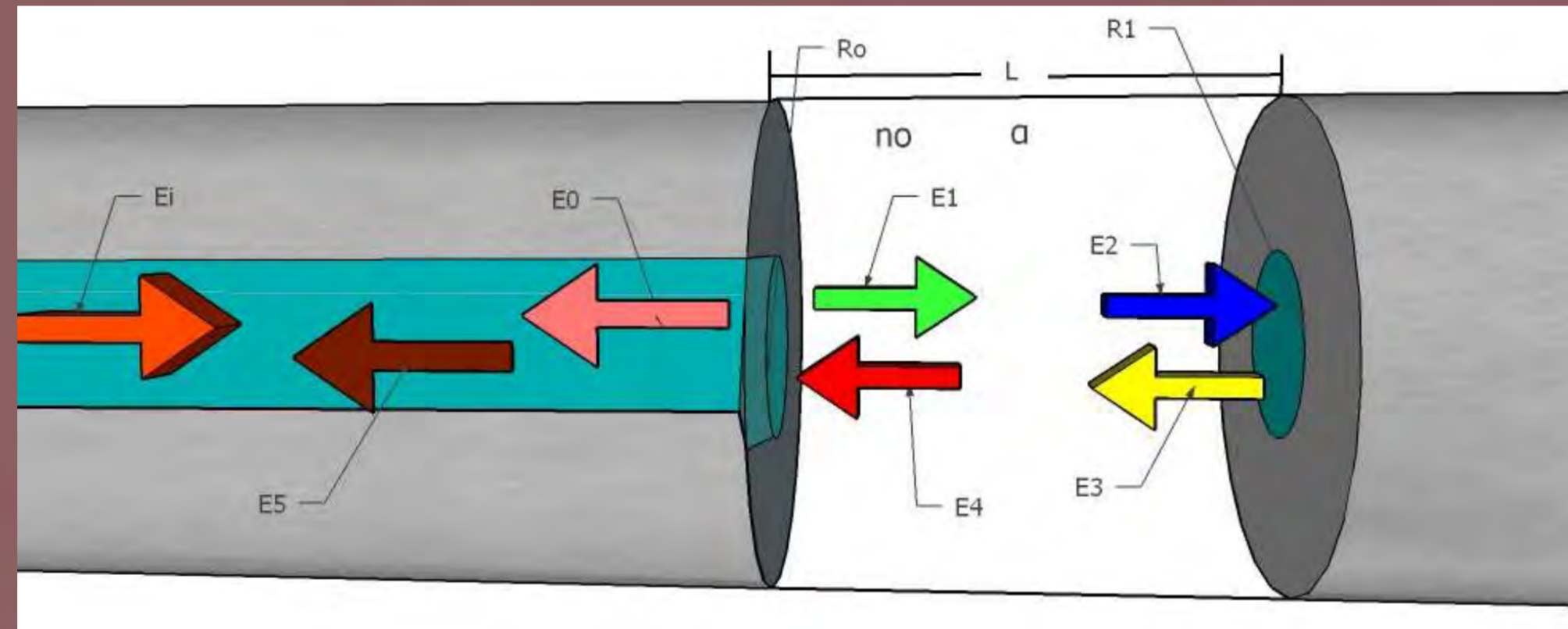


Figura 2. Reflexión y transmisión de luz.

La reflexión se puede describir por la ecuación siguiente:

$$R_{FP} = R_0 + (1 - R_0)^2 R_1 + 2(1 - R_0) \sqrt{R_0 R_1} \cos\left(\frac{4\pi n_0 L}{\lambda} + \varphi\right) \quad (1)$$

En donde consideramos  $\alpha=0$ ,  $\lambda$  es la longitud de onda,  $\varphi$  es la fase y  $R_0$  se puede escribir como:

$$R_0 = \left(\frac{n_1 - n_0}{n_1 + n_0}\right)^2 \quad (2)$$

Donde  $n_1$  es el índice de refracción del núcleo de la fibra.

Es posible estimar la longitud  $L$  de la cavidad encontrando las posiciones de los máximos o mínimos en un patrón de interferencia y usar la relación:

$$L = \frac{\lambda_1 \lambda_2}{2n(\lambda_1 + \lambda_2)} \quad (3)$$

En donde  $\lambda_1$  y  $\lambda_2$  representan dichas posiciones.

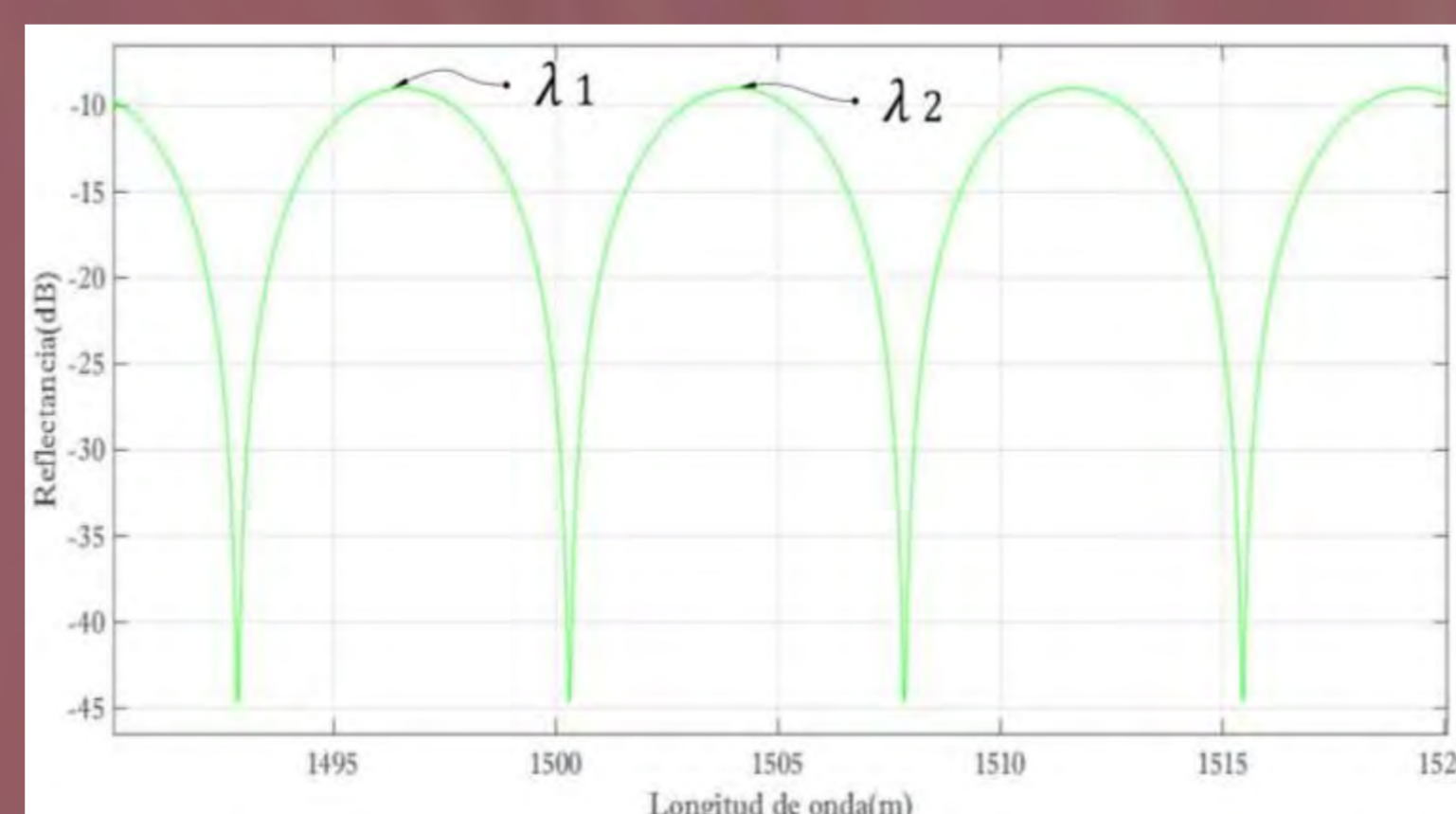


Figura 3. Máximos en espectro de reflexión.

## METODOLOGÍA



Figura 4. Plataforma FP.

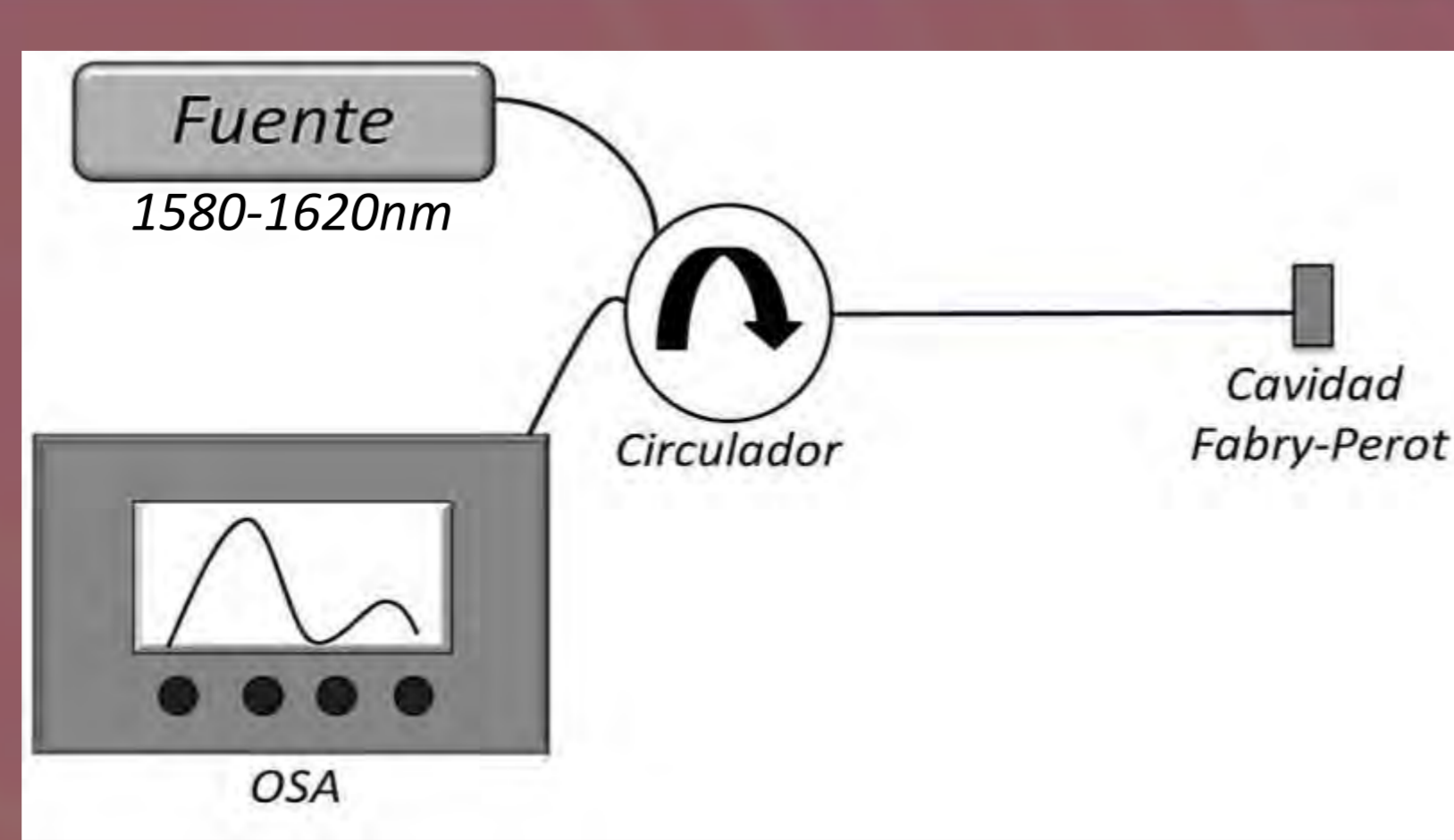


Figura 5. Sistema analizador FP.

## RESULTADOS

Los espectros de reflexión medidos de dos de las cavidades construidas con longitudes  $L_1=147 \mu\text{m}$  y  $L_2=464 \mu\text{m}$  se presentan en las Figuras 6 y 7.

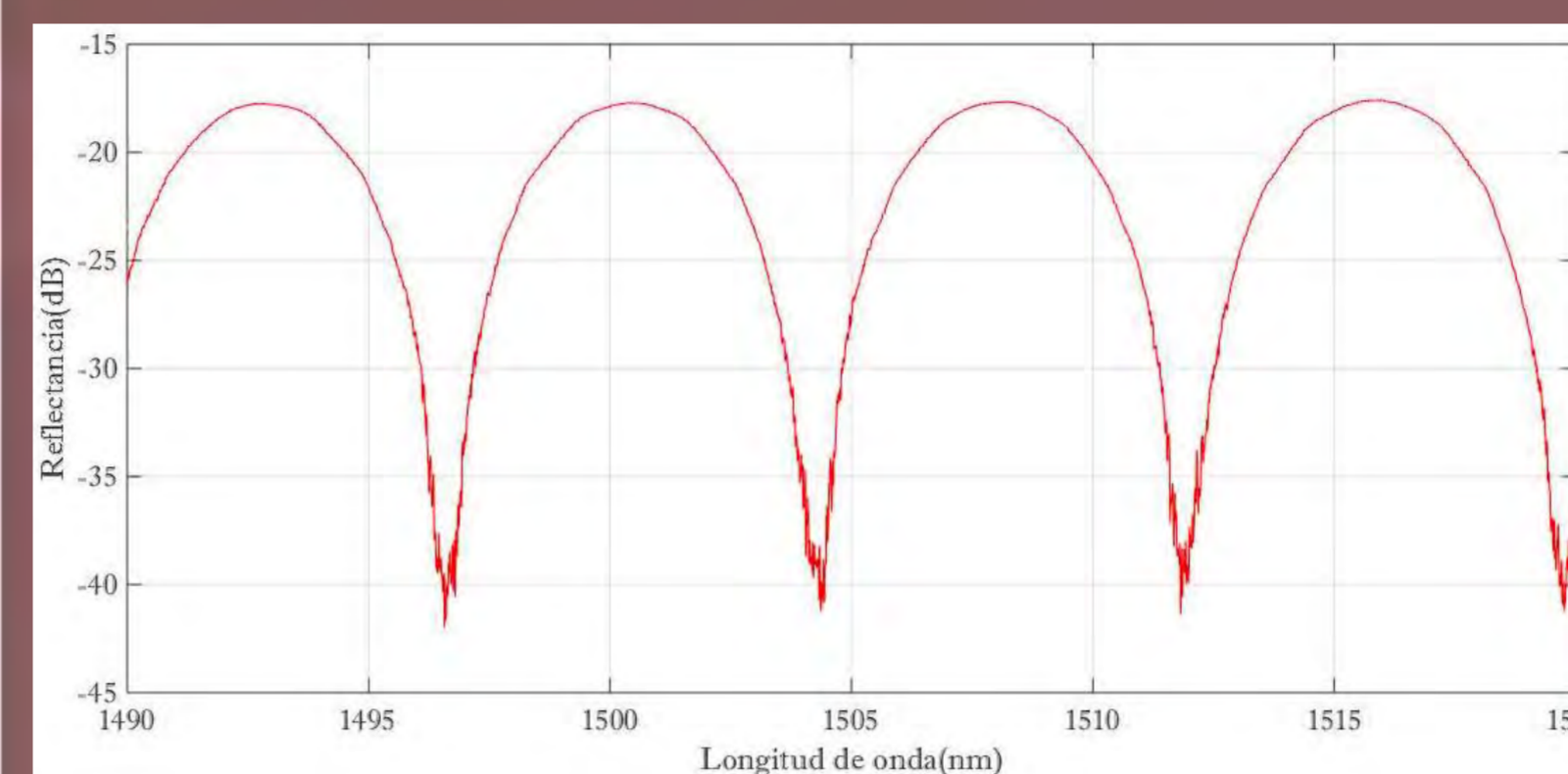


Figura 6.  $R_{FP}$  medida de cavidad  $L_1$ .

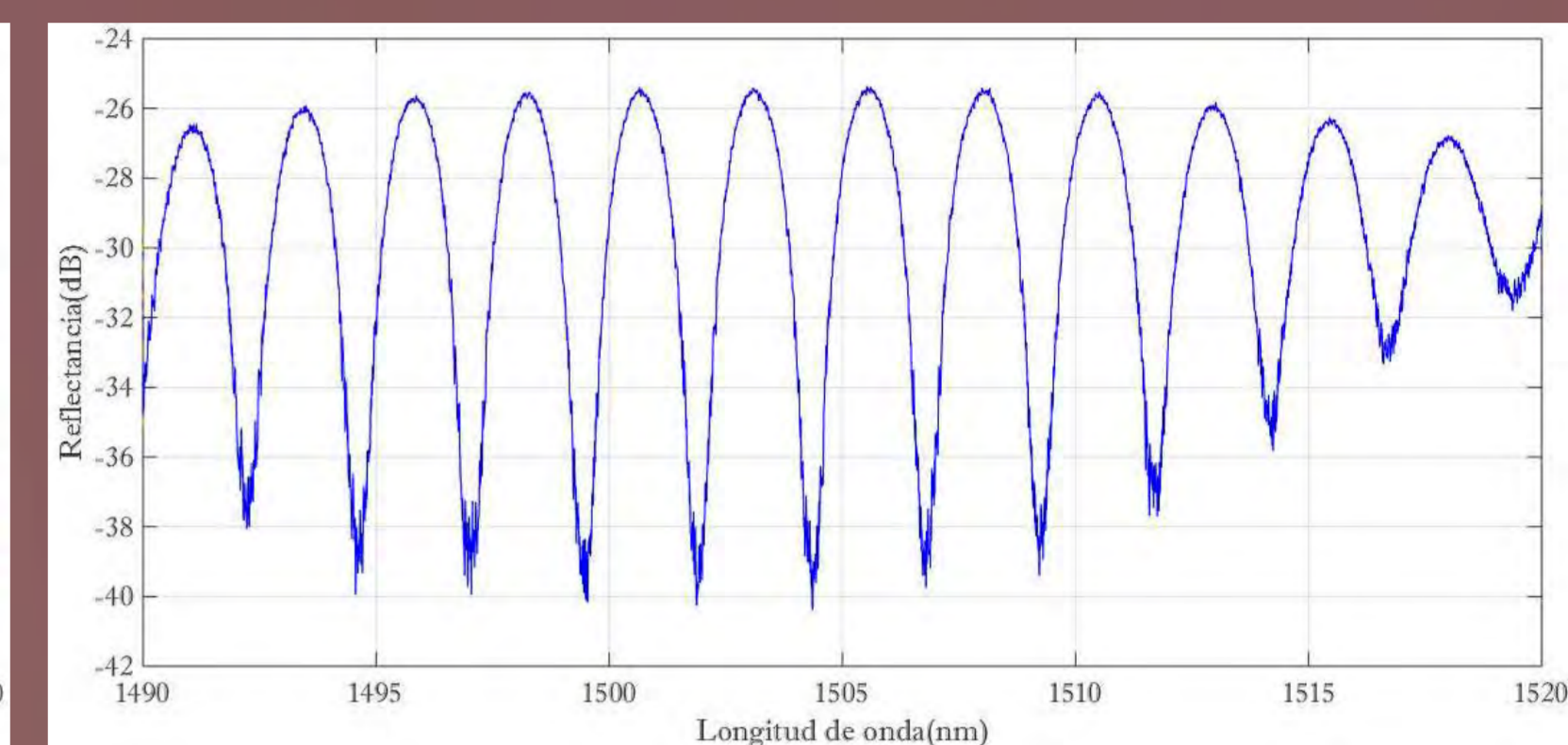


Figura 7.  $R_{FP}$  medida de cavidad  $L_2$ .

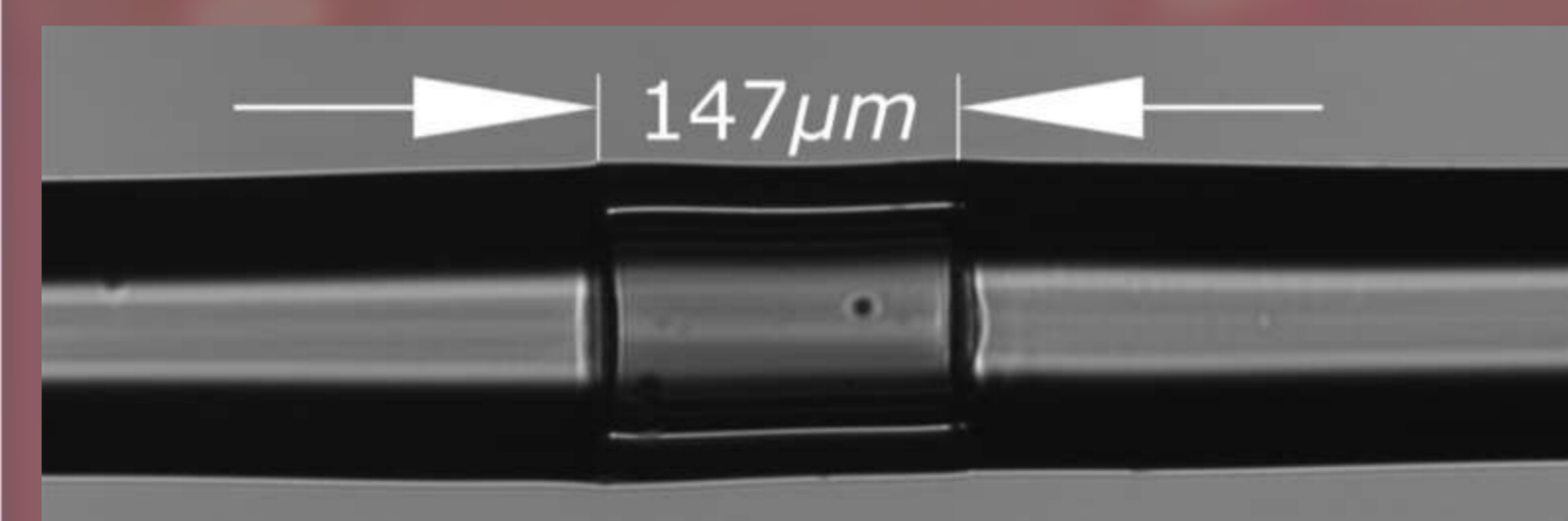


Figura 8. Cavidad  $L_1$ .

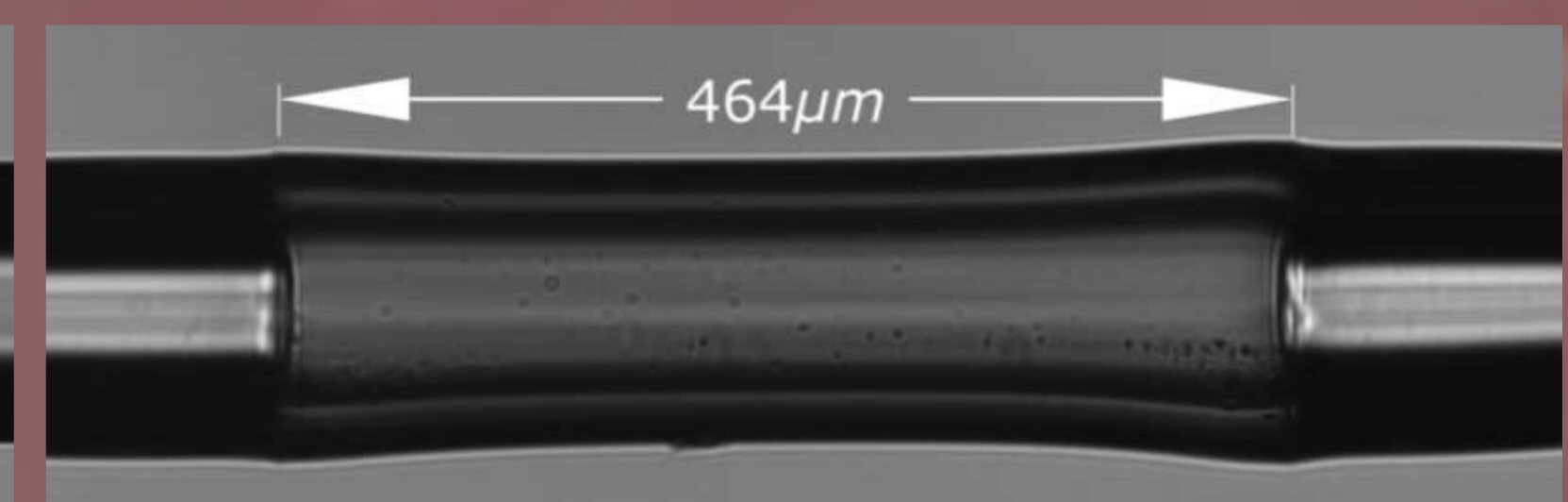


Figura 9. Cavidad  $L_2$ .

Los espectros de reflexión teóricos se muestran en las Figuras 10 y 11.

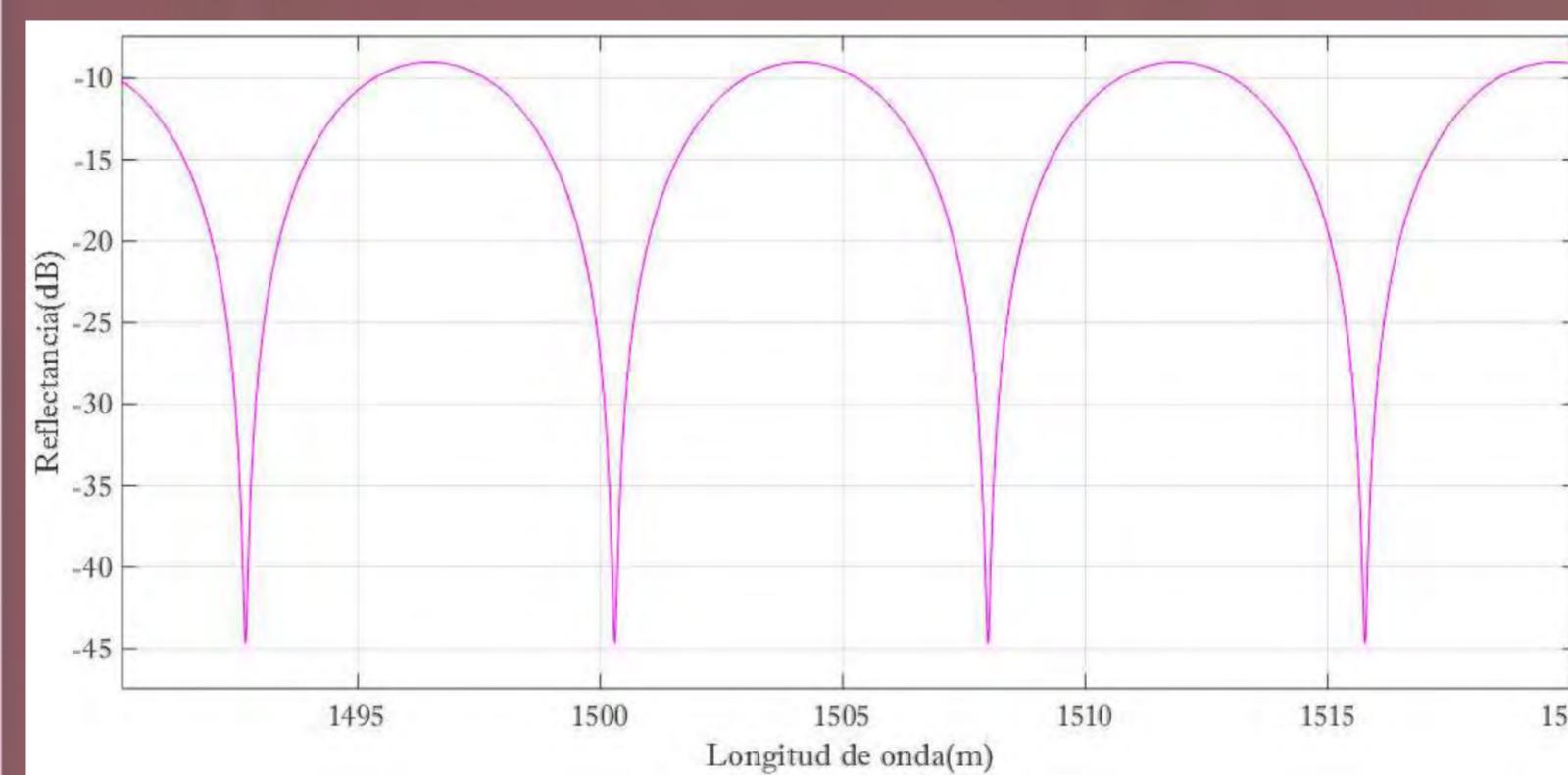


Figura 10.  $R_{FP}$  calculada de cavidad  $L_1$ .

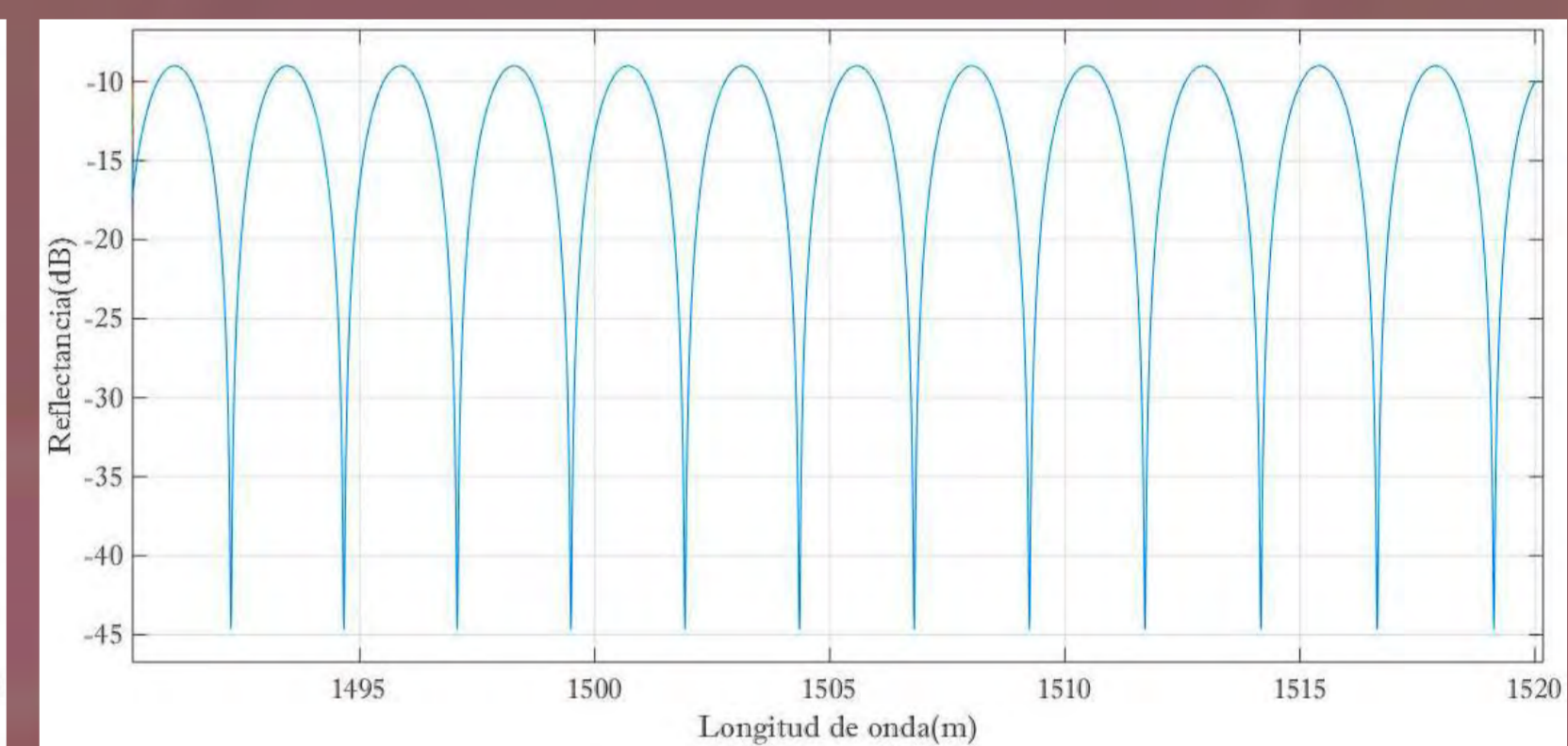


Figura 11.  $R_{FP}$  calculada de cavidad  $L_2$ .

## CONCLUSIONES

Se construyeron cavidades de longitudes distintas. Se midieron los espectros de reflexión y se calcularon las longitudes de dos cavidades  $L_1=147 \mu\text{m}$  y  $L_2=464 \mu\text{m}$ . El sistema es simple, reproducible y portátil. Es importante diseñar una plataforma de mayor precisión para el mejor control de la longitud de la cavidad.

## TRABAJO A FUTURO

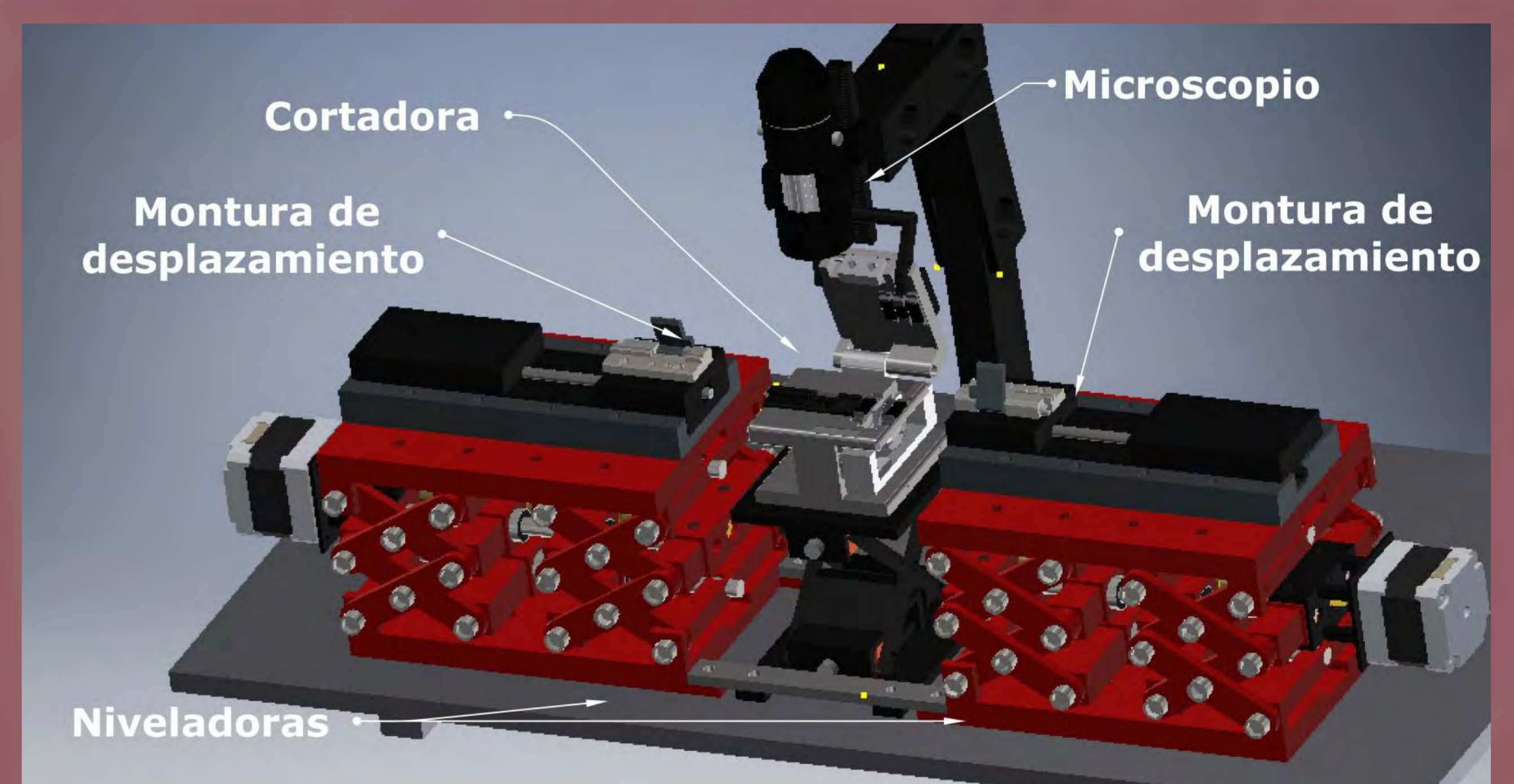


Figura 12. Modelo de plataforma automatizada.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1]. Udd, E. and W.B. Spillman, Fiber Optic Sensors: An Introduction for Engineers and Scientists. 2011: Wiley
- [2]. Méndez, A. Fiber Bragg grating sensors: a market overview. 2007.
- [3]. Ran, Z.L., et al., Laser-micromachined Fabry-Perot optical fiber tip sensor for high-resolution temperature-independent measurement of refractive index. Optics Express, 2008. p. 2252-2263.
- [4]. Arya, V, et al. Exact Analysis of the Extrinsic Fabry-Perot Interferometric Optical Fiber Sensor Using Kirchhoff's Diffraction Formalism. Optical Fiber Technology, 1995. 1(4): p. 380-384.
- [5]. Gangopadhyay, T.K., et al., Modeling and analysis of an extrinsic Fabry-Perot interferometer cavity. Applied Optics, 2005. 44(16): p. 3192-3196.