



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Análisis experimental de coeficientes de flujo para
diferentes diámetros de orificios con el uso del banco
hidráulico – 2021**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL**

AUTOR:

Quispe Abarca, Madeleyne Miriam (ORCID: 0000-0001-7545-5155)

ASESOR:

Dr. Guevara Bendezú, José Claudio (ORCID: 0000-0003-0087-0965)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento

LIMA - PERÚ

2021

Dedicatoria

A mi madre por siempre apoyarme en todas mis decisiones buscando siempre mi crecimiento personal y profesional,

A mi hija por ser el motivo más importante en este proyecto.

Agradecimiento

Agradecer a Dios por la salud, a mis padres en especial a mi madre quien estuvo en cada momento de este difícil camino profesional con el fin de ser Ingeniero Civil.

Asimismo, a mi hermana por su apoyo y compromiso para realizar esta meta.

Índice de contenidos

Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	vi
Índice de figuras.....	vii
RESUMEN	ix
ABSTRACT.....	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
III. METODOLOGÍA	10
3.1 Tipo y diseño de la investigación	10
3.2 Variables y operacionalización	10
3.2.1 Variable independiente	10
3.2.2 Variable dependiente.....	10
3.2.3 Operacionalización	10
3.3 Población y muestra	11
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	11
3.4.1 Técnicas	11
3.5.2 Instrumentos	12
3.5 Procedimientos	12
3.6. Método de análisis de datos	13
3.7 Aspectos éticos.....	13

IV. RESULTADOS	15
4.1 RESULTADOS DE LOS COEFICIENTES	15
4.1.1 COEFICIENTES DE VELOCIDAD.....	15
4.1.2 COEFICIENTES DE DESCARGA	17
4.1.3 COEFICIENTES DE CONTRACCIÓN.....	20
4.2 COMPARACIÓN DE LOS COEFICIENTES EN FUNCIÓN AL DIÁMETRO.....	23
4.2.1 COMPARACIÓN DE COEFICIENTES DE VELOCIDAD	23
4.3 DISEÑO DE LA CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	26
4.4.1 CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS ESPECÍFICA 1.....	26
4.4.2 CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS ESPECÍFICA 2.....	28
4.4.3 CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS ESPECÍFICA 3.....	30
V. DISCUSIÓN.....	33
VI. CONCLUSIONES	35
VII. RECOMENDACIONES.....	36
REFERENCIAS	37
ANEXOS.....	43

Índice de tablas

Tabla 1. <i>Cuadro de operacionalización de variables.....</i>	11
Tabla 2. <i>Cálculo del Coeficiente de velocidad Orificio Circular $D=7\text{mm}$.</i>	15
Tabla 3. <i>Cálculo del Coeficiente de Velocidad, Orificio Circular $D=8\text{mm}$.</i>	16
Tabla 5. <i>Cálculo del Coeficiente de Descarga, Orificio Circular $D=7\text{mm}$.</i>	18
Tabla 7. <i>Cálculo del Coeficiente de Descarga, Orificio Circular $D=10\text{mm}$.</i>	19
Tabla 8. <i>Cálculo del Coeficiente de Contracción, Orificio Circular $D=7\text{mm}$.</i>	20
Tabla 9. <i>Cálculo del Coeficiente de Contracción, Orificio Circular $D=8\text{mm}$.</i>	21
Tabla 10. <i>Cálculo del Coeficiente de Contracción, Orificio Circular $D=10\text{mm}$. 22</i>	
Tabla 11. <i>Comparación de coeficientes de velocidad según diámetro.</i>	23
Tabla 12. <i>Comparación de coeficientes de descarga según diámetro.</i>	24
Tabla 13. <i>Comparación de coeficientes de contracción según diámetro.</i>	25
Tabla 14. <i>Coeficientes de descarga en función al diámetro de orificio.</i>	27
Tabla 15. <i>Coeficientes de contracción en función al diámetro de orificio.</i>	29
Tabla 16. <i>Coeficientes de velocidad en función al diámetro de orificio.</i>	31

Índice de figuras

<i>Figura 1:</i> Comparación del coeficiente de velocidad Orificio Circular D=7mm.	16
<i>Figura 2:</i> Comparación del coeficiente de velocidad, Orificio Circular D=8mm.	16
<i>Figura 3:</i> Comparación del coeficiente de velocidad, Orificio Circular D=10mm.	17
<i>Figura 4:</i> Comparación del coeficiente de descarga, Orificio Circular D=7mm.	18
<i>Figura 5:</i> Comparación del coeficiente de descarga, Orificio Circular D=8mm.	19
<i>Figura 6.</i> Comparación del coeficiente de descarga, Orificio Circular D=10mm.	20
<i>Figura 7.</i> Comparación del coeficiente de contracción, Orificio Circular D=7mm.	21
<i>Figura 8:</i> Comparación del coeficiente de contracción, Orificio Circular D=8mm.	22
<i>Figura 9.</i> Comparación del coeficiente de contracción, Orificio Circular D=10mm.	23
<i>Figura 10.</i> Comparación de coeficientes de velocidad en función al diámetro. .	24
<i>Figura 11.</i> Comparación de coeficientes de descarga en función al diámetro .	25
<i>Figura 12.</i> Comparación de coeficientes de contracción en función al diámetro.	26
<i>Figura 13.</i> Distribución T Student con la interacción de Grados de Libertad – Nivel de significancia para el coeficiente de descarga.	28

<i>Figura 14.</i> Contrastación de hipótesis N° 1	28
<i>Figura 15.</i> Contrastación de hipótesis N° 2	30
<i>Figura 16:</i> Contrastación de hipótesis N° 3	32

RESUMEN

En esta tesis, el objetivo general fue determinar la influencia de orificios con diferentes diámetros en coeficientes de flujo en el laboratorio de hidráulica-UANCV.

Para efectuar los ensayos utilizando el banco hidráulico y sus componentes, se elaboraron boquillas de bronce de 7mm,8mm y 10mm de diámetro.

Los resultados fueron: el coeficiente de descarga es mayor a menor diámetro de orificio, entonces , entre el menor y el mayor diámetro hay una diferencia del 38.3 % del mayor.

El coeficiente de contracción es mayor a menor diámetro de orificio, entonces, entre el menor y el mayor diámetro hay una diferencia del 48.8 % del mayor.

El coeficiente de velocidad es menor a menor diámetro de orificio, entonces, entre el menor y el mayor diámetro hay una diferencia del 20.4 % del mayor.

Se concluyó que, tanto el coeficiente de descarga como el coeficiente de contracción se incrementa en relación a menores diámetros de orificios; sin embargo, en cuanto al coeficiente de velocidad, existe un incremento en relación a mayores diámetros de orificios.

Palabras clave: coeficientes de flujo, coeficiente de descarga, coeficiente de contracción, coeficiente de velocidad, banco hidráulico.

ABSTRACT

In this thesis, the general objective was to determine the influence of holes with different diameters on flow coefficients in the hydraulics laboratory - UANCV.

To carry out the tests using the hydraulic bench and its components, 7mm, 8mm and 10mm diameter bronze nozzles were made.

The results were: the discharge coefficient is greater the smaller the hole diameter, then, between the smaller and the larger diameter there is a difference of 38.3% of the larger.

The contraction coefficient is greater the smaller the hole diameter, then, between the smaller and the larger diameter there is a difference of 48.8% of the larger.

The speed coefficient is smaller the smaller the hole diameter, then, between the smaller and the larger diameter there is a difference of 20.4% of the larger.

It was concluded that both the discharge coefficient and the contraction coefficient increase in relation to smaller orifice diameters; however, regarding the speed coefficient, there is an increase in relation to larger orifice diameters.

Keywords: flow coefficients, discharge coefficient, contraction coefficient, velocity coefficient, hydraulic bench.

I. INTRODUCCIÓN

En Hidráulica suele ser muy complicado desarrollar conocimientos con una simple descripción matemática de los fenómenos hidráulicos; por lo que la aplicación de dicha teoría a la práctica no se realiza adecuadamente. Silva (2011) afirma que, mediante una perspectiva hidráulica, un orificio puede ser considerado como una perforación sobre diversas superficies como en las captaciones, tuberías, tanques, canales y reservorios; cabe resaltar que los orificios presentan un perímetro de tipo cerrado y formas regulares. El flujo a través de dichos orificios adquiere gran importancia ya que esta estructura es una de las más utilizadas para la regulación y/o medición de caudales (Sobenko et Al., 2020). En la práctica o en laboratorio, los coeficientes de flujo entre otras variables, proporcionan datos fundamentales en que se basan los análisis y diseño de cada obra hidráulica (Vilaça et Al, 2017). A pesar de ello, se ha encontrado muy pocos datos informativos en libros y demás bibliografía sobre los coeficientes de flujo en orificios de forma circular. Por lo que se podría afirmar que a medida que los años pasaban, no han existido muchos avances dentro de este campo, es decir, los datos no se han actualizado lo suficiente para que haya una prueba de determinación estándar. De los coeficientes de flujo en orificios, con esta afirmación se quiere expresar que, a pesar de que existen tablas y gráficos que muchos autores fabricaron, en sus tiempos, sobre cómo calcular dichos coeficientes, siempre presentaron diferencias entre sí; lo cual ha servido como motivación para realizar este estudio.

La presente tesis denominada: “Análisis experimental de coeficientes de flujo para diferentes diámetros de orificios con el uso del banco hidráulico – 2021” consideró el beneficio técnico, social y económico para la población, en vista de que un orificio es parte de muchas obras dentro de la rama de la ingeniería en hidráulica, ya que es una estructura que sirve como control. Barragán (1993) y Munson et Al (2013) refieren que dichas estructuras de control son elementos fundamentales para la construcción de estructuras hidráulicas, los mismos que se han ido desarrollando en base a la experiencia y a la ciencia, sin embargo, la información relacionada al tema se encuentra dispersa en un sin número de

documentos, por lo que se hace necesario disponer de un documento que agrupe toda esta información.

El objetivo general fue: Determinar la influencia del análisis experimental de orificios con diferentes diámetros en coeficientes de flujo en el laboratorio de hidráulica- UANCV, además de los objetivos específicos: Evidenciar la variación del coeficiente de descarga para orificios con diferentes diámetros en el análisis experimental; determinar la diferencia entre coeficientes de contracción para orificios con diferentes diámetros en el análisis experimental ; y demostrar la variación del coeficiente de velocidad para orificios con diferentes diámetros en el análisis experimental.

Para realizar la presente tesis, se consideraron orificios con los siguientes diámetros: 7 mm. ,8 mm. y 10 mm.

Según dicho planteamiento, se propuso la siguiente hipótesis general: A una carga constante, el comportamiento del flujo tendrá un movimiento permanente, teniendo como mayor coeficiente de gasto la de menor diámetro considerando las demás condiciones hidráulicas. Así como las siguientes hipótesis específicas: el coeficiente de descarga aumentará a menor sección; siendo mayor para el menor diámetro (7 mm), y menor para el mayor diámetro (10 mm) de orificios con diferentes condiciones hidráulicas; El coeficiente de contracción variará para cada orificio, alcanzando un valor mayor para el menor diámetro (7 mm), y el mínimo para el mayor diámetro (10 mm) de orificios con diferentes condiciones hidráulicas; y el coeficiente de velocidad se reducirá a menor sección; siendo menor para el menor diámetro (7 mm), y mayor para el mayor diámetro (10 mm) de orificios con diferentes condiciones hidráulicas.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

Dentro de los antecedentes del problema de la investigación se puede citar:

Vega, Villamizar & Arenas (2020), con el objetivo de determinar la precisión en la medición y descarga de caudal mediante un orificio circular como alternativa para sistemas de potabilización y tratamiento de agua realizaron una investigación. Para alcanzar el objetivo propuesto, varios ensayos con orificios de forma circular en tuberías fueron realizados, de manera tal , que se permita medir el caudal volumétricamente y la carga hidráulica con ayuda del piezómetro, además de las descargas de caudal a través del orificio libre con el fin de hallar las ecuaciones correlacionales de tipo potencial. Como resultado, la ecuación que se pudo obtener a través del método de regresión lineal múltiple que se aplicó para hacer el cálculo del caudal de salida por el orificio tuvo una correlación de 1 y una precisión promedio del 97.1 % con una desviación estándar de 2.1 y en cuanto al caso de descarga desde un tanque la precisión es del 96.4 y desviación del 1.8. Se pudo concluir que existe la posibilidad de medir el flujo considerando una precisión mayor al 95 % para caudales menores a 135 ml/seg teniendo control sobre el nivel del agua; todo ello a través de las ecuaciones halladas con el fin de predecir el comportamiento que tendrá el caudal en función a la carga hidráulica y el diámetro del orificio.

Rodríguez, Gómez, Arellano, Romero, & Córdova (2018) mencionan, en relación a los coeficientes de gastos: con el objetivo principal de su investigación fue el conceptualizar la teoría con la metodología ya desarrollada y así realizar una contribución a los conocimientos experimentales sobre el coeficiente de descarga en orificios no sumergidos de sección circular. Para lograr el alcance del objetivo ya mencionado, se desarrolló un modelo físico con el que poder experimentar, cabe mencionar que este modelo se ubicó a 4,00 m.s.n.m. en Ecuador. De esta manera, ocho orificios de sección circular de entre 6 y 48 mm de diámetro fueron fabricados en un material acrílico. El caudal real se midió por el volumen, por otro lado, los coeficientes de descarga se determinaron a través de la relación entre lo real y lo teórico. Como resultado, se pudieron obtener

coeficientes de descarga que se ubican entre 0.76 – 0.56, que considera el coeficiente de descarga vs la relación carga hidrostática/diámetro del orificio. Mediante comparaciones con fuentes bibliográficas. La conclusión a la que se llegó fue los coeficientes de descarga disminuyen su valor, a medida que aumentan los diámetros de los orificios, esto puede variar por las condiciones de flujo que existan.

Además, Alonzo (2019) en su tesis titulada “Medición de flujo en compuertas y orificios”, el objetivo de esta investigación fue estudiar el comportamiento del flujo de agua a la salida de un orificio. Para alcanzar dicho objetivo, se hizo una comparación los caudales de orificios con diferentes diámetros, siendo estos de 5 cm, 10 cm, 15 cm. Para conocer el diámetro de los orificios que aceptan las condiciones ya mencionadas; se determinó que el tirante $y_1=26$ cm provocan un caudal de $Q_r=0.05194$ m³/s, si se supera el tirante $y_1=26$ cm causarían un caudal que no sería posible controlar en el tanque recolector del aforo. Utilizando de material para los orificios acrílicos con un espesor de 3 mm a una altura H de 51 cm; el material usado garantiza que no existan deflexiones que hagan que la geometría del orificio se vea perjudicada ni alterada. De la investigación se obtuvieron mayores caudales en los orificios de mayor diámetro siendo este el de 15 centímetros, las mayores velocidades se obtuvieron en los orificios de menor diámetro. Se llegó a la conclusión que el caudal observado o real, es menor que el caudal teórico aproximadamente en un 30%.

2.2 Bases Teóricas

Mecánica de fluidos

Es la ciencia en la cual los principios fundamentales la mecánica general se aplican en el comportamiento de los fluidos, tanto en reposo como en movimiento, y trata de la determinación de las fuerzas que actúan sobre las partículas un fluido y su respuesta a esas fuerzas. (Arellano, 2002, pág. 16).

Los fluidos son sustancias capaces de fluir y que se adaptan a la forma de los recipientes que los contienen. (Modi y Seth, 2017).

Existen varios autores que afirman que los fluidos, como todos los materiales, tienen propiedades físicas que pueden ser caracterizadas y cuantificadas, además de que poseen un comportamiento específico para diferenciarlos unos de otros (Manring y Fales, 2020 ; Beckert y Paim, 2017; Pantokratoras, 2021) . Propiedades como la viscosidad, tensión superficial y presión de vapor sólo se pueden aplicar a los líquidos y a los gases. Sin embargo, propiedades como la masa específica, el peso específico y la densidad son características de cualquier materia. (Águeda, Martín, y Gómez, 2019; Düz, 2019)

Banco hidráulico de base

Constituye la unidad de servicio para una amplia gama de accesorios que permiten efectuar múltiples experiencias de mecánica de fluidos (Changjun y Zongchang, 2019). La parte superior del banco está constituida por una superficie de trabajo, dotada de un canal abierto, encima del cual se colocan los accesorios y por dos tanques que permiten efectuar medidas volumétricas de capacidad utilizando un indicador de nivel (Oliynik, 2019). El fondo del tanque volumétrico posee una válvula para descargar el agua al interno del tanque de alimentación. El agua es bombeada a la cima del banco a través de una bomba centrífuga mientras la capacidad se regula a través de una válvula y se mide con un caudalímetro de área variable. Permite medir rápidamente la capacidad y compararla con la que se mide a través de los dos tanques volumétricos (Kumar y Sinhamahapatra, 2021).

Orificios

(Khouri, 2004) afirma que un orificio es una abertura, efectuada en la pared de un depósito, de forma que el agua puede escurrir a través de él. Un orificio en un embalse o tanque puede estar en la pared o en el fondo, donde a través del cual fluye el fluido. Un orificio es una singularidad en entorno cerrado (cuyo perímetro es totalmente mojado), pudiendo utilizarse para medir el caudal de salida desde un depósito o a través de una tubería. Los orificios se hallan ubicados en depósitos, embalses, tuberías o canales. Siendo sus principales características:

- Carga de un orificio: es la altura de presión existente cerca del orificio, en la parte interna del depósito. Suele presentarse por h .

- Sección: es el área de la sección transversal del orificio (no de la vena líquida, la cual sufre contracciones).

COEFICIENTES DE FLUJO

Para orificios existen tres coeficientes de flujo, los cuales se detallan a continuación:

a. Coeficiente de contracción

Según (Sotelo, 2015) se denomina coeficiente de contracción a la relación entre el coeficiente de descarga y el coeficiente de velocidad del orificio:

$$C_c = \frac{C_d}{C_v}$$

Donde:

C_c = coeficiente de contracción.

C_d = coeficiente de descarga.

C_v = coeficiente de velocidad.

b. Coeficiente de descarga

(Sotelo, 2015) afirma que se le denomina como coeficiente de descarga al resultado de la división del caudal real (medido mediante el aforo de volumen y la teoría) entre el área del orificio multiplicado por la velocidad teórica. De esta manera, es pausable afirmar que es la multiplicación del coeficiente de contracción por el coeficiente de velocidad, como sigue a continuación:

$$C_d = \frac{Q_r}{A\sqrt{2gH}}$$

En donde:

C_d = Coeficiente de descarga

Q_r = Caudal real

A = Área

g = aceleración de la gravedad

H = altura entre la superficie libre y el centro de gravedad del orificio.

c. Coeficiente de velocidad

(Sotelo, 2015) señala que, coeficiente de velocidad es el coeficiente que se puede obtener como resultado de la división de la velocidad real entre la velocidad teórica, como se ve en la ecuación que se expresa a continuación:

Donde:

C_v = coeficiente de velocidad.

V_r = velocidad real.

V_t = velocidad teórica.

$$C_v = \frac{V_r}{V_t}$$

(Rodríguez, 2001) asegura que los diferentes coeficientes flujo, ya sean los de de descarga, de velocidad y/o los de contracción, en el caso de orificios de sección circular, también podrían ser hallados mediante el número de Reynolds del flujo estudiado.

a) CAUDAL (Q).

Para Gopaliya y Kaushal (2020) el caudal corresponde a una cantidad de agua que pasa por un lugar (canal, tubería, etc.) en una cierta cantidad de tiempo, o sea, corresponda a un volumen de agua (litros, metros cúbicos, etc.), por unidad de tiempo (segundo, minutos, horas, etc.).

b) PRESIÓN (p)

Mott (2006) afirma que la presión de fluido, p, fue definida como la cantidad de fuerza, F, que se ejerce sobre un área unitaria, A, de una sustancia. La presión de fluido se calcula a partir de:

$$p = F/A$$

c) PRESIÓN ABSOLUTA Y MANOMÉTRICA(p)

Según Mott (2006) al realizar cálculos que involucren la presión de un fluido, se deben efectuar en relación con alguna presión de referencia. Es normal que la atmosfera sea la presión de referencia. Así, la presión que arroja la medición del fluido se llama presión manométrica. Asimismo, Besbes et. Al (2021) refiere que la presión que se mide en relación con un vacío perfecto se denomina presión absoluta. Tiene importancia extrema que se conozca la diferencia entre estas dos maneras de medir la presión, para poder convertir una en la otra (Khorsand, 2020; Saretta et Al, 2018). Una ecuación sencilla que relaciona los dos sistemas de medición de la presión es:

Donde

$$P_{abs} = P_{man} + P_{atm}$$

P_{abs} = Presión Absoluta

P_{man} = Presión Manométrica

$$P_{atm} = \text{Presión Atmosférica}$$

d) PRESIÓN ATMOSFÉRICA

Existen varios autores que definen a la presión atmosférica de la siguiente manera: “El hecho de estar rodeados por una masa gaseosa (aire), y al tener este aire un peso actuando sobre la tierra, quiere decir que estamos sometidos a una presión (atmosférica), la presión ejercida por la atmósfera de la tierra” (Damroudi, Esmaili y Rajaie, 2021; Koech et Al , 2015; Reader Harris, 2015)

- MANÓMETRO

Es un instrumento que se usa para medir la presión en los fluidos que se establece a través de la diferencia con la presión local al igual que los barómetros su unidad de medida es la atmosfera; en el sistema internacional es Newton por metro cuadrado (Narayanan et Al., 2021).

e) RUGOSIDAD

Es una característica propia de cada tubería; hay dos tipos de rugosidades:

- Absoluta (k): Es la altura media de las asperezas interiores de la tubería (Campos et Al, 2014).
- Relativa (k/d): Es la relación entre la rugosidad absoluta y el diámetro de la tubería (Alimoradi y Mirbozorgi, 2020).

f) FLUJO LAMINAR Y FLUJO TURBULENTO

También los flujos viscosos se pueden clasificar en flujos laminares y turbulentos.

- Flujo Laminar: Son aquellos en el cual el fluido se mueve en láminas paralelas, donde no existe un mezclado macroscópico de las capas de fluido adyacentes (Helal, Ghosh y Mondal,2021).
- Flujo Turbulento: La estructura del flujo en un régimen turbulento, se caracterizan por los movimientos tridimensionales, aleatorios, de las partículas de fluido, supuesto al movimiento promedio. Es decir, se denomina flujo turbulento cuando las trayectorias de las partículas fluidas se cruzan y entre cruzan continuamente, sin guardar ningún orden. (Durdevic et Al., 2021)

g) NÚMERO DE REYNOLDS

Para diversos autores como Coetzer(2016) ; Cano et Al (2020); Bombardelli et Al (2019), en el número de Reynolds (Re), que es un grupo adimensional, viene dado por el cociente de las fuerzas de inercia por las fuerzas debidas a la viscosidad. Para tuberías circulares, en flujo a tubería llena(Giles, Evett, & Liu, 1994),.

Número de Reynolds

Donde

$$Re = \frac{Vd\rho}{\mu} \text{ o } \frac{Vd}{\nu} = \frac{V(2r_o)}{\nu}$$

V = Velocidad media en m^2/s

d = Diámetro de la tubería en m , r_o =radio de la tubería en m

ν = Viscosidad cinemática del fluido en m^2/s

ρ = Densidad del fluido en UTM/m^3 o kps^2/m^4
o kg/m^3 o Ns^2/m^4

μ = Viscosidad absoluta en $kg s/m^2$ o $N s/m^2$

h) ECUACIÓN DE CONTINUIDAD

Según (Modi y Seth, 2017) señala que, si se considera el tramo de un tubo de corriente, con secciones A_1 y A_2 y velocidades V_1 y V_2 respectivas, la cantidad de líquido de peso específico que pasa por una sección, en una unidad de tiempo y si el líquido se considera incomprensible será de un modo general la siguiente ecuación:

$$A_1V_1 = A_2V_2$$

Donde surge que el caudal está expresado de la siguiente fórmula:

$$Q = VA$$

En este caso la velocidad representa una velocidad media en todo el tramo de la tubería.

Q = caudal (cm^3 /s)

V = velocidad media de la sección (cm/s)

A = área de la sección de la tubería

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de la investigación

Tipo de investigación:

Se considera a esta investigación bajo el tipo cuasi experimental, debido a que hubo manipulación de la variable denominada independiente y se consideró el control o medición de la variable dependiente, con el fin de obtener los resultados de cada dimensión. (Hernández, Fernandez y Baptista, 2014). Así pues, se trabajó con diferentes diámetros de orificios para medir los coeficientes de flujo.

Diseño de investigación:

En cuanto al diseño de investigación, es posible señalar los siguientes puntos:

- Enfoque : CUANTITATIVO
- Nivel : EXPLICATIVO
- Tipo : CUASI EXPERIMENTAL

3.2 Variables y operacionalización

Análisis experimental de coeficientes de flujo para diferentes diámetros de orificios con el uso del banco hidráulico – 2021

3.2.1 Variable independiente

Análisis experimental de coeficientes de flujo.

3.2.2 Variable dependiente

Diferentes diámetros de orificios

3.2.3 Operacionalización

Tabla 1. Cuadro de operacionalización de variables.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
1.- VARIABLE INDEPENDIENTE Diámetro de orificio.	Es la longitud medida por el segmento de recta que pasa por el centro del orificio uniendo dos puntos opuestos de su circunferencia (Mott,2006).	El diámetro de orificio será medido bajo el sistema internacional de unidades, a través de un vernier.	• Longitud de diámetro	Milímetros
2.- VARIABLE DEPENDIENTE Coeficiente de flujo.	Se denomina como coeficientes de flujo al grupo comprendido por el coeficiente de descarga, coeficiente de velocidad y coeficiente de contracción (Mott,2006).	Para hallar los coeficientes de flujo se realizará un ensayo con el uso del banco hidráulico.	• Coeficiente de descarga • Coeficiente de contracción • Coeficiente de Velocidad	Adimensional

Fuente: Elaboración propia.

3.3 Población y muestra

La población son todos los diámetros de orificios circulares que puedan acoplarse al banco hidráulico.

La muestra, para poder obtener los coeficientes de flujo, comprende los siguientes diámetros circulares:

- D= 7mm
- D= 8mm
- D= 10 mm

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1 Técnicas

La técnica que se aplicó en esta investigación fue primaria, con fichaje, análisis de contenidos, cuadros estadísticos y ensayos de laboratorio (Ñaupas et Al. , 2018).

3.5.2 Instrumentos

Los instrumentos utilizados fueron los siguientes:

- Banco hidráulico de base.
- Cámara fotográfica digital.
- Flexómetro.
- Ábacos.
- Cronómetro

3.5 Procedimientos

a) Elaboración de boquillas.

Se elaboraron boquillas de 7mm,8mm y 10mm de diámetro de material bronce, ya que es un material rígido e inoxidable válidos para los ensayos en el laboratorio de hidráulica

b) Colocación del tanque para gasto constante y los conductos de entrada y derrame.

Se efectuaron los ensayos respectivos, con cada uno de los diámetros de orificio planteados; utilizando el banco hidráulico, una tabla con agujas posicionadoras con sus respectivos tornillos de ajuste y el tanque para gasto constante colocando el conducto de entrada y el conducto de derrame, cabe señalar que el tanque para gasto cuenta con una ranura en la cual se colocó las boquillas con diferentes diámetros verificando que estén fijos.

c) Colocación de cada boquilla en el tanque para gasto constante del banco hidráulico y encendido del banco Hidráulico y programación de caudales.

Una vez colocado cada boquilla se procedió a encender el banco hidráulico verificando que el depósito de agua cuente con un volumen

constante, posteriormente se utilizó tres tipos de caudales diferentes ($Q=0888$, 0953 , 0955) por cada boquilla.

d) Ajuste de agujas posicionadoras.

El flujo del agua debe ser constante para asegurar la correcta recolección de datos, por lo que una vez nivelado se procedió ajustar las agujas posicionadoras con sus respectivos tornillos para tomar datos sobre la trayectoria del agua.

e) Toma de medida del nivel del flujo de agua en el tanque de gasto constante.

Se tomó las medidas pertinentes con respecto al nivel del flujo de agua en el tanque de gasto constante, asimismo se utilizó el flexómetro para tomar medidas correspondientes a partir de la base del banco hidráulico hasta el centro del orificio de cada boquilla , también de forma horizontal a partir del centro del orificio de la boquilla hasta el término del flujo del agua.

f) Toma de datos de la tabla con respecto a la trayectoria del flujo del agua.

Toma de datos de la tabla con respecto a la trayectoria del flujo del agua

3.6. Método de análisis de datos

Para el análisis de datos se utilizaron diferentes tablas de recolección de datos que fueron recolectados en cada ensayo efectuado, además se utilizó software Excel.

3.7 Aspectos éticos

Para el desarrollo de esta tesis, se tuvo en cuenta datos reales que fueron recolectados durante los ensayos respetando la autenticidad de los resultados,

la confiabilidad y confidencialidad de los datos conseguidos en indagación de libros, revistas y datos tomados en laboratorio.

IV. RESULTADOS

4.1 RESULTADOS DE LOS COEFICIENTES

A medida que los años pasaban, no han existido muchos avances dentro de este campo, es decir, los datos no se han actualizado lo suficiente para que haya una prueba de determinación estándar. de los coeficientes de flujo en orificios, con esta afirmación se quiere expresar que, a pesar de que existen tablas y gráficos que muchos autores fabricaron, en sus tiempos, sobre cómo calcular dichos coeficientes, siempre presentaron diferencias entre sí. Debido a ello, es posible que las diferencias en los resultados sean por la aplicación de las fórmulas de diferentes autores. Además, es necesario señalar la existencia de otros factores, no controlados en el experimento realizado para esta investigación, que pudieron afectar los resultados obtenidos.

4.1.1 COEFICIENTES DE VELOCIDAD

A continuación, se presenta los resultados de los coeficientes de velocidad obtenidos con los diámetros de 7,8 y 10 mm.

Tabla 2. Cálculo del Coeficiente de velocidad Orificio Circular $D=7\text{mm}$.

ORIFICIO CIRCULAR D = 7 mm.					
Prueba N°	Q (cm ³ /s)	x (cm)	y (cm)	H (cm)	Cv (adimensional)
01	888	50.00	18	51	0.825122953
02	953	54.00	18	67	0.777481583
03	955	53.00	18	65	0.774734584

Fuente: Elaboración propia.

De manera gráfica:

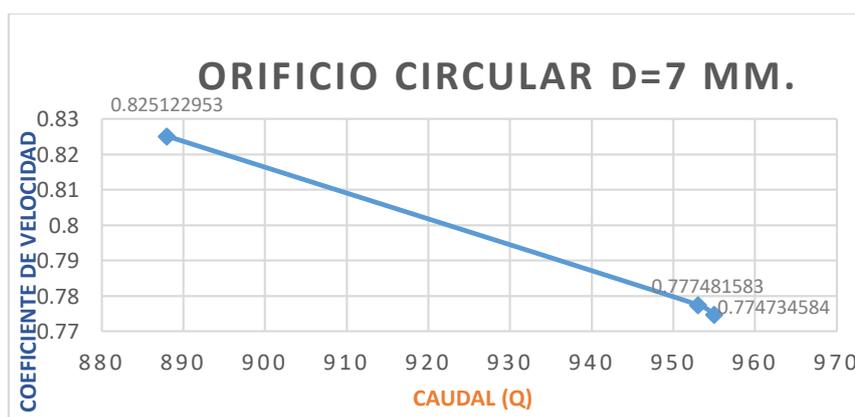


Figura 1: Comparación del coeficiente de velocidad Orificio Circular D=7mm.

Se puede distinguir que en la Prueba 1 con el caudal $888 \text{ cm}^3/\text{s}$, el coeficiente de velocidad se eleva hasta 0.825122953, mientras que en la Prueba 2 con el caudal $953 \text{ cm}^3/\text{s}$ desciende hasta 0.777481583, asimismo en la Prueba 3 con el caudal $955 \text{ cm}^3/\text{s}$ desciende hasta 0.774734584, por lo que se obtiene el mayor coeficiente de velocidad en la Prueba 1.

Tabla 3. *Cálculo del Coeficiente de Velocidad, Orificio Circular D=8mm.*

ORIFICIO CIRCULAR D=8 MM.					
Prueba N°	Q (cm ³ /s)	x (cm)	y (cm)	H (cm)	Cv (adimensional)
01	888	40.00	18	30.60	0.852183321
02	953	53.00	18	55.00	0.842225287
03	955	48.00	18	43.90	0.853773615

Fuente: Elaboración propia.

De manera gráfica se puede apreciar:

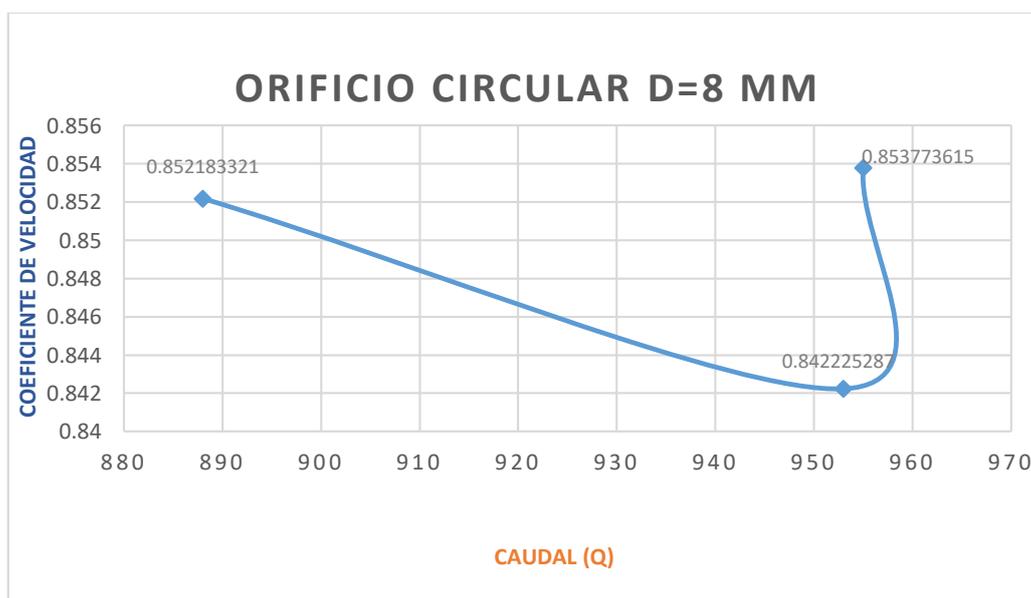


Figura 2: Comparación del coeficiente de velocidad, Orificio Circular D=8mm.

En la figura anterior se puede apreciar que en la Prueba 1 con el caudal $888 \text{ cm}^3/\text{s}$ el coeficiente de velocidad es 0.852183321, mientras que en la Prueba 2 con el caudal $953 \text{ cm}^3/\text{s}$ desciende hasta 0.842225287, asimismo en la Prueba

3 con el caudal $955 \text{ cm}^3/\text{s}$ el coeficiente de velocidad es 0.853773615, por lo que se obtiene el mayor coeficiente de velocidad en la Prueba 3.

Tabla 4. Cálculo del Coeficiente de Velocidad, Orificio Circular $D=10\text{mm}$.

ORIFICIO CIRCULAR D=10 MM.					
Prueba N°	Q (cm ³ /s)	x (cm)	y (cm)	H (cm)	Cv (adimensional)
01	888	44.00	18	28.50	0.971323730
02	953	52.00	18	41.40	0.952438462
03	955	52.00	18	42.60	0.938928012

Fuente: Elaboración Propia.

De manera gráfica se puede apreciar:

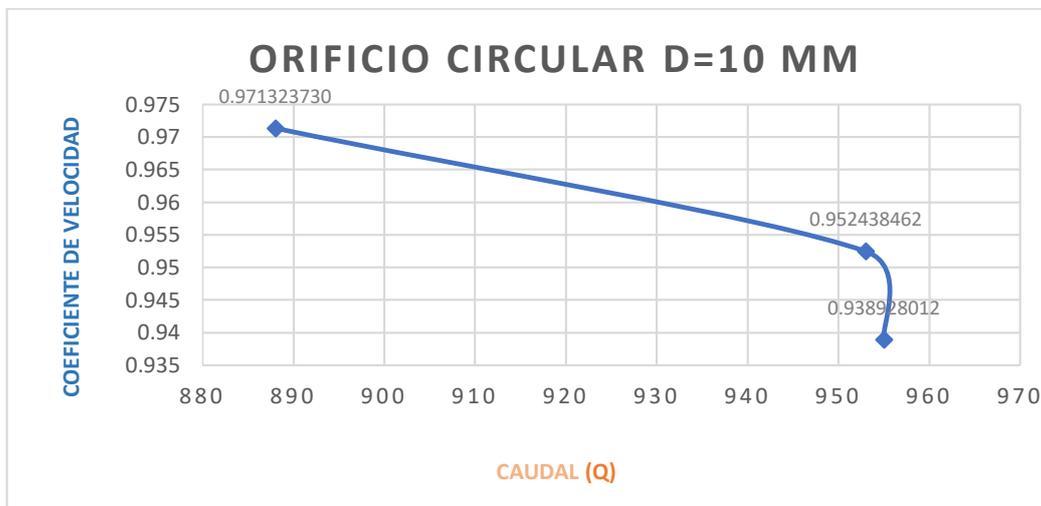


Figura 3: Comparación del coeficiente de velocidad, Orificio Circular $D=10\text{mm}$.

También se puede observar que en la Prueba 1 con el caudal $888 \text{ cm}^3/\text{s}$ el coeficiente de velocidad es 0.971323730, mientras que en la Prueba 2 con el caudal $953 \text{ cm}^3/\text{s}$ el coeficiente de velocidad es 0.952438462, asimismo en la Prueba 3 con el caudal $955 \text{ cm}^3/\text{s}$ el coeficiente de velocidad es 0.938928012, por lo que se obtiene el mayor coeficiente de velocidad en la Prueba 1.

4.1.2 COEFICIENTES DE DESCARGA

A continuación, se presenta los resultados de los coeficientes de descarga obtenidos con los diámetros de 7,8 y 10 mm.

Tabla 5. Cálculo del Coeficiente de Descarga, Orificio Circular D=7mm.

CÁLCULO DE COEFICIENTE DE DESCARGA EN ORIFICIO CIRCULAR D=7 MM.					
Prueba N°	Q (cm ³ /s)	A (cm ²)	H (cm)	g (cm/s ²)	Cd (adimensional)
01	888	0.38	51.00	981	7.387453829
02	953	0.38	67.00	981	6.91707367
03	955	0.38	65.00	981	7.037422013

Fuente: Elaboración Propia.

De manera gráfica se puede apreciar:

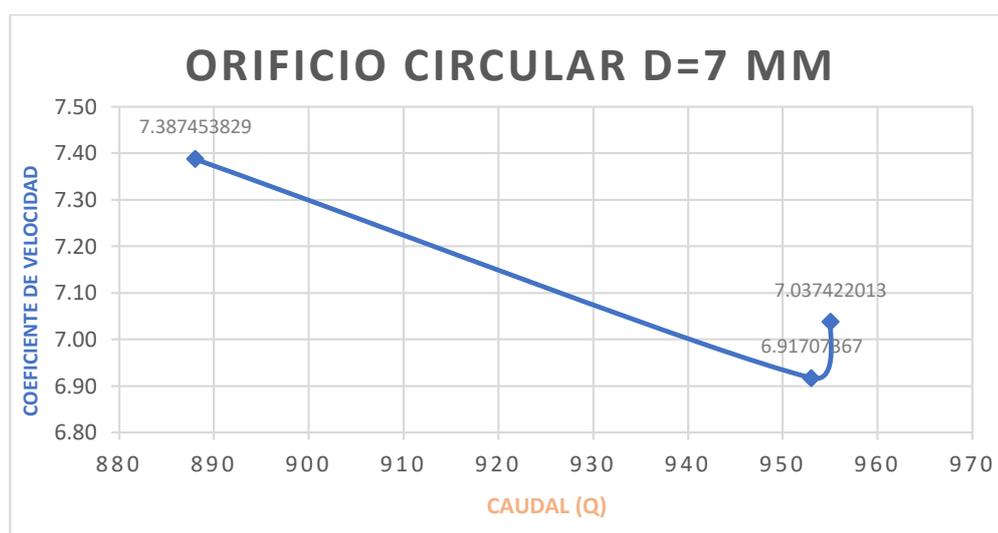


Figura 4: Comparación del coeficiente de descarga, Orificio Circular D=7mm.

Se puede distinguir que en la Prueba 1 con el caudal 888 cm^3/s , el coeficiente de descarga es 7.387453829, mientras que en la Prueba 2 con el caudal 953 cm^3/s el coeficiente de descarga es 6.91707367, asimismo en la Prueba 3 con el caudal 955 cm^3/s el coeficiente de descarga es 7.037422013, por lo que se obtiene el mayor coeficiente de descarga en la Prueba 1.

Tabla 6. Cálculo del Coeficiente de Descarga, Orificio Circular D=8mm.

CÁLCULO DE COEFICIENTE DE DESCARGA EN ORIFICIO CIRCULAR D=8MM.					
Prueba N°	Q (cm ³ /s)	A (cm ²)	H (cm)	g (cm/s ²)	Cd (adimensional)
01	888	0.50	30.60	981	7.248243031

02	953	0.50	55.00	981	5.802191387
03	955	0.50	43.90	981	6.50806086

Fuente: Elaboración Propia.

De manera gráfica se puede apreciar:

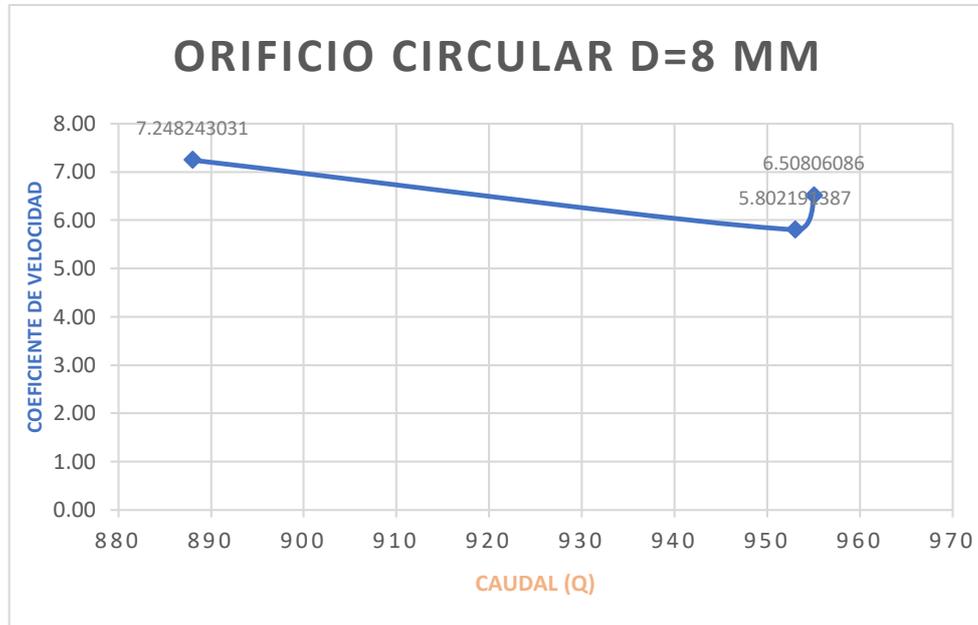


Figura 5: Comparación del coeficiente de descarga, Orificio Circular D=8mm.

En la figura anterior se puede apreciar que en la Prueba 1 con el caudal 888 cm^3/s el coeficiente de descarga es 7.248243031, mientras que en la Prueba 2 con caudal 953 cm^3/s desciende hasta 5.802191387, asimismo en la Prueba 3 con caudal 955 cm^3/s el coeficiente de descarga es 6.50806086, por lo que se obtiene el mayor coeficiente de descarga en la Prueba 1.

Tabla 7. Cálculo del Coeficiente de Descarga, Orificio Circular D=10mm.

CÁLCULO DE COEFICIENTE DE DESCARGA EN ORIFICIO CIRCULAR D=10MM.					
Prueba N°	Q (cm ³ /s)	A (cm ²)	H (cm)	g (cm ² /s/)	Cd (adimensional)
01	888	0.785	28.50	981	4.78378196
02	953	0.785	41.40	981	4.25964662
03	955	0.785	42.60	981	4.208035682

Fuente: Elaboración Propia.

De manera gráfica se puede apreciar:

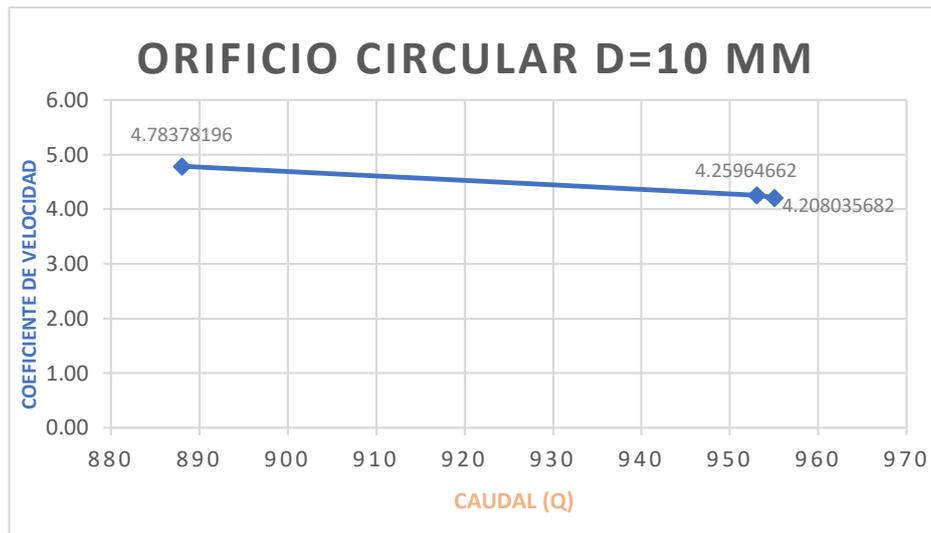


Figura 6. Comparación del coeficiente de descarga, Orificio Circular D=10mm.

También se puede observar que en la Prueba 1 con el caudal $888 \text{ cm}^3/\text{s}$ el coeficiente de descarga es 4.78378196, mientras que en la Prueba 2 con el caudal $953 \text{ cm}^3/\text{s}$ el coeficiente de descarga es 4.25964662, asimismo en la Prueba 3 con el caudal $955 \text{ cm}^3/\text{s}$ el coeficiente de descarga es 4.208035682, por lo que se obtiene el mayor coeficiente de descarga en la Prueba 1.

4.1.3 COEFICIENTES DE CONTRACCIÓN

A continuación, se presenta los resultados de los coeficientes de contracción obtenidos con los diámetros de 7,8 y 10 mm.

Tabla 8. Cálculo del Coeficiente de Contracción, Orificio Circular D=7mm.

CÁLCULO DE COEFICIENTE DE CONTRACCION EN ORIFICIO CIRCULAR D=7MM.				
Prueba N°	Q (cm ³ /s)	Cd	Cv	Cc (adimensional)
01	888	7.387453829	0.825122953	8.953155171
02	953	7.000576871	0.777481583	8.896768517
03	955	6.91707367	0.774734584	9.083655439

Fuente: Elaboración Propia.

De manera gráfica se puede apreciar:

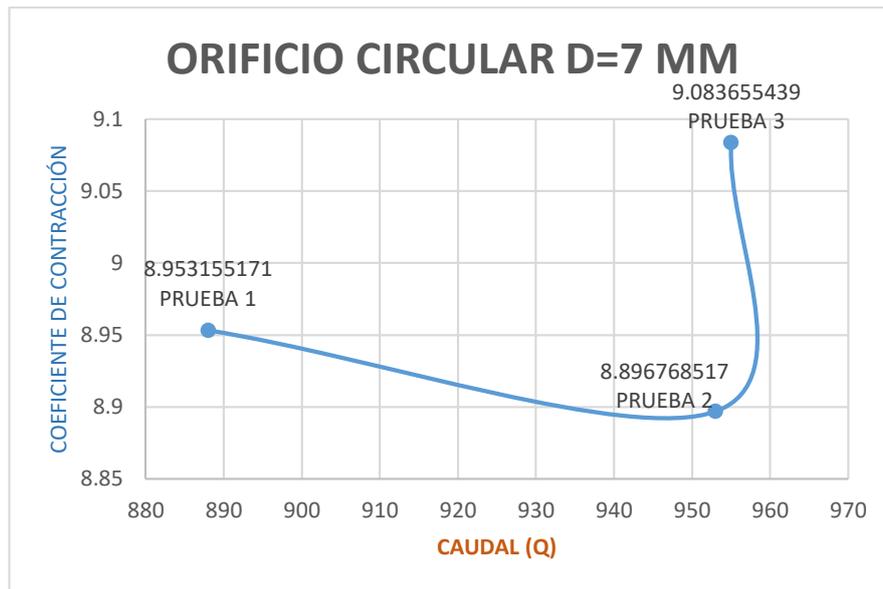


Figura 7. Comparación del coeficiente de contracción, Orificio Circular D=7mm.

Se puede distinguir que en la Prueba 1 con el caudal $888 \text{ cm}^3/\text{s}$, el coeficiente de contracción es 8.953155171, mientras que en la Prueba 2 con el caudal $953 \text{ cm}^3/\text{s}$ el coeficiente de contracción es 8.896768517, asimismo en la Prueba 3 con el caudal $955 \text{ cm}^3/\text{s}$ el coeficiente de contracción es 9.083655439, por lo que se obtiene el mayor coeficiente de contracción en la Prueba 3.

Tabla 9. Cálculo del Coeficiente de Contracción, Orificio Circular D=8mm.

CÁLCULO DE COEFICIENTE DE CONTRACCIÓN EN ORIFICIO CIRCULAR D=8MM.				
Prueba N°	Q (cm ³ /s)	Cd	Cv	Cc (adimensional)
01	888	7.248243031	0.852183321	8.505497413
02	953	5.802191387	0.842225287	6.889120376
03	955	6.50806086	0.853773615	7.622700853

Fuente: Elaboración Propia.

De manera gráfica se puede apreciar:

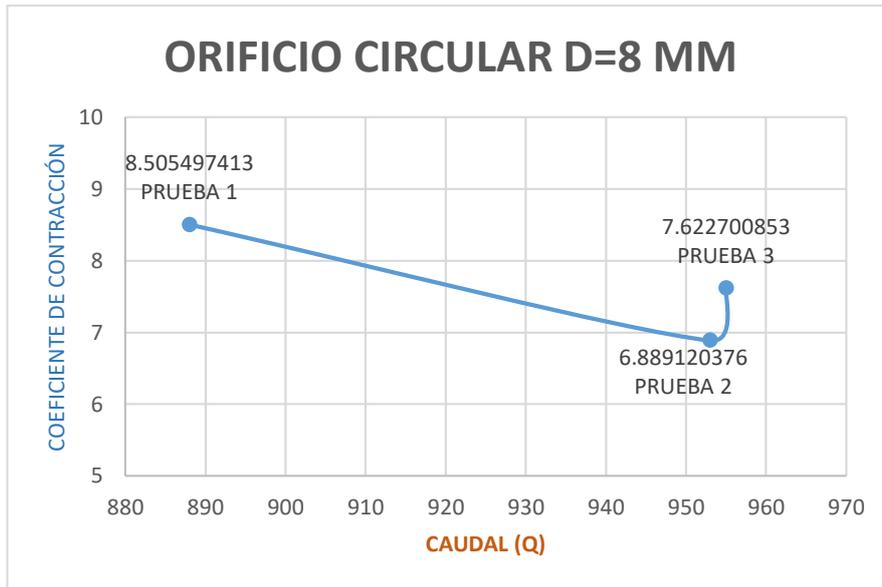


Figura 8: Comparación del coeficiente de contracción, Orificio Circular D=8mm.

En la figura anterior se puede apreciar que en la Prueba 1 con el caudal 888 cm^3/s el coeficiente de contracción es 8.505497413, mientras que en la Prueba 2 con caudal 953 cm^3/s desciende hasta 6.889120376, asimismo en la Prueba 3 con caudal 955 cm^3/s el coeficiente de contracción es 7.622700853, por lo que se obtiene el mayor coeficiente de contracción en la Prueba 1.

Tabla 10. Cálculo del Coeficiente de Contracción, Orificio Circular D=10mm.

CÁLCULO DE COEFICIENTE DE CONTRACCION EN ORIFICIO CIRCULAR D=10MM.				
Prueba N°	Q (cm3/s)	Cd	Cv	Cc (adimensional)
01	888	4.78378196	0.971323730	4.92501296
02	953	4.25964662	0.952438462	4.47235888
03	955	4.208035682	0.938928012	4.48174474

Fuente: Elaboración Propia.

De manera gráfica se puede apreciar:

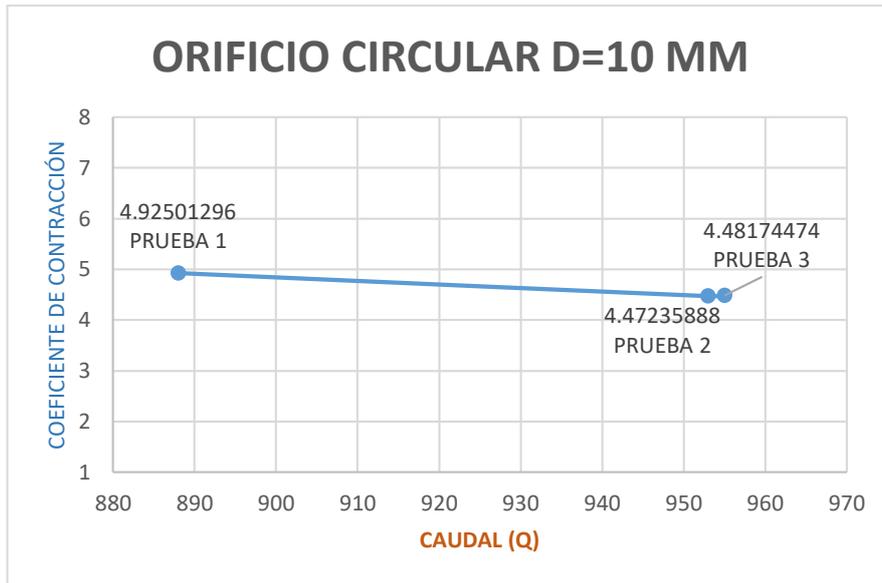


Figura 9. Comparación del coeficiente de contracción, Orificio Circular D=10mm.

También se puede observar que en la Prueba 1 con el caudal $888 \text{ cm}^3/\text{s}$ el coeficiente de contracción es 4.92501296, mientras que en la Prueba 2 con el caudal $953 \text{ cm}^3/\text{s}$ el coeficiente de contracción es 4.47235888, asimismo en la Prueba 3 con el caudal $955 \text{ cm}^3/\text{s}$ el coeficiente de contracción es 4.48174474, por lo que se obtiene el mayor coeficiente de contracción en la Prueba 1.

4.2 COMPARACIÓN DE LOS COEFICIENTES EN FUNCIÓN AL DIÁMETRO

A continuación, se presenta una comparación de los diferentes coeficientes en función al diámetro de los orificios, para lo cual se calculó el promedio de los coeficientes para cada diámetro de orificio:

4.2.1 COMPARACIÓN DE COEFICIENTES DE VELOCIDAD

Tabla 11. Comparación de coeficientes de velocidad según diámetro.

COMPARACIÓN DE COEFICIENTES DE VELOCIDAD SEGÚN DIÁMETRO	
Diámetro (mm)	Coefficientes de velocidad
7	0.792446373
8	0.849394074
10	0.954230068

Fuente: *Elaboración Propia.*

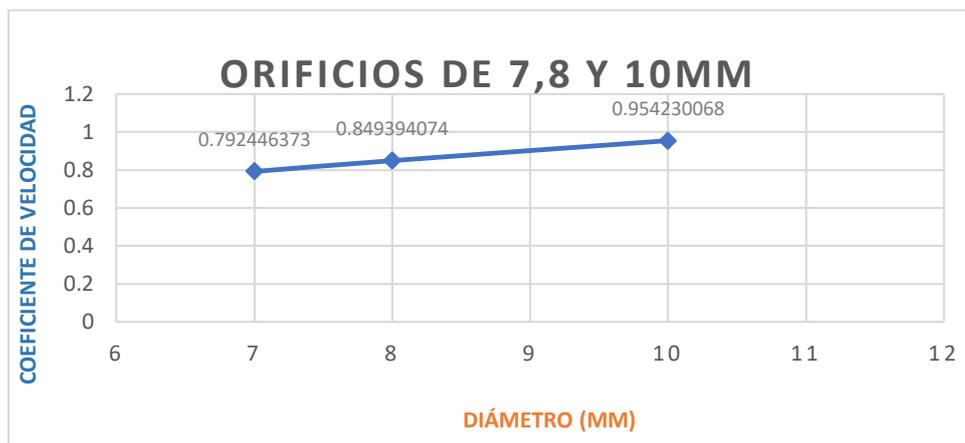


Figura 10. Comparación de coeficientes de velocidad en función al diámetro

En cuanto al coeficiente de velocidad, se puede observar que con un diámetro de 7 mm el coeficiente de velocidad promedio es 0.792446373, mientras que con un diámetro de 8 mm el coeficiente de velocidad es 0.849394074, asimismo con un diámetro de 10 mm el coeficiente de velocidad es 0.954230068, por lo que se obtiene el mayor coeficiente de velocidad con el diámetro de 10 mm.

Tabla 12. Comparación de coeficientes de descarga según diámetro.

COMPARACIÓN DE COEFICIENTES DE DESCARGA SEGÚN DIÁMETRO	
Diámetro (mm)	Coefficientes de descarga
7	7.113983171
8	6.519498426
10	4.417154754

Fuente: *Elaboración Propia.*

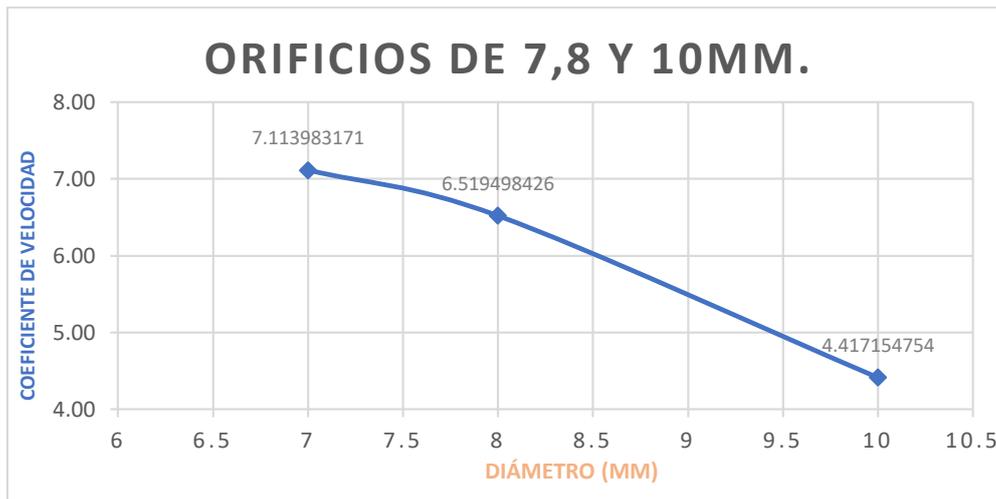


Figura 11. Comparación de coeficientes de descarga en función al diámetro

En cuanto al coeficiente de descarga, se puede observar que con un diámetro de 7 mm el coeficiente de descarga promedio es 7.113983171, mientras que con un diámetro de 8 mm el coeficiente de descarga promedio es 6.519498426, asimismo con un diámetro de 10 mm el coeficiente de descarga promedio es 4.417154754, por lo que se obtiene el mayor coeficiente de descarga con el diámetro de 7 mm.

Tabla 13. Comparación de coeficientes de contracción según diámetro.

COMPARACIÓN DE COEFICIENTES DE CONTRACCIÓN SEGÚN DIÁMETRO	
Diámetro (mm)	Coefficientes de contracción
7	8.9778597090
8	7.672439547
10	4.626372193

Fuente: Elaboración Propia.

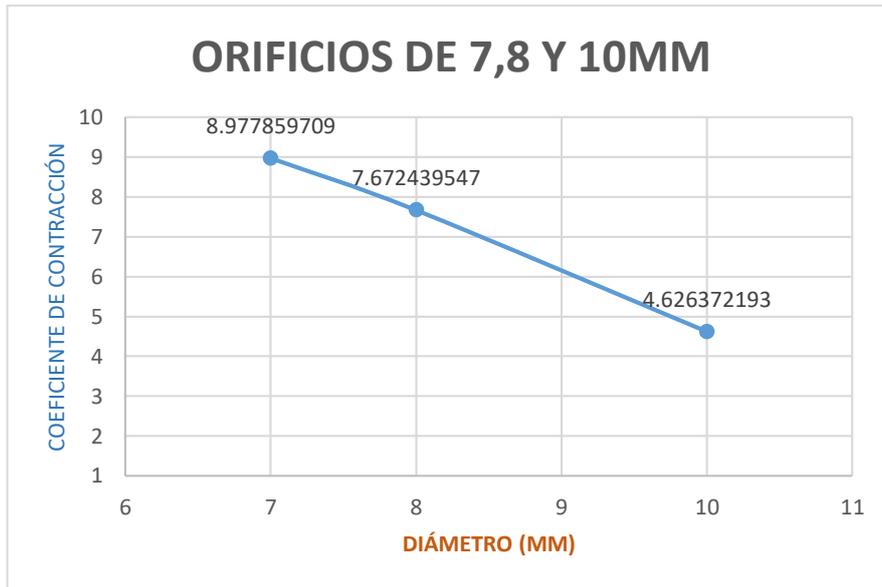


Figura 12. Comparación de coeficientes de contracción en función al diámetro.

En cuanto al coeficiente de contracción, se puede observar que con un diámetro de 7 mm el coeficiente de contracción promedio es 8.9778597090, mientras que con un diámetro de 8 mm el coeficiente de contracción promedio es 7.672439547, asimismo con un diámetro de 10 mm el coeficiente de contracción promedio es 4.626372193, por lo que se obtiene el mayor coeficiente de contracción con el diámetro de 7 mm.

4.3 DISEÑO DE LA CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS.

4.4.1 CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS ESPECÍFICA 1.

Hipótesis específica 1. El coeficiente de descarga aumentará a menor sección; siendo mayor para el menor diámetro (7 mm), y menor para el mayor diámetro (10 mm) de orificios con diferentes condiciones hidráulicas.

a. Planteamiento de hipótesis

$H_0 : \mu = 0$ [No existe incremento en el coeficiente de descarga a menor sección de orificios con diferentes condiciones hidráulicas.].

$H_a : \mu \neq 0$ [Existe un incremento en el coeficiente de descarga a menor sección de orificios; siendo mayor para el menor diámetro (7 mm), y menor para el mayor diámetro (10 mm) de orificios con diferentes condiciones hidráulicas].

Datos:

Tabla 14. Coeficientes de descarga en función al diámetro de orificio.

	COEFICIENTE DE DESCARGA		
	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PRUEBA 3
ORIFICIO DE 7 mm	7.387453829	6.91707367	7.037422013
ORIFICIO DE 8mm	7.248243031	5.802191387	6.50806086
ORIFICIO DE 10 mm	4.78378196	4.25964662	4.208035682
\bar{X}	6.47316	5.65964	5.91784
n	3	3	3
S	1.4646988	1.3344365	1.5042033

Fuente: Elaboración propia.

b. Prueba estadística

Según el tamaño de la muestra, es decir, muestra pequeña, se ha considerado la prueba t-student. Por lo tanto, se utilizará la siguiente fórmula:

$$T_c = \frac{\bar{X} - \mu}{S/\sqrt{n}}$$

$$T_c = \frac{6.47316 - 0}{1.4646988/\sqrt{3}} = 7.655$$

$$T_c = \frac{5.65964 - 0}{1.3344365/\sqrt{3}} = 7.346$$

$$T_c = \frac{5.91784 - 0}{1.5042033/\sqrt{3}} = 6.814$$

c. Puntos Críticos

El nivel confianza en la investigación es del 95%, y el nivel de error del 5% ($\alpha = 5\% = 0.05$)

Valor crítico:

$$T_t = T_{n-1;1-\alpha} = T_{2;0.95} = 2.920$$

Distribución T de Student

k \ p	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	0,975	0,99	0,995	0,9995
1	0,158	0,325	0,510	0,727	1,000	1,38	1,96	3,078	6,314	12,71	31,8	63,7	637
2	0,142	0,289	0,445	0,617	0,816	1,06	1,39	1,886	2,920	4,30	6,96	9,92	31,6
3	0,137	0,277	0,424	0,584	0,765	0,978	1,25	1,638	2,353	3,18	4,54	5,84	12,9
4	0,134	0,271	0,414	0,569	0,741	0,941	1,19	1,533	2,132	2,78	3,75	4,60	8,61
5	0,132	0,267	0,408	0,559	0,727	0,920	1,16	1,476	2,015	2,57	3,36	4,03	6,86

Figura 13. Distribución T Student con la interacción de Grados de Libertad – Nivel de significancia para el coeficiente de descarga.

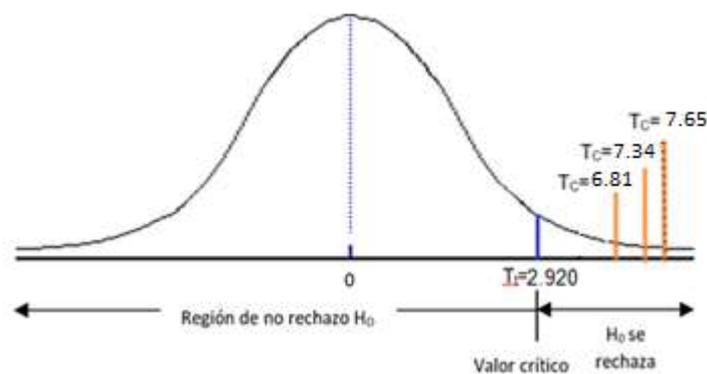


Figura 14. Contrastación de hipótesis N° 1

Los valores que se pudieron calcular se hallan dentro de la zona en la que se rechaza a la hipótesis nula. Debido a ello, se puede asegurar que los coeficientes de descarga presentes en orificios mayores a 7mm se van reduciendo considerando las diferentes condiciones hidráulicas, con lo que se estaría comprobando la hipótesis 1

4.4.2 CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS ESPECÍFICA 2.

Hipótesis específica 2. El coeficiente de contracción variará para cada orificio, alcanzando un valor mayor para el menor diámetro (7 mm), y el mínimo

para el mayor diámetro (10 mm) de orificios con diferentes condiciones hidráulicas.

a. Planteamiento de Hipótesis

$H_0 : \mu = 0$ [No existe un incremento en el coeficiente de contracción a menor sección de orificios con diferentes condiciones hidráulicas].

$H_a : \mu \neq 0$ [Existe un incremento en el coeficiente de contracción a menor sección de orificios; siendo mayor para el menor diámetro (7 mm), y menor para el mayor diámetro (10 mm) de orificios con diferentes condiciones hidráulicas].

Datos:

Tabla 15. Coeficientes de contracción en función al diámetro de orificio.

	COEFICIENTE DE CONTRACCIÓN		
	PRUEBA	PRUEBA	PRUEBA
	1	2	3
ORIFICIO DE 7 mm	8.953155171	8.896768517	9.083655439
ORIFICIO DE 8mm	8.505497413	6.889120376	7.622700853
ORIFICIO DE 10 mm	4.92501296	4.47235888	4.48174474
\bar{X}	7.4612	6.7527	7.0627
n	3	3	3
S	2.20779	2.21535	2.35151

Fuente: Elaboración propia.

b. Prueba Estadística

Según el tamaño de la muestra, es decir, muestra pequeña, se ha considerado la prueba t-student. Por lo tanto, se utilizará la siguiente fórmula:

$$T_c = \frac{\bar{x} - \mu}{s/\sqrt{n}}$$

$$T_c = \frac{7.4612 - 0}{2.20779/\sqrt{3}} = 5.853$$

$$T_c = \frac{6.7527 - 0}{2.21535/\sqrt{3}} = 5.279$$

$$T_c = \frac{7.0627 - 0}{2.35151/\sqrt{3}} = 5.202$$

c. Puntos Críticos

El nivel confianza en la investigación es del 95%, y el nivel de error del 5%

($\alpha = 5\% = 0.05$)

Valor crítico:

$$T_t = T_{n-1;1-\alpha} = T_{2;0.95} = 2.920$$

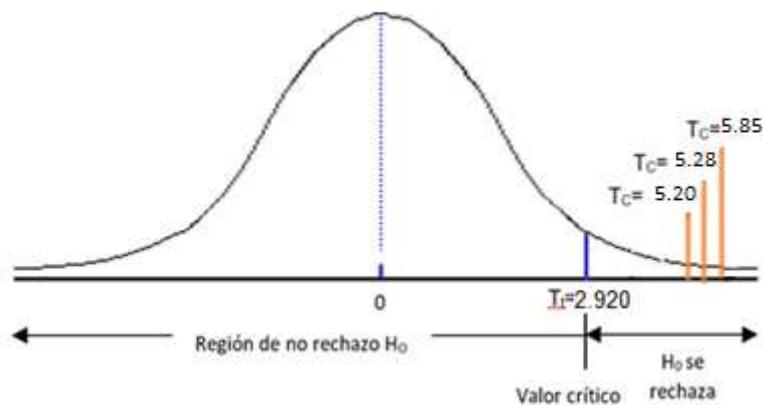


Figura 15. Contrastación de hipótesis N° 2

Los valores que se pudieron calcular se hallan dentro de la zona en la que se rechaza a la hipótesis nula. Debido a ello, se puede asegurar que los coeficientes de contracción presentes en orificios mayores a 7mm se van reduciendo considerando las diferentes condiciones hidráulicas, con lo que se estaría comprobando la hipótesis 2.

4.4.3 CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS ESPECIFICA 3.

Hipótesis específica 3. El coeficiente de velocidad se reducirá a menor sección; siendo menor para el menor diámetro (7 mm), y mayor para el mayor diámetro (10 mm) de orificios con diferentes condiciones hidráulicas.

a. Planteamiento de Hipótesis

$H_0 : \mu = 0$ [No existe una reducción en el coeficiente de contracción a menor sección de orificios con diferentes condiciones hidráulicas].

$H_a : \mu \neq 0$ [Existe una reducción en el coeficiente de contracción a menor sección de orificios; siendo menor para el menor diámetro (7 mm), y mayor para el mayor diámetro (10 mm) de orificios con diferentes condiciones hidráulicas].

Datos:

Tabla 16. *Coeficientes de velocidad en función al diámetro de orificio.*

	COEFICIENTE DE VELOCIDAD		
	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PRUEBA 3
ORIFICIO DE 7 mm	0.825122953	0.777481583	0.774734584
ORIFICIO DE 8mm	0.85218332	0.84222529	0.853773615
ORIFICIO DE 10 mm	0.971323730	0.95243846	0.93892801
\bar{X}	0.88287667	0.85738178	0.85581207
n	3	3	3
s	0.078	0.088	0.082

Fuente: Elaboración propia.

b. Prueba con el uso de estadística

Según el tamaño de la muestra, es decir, muestra pequeña, se ha considerado la prueba t-student. Por lo tanto, se utilizará la siguiente fórmula:

$$T_c = \frac{\bar{x} - \mu}{s/\sqrt{n}}$$

$$T_c = \frac{0.88287667 - 0}{0.078/\sqrt{3}} = 19.61$$

$$T_c = \frac{0.85738178 - 0}{0.088/\sqrt{3}} = 16.88$$

$$T_c = \frac{0.85581207 - 0}{0.082/\sqrt{3}} = 18.08$$

c. Puntos Críticos

El nivel confianza en la investigación es del 95%, y el nivel de error del 5% ($\alpha = 5\% = 0.05$)

Valor crítico:

$$T_t = T_{n-1;1-\alpha} = T_{2;0.95} = 2.920$$

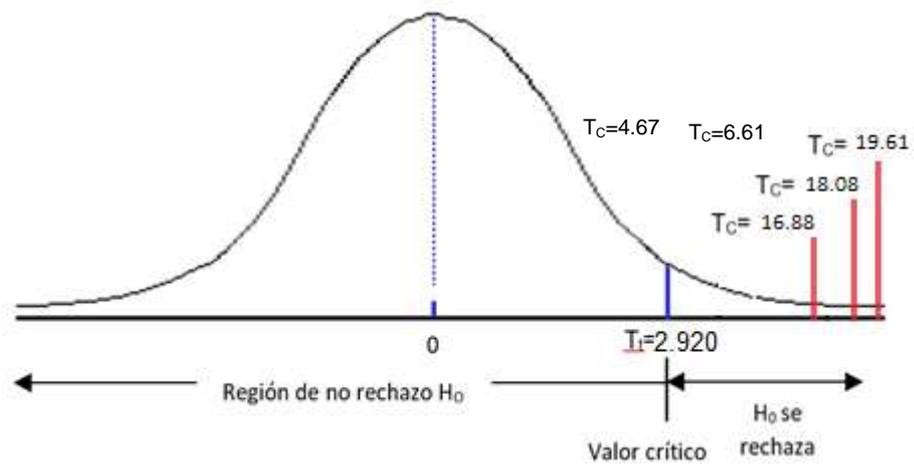


Figura 16: Contrastación de hipótesis N° 3

Los valores que se pudieron calcular se hallan dentro de la zona en la que se rechaza a la hipótesis nula. Debido a ello, se puede asegurar que los coeficientes de velocidad presentes en orificios mayores a 7mm se van reduciendo considerando las diferentes condiciones hidráulicas, con lo que se estaría comprobando la hipótesis 3.

V. DISCUSIÓN

A partir de los antecedentes utilizados para esta investigación, se pueden realizar las siguientes discusiones:

1. En el artículo de (Vega, Villamizar, & Arenas, 2020) se pudo observar que, con un orificio de 8 mm de diámetro, el Coeficiente de Descarga promedio (C_d prom) fue de 67.75, además de la Altura promedio (H prom) de 515mm. En comparación con los resultados hallados en esta investigación, en la que el Coeficiente de Descarga promedio (C_d prom) fue de 65.19 con una Altura promedio (H prom) de 431.60mm. Se infiere que existe una variación de 3.8% para el Coeficiente de Descarga y de 16.19% para la Altura.
2. (Rodríguez , Gómez, Arellano, Romero, & Córdova, 2018) afirman que, para el orificio de 7mm el Coeficiente de Descarga promedio (C_d prom) fue de 70.2975 , y la Altura promedio (H prom) de 441.875mm. Mientras que, en esta investigación, el Coeficiente de Descarga promedio (C_d prom) es de 71.1398 con una Altura promedio (H prom) de 610mm. Por lo que, se deduce que hay una variación de 1.18% para el Coeficiente de Descarga y de 27.56% en la Altura.
3. En la tesis de (Alonzo, 2019) se muestra que, para un orificio de 10mm el Coeficiente de Descarga promedio (C_d prom) es 68.7437, el Coeficiente de Velocidad Promedio (C_v prom) es de 1.000576 y el Coeficiente de Contracción es de 68.7041264 , con una Altura promedio (H prom) de 47.68mm. Por otro lado, en esta investigación, el Coeficiente de Descarga promedio (C_d prom) es 34.676408, el Coeficiente de Velocidad Promedio (C_v prom) es de 0.95423007 y el Coeficiente de Contracción es de 36.3378204 , con una Altura promedio (H prom) de 37.5mm. Por lo que, se señala la existencia de una variación del 49% para el Coeficiente de Descarga; 4.63% para el Coeficiente de Velocidad; 47.10% para el Coeficiente de Contracción y de 21.35% en la Altura.

Existe cierta escasez de información en cuanto al cálculo de los diferentes coeficientes de flujo para orificios que no estén sumergidos, la que se presenta en artículos y tesis, estos estudios generaron diversos parámetros de cifras o valores. A medida que los años pasaban, no han existido muchos avances dentro de este campo, es decir, los datos no se han actualizado lo suficiente para que haya una prueba de determinación estándar. de los coeficientes de flujo en orificios, con esta afirmación se quiere expresar que , a pesar de que existen tablas y gráficos que muchos autores fabricaron, en sus tiempos, sobre cómo calcular dichos coeficientes, siempre presentaron diferencias entre sí. Debido a ello, es posible que las diferencias en los resultados sean por la aplicación de las fórmulas de diferentes autores.

Cabe señalar la existencia de otros factores, no controlados en el experimento realizado para esta investigación, que pudieron afectar los resultados obtenidos. Entre dichos factores, se puede mencionar el estado y calibración del banco hidráulico, el material de fabricación de las boquillas para orificios, y la manipulación del banco hidráulico para la toma de datos.

VI. CONCLUSIONES

PRIMERA: El coeficiente de descarga aumenta a menor sección; siendo mayor para el menor diámetro (7 mm), y menor para el mayor diámetro (10 mm) de orificios con diferentes condiciones hidráulicas; presentando una diferencia del 38.3 % del mayor, de manera que, el coeficiente de descarga es mayor a medida que el diámetro del orificio disminuye; por lo que se demuestra que la hipótesis específica 1 es correcta de acuerdo a los resultados obtenidos en laboratorio.

SEGUNDA: El coeficiente de contracción aumenta a menor sección; siendo mayor para el menor diámetro (7 mm), y menor para el mayor diámetro (10 mm) de orificios con diferentes condiciones hidráulicas; presentando una diferencia del 48.8 % del mayor, de manera que, el coeficiente de contracción es mayor a medida que el diámetro del orificio disminuye, por lo que se demuestra que la hipótesis específica 2 es correcta de acuerdo a los resultados obtenidos en laboratorio.

TERCERA El coeficiente de velocidad disminuye a menor sección; siendo menor para el menor diámetro (7 mm), y mayor para el mayor diámetro (10 mm) de orificios con diferentes condiciones hidráulicas; presentando una diferencia del 20.4 % del mayor, de manera que, el coeficiente de velocidad es menor a medida que el diámetro del orificio disminuye, por lo que se demuestra que la hipótesis específica 3 es correcta de acuerdo a los resultados obtenidos en laboratorio.

Realizar de manera cuidadosa la operación del equipo para no generar fisuras y desacople de las mangueras que lleven al equipo a generar errores en la lectura de datos por fugas en su estructura.

Es importante que, al momento de manipular el equipo se tenga conocimiento previo de la guía de laboratorio que contiene el procedimiento que se debe realizar para su correcto funcionamiento.

Antes de tomar lecturas necesarias en los orificios, se debe esperar a que se establezca el flujo de agua en el canal, para obtener medidas precisas.

VII. RECOMENDACIONES

- a. Realizar de manera cuidadosa la operación del equipo.
- b. Utilizar la guía de laboratorio para la manipulación del equipo.
- c. Tomar las lecturas cuando el flujo de agua se encuentre estabilizado.
- d. Continuar la línea de investigación de coeficientes de flujo en orificios con diferentes formas geométricas.
- e. Para calcular los coeficientes de descarga utilizar las de menor diámetro.
- f. Para calcular los coeficientes de contracción utilizar los orificios de menor sección.
- g. Para determinar los coeficientes de velocidad utilizar los orificios de mayor sección .

REFERENCIAS

ÁGUEDA, E., MARTÍN, J., y GÓMEZ, T. Sistemas de Transmision de Fuerzas y Trenes de Rodaje. 2ºed. Madrid: Editorial Paraninfo, 2019. 636pp. ISBN: 9788428339261

ALIMORADI, A. y MIRBOZORGI S. Numerical Analysis of Flow Geometry in I-Shaped Viscous Micropumps using LB-IBM. Journal of Applied Fluid Mechanics [en línea]. Diciembre 2020, nº6. Disponible en: <https://doi.org/10.47176/jafm.13.06.31238>. ISSN: 1735-3645.

ALONZO, A. Medición de flujo en compuertas y orificios. Tesis (Pregrado). Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, 2019.

ARELLANO, J. . Introduccion a la Mecánica de Fluidos. Lima: Proyecto Mundo 2000 E.I.R.L., 2002.265pp.ISBN: 9788448118983

BARRAGÁN, M. Calibración de Estructuras de Control.Bogotá: IDEAM, 1993. 122pp.

BESBES, S., HAJEM, M., AISSIA, H. y CHAMPAGNE, J. Low Reynolds Number Turbulence Models to Simulate the Bubble Plume Behavior with the Euler-Euler Method. Journal of Applied Fluid Mechanics [en línea]. Junio 2021, nº1. Disponible en: <https://doi.org/10.47176/jafm.14.01.31158>. ISSN: 1735-3645.

Beckert, S. y Paim, W. Critical analysis of the acceptance criteria used in measurement systems evaluation. International Journal of Metrology and Quality Engineering [en línea]. Agosto 2017, nº8.Disponible en: <https://doi.org/10.1051/ijmqe/2017016>. ISSN: 2107-6847.

BOMBARDELLI, W.; DE CAMARGO, A.; FRIZZONE, J.; LAVANHOLI, R.; ROCHA, H. Local head loss caused in connections used in micro-irrigation systems. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental [en línea]. Abril 2019, nº1.Disponible en: <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v23n7p492-498>. ISSN: 1807-1929

Cano, N., De Camargo, A., Muniz, G., De Oliveira, J., Dalfré, J. Y Frizzone J. Performance of models to determine flow rate using orifice plates. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental [en línea]. Noviembre 2020, n°. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v25n1p10-16>. ISSN: 1807-1929.

CAMPOS, S.; BALINO, J.; SLOBODCICOV, I.; PAZ, E. Orifice plate meter field performance: Formulation and validation in multiphase flow conditions. Experimental Thermal and Fluid Science [en línea]. Julio 2014, n°1. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.expthermflusci.2014.06.018>. ISSN: 0894-1777

COETZER, A. Experimental study of the hydraulics of small circular holes in water pipes. Tesis (Magister en ingeniería). Johannesburgo: University of Johannesburg, 2016.

CHANGJUN, Y. y ZONGCHANG, L. New Measures for Prolonging the Nozzle Service Life. Fluid Mechanics [en línea]. Diciembre 2019, n°2. Disponible en: <https://doi.org/10.11648/j.fm.20190502.11>. ISSN: 2575-1816.

DAMROUDI, M., ESMAILI, K. y RAJAIE, S. Effect of Pipeline External Geometry on Local Scour and Self-Burial Time Scales in Current. Journal of Applied Fluid Mechanics [en línea]. Junio 2021, n°1. Disponible en: <https://doi.org/10.47176/jafm.14.01.31399>. ISSN: 1735-3645.

ĐURĐEVIĆ, M., BUKUROV, M., TAŠIN, S. y BIKIĆ, S. Numerical Study of Single-Hole and Multi-Holes Orifice Flow Parameters. Journal of Applied Fluid Mechanics [en línea]. Junio 2021, n°1. Disponible en: <https://doi.org/10.47176/jafm.14.01.31472>. ISSN: 1735-3645.

DÜZ, H. Numerical and Experimental Study to Predict the Entrance Length in Pipe Flows. Journal of Applied Fluid Mechanics [en línea]. Febrero 2019, n°1. Disponible en: <https://doi.org/10.29252/jafm.75.253.29218> ISSN: 1735-3645.

GILES, R., EVETT, J., y LIU, C. Mecánica de los Fluidos e Hidráulica. 3ª ed. Madrid: EDIGRAFOS S.A. 1994. 420pp

ISBN: 8448118987

GOPALIYA,M.-Y KAUSHAL, D. Prediction correlation of solid velocity distribution for solid-liquid slurry flows through horizontal pipelines using cfd. International Journal of Fluid Mechanics Research [en línea]. Octubre 2020, n°5. Disponible en: <https://doi.org/10.1615/InterJFluidMechRes.2020032791>. ISSN: 2152-5110.

HELAL, N., GHOSH, B. y MONDAL, R. Numerical Simulation of Two-Dimensional Laminar Flow and Heat Transfer through a Rotating Curved Square Channel. American Journal of Fluid Dynamics [en línea]. Junio 2021, n°1. Disponible en: <https://doi.org/10.5923/j.ajfd.20160601.01>. ISSN: 2168-4715.

HERNÁNDEZ, R. , FERNANDEZ, C. y BAPTISTA, M. Metodología de la investigación. México:McGraw-Hill Education, 2014. 752pp. ISBN: 9781456260965

KHORSAND, M. A finite volume simulation of viscoelastic fluid flow through an annulus using the extended pom-pom model. International Journal of Fluid Mechanics Research[en línea]. Marzo 2020, n°2. Disponible en: <https://doi.org/10.1615/InterJFluidMechRes.2019027635>. ISSN: 2152-5110.

KHOURI, E. Apuntes de hidraulica para explotaciones Forestales. Oviedo: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Oviedo, 2004. 164pp. ISBN:9788483174531

KOECH, R.; MOLLE, B.; DE CAMARGO, A. ; DIMAIOLO, P.; AUDOUARD, M.; SARETTA, E.; FRIZZONE, J. A.; PEZZANITI, D.; BENHU, G. Intercomparison dripper testing within the INITL. Flow Measurement and Instrumentation, [en línea]. Primavera 2015, n°1.Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.flowmeasinst.2015.08.003>. ISSN: 0955-5986

KUMAR, A. y SINHAMAHAPATRA, K. Dynamic analysis of fluid in 2d prismatic tanks with triangular finite elements. International Journal of Fluid Mechanics Research[en línea]. Abril 2021, n°1.Disponible en:

<https://doi.org/10.1615/InterJFluidMechRes.2021034736>. ISSN: 2152-5110.

MANRING, N. y FALES, R. Hydraulic control systems. 2°ed. Hoboken : Wiley, 2020. ISBN: 9781119416487

MODI, P y SETH, S. Hydraulics and fluid mechanics including hydraulic machines (in SI units). 21° ed. New Delhi: Standard Book House, 2017. ISBN 9788189401269

MOTT, R. Mecánica de fluidos aplicada, 6°ed. México: Pearson Educación, 2006. 626pp. ISBN: 9702608058.

MUNSON, B., OKIISHI, T., HUEBSCH, W. ROTHMAYER, A. Fundamentals Of Fluids Mechanics, 7th Edition, 2013. 796pp. ISBN 978-1-118-11613-5

NARAYANAN, B. , LAKSHMANAN, G. MOHAMMAD, A. y KISHORE, V. Laminar Flow over a Square Cylinder Undergoing Combined Rotational and Transverse Oscillations. Journal of Applied Fluid Mechanics [en línea]. Junio 2021, n°1. Disponible en: <https://doi.org/10.47176/jafm.14.01.30706>. ISSN: 1735-3645.

ÑAUPAS, H. , VALDIVIA, N., PALACIOS, J. y ROMERO, H. Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis. 5°ed. Colombia: Ediciones de la U, 2018. ISBN: 9789587621884

OLIYNIK, V. Preface: ukrainian special issue of fluid mechanics research. International Journal of Fluid Mechanics Research [en línea]. Julio 2019, n°4. Disponible en: <https://doi.org/10.1615/InterJFluidMechRes.v46.i4.10>. ISSN: 2152-5110.

PANTOKRATORAS, A. Confined and unconfined flow past a rigid stationary sphere enclosed in a rectangular channel filled with non-newtonian power-law fluid. International Journal of Fluid Mechanics Research [en línea]. Abril 2021, n°1. Disponible en: <https://doi.org/10.1615/InterJFluidMechRes.2021036798>. ISSN: 2152-5110.

READER-HARRIS, M. Orifice plates and Venturi tubes. Glasgow [en línea].

Primavera 2015, n°1. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-16880-7> . ISSN: 2197-9510

RODRÍGUEZ, H. Hidráulica Experimental. 4° ed Medellín: Escuela Colombiana de Ingeniería, 2001. 337pp. ISBN: 9588060176

RODRÍGUEZ, M., GÓMEZ, M, ARELLANO, A., ROMERO, C., y CÓRDOVA , F. Estimación de coeficientes de descarga en orificios circulares de pared delgada, en modelos físicos [en línea]. Julio 2018, n°15. Disponible en: <https://doi.org/10.22507/rli.v15n2a2>. ISSN: 2256-3938.

SARETTA, E.; DE CAMARGO, A.; BOTREL, T.; FRIZZONE, J.; KOECH, R.; MOLLE, B. Test methods for characterising the water distribution from irrigation sprinklers: Design, evaluation and uncertainty analysis of an automated system. Biosystems Engineering [en línea]. Setiembre 2018, n°1. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2018.01.011>. ISSN: 1537-5110

SILVA, M. Manual de mecánica de fluidos. Quito: Universidad Central del Ecuador, 2011. 198pp.

SOBENKO, L.; BOMBARDELLI, W.; DE CAMARGO, A.; FRIZZONE, J. ; DUARTE, S. Minor losses through start connectors in microirrigation laterals: Dimensional analysis and artificial neural networks approaches. Journal of Irrigation and Drainage Engineering [en línea]. Noviembre 2020, n°5. Disponible en: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)IR.1943-4774.0001466](https://doi.org/10.1061/(ASCE)IR.1943-4774.0001466). ISSN: 1943-4774.

SOTELO, G. Hidráulica General. México: Limusa, 2015. 621pp. ISBN: 9681805038

VEGA H., VILLAMIZAR L., y ARENAS D. Medición del caudal mediante orificios circulares como alternativa para sistemas de potabilización y tratamiento de aguas residuales. Revistas Unilibre [en línea]. Junio 2020, n°1. Disponible en: <https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/innovando/article/view/3886/327>

. ISSN: 2216 – 1236.

VILAÇA, F.; DE CAMARGO, A.; FRIZZONE, J. ; MATEOS, L.; KOECH, R.
Minor losses in start connectors of microirrigation laterals. Irrigation Science
[en línea]. Julio 2017, n°2. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s00271-017-0534-z>. ISSN: 1432-1319.

ANEXOS

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
1.- VARIABLE INDEPENDIENTE Diámetro de orificio.	Es la longitud medida por el segmento de recta que pasa por el centro del orificio uniendo dos puntos opuestos de su circunferencia (Mott,2006).	El diámetro de orificio será medido bajo el sistema internacional de unidades, a través de un vernier.	• Longitud de diámetro	Milímetros
2.- VARIABLE DEPENDIENTE Coeficiente de flujo.	Se denomina como coeficientes de flujo al grupo comprendido por el coeficiente de descarga, coeficiente de velocidad y coeficiente de contracción (Mott,2006).	Para hallar los coeficientes de flujo se realizará un ensayo con el uso del banco hidráulico.	Coeficiente de descarga Coeficiente de contracción Coeficiente de Velocidad	Adimensional

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: ANÁLISIS EXPERIMENTAL DE COEFICIENTES DE FLUJO PARA DIFERENTES DIÁMETROS DE ORIFICIOS CON EL USO DEL BANCO HIDRAULICO – 2021						
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES			METODOLOGÍA
<p>Problema general ¿Cuál será la influencia del diámetro de orificios en coeficientes de flujo en el laboratorio de hidráulica-UANCV?</p> <p>Problemas específicos ¿Cómo varía el coeficiente de descarga, para cada orificio con diferentes diámetros?</p> <p>¿Cuál es la diferencia entre coeficientes de contracción para cada orificio con diferentes diámetros?</p> <p>¿Cuál es la variación del coeficiente de velocidad para orificios con diferentes diámetros?</p>	<p>Objetivo General Determinar la influencia de orificios con diferentes diámetros en coeficientes de flujo en el laboratorio de hidráulica- UANCV.</p> <p>Objetivos Específicos Evidenciar la variación del coeficiente de descarga para orificios con diferentes diámetros</p> <p>Determinar la diferencia entre coeficientes de contracción para orificios con diferentes diámetros.</p> <p>Demostrar la variación del coeficiente de velocidad para orificios con diferentes diámetros.</p>	<p>Hipótesis general A una carga constante, el comportamiento del flujo tendrá un movimiento permanente, teniendo como mayor coeficiente de flujo el de menor diámetro considerando las demás condiciones hidráulicas.</p> <p>Hipótesis específicas: Este coeficiente Cd no será constante y variará según el dispositivo y el Número de Reynolds, haciéndose constante para flujo turbulento ($Re > 105$) Y será en función del coeficiente de velocidad Cv y el coeficiente de contracción Cc .</p> <p>El coeficiente de contracción variara para cada orificio, alcanzando un valor mayor para el menor diámetro (7 mm) y el mínimo para el mayor diámetro (10mm) de orificio.</p> <p>El coeficiente de velocidad se incrementara a menor sección; siendo mayor para el menor diámetro(7mm), y menor para el mayor diámetro (10mm) de orificio.</p>	VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	<p>Tipo de estudio: Aplicado</p> <p>Diseño de investigación: Cuasi Experimental</p> <p>Método de investigación: Deductivo</p> <p>Población: Todos los diámetros de orificios circulares</p> <p>Muestreo: Método no probabilístico por conveniencia.</p> <p>Muestra: La muestra, para poder obtener los coeficientes de flujo, comprende los siguientes diámetros circulares : <ul style="list-style-type: none"> • D= 7mm • D= 8mm • D= 10 mm </p>
			VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	
			Coeficiente de flujo.	<ul style="list-style-type: none"> • Coeficiente de descarga de • Coeficiente de velocidad de • Coeficiente de contracción de 		

PANEL FOTOGRÁFICO

FOTOGRAFÍA 1. Elaboración de boquillas



FOTOGRAFÍA 2. Colocación del tanque para gasto constante



FOTOGRAFÍA 3. Los conductos de entrada y derrame



FOTOGRAFÍA 4. Colocación de cada boquilla en el tanque para gasto constante del banco hidráulico



FOTOGRAFÍA 5. Encendido del banco Hidráulico y programación de caudales



FOTOGRAFÍA 6. Ajuste de agujas del abaco con respecto a la trayectoria del flujo del agua



FOTOGRAFÍA 7. Toma de medida del nivel del flujo de agua en el tanque de gasto constante



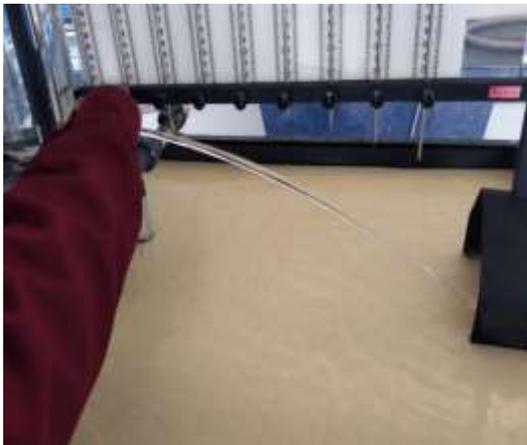
FOTOGRAFÍA 8. Toma de medida a partir de la base del banco hidráulico hasta el centro del orificio de cada boquilla



FOTOGRAFÍA 9. Toma de medida a partir del centro del orificio de la boquilla hasta el término del flujo del agua.



FOTOGRAFÍA 10. Toma de datos de la tabla con respecto a la trayectoria del flujo del agua



CERTIFICADOS DE LABORATORIO

	UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ		
	FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS PURAS		
	CARRERA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
	LABORATORIO DE HIDRÁULICA DE LA UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CÁCERES VELASQUEZ		
ENSAYOS EN EL BANCO HIDRÁULICO			
PROYECTO	TESIS: "Análisis experimental de la influencia de orificios con diferentes diámetros en coeficientes de flujo en el Laboratorio de Hidráulica- UANCV"		
SOLICITANTE	MADELEYNE MIRIAM QUISPE ABARCA	FECHA	10,12,18 de Diciembre del 2019
		LUGAR	LABORATORIO DE HIDRAULICA DE LA UANCV
HORA DE INICIO : 9:00 a.m.			
MATERIALES	DIÁMETRO DE ORIFICIOS	ÁREA	
* BANCO HIDRÁULICO DE BASE * BOQUILLAS CON ORIFICIO CIRCULAR * FLEXÓMETRO * CRONÓMETRO * CÁMARA FOTOGRÁFICA * ABACOS	SON TRES TIPOS DE ORIFICIO CON LOS SIGUIENTES DIÁMETROS: *7mm. *8mm. *10mm.	EL ÁREA DE LOS ORIFICIOS SON: *A=0.38cm. *A=0.50cm. A= 0.79cm.	

A) DATOS TOMADOS EN EL LABORATORIO

DIÁMETRO DE ORIFICIO : 7MM .- 0.7 CM.

N° PRUEBA	Q	x (cm)	y (cm)	H (cm)	A(cm.)
1	888	50.00	18.00	51.00	0.38
2	953	54.00	18.00	67.00	0.38
3	955	53.00	18.00	65.00	0.38

DIÁMETRO DE ORIFICIO : 8MM .- 0.8 CM.

N° PRUEBA	Q	x (cm)	y (cm)	H (cm)	A(cm.)
1	888	40.00	18.00	30.60	0.50
2	953	53.00	18.00	55.00	0.50
3	955	48.00	18.00	43.90	0.50

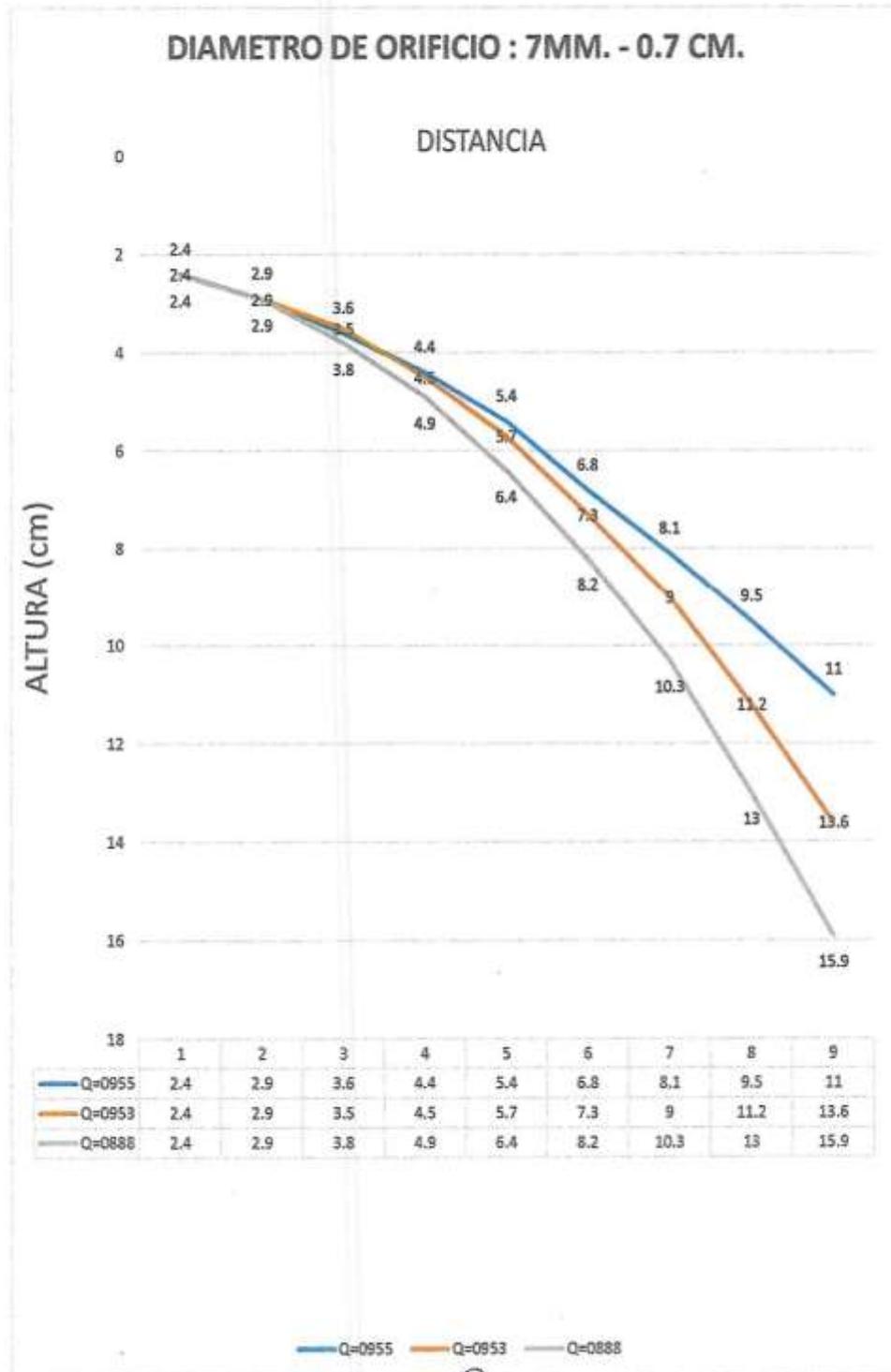
DIÁMETRO DE ORIFICIO : 10MM .- 1 CM.

N° PRUEBA	Q	x (cm)	y (cm)	H (cm)	A(cm.)
1	888	44.00	18.00	28.50	0.50
2	953	52.00	18.00	41.40	0.50
3	955	52.00	18.00	42.60	0.50


 FRANCISCA BERDA
 JEFE DE LABORATORIO DE HIDRÁULICA
 UANCV



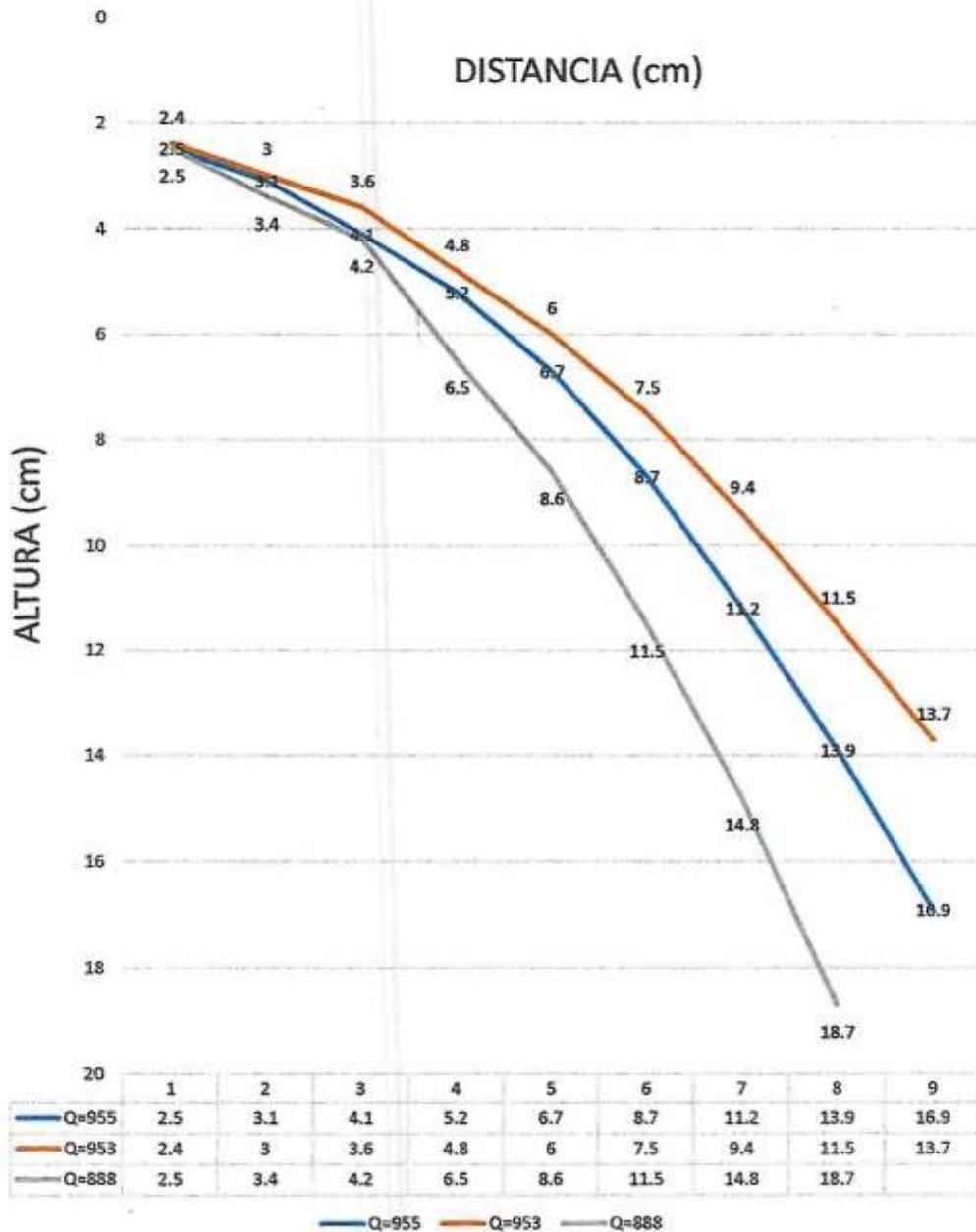
B) CAIDA DEL CHORRO Y ALCANCE MÁXIMO DE UN ORIFICIOS CON DIFERENTES DIÁMETROS



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CARLOS DE GUAYAS
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS PURAS
Ing. Eloy Colquehuancza Borda
JEFE DE LABORATORIO DE HIDRÁULICA
CIP 51774



DIAMETRO DE ORIFICIO : 8MM. - 0.8 CM.

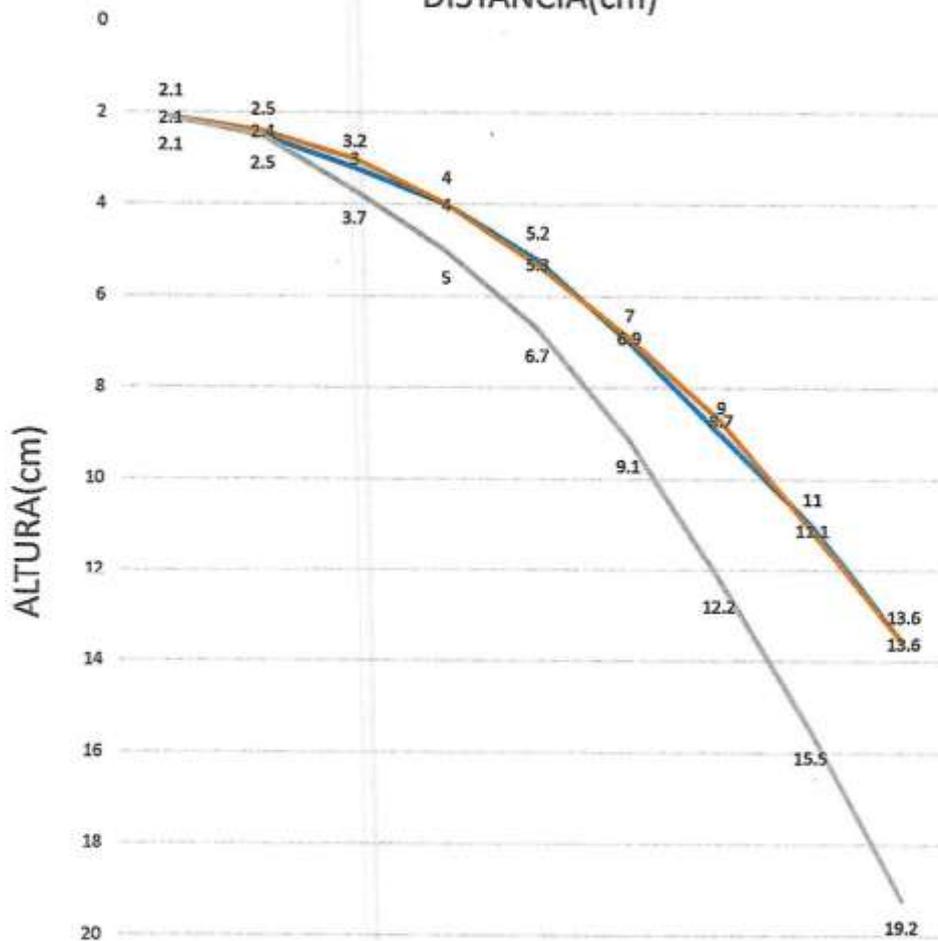


UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUAYLA
FACULTAD DE INGENIERIA Y CIENCIAS PURAS
Ing. Eddy Cordero Borda
JEFE DE LABORATORIO DE HIDRAULICA
CIP 58771



DIAMETRO DE ORIFICIO : 10MM. - 1 CM.

DISTANCIA(cm)



	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Q=955	2.1	2.5	3.2	4	5.2	7	9	11	13.6
Q=953	2.1	2.4	3	4	5.3	6.9	8.7	11.1	13.6
Q=888	2.1	2.5	3.7	5	6.7	9.1	12.2	15.5	19.2

Q=955 Q=953 Q=888

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA
FACULTAD DE INGENIERIA
ING. Eloy Enrique Borda
JEFE DE LABORATORIO DE HIDRAULICA
CIP 50771