

# Dinámica del flujo de agua en un sifón

Del Río N., Sebastián  
201417736

Yomayuzá H., Valentina  
201414121

November 11, 2016

## Abstract

*El agua es uno de los fluidos más estudiados a nivel físico gracias a que sus propiedades sirven en el marco de referencia para el estudio de fenómenos físicos como por ejemplo en hidrodinámica. En el estudio de la dinámica de flujo a través de un sifón se obtuvo que el Principio de Bernoulli no se cumple, debido a que en el sistema existe la presencia de fuerzas tales como la fricción entre las paredes del recipiente y el fluido. Sin embargo, estos errores pueden radicar en las malas mediciones por parte de los experimentadores durante la práctica.*

## I. INTRODUCCIÓN

Cuando se tienen dos recipientes con un determinado fluido, interconectados por una manguera es posible establecer un flujo a través de la misma para transportar el contenido de un recipiente a otro. El Principio de Bernoulli es una aproximación al comportamiento del fluido en condiciones de movimiento a través de una corriente, y su argumento consiste en que un fluido ideal que se encuentra en circulación mediante un entorno cerrado conserva toda su energía lo largo del desplazamiento total.

Sin embargo, este modelo expresado por Bernoulli tiene limitaciones de aplicación dado que considera un fluido ideal: como uno que no posee viscosidad ni sufre rozamiento con el medio por el cual fluye. Así que no es muy acertado en la vida real al ignorar propiedades vitales (y muy complejas) de los fluidos reales. A pesar de esto, su importancia física está en que ofrece un muy buen acercamiento al comportamiento de fluidos en sistemas cerrados o a interacciones entre fluidos, que resultan encontrarse usualmente en la industria: como tuberías que conllevan fluidos a determinada presión, en la optimización de conductos como chimeneas, aviación y dispositivos de Venturi, entre muchos otros. Dentro de las considera-

ciones que tiene este principio está la conservación de energía tanto cinética, potencial y de presión, que se mantienen constantes entre el punto inicial y final de la trayectoria por la que se desplaza el fluido. Para los cálculos involucrados en esta práctica es necesario tener en cuenta que la ecuación de Bernoulli está dada por:

$$\frac{v^2 \rho}{2} + P \rho g z = cte \quad (1)$$

El caudal está expresado por:

$$Q = A v_{prom} \quad (2)$$

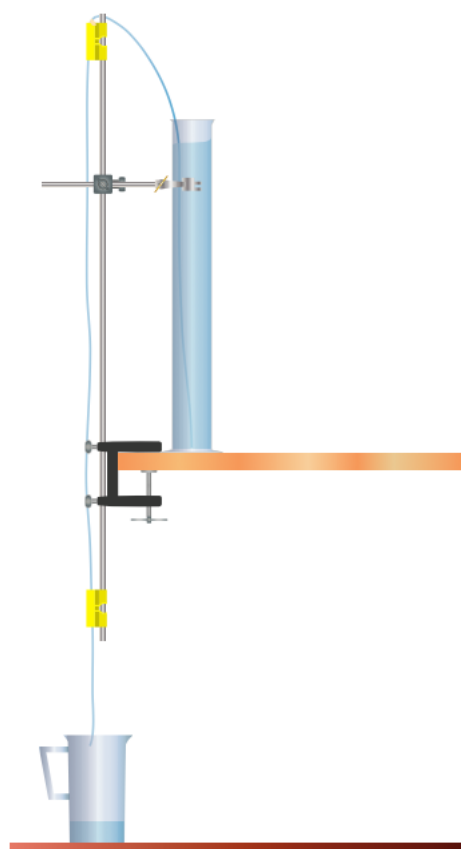
## II. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Durante el procedimiento experimental se utilizaron varias probetas con el fin de contener el agua utilizada para el experimento, se utilizó una manguera de 2m de largo para transferir el agua de una probeta a otra. Se utilizaron un cronómetro, un flexómetro y un calibrador para realizar las medidas correspondientes a longitudes y diámetros de las probetas, al igual que el tiempo que tardó en transferirse el agua de un lado al otro.

Una de las probetas se encuentra sostenida con soportes universales mientras la otra se coloca en el suelo, posteriormente se coloca cada extremo de la manguera dentro de las

probetas para conectarlas. La única probeta que contiene agua en este momento es la que está soportada. Luego se absorbe la manguera por el extremo que se encuentra en la probeta del suelo para lograr que se transfiera agua hacia esta. Se mide el tiempo que dura en bajar el agua cuando se han transferido 50, 100, 150, 200... y así sucesivamente hasta 500 mL. También se debe medir la altura inicial a la que se encuentra el agua y por último la distancia entre cada variación de volumen.

Posteriormente, se repite el procedimiento anterior pero realizando las medidas correspondientes a la probeta que se encuentra en el suelo, es decir, se mide la distancia entre las variaciones de volumen cuando la probeta se está llenando, también se toma el tiempo que tarda la probeta 2 en llenarse cada 50mL hasta 500mL. Por último se mide el diámetro interno de la manguera con el calibrador, al igual que los de las probetas utilizadas.



**Figure 1:** Resistividad de bloque en función de la constante  $S$

### III. ANÁLISIS DE RESULTADOS

**Table 1:** *Datos de Salida*

$(V10)mL$	$(L0,1)cm$	$(t0,01)seg$	$v(cm/s)$
50	106.5	71.99	0.469
100	105.1	140.2	0.951
150	103.7	219.91	1.446
200	102.3	307.25	1.955
250	100.9	392.18	2.478
300	99.5	474.92	3.015
350	98.1	558.84	3.568
400	96.7	642.95	4.137
450	95.3	726.28	4.722
500	93.9	810.57	5.325

**Table 2:** *Datos de Entrada*

$(V \pm 10)mL$	$(L \pm 0,1)cm$	$(t \pm 0,01)seg$	$v(cm/s)$
50	0.8	53.45	0.015
100	1.6	67.07	0.024
150	2.4	69.37	0.035
200	3.2	64.21	0.050
250	4	63.77	0.063
300	4.8	63.47	0.076
350	5.6	67.05	0.084
400	6.4	68.99	0.093
450	7.2	69.81	0.103
500	8	70.74	0.113

A partir de los resultados se puede concluir que las velocidades no son constantes, puesto que el caudal también cambia en cada una de las variaciones volumétricas, así el área permanezca constante la velocidad disminuye a medida que la diferencia volumétrica aumenta.

Para el cálculo del caudal, se tomó el valor promedio de la velocidad :

Ahora, usando los resultados para la altura inicial  $h_0$ , las alturas  $h$  y las velocidades previamente obtenidas, se verificó que efectivamente el Principio de Bernoulli no se cumple, ya que si este se cumpliera, el valor obtenido para cada recipiente sería el mismo, y por ende, la diferencia entre estos dos valores sería exactamente 0. En la siguiente tabla se muestran los resultados de aplicar la ecuación de Bernoulli a cada punto del sistema.

**Table 3: Cálculo Caudal**

$V_{prom} \text{ cm/s}$	$\text{Area cm}^2$	$\text{Caudal Entrada } \frac{\text{cm}^3}{\text{s}}$
2.807	70.88	198.93
$V_{prom} \text{ cm/s}$	$\text{Area cm}^2$	$\text{Caudal Salida } \frac{\text{cm}^3}{\text{s}}$
0.065	39.59	2.59

V1 (m/s)	V2 (m/s)	rho (kg/m3)	P1 (atm)	P2 (atm)	z1 (m)	z2 (m)	Bernoulli 1	Bernoulli 2	Diferencia	Cumple ?
0.005	0.000	1000	0.725	0.725	1.132	1.1186	11060.36501	10929.44700	130.92	No
0.010	0.000				1.132	1.1052	11060.36505	10798.52900	261.84	No
0.014	0.000				1.132	1.0918	11060.36510	10667.61100	392.75	No
0.020	0.000				1.132	1.0784	11060.36519	10536.69300	523.67	No
0.025	0.001				1.132	1.065	11060.36531	10405.77500	654.59	No
0.030	0.001				1.132	1.0516	11060.36545	10274.85700	785.51	No
0.036	0.001				1.132	1.0382	11060.36564	10143.93900	916.43	No
0.041	0.001				1.132	1.0248	11060.36586	10013.02100	1047.34	No
0.047	0.001				1.132	1.0114	11060.36611	9882.10300	1178.26	No
0.053	0.001				1.132	0.998	11060.36642	9751.18500	1309.18	No

**Figure 2: Datos de comprobación Bernoulli**

Esta tabla muestra que tal y como se predecía la diferencia entre las constantes halladas para cada recipiente no da 0; lo que permite concluir que el principio no se cumple, probablemente debido a que el modelo no toma en cuenta características como la fricción entre el agua y la manguera, la viscosidad (así sea mínima) y la temperatura a la que se encuentra.

Finalmente, analizando el material de la manguera es posible concluir que el principio de Bernoulli no se cumple debido a que, para este fluido real (a pesar de ser incompresible), no se conserva toda la energía a lo largo del transporte. Si bien puede pensarse en una conservación de la energía cinética y potencial, la que menos se conserva es la de presión.

#### IV. CONCLUSIONES

- Ya que existe fricción entre el agua y las paredes de la manguera, se considera que la ecuación de Bernoulli no arroja resultados satisfactorios. Su funcionamiento sólo es óptimo para el caso de fluidos y sistemas ideales en los que las fuerzas como la fricción sean despreciables al igual que factores como viscosidad del fluido.
- Los errores presentes en la práctica pueden ser debidos a factores tales como malas mediciones por parte de los practicantes, incertidumbres de los instrumentos utilizados y el error causado por la reacción tardía de los experimentadores frente a las mediciones realizadas.