

Red de difracción cruzada

Fundamento

Una red de difracción cruzada esta formada por rayas verticales y horizontales marcadas sobre una superficie transparente. Cuando el número de rayas por milímetro coincide en las dos direcciones, resulta que al hacer incidir sobre la mencionada red la luz procedente de un láser y recoger la imagen, detrás de la red, en una pantalla, sobre ésta aparecen una serie de manchas ubicadas en posiciones simétricas, tales que sus distancias entre manchas contiguas son iguales. El aspecto parece un mosaico como puede observarse en la fotografía de la figura 1.

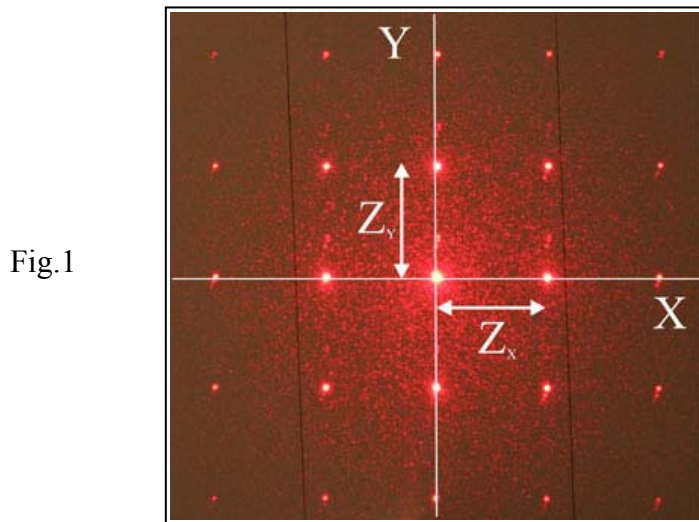


Fig.1

En el centro de la imagen aparece una mancha intensa de luz y el resto de las manchas se van difuminando poco a poco hasta desaparecer.

En el experimento que proponemos se trata de comprobar que la red cruzada que se emplea tiene el mismo número de rayas por milímetro en las dos direcciones y medir la constante N de la red, esto es, el número de líneas por mm.

En la figura 2 se muestra una fotografía del montaje en perspectiva. La regla en la división 1000 mm está tocando a la pantalla y el índice nos indica la posición de la red cruzada.



Fig. 2

La ecuación de la red es la siguiente:

$$Z_x = Z_y = Z = \frac{\lambda D}{d} = \lambda D N \quad (1)$$

La ecuación (1) nos dice que si medimos distintas distancias D y sus correspondientes valores de Z , y representamos los valores de Z en el eje de ordenadas y los de D en el de abscisas se obtiene una línea recta cuya pendiente es λN . Dado que para la luz del láser que existe en los Centros se conoce su longitud de onda $\lambda = 632,8 \text{ nm}$, es posible determinar el parámetro N de la red.

Medidas

Las medidas de D se realizan en las fotografías para toma de datos de 1 a 7 y las medidas de Z sobre las fotografías de la pantalla que aparecen en un recuadro sobre las anteriores. Las medidas de D se hacen directamente sobre la regla, puesto que en todas ellas la posición de 1000 mm está en contacto con la pantalla y el índice nos indica la posición de la red cruzada. Por ejemplo, si esta última lectura fuese 426 mm, entonces $D = 1000 - 426 = 574 \text{ mm} = 57,4 \text{ cm}$. Para la medida de Z se necesita determinar un factor de escala, esto es, la relación entre una distancia real y la medida que se hace sobre la fotocopia, para ello en cada foto aparecen dos líneas verticales, que son dos hilos finos que se han pegado sobre la pantalla y que en la realidad distan 10,0 cm. El factor de escala para Z es:

$$f_z = \frac{10,0 \text{ cm}}{\text{_____ cm en la fotocopia}}$$

Con el fin de cometer el menor error posible en la medida de Z , mida, en cada fotografía, la distancia entre las manchas que están a un lado y a otro del máximo principal L y divida dicha distancia por el número de intervalos de Z que existen entre las manchas. Las medidas las hace en dirección horizontal y vertical, estas dos direcciones se cortan en el máximo principal central, que es el de mayor intensidad luminosa. Si $Z_x \neq Z_y$, tome como valor de Z la media aritmética de los dos.

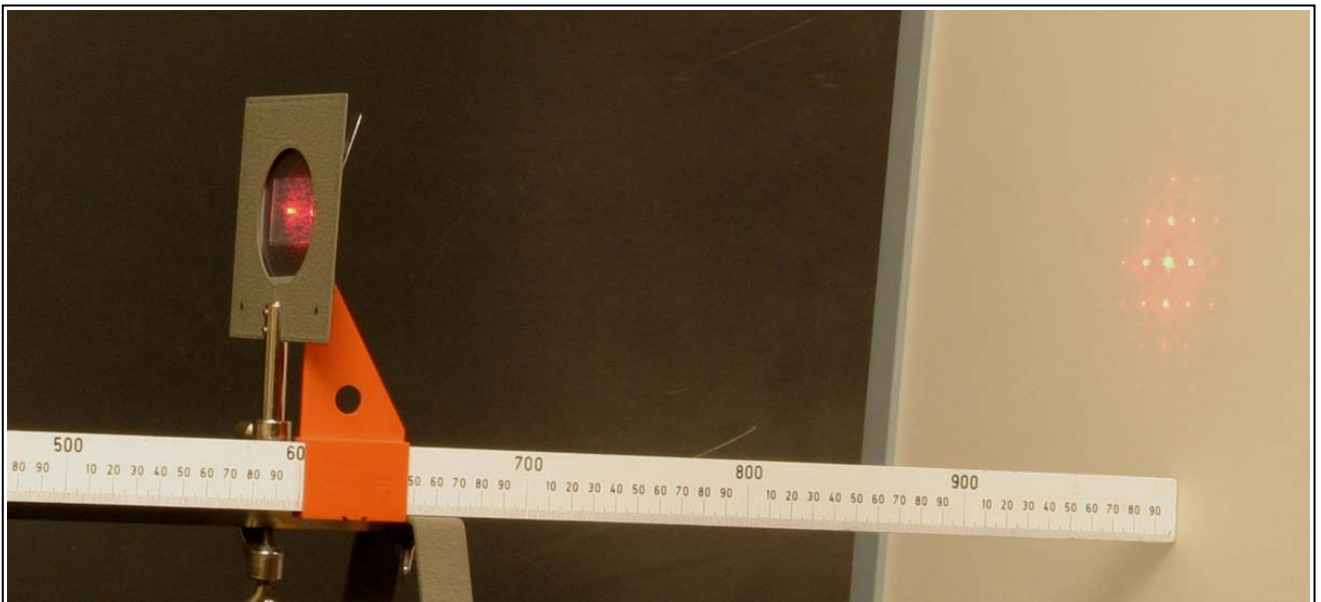
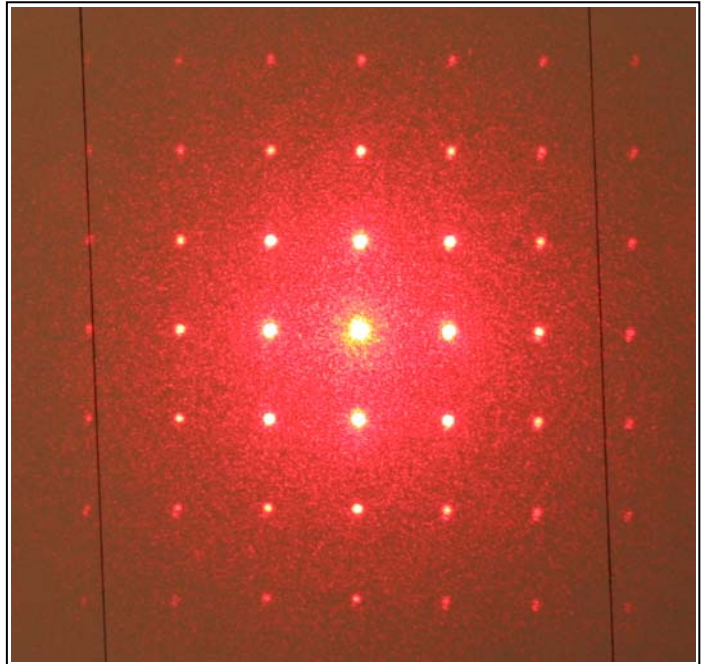
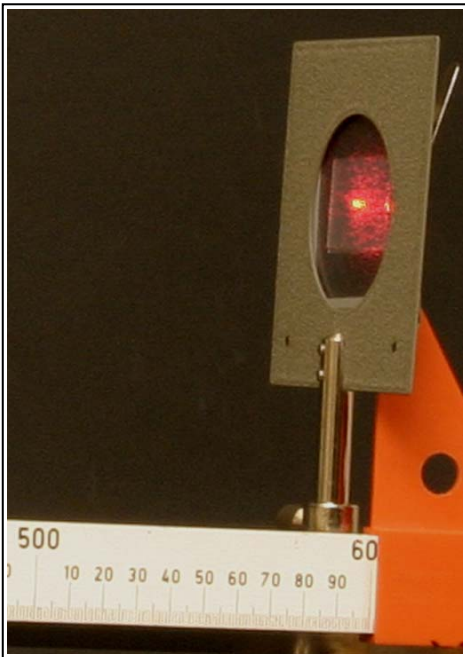
También debe estimar que incertidumbre comete en las lecturas de las distancias D y Z .

Las medidas sin incertidumbres se sitúan en la tabla 1 y se completan las columnas que allí figuran. También ha de completar la tabla 2 en la que se recogen las incertidumbres en las medidas de D y Z .

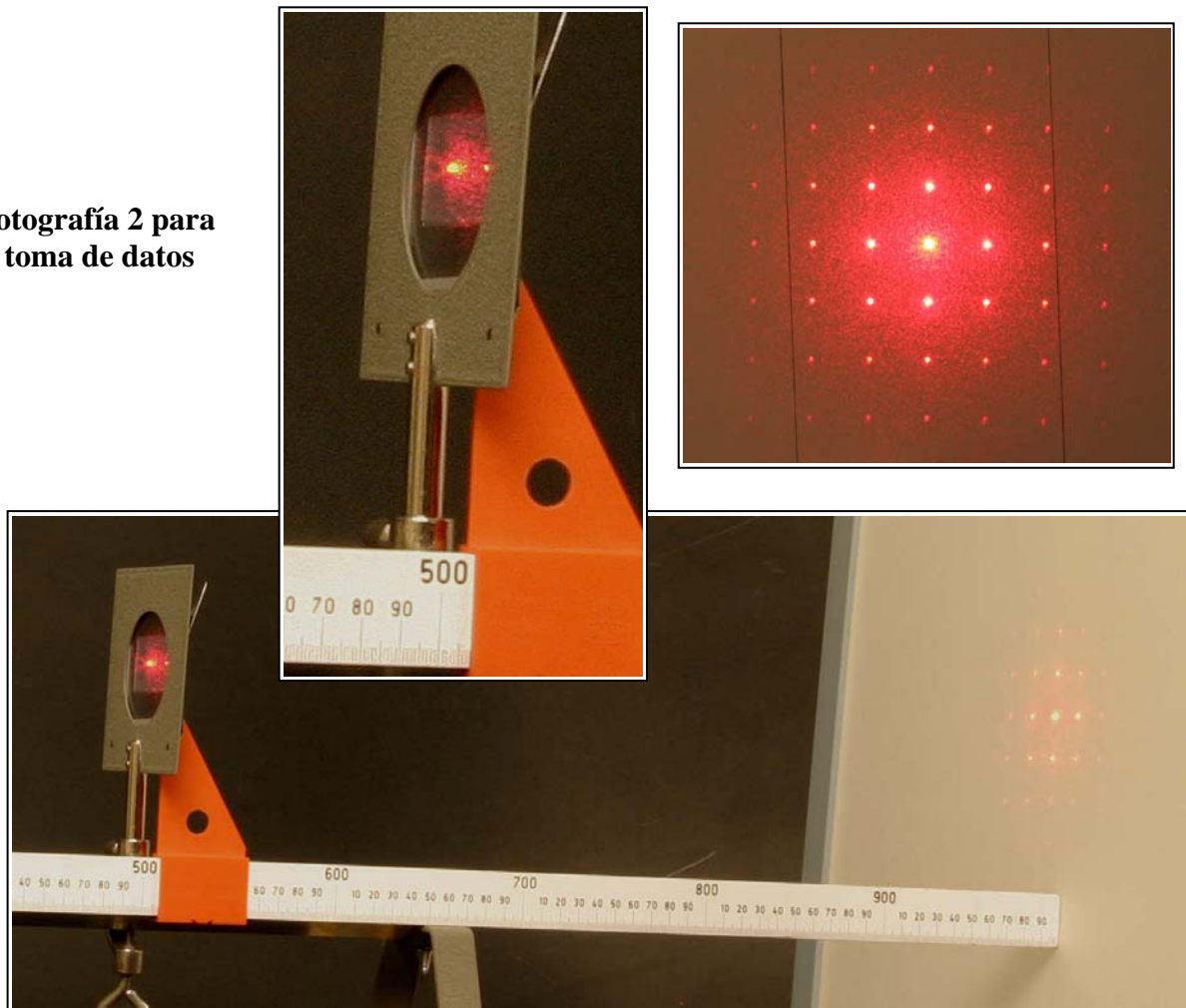
Fotografías

Las fotografías de 1 a 7 son para obtener las medidas de Z y D. Observe que en estas fotografías no se recoge todo el montaje del experimento sino que se amplían al máximo para que puedan hacerse las lecturas directamente sobre la regla.

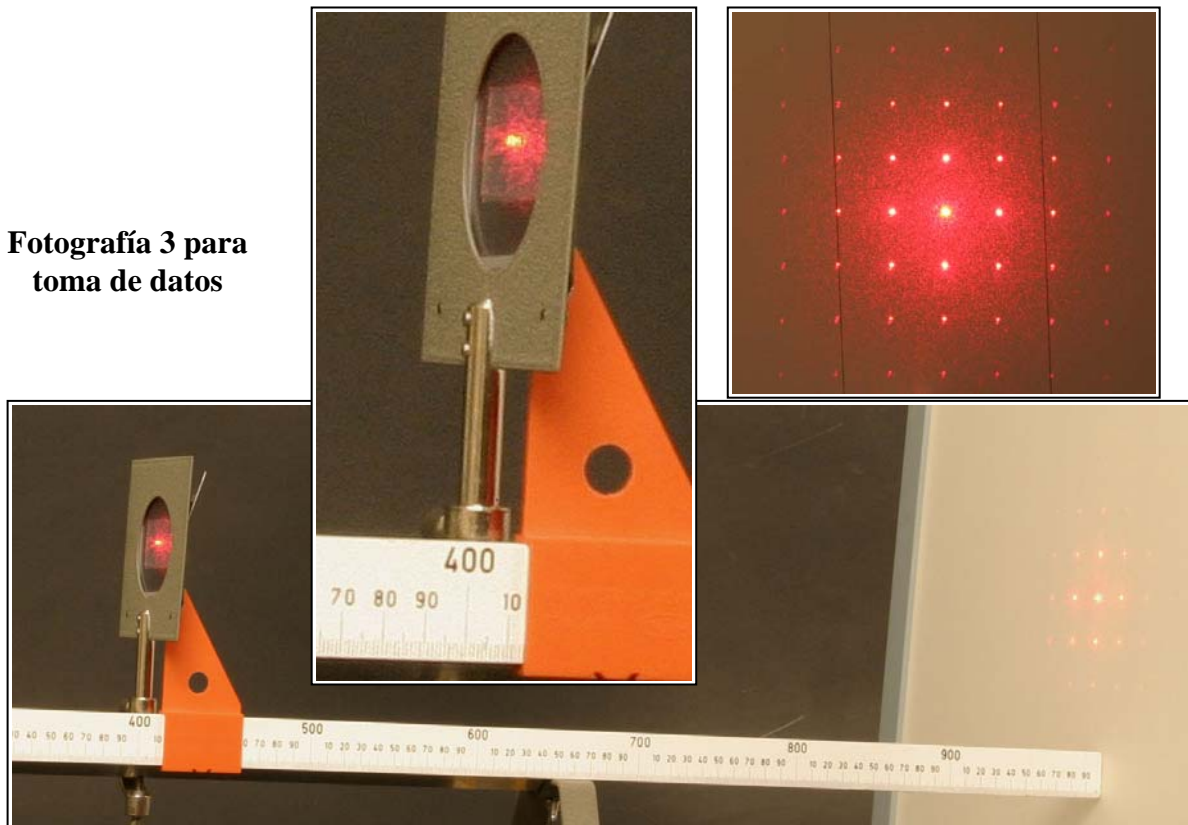
Fotografía 1 para toma de datos



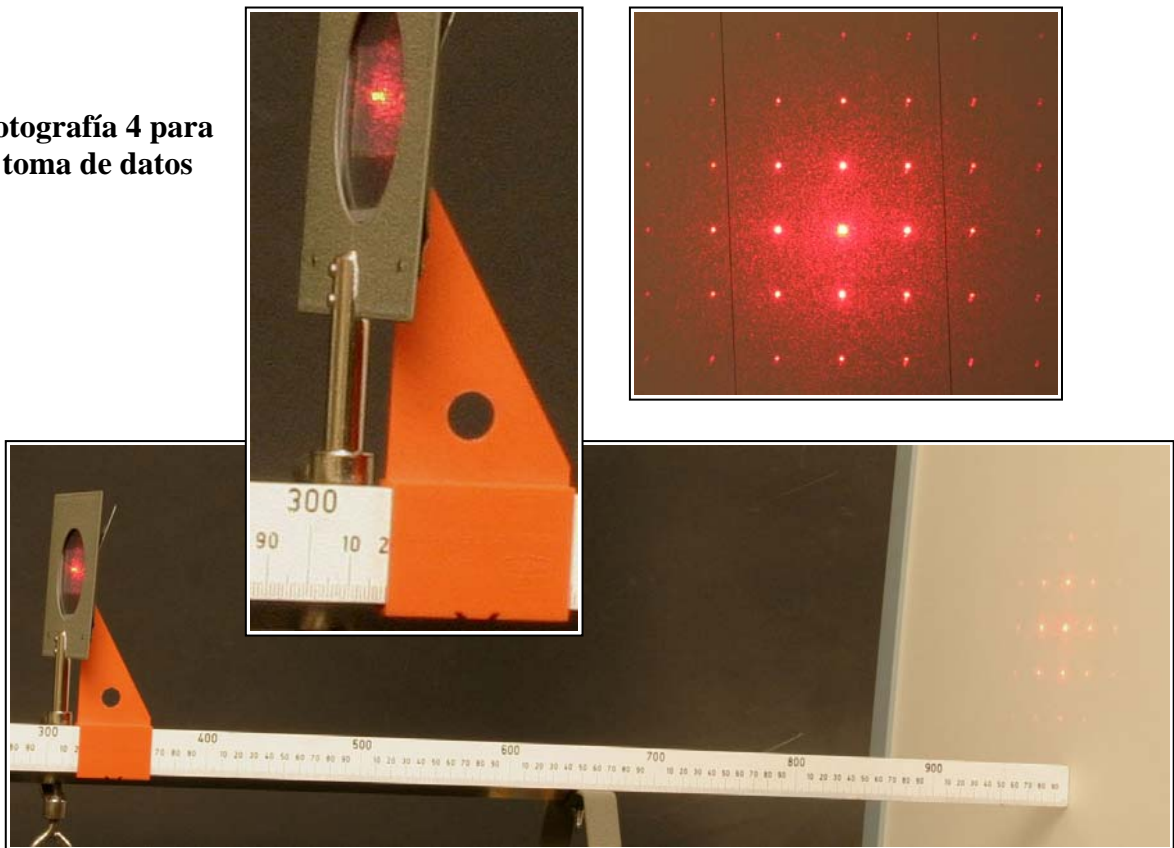
**Fotografía 2 para
toma de datos**



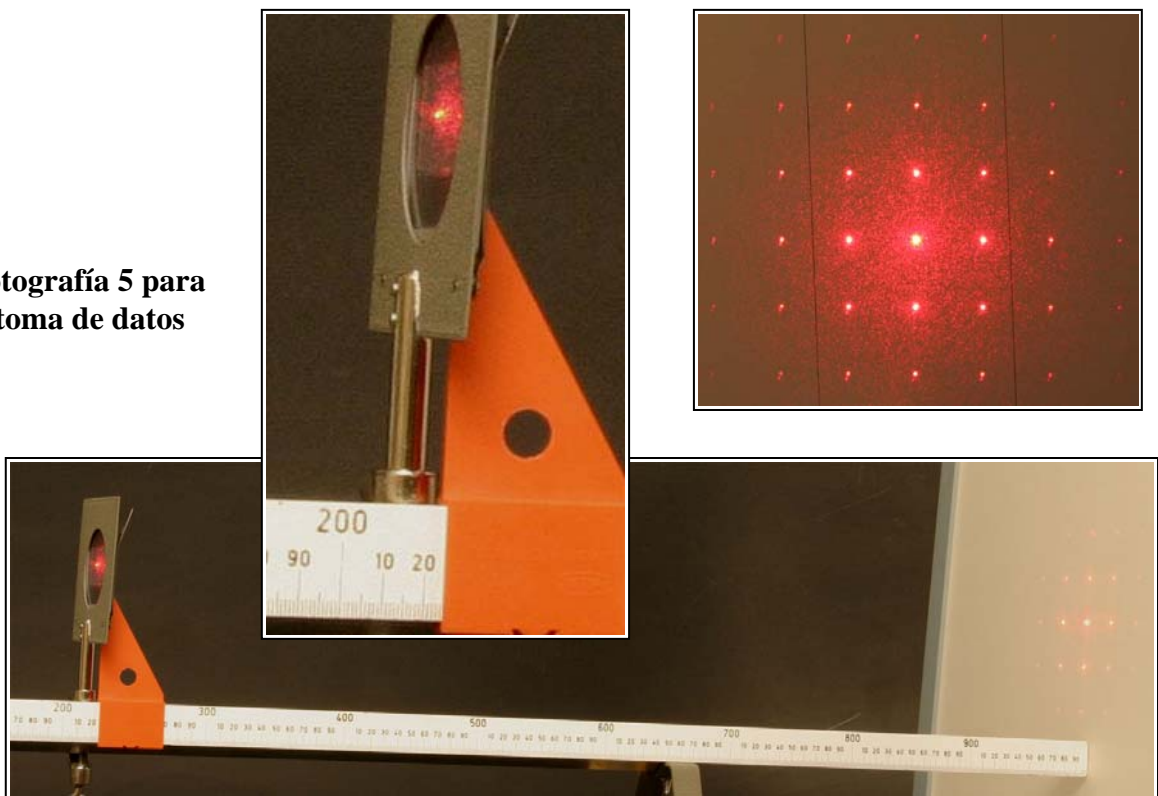
**Fotografía 3 para
toma de datos**



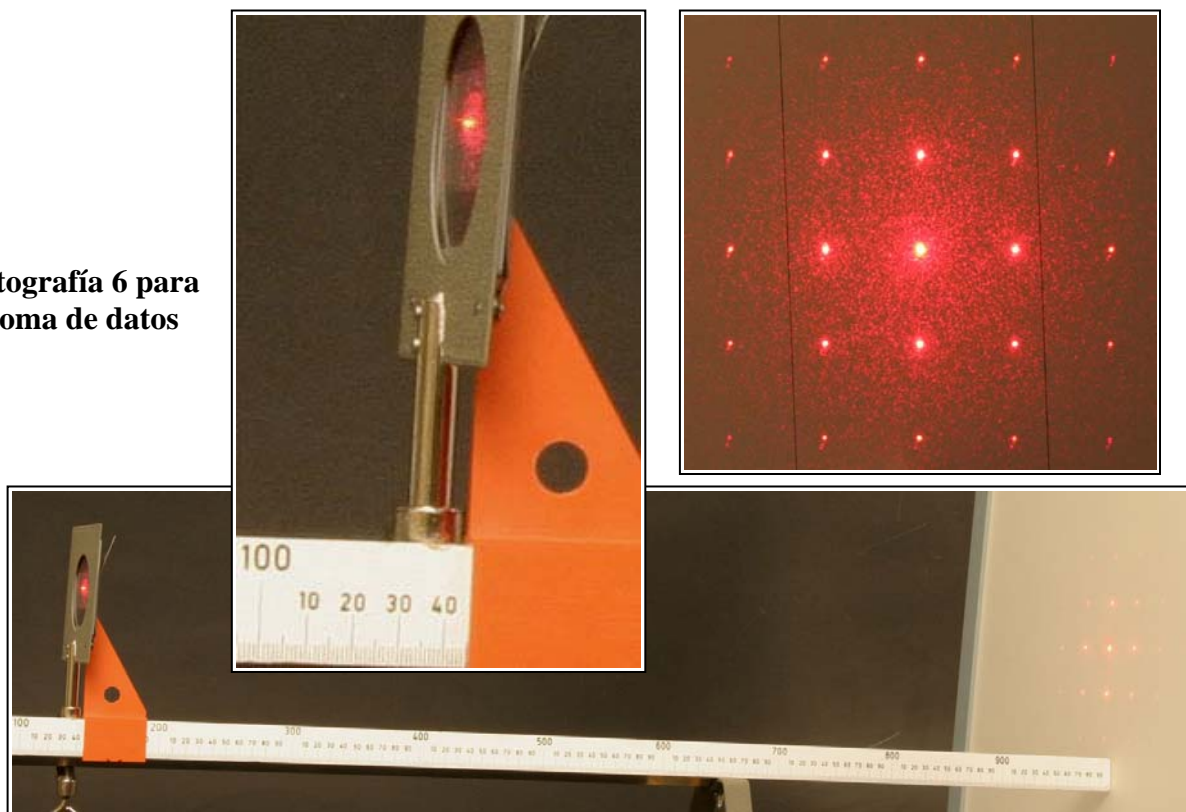
**Fotografía 4 para
toma de datos**



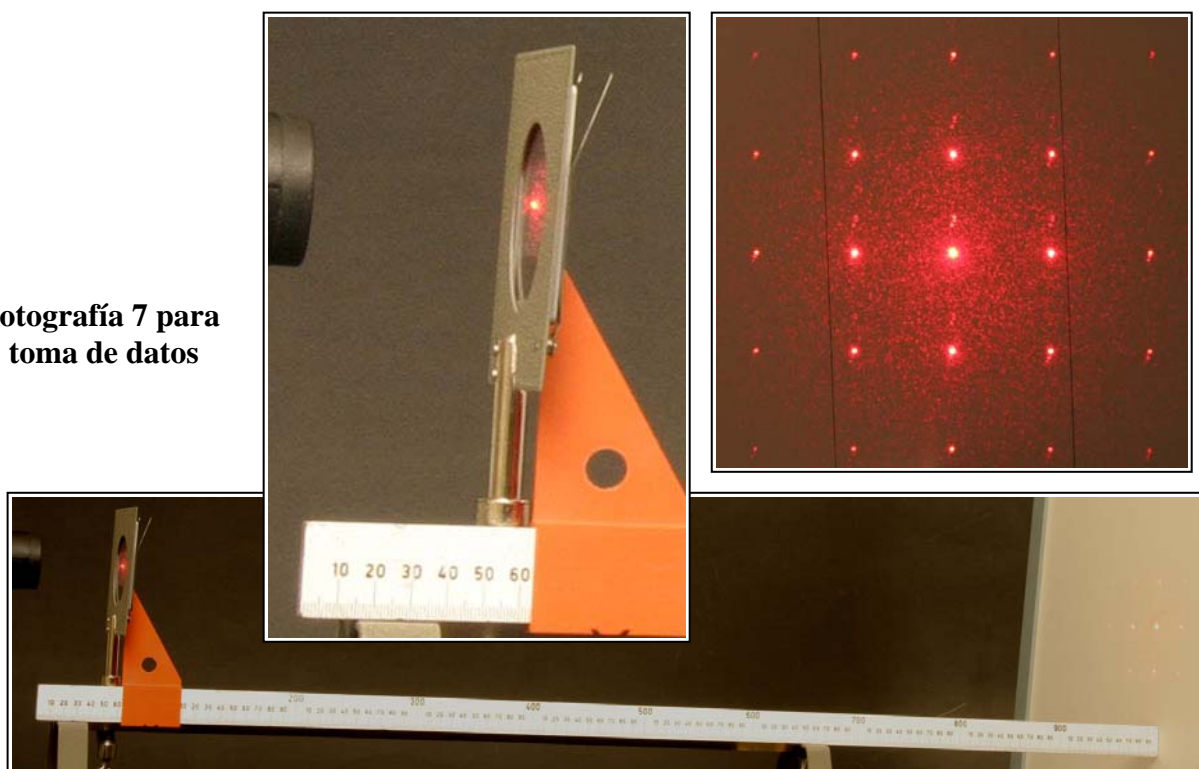
**Fotografía 5 para
toma de datos**



**Fotografía 6 para
toma de datos**



**Fotografía 7 para
toma de datos**



Complete la tabla 1.

Tabla 1

D real en cm							
L_x /cm, distancia entre las manchas a un lado y a otro del máximo principal, medidas en la fotocopia en la dirección del eje X							
L_y /cm, distancia entre las manchas a un lado y a otro del máximo principal, medidas en la fotocopia en la dirección del eje Y							
Z_x /cm en fotografía o fotocopia							
Z_y /cm en fotografía o fotocopia							
Valor medio de Z en cm $Z = \frac{Z_x + Z_y}{2}$							
Factor de escala, f_z							
Z real en cm							

Gráficas

Parte 1ª

1.- Con los valores de la tabla 1, represente en el eje de ordenadas Z y en el de abscisas D Determine la pendiente de la recta y el valor de λ N.

2.- La longitud de onda de la luz de láser es $\lambda = 632,8$ nm. Determine N (número de líneas por mm) a partir de la pendiente de la recta encontrada en el apartado 1.

3.- En el apartado 1, la ordenada en el origen debe ser nula, pero el ajuste que haya hecho automáticamente la hoja de cálculo dará un valor diferente. Vuelva a hacer la representación del apartado 1 con la hoja de cálculo y obligue a la recta a pasar por el origen de coordenadas. Halle el valor medio de N obtenido en 2 y en 3 y dé el resultado con una incertidumbre que sumada a la media nos dé el número mayor y restado el menor.

Parte 2ª

El lector debe estimar la incertidumbre que comete al leer la posición del índice en la medida de D y la incertidumbre en la medida de Z. Debe completar la tabla 2

Tabla 2

D real mayor en cm							
D real menor en cm							
Z mayor en cm							
Z menor en cm							

Represente en el mismo gráfico a) Z mayor (eje Y) frente a D menor (eje X) b) Z menor (eje Y) frente a D mayor (eje X). Mande trazar las rectas para a) y b) obligándolas a pasar por el origen de coordenadas. Tome como valor más probable el valor medio de las dos pendientes y dé como incertidumbre de N un número que sumado o restado del valor medio abarque a los dos anteriores.