

11. Resultados experimentales

Una vez sabido el proceso para conseguir el enfoque de un chorro se pasa a realizar una serie de experimentos. Los experimentos realizados se explican detalladamente en los apartados siguientes.

La toma de medidas se realiza con un calibre virtual, en la pantalla del ordenador y sobre la foto tomada.

11.1. Experimento I

El experimento que se realiza consiste en realizar una serie de medidas para una combinación de caudales determinada. La siguiente tabla muestra los caudales utilizados para las medidas así como la relación de caudales.

Se realizaron 4 tandas de medidas cuyos resultados se presentan a continuación en forma de tablas:

Tabla I: 1ª Tanda

Medidas	Q_t ($\mu\text{L}/\text{min}$)	Q_d ($\mu\text{L}/\text{min}$)	Q_t/Q_d	Anchura del chorro, W. (micras)
1	8	8	1	155
2	12	6	2	95
3	14.4	4.8	3	90
4	16	4	4	80
5	16	2	8	60

Tabla II- 2ª Tanda

Medidas	Q_t ($\mu\text{L}/\text{min}$)	Q_d ($\mu\text{L}/\text{min}$)	Q_t/Q_d	Anchura del chorro, W. (micras)
1	8	8	1	163
2	12	6	2	108
3	14.4	4.8	3	86
4	16	4	4	81
5	16	2	8	63

Tabla III-3ª Tanda

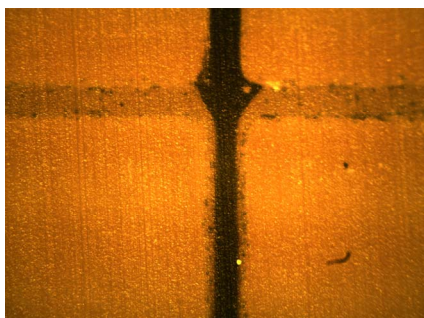
Medidas	Q_t ($\mu\text{L}/\text{min}$)	Q_d ($\mu\text{L}/\text{min}$)	Q_t/Q_d	Anchura del chorro, W. (micras)
1	8	8	1	177
2	12	6	2	115
3	14.4	4.8	3	90
4	16	4	4	81
5	16	2	8	59

Tabla IV- 4ª Tanda

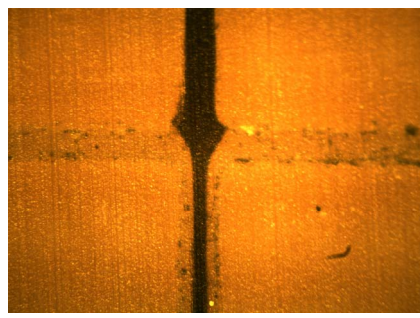
Medidas	Q_t ($\mu\text{L}/\text{min}$)	Q_d ($\mu\text{L}/\text{min}$)	Q_t/Q_d	Anchura del chorro, W. (micras)
1	8	8	1	177
2	12	6	2	112
3	14.4	4.8	3	90
4	16	4	4	81
5	16	2	8	59

En las imágenes siguientes se muestran las distintas medidas de los chorros para una de las tandas.

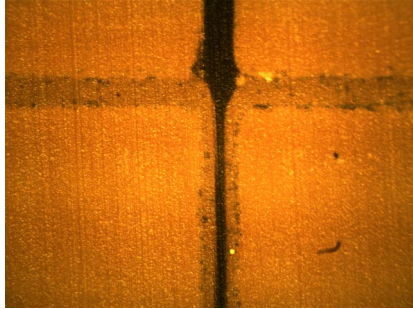
Medida 1



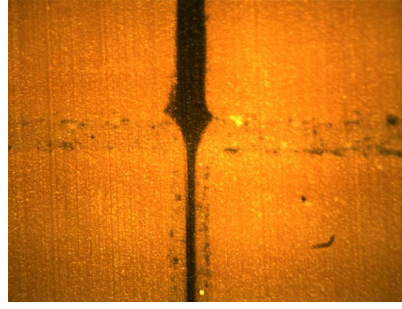
Medida 2



Medida 3



Medida 4



Medida 5

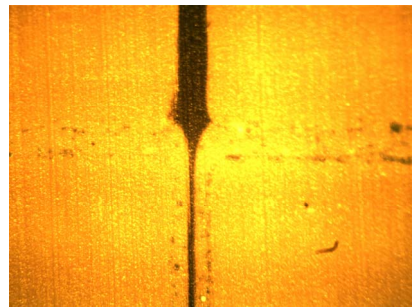


Fig.61. Imágenes tomadas durante el experimento. Los caudales utilizados para cada caso se corresponden con los de la tabla anterior.

11.2. Dripping

En el siguiente experimento se pretende obtener el fenómeno del dripping. En la figura siguiente se observa el momento en que se retrae el chorro y se forma una gota.

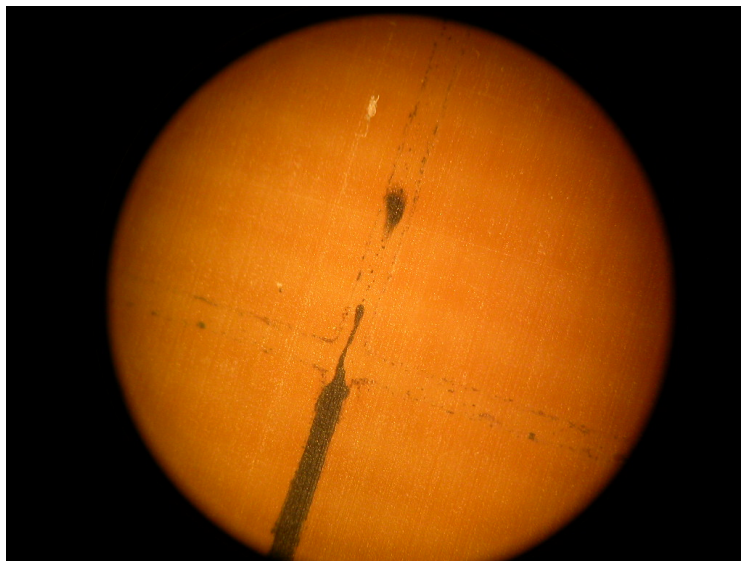


Fig.62. Comportamiento en dripping.

11.3. Influencia de la pérdida de carga en los canales

En este experimento se observa como influyen las imperfecciones geométricas de los canales. Estas imperfecciones, debidas a fallos en el proceso de fabricación, hacen que la resistencia fluídica de los canales sea distinta y por tanto, por el canal con menor resistencia fluya un caudal mayor. Este fenómeno hace que se produzca una desviación del chorro.

En la imagen siguiente se observa el chorro producido en un dispositivo defectuoso. En dicho dispositivo existe una imperfección geométrica en uno de los canales, esta imperfección consiste en que el canal en cuestión tiene una altura menor de la deseada, y por tanto ofrece una mayor resistencia al paso de fluido. La imperfección se debe a defectos en el paso de deposición de la resina.



Fig.63. Desviación del chorro debido a diferencias de geometría en los canales de enfocante.

Se puede ver en la imagen como el chorro está descentrado, estando su eje a la derecha del eje de simetría de canal. Esto quiere decir que por el canal de la izquierda entra más caudal que por el de la derecha, y por tanto, la imperfección está en el de la derecha. Dicha imperfección se comprobó visualmente, y consistía en una sutil reducción de la altura del canal en uno de sus tramos.

11.4. Comparación teórico-experimental

En este apartado se procede a comprobar la cercanía entre los resultados experimentales y los teóricos. También se comprobará cómo hay un cambio de comportamiento en los diámetros del chorro cuando éste comienza a tocar apreciablemente los canales. En la siguiente figura se muestran conjuntamente los resultados experimentales, en forma de puntos, y las curvas teóricas. La curva de color azul se corresponde con (23), la de color rojo con (24), y la línea verde representa la altura del canal. Siendo el eje de abscisas la relación de caudales enfocante-enfocado, y el eje de las ordenadas el diámetro del chorro, o en su caso el ancho si hay contacto apreciable con las paredes.

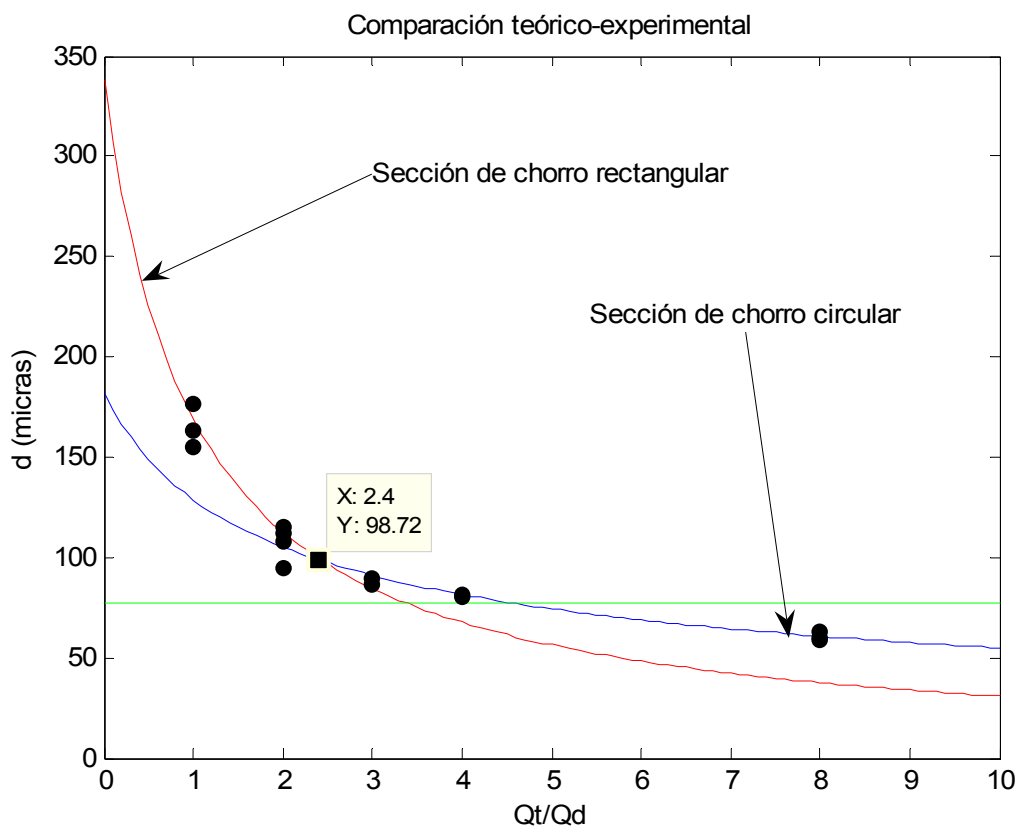


Fig.64. Curva azul: representación del diámetro de chorro frente a la relación de caudales, en caso de que el chorro no toque las paredes. Curva roja: representación del ancho de chorro frente a la relación de caudales, en caso de que el chorro toque apreciablemente las paredes. Línea verde: Altura de canal. Con puntos negros se representan los resultados experimentales de las tablas anteriores.

Tabla de resultados teóricos

Medidas	Q_t ($\mu\text{L}/\text{min}$)	Q_d ($\mu\text{L}/\text{min}$)	Q_t/Q_d	Anchura del chorro, W. (micras)
1	8	8	1	169
2	12	6	2	112
3	14.4	4.8	3	91
4	16	4	4	81.4
5	16	2	8	60.7

Se define el error en la medida como:

$$\text{error} = \frac{|\text{valor_medido} - \text{valor_teórico}|}{\text{valor_teórico}} \cdot 100 \quad (25)$$

Tabla de errores en (%)

Medidas	1ª Tanda	2ª Tanda	3ª Tanda	4ª Tanda
1	8.28	3.55	4.73	4.73
2	15.18	3.57	2.68	0
3	1.10	5.49	1.10	1.10
4	1.72	0.49	0.49	0.49
5	1.15	3.79	2.80	2.80

Puede verse como hay un ajuste bastante bueno entre la teoría y la experimentación. Según los datos obtenidos la gráfica que define el comportamiento del dispositivo es la que se muestra a continuación, en rojo se representa la altura del canal.

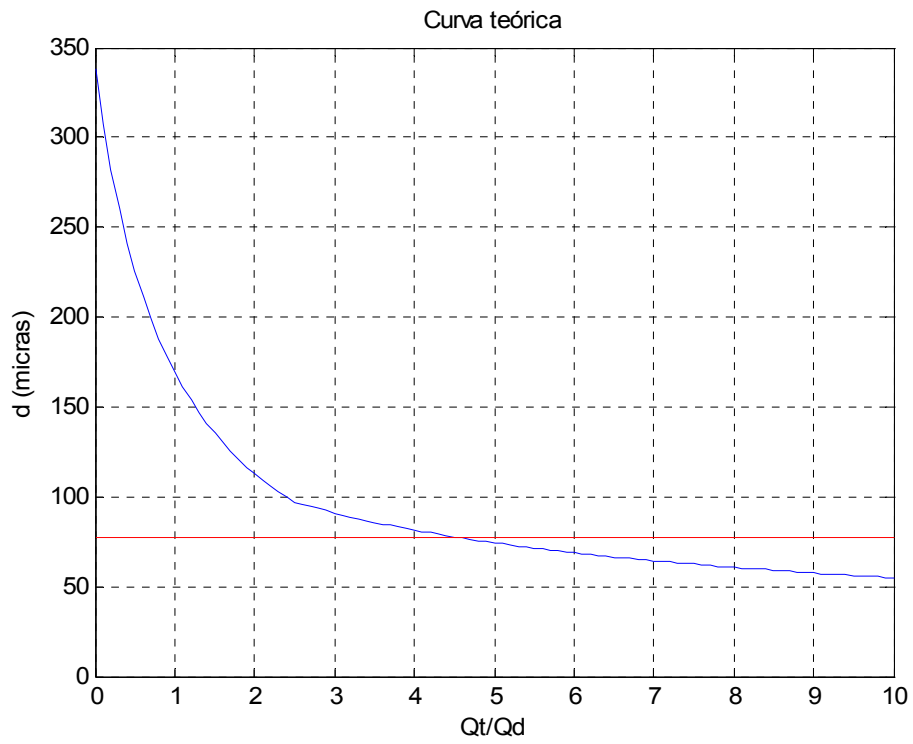


Fig.65. Curva de comportamiento del dispositivo.