Global Journal of Science Frontier Research: A
Physics and Space Science
Volume 23 Issue 2 Version 1.0 Year 2023
Type: Double Blind Peer Reviewed International Research Journal
Publisher: Global Journals
Online ISSN: 2249-4626 & Print ISSN: 0975-5896

# Critical Analysis of the Coriolis Coefficient $\alpha$

By Oscarjm Jimenez Medina

*Abstract-* The main objective of this research work, is to make a critical analysis of the application, of coefficient α, since it was proposed by Coriolis in 1836. According to the international literature and the internet, widely consulted by the author of this work, the Coriolis coefficient for the correction of the velocity head (kinetic energy), is affirmed and recognized in the conduction fluid flows, because when considering the average velocity (ratio between discharge and velocity), as the average of the actual distribution of velocities occurring in the cross section, an error occurs, due to the non-uniform distribution of velocities. The author of this technical article, in performing a thorough and detailed analysis of the deduction of the coefficient $\alpha$, the continuity equations, Bernoulli (laws of conservation of mass and energy, respectively, applied to the flow of fluids), as well as the general formulas of fluid resistance, Weisbach-Darcy, etc. has come to the conclusion that while the coefficient of Coriolis actually exists, the way in which it has been used is not the right one.

*Keywords: coriolis coefficient* $\boldsymbol{\alpha}$*, continuity equation.*

*GJSFR-A Classification: DDC Code: 346.730467905 LCC Code: K5*

CRITICALANALYSISOFTHECORIOLISCOEFFICIENTA

# Critical Analysis of the Coriolis Coefficient $\alpha$

## Análisis crítico del coeficiente $\alpha$ de Coriolis

Oscarjm Jimenez Medina

*Resumen-* El objetivo principal de este artículo técnico es hacer un análisis crítico de la aplicación del coeficiente $\alpha$, desde que fue propuesto por Coriolis en 1836. De acuerdo con la bibliografía internacional, ampliamente consultada por el autor de este trabajo, se afirma y reconoce al coeficiente $\alpha$ de Coriolis para la corrección de la carga de velocidad (energía cinética), en las conducciones de fluidos, porque al considerar la velocidad, como la media de la distribución real de velocidades de la sección, se produce un error, producto a la distribución no uniforme de velocidades. Lo expuesto en el presente trabajo tiene como premisa, el empleo del método teórico-deductivo, la realización de un consciente y minucioso estudio de la deducción del coeficiente $\alpha$, así como la aplicación de las leyes de conservación de la masa y de la energía (ecuaciones de continuidad y de Bernoulli), respectivamente, aplicadas al flujo de fluidos), así como la fórmula general de la resistencia fluida, de Weisbach-Darcy, del régimen crítico, etcétera. De acuerdo con los resultados obtenidos en los ejemplos 1. "Tubería de diámetro variable" y 2. "Canal rectangular", así como el análisis de la ecuación de energía, por medio de la cual, se obtiene lo aquí propuesto, se ha llegado a la conclusión, de que si bien el coeficiente $\alpha$, de Coriolis existe realmente, la forma en que se ha empleado no es la correcta.

*Palabras clave: coeficiente de coriolis* $\alpha$*, ecuación de continuidad.*

*Abstract-* The main objective of this research work, is to make a critical analysis of the application, of coefficient **ɑ**, since it was proposed by Coriolis in 1836. According to the international literature and the internet, widely consulted by the author of this work, the Coriolis coefficient for the correction of the velocity head (kinetic energy), is affirmed and recognized in the conduction fluid flows, because when considering the average velocity (ratio between discharge and velocity), as the average of the actual distribution of velocities occurring in the cross section, an error occurs, due to the non-uniform distribution of velocities. The author of this technical article, in performing a thorough and detailed analysis of the deduction of the coefficient $\alpha$, the continuity equations, Bernoulli (laws of conservation of mass and energy, respectively, applied to the flow of fluids), as well as the general formulas of fluid resistance, Weisbach-Darcy, etc. has come to the conclusion that while the coefficient of Coriolis actually exists, the way in which it has been used is not the right one.

*Keywords: coriolis coefficient* $\alpha$*, continuity equation.*

### I. Introducción

El objetivo principal de este trabajo es realizar un análisis crítico y detallado, del coeficiente ɑ de Coriolis (Chow, 1959; León, 2000;Rocha, 2007; Sotelo, 2002). Primeramente no se tienen antecedentes con relación a lo propuesto por Gaspar Coriolis en 1836, lo que se puede especular es que fue utilizado por Osborne Reynolds en 1883 en su experimento para caracterizar los flujos laminar y turbulento ($Re < 2000$ y$Re > 4000$), respectivamente. Es necesario aclarar que esto es solo una intuición del que suscribe, por la relación que se observa entre ambos trabajos. Lo aquí propuesto persigue la correcta aplicación del coeficiente ɑ de Coriolis, de acuerdo a la investigación presentada. Después de demostrarlo con los resultados de los ejemplos y la aplicación de la ley de conservación de la energía, se llega a la conclusión que el coeficiente ɑ, no es para corregir el error que se produce, al considerar la velocidad, como la media de la distribución real de velocidades que ocurren en la sección hidráulica (León, 2000; Nekrasov, 1968), si no para evaluarla. El autor afirma que sería muy saludable aplicar correctamente el coeficiente de Coriolis ɑ, de lo contrario se continuará cometiendo un error de concepto, lo que conlleva a resultados sin fundamentos en el cálculo de la carga de velocidad y por consiguiente en todo en lo que ella participa, p. ej., ecuaciones, de Bernoulli, de Weisbach-Darcy (Agroskin, 1960; Montes, 2000), ley general de la resistencia fluida, etc. Esta propuesta persigue, la obtención de resultados lo más veraces y precisos posibles del fenómeno estudiado, analizados de forma sencilla y rápida en la solución de este problema.

### II. Metodología

Se utiliza el método analítico-deductivo. Haciendo una descripción y examen crítico de la deducción del coeficiente ɑ de Coriolis, así como la aplicación de las leyes de conservación de la masa, de la energía y de la resistencia fluida, utilizando la lógica y las matemáticas para dar respuesta al problema planteado. Y es el fundamento que utiliza el autor para demostrar la veracidad de lo propuesto en este artículo.

### III. Planteamiento

Deducción del coeficiente de Coriolis ɑ (León, 2000).

Si se considera $E_c$ como la energía del agua (peso de la masa de

Agua * carga a velocidad), entonces:

$$dE_C = \gamma * dQ * \frac{V_m^2}{2g} = \gamma * \mathrm{d}A * \frac{V_m^2}{2g} \quad (1)$$

*Author:* *e-mail: oscarjmjimenezmedina@gmail.com*

O lo que es lo mismo:

$$dE_C = \gamma * V_m^3 * dA \quad (2)$$

Y la energía cinética total será:

$$E_C = \frac{\gamma}{2g} * V_m^3 * dA \quad (3)$$

También puede escribirse que:

$$E_C = \gamma * Q * h_V = \gamma * V * A * h_V \quad (4)$$

Entonces igualando las expresiones anteriores se tiene:

$$h_V = \frac{\int V^3 * dA}{2g * V_m * A} = \frac{\int V^3 * dA}{V_m^3 * A}\left(\frac{V_m^2}{2g}\right) \quad (5)$$

O sea:

$$h_V = \propto * \frac{V_m^2}{2g} \quad (6)$$

Y de ahí que la ecuación de cálculo de αsea:

$$\propto = \frac{\int V^3 * dA}{V_m^3 * A} \quad (7)$$

Que expresada en incrementos finitos, se convierte en la ecuación De trabajo:

$$\propto = \frac{\sum_{i=1}^{n} V_{i*\Delta A}^3}{V_m^3 * A} \quad (8)$$

Donde *n* representa el número total de puntos en que se discretizó la sección transversal.

Esta es la deducción del coeficiente α de Coriolis (León, 2000).

Pero no por insistir se incurre en repetición innecesaria. El que suscribe recalca que, la ecuación de Bernoulli (Ecuación fundamental de la hidrodinámica), fue propuesta, casi un siglo (98 años), antes que el coeficiente de Coriolis α.

¿Cómo se aplicóentonces Bernoulli, antes de la propuesta de Coriolis)?

## IV. Información

Algunas fórmulas para evaluar a α, en la aplicación de los problemas prácticos de hidráulica (Chow, 1959; León, 2000; Sturm, 2001;Jiménez; 2015):

$$\propto = 1 + 3\mu^2 - 2\mu^3 \quad (9)$$

$$\mu = 2.5 * \frac{V_*}{V} = \frac{V_{max}}{V} - 1 \quad (10)$$

$$\propto = 1 + 2.34375 * f_{W-D} - 1.3818 * f_{W-D}^{\frac{3}{2}} \quad (11)$$

$$\propto = 1 + 9.375 * C_R - 11.0488 * C_R^{\frac{3}{2}} \quad (12)$$

$$\propto = 1 + \frac{183.9375}{C_{CH}^2} - \frac{960.1347}{C_{CH}^3} \quad (13)$$

$$\alpha = 1 + 183.9375 * \frac{n_M^2}{R_h^{\frac{1}{3}}} - 960.1347 * \frac{n_M^3}{R_h^{\frac{1}{2}}} \quad (14)$$

El coeficiente de fricción $f_{W-D,}$ de Weisbach-Darcy, fue validado por el investigador Indio, Jain Swamee, en 1980.(White, 2008).

Lo planteado para el coeficiente de Coriolis α (1836), es igualmente aplicable al coeficiente de Boussinesq β (1877): (Chow, 1959; Jiménez, 2015).

$$\beta = 1 + \mu^2 \quad (15)$$

$$\mu = 0.883883 * f_{W-D}^{\frac{1}{2}} \quad (16)$$

$$\mu = 1.767767 * C_R^{\frac{1}{2}} \quad (17)$$

$$\beta = 1 + 0.78125 * f_{W-D} \quad (18)$$

$$\beta = 1 + 3.12500 * C_R \quad (19)$$

$$\beta = 1 + \frac{61.31250}{C_{CH}^2} \quad (20)$$

$$\beta = 1 + 61.1250 * \frac{n_M^2}{R_h^{\frac{1}{3}}} \quad (21)$$

Las fórmulas para los coeficientes α y β de Coriolis y de Boussinesq, respectivamente, que se exponen aquí son las correctas, y no las que están en la bibliografía (Rocha, 2007; pág.130; Sotelo, 2002: pág.335):

$$\alpha = 1 + 1.94 * f_{W-D} - 1.55 * f_{W-D}^{\frac{3}{2}} \quad (22)$$

$$\beta = 1 + 0.94 * f_{W-D}$$

## V. Fundamentos

*Ecuación de continuidad*

$$Q = V * A \quad (24)$$

*Ecuación de Bernoulli*

$$Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + hf_{1-2} \quad (25)$$

$$hf = C_R * \frac{L}{R_h} * \frac{V^2}{2g} = f_{W-D} * \frac{L}{D_i} * \frac{V^2}{2g} = 4C_R * \frac{L}{4R} * \frac{V^2}{2g} \quad (26)$$

Para los regímenes de flujo permanente e impermanente, así como para el laminar o turbulento, el flujo debe satisfacer la ecuación de continuidad.

Se debe recordar que las ecuaciones de continuidad y Bernoulli, son las leyes de conservación de la masa y de la energía, aplicadas al flujo de fluidos, respectivamente.

*Ley:* es una regla o norma. Se trata de un factor constante o invariable de las cosas, que nace de una causa primera.

Son las relaciones existentes entre los elementos que intervienen en un fenómeno.

*a) Número de Froude*

El número de Fraudé es un número adimensional que relaciona el efecto de las fuerzas de inercia y las fuerzas de gravedad que actúan sobre un fluido:

$$F_R = \frac{V}{\sqrt{g*D}} \tag{27}$$

$F_R = 1$: régimen crítico.
$F_R < 1$: régimen sub- crítico.
$F_R > 1$: régimen súper – crítico.

*b) Número de Reynolds*

El número de Reynolds es un número adimensional que relaciona el efecto de las fuerzas de inercia y las fuerzas de viscosidad que caracterizan un fluido, en laminar o turbulento.

$$R_e = \frac{V*D}{\nu} = \frac{4V*R_h}{\nu} \tag{28}$$

$R_e \leq 2000$ : Flujo laminar, $\alpha = 2$, constante.
$R_e \geq 4000$: Flujo turbulento, $\alpha = 2$ **,** variable.

## VI. Resultados y Discusión

Lo primero y más importante que fundamenta esta propuesta es la ecuación de continuidad (principio de conservación de la masa):

$$Q = V * A \tag{29}$$

Esta ecuación es válida para cualquier valor de $\alpha$.

Régimen uniforme. Distribución uniforme de velocidades:

($\alpha = 1$, cte. Para cualquier valor de *Re*). Supuesto.

Régimen turbulento. Distribución logarítmica de velocidades.

($\alpha > 1$, variable y $Re > 4000$).

Régimen laminar. Distribución parabólica de velocidades:

($\alpha = 2$, Cte. y $Re < 2000$).

Entonces no cabe duda que el coeficiente $\alpha$ de Coriolis está implícito en el parámetro velocidad de la ecuación de continuidad, así como en las otras ecuaciones aquí expuestas, porque ella tiene el mismo significado físico en todas ($V = Q/A$).

Con relación a la ecuación de Bernoulli, además de que en ella

($V = Q/A$), ésta fue propuesta casi un siglo antes que $\alpha$, de Coriolis, 1738 *vs.* 1836, respectivamente. Cuando Coriolis nació, en 1892, ya Bernoulli hacia 10 años que había fallecido. ¿Por qué y cuándo se introdujo $\propto$ en la ecuación Bernoulli?

## VII. Cálculos

A continuación se realizan dos ejemplos de cálculo, donde se utilizan dos figuras representativas, Figura 1 y Figura 2, respectivamente. Con los resultados obtenidos en ellos se confirma el objetivo del trabajo presentado.

*Ejemplo 1. Tubería telescópica*

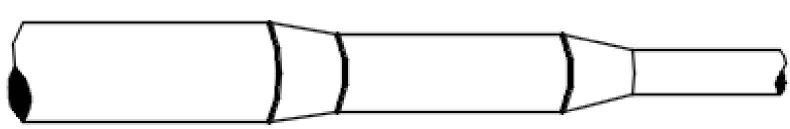

*Figura 1:* Tubería telescópica (diámetro variable), diámetros, 0.1 m, 0.05 m y 0.01 m, de izquierda a derecha.

*Datos:*

$Q = 0.000157$ m$^3$/s; $Ks = 0.0005$ m; $g = 9.81$ m/s$^2$; $\nu = 1 * 10^{-6}$ m$^2$/s.

$D_1 = 0.1$ m; $A_1 = 0.00785$ m$^2$; $V_{mr1} = 0.02$ m/s; $Re_1 = 2\,000$;

$f_{W\text{-}D1} = 0.032$; $C_{R1} = 0.008$; $\alpha_1 = 2.0$; $V_{m1} = 0.01414$ m/s;

$Q_1 = V_{mr1} * A_1 = 0.000157$ m$^3$/s; $Q_1 = (\alpha_1)^{1/2} * V_{m1} * A_1 = 0.000157$ m$^3$/s.

$h_{v1} = V_{mr1}{}^2/2g = 0.00002$ m.

Según la bibliografía, $h_{v\alpha 1} = \alpha_1 * V_{mr1}^2/2g = 0.0004$ m, es dos veces la calculada.(Chow, 1959; León, 2000).

$D_2 = 0.05$ m; $A_2 = 0.00196$ m$^2$; $V_{mr2} = 0.08$ m/s; $Re_2 = 4\,000$;

$f_{W\text{-}D2} = 0.0506$; $C_{R2} = 0.01265$; $\alpha_2 = 1.1028$; $V_{m2} = 0.0762$ m/s;

$Q_2 = V_{mr2} * A_2 = 0.000157$ m$^3$/s; $Q_2 = (\alpha_2)^{1/2} * V_{m2} * A_2 = 0.000157$ m$^3$/s; $h_{v2} = V_{mr2}^2/2g = 0.00033$ m.

Según la bibliografía, $h_{v\alpha 2} = \alpha_2 * V_2^2/2g = 0.00036$ m es 1.1028 veces la calculada. (Chow, 1959; León, 2000).

$D_3 = 0.01$ m; $A_3 = 0.0000785$ m$^2$; $V_{mr3} = 2.0$ m/s; $Re_3 = 20\,000$;

$f_{W\text{-}D3} = 0.0734$; $C_{R3} = 0.01835$; $\alpha_3 = 1.1445$; $V_{m3} = 1.869$ m/s;

$Q_3 = V_{mr3} * A_3 = 0.000157$ m$^3$/s; $Q_3 = (\alpha_3)^{1/2} * V_{m3} * A_3 = 0.000157$ m$^3$/s.

$h_{v3} = V_3^2/2g = 0.20387$ m.

Según la bibliografía, $h_{v\alpha 3} = \alpha_3 * V^2/2g = 0.23333$ m, es 1.1445 veces la calculada. (Chow, 1959; León, 2000).

$Q_1 = V_{mr1} * A_1 = 0.000157 = Q_2 = V_{mr2} * A_2 = 0.000157 = Q_3 = V_{mr3} * A_3 = 0.000157$ m$^3$/s.

$Q_1 = \alpha_1^{1/2} * V_{m1} * A_1 = Q_2 = \alpha_2^{1/2} * V_{m2} * A_2 = Q_3 = \alpha_3^{1/2} * V_{m3} * A_3 = 0.000157$ m$^3$/s.

Observar que para $\alpha_1 = 2$, $\alpha_2 = 1.103$, $\alpha_3 = 1.145$, se cumple la ecuación de continuidad $Q = V * A$. Entonces es indiscutible que el coeficiente $\alpha$, de Coriolis está incluido en el parámetro velocidad de la referida ecuación, de lo que se infiere que es un error de concepto corregir la velocidad aplicándole el coeficiente $\alpha$.

*Ejemplo 2. Canal de sección rectangular*

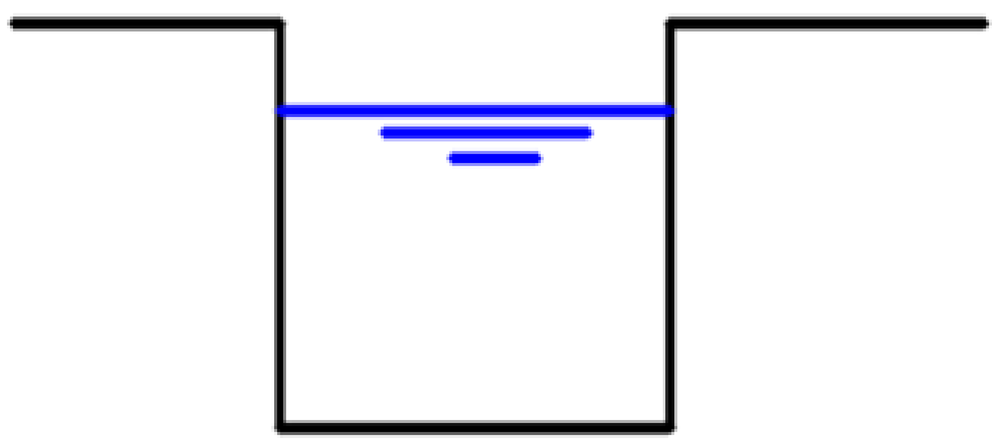

*Figura 2:* Canal de sección rectangular de $b = 0.40$ my revestido de cemento estucado.

*Datos:* $Q = 0.0297$ m$^3$/s; $b = 0.40$ m; $Ks = 0.00025$ m; $g = 9.81$ m/s$^2$; $\nu = 1 * 10^6$ m$^2$/s (para el agua a 20 $^0$C); S = 0.00215.

a) *Ecuación del régimen uniforme (Jiménez, 2015)*

$$\frac{C_R^{\frac{1}{2}} * Q}{(2g * R_h * S)^{\frac{1}{2}}} = A * R^{\frac{1}{2}} \tag{29}$$

$$C_{CH} = \sqrt{\frac{2g}{C_R}} \tag{30}$$

$$n_M = \sqrt{\frac{C_R}{2g}} * R_h^{\frac{1}{6}} \tag{31}$$

Cálculo por tanteo y error en Excel ($h_N = 0.101$m):

$A_N = 0.0404$ m$^2$; $V_N = 0.735$ m/s; $Re_N = 196\,020$; $C_R = 0.00522$;

$f_{W\text{-}D} = 0.021$; $\alpha_N = 1.045$; $V_{mN} = 0.719$ m/s; $R = 0.0671$ m; $Q_N = V_N * A_N = 0.0297$ m$^3$/s; $Q = (\alpha)^{½} * V_m * A = 0.0297$ m$^3$/s.

$$V_N = \frac{Q_N}{A_N} = 0.735 \ {}^{m}/_{s} \tag{24}$$

$$V_N = \sqrt{\frac{2g}{C_R} * R_h * S} = 0.735 \ {}^{m}/_{s} \tag{32}$$

b) *Ecuación base del régimen crítico. (King, 1959)*

$$\frac{Q^2}{g} = \frac{A^3}{T} \quad (33)$$

$$T = \frac{D}{A} \quad (34)$$

$$Q = \sqrt{g*D}*A \quad (35)$$

$$Q = V*A \quad (24)$$

$$V = \sqrt{g*D} \quad (36)$$

Cuando ocurre la profundidad crítica, la Ecuación (33) se verifica para cualquiera que sea la forma geométrica de la sección, lo que significa que $h_C \to A_C \to P_C \to R_C \to V_C \to Q_C \to S_C$ son valores únicos de la sección en cuestión, así como los parámetros hidráulicos.

c) *Profundidad crítica para la sección rectangular*

$$h_c = \left(\frac{Q}{b*\sqrt{g}}\right)^{\frac{2}{3}} = 0.0825\,m \quad (37)$$

$$h_C = 0.8252\,m$$

$A_C$= 0.033 m², $V_C$= 0.90 m/s; $Re_C$ = 210 240; $C_{RC}$ = 0.00535; $f_{W\text{-}DC}$ = 0.0214; $\alpha_C$ = 1.0458; $V_{mC}$ = 0.88 m/s; $R_C$ = 0.0584 m.

$$Q_C = V_C*A_C = 0.0297\ m^3/s$$

$Q_C$ = 0.0297 m³/s

$$Q_C = \sqrt{\propto}*V_{mC}*A_C = 0.0297\ m^3/s$$

$Q_C$= 0.0297 m³/s

$$S_C = C_{RC}*\frac{1}{R_{hC}}*\frac{V_C^2}{2g} = 0.00378 \quad (38)$$

$$V_C = \frac{Q_C}{A_C} = 0.90\ m/s \quad (24)$$

$$V_C = \sqrt{g*D_C} = 0.90\ m/s \quad (36)$$

$$V_C = \sqrt{\frac{2g}{C_R}*R_{hc}*S_C} = 0.90\ m/s \quad (32)$$

$$V_C = \sqrt{\frac{2g}{f_{W-D}}*R_{hc}*S_C} = 0.90\ m/s \quad (39)$$

## VIII. Deducciones

a) *Análisis de la carga de velocidad y las velocidades*

$$h_V = \frac{V_r^2}{2g}\ vs.\ h_V = \propto*\frac{V_m^2}{2g} \to \alpha*V_m^2 = V_{mr}^2 = \frac{Q^2}{A^2} \to V_{mr} = \frac{Q}{A} \quad (40)$$

$$V_{mr} = \sqrt{g*D}\,vs.\ V_m = \sqrt{\frac{g*D}{\propto}} \quad (36, 41)$$

$$V_{mr} = \frac{Q}{A} = \sqrt{g*D} = \sqrt{\frac{2g}{C_R}*R_h*S} = \sqrt{\frac{2g}{f_{W-D}}*4R_h*S} \quad (24, 36, 32, 40)$$

$$V_m = \frac{Q}{\sqrt{\propto}*A} = \sqrt{\frac{g*D}{\propto}} = \sqrt{\frac{2g}{\propto*C_R}*R_h*S} = \sqrt{\frac{2g}{\propto*f_{W-D}}*4R_h*S} \quad (42, 41, 43, 44)$$

$$V_{mr} = \frac{Q}{A}(24)V_m = \frac{Q}{\sqrt{\propto}*A} \quad (42)$$

$$V_{mr} = \sqrt{g*D}(37)V_m = \sqrt{\frac{g*D}{\propto}} \quad (41)$$

$$V_{mr} = \sqrt{\frac{2g}{C_R}*R_h*S}(32)V_m = \sqrt{\frac{2g}{\propto*C_R}*R_h*S} \quad (43)$$

$$V_{mr} = \sqrt{\frac{2g}{f_{W-D}}*4R_h*S}(40)V_m = \sqrt{\frac{2g}{\propto*f_{W-D}}*4R_h*S} \quad (44)$$

$$V_{mr} = 0.90\ m/s$$

$$V_m = 0.88\ m/s$$

Observar si$h_V = \propto * \frac{V_m^2}{2g}$ según la bibliografía; entonces, sin lugar a dudas, $\propto * V_m^2 = V_{mr}^2 = \frac{Q^2}{A^2} = \sqrt{\propto} * V_m = V_{mr} = \frac{Q}{A} \rightarrow Q = V_{mr} * A$ $y$ $no$ $\frac{Q}{A} = V_m$, solo la velocidad media real puede ser dividida por el coeficiente $\alpha$, como también solo la velocidad media puede ser multiplicada por él, es como único existe una corrección de la velocidad, muestra de ello son la similitud de las velocidades en los resultados de las cuatro fórmulas anteriores.

$\alpha$ es un coeficiente de corrección de la carga de velocidad, que surge para eliminar el error que se produce al considerar el término $V_m$como representativo de la media de la distribución real de velocidades que existe en la sección($V_{media} < V_{mreal}$).

*b) Ecuación de Bernoulli*

$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{V_{mr\,1}^2}{2G} = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_{mr\,2}^2}{2g} + hf_{1-2}(45) V_{mr\,1}\; y\; V_{mr\,2} = \frac{Q}{A} \tag{24}$$

$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \alpha_1 * \frac{V_{m\,1}^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \alpha_2 * \frac{V_{m\,2}^2}{2g} + hf_{1-2}(46) V_{m\,1} y\; V_{m\,2} = \frac{Q}{\sqrt{\propto} * A} \tag{42}$$

$$\frac{V_{mr\,1}^2}{2g} = \propto * \frac{V_{m\,1}^2}{2g} \rightarrow V_{m\,1}^2 = \frac{V_{mr\,1}^2}{\propto}\; y\; \frac{V_{mr\,2}^2}{2g} = \propto * \frac{V_{m\,2}^2}{2g} \rightarrow V_{m\,2}^2 = \frac{V_{mr\,2}^2}{\propto}$$

$$V_{m\,1} = \frac{V_{mr\,1}}{\sqrt{\propto}}\; y\; V_{m\,2} = \frac{V_{mr\,2}}{\sqrt{\propto}}$$

Ya que $\propto$ está implícito en *V*, de la Ecuación de continuidad:

$$Q = V * A \tag{24}$$

Es evidente que $Q = V_{mr} * A = \sqrt{\propto} * V_m * A$
Y no como aparece en la bibliografía. $Q = V * A \rightarrow V = V_m = \frac{Q}{A}$ (24)

*c) Ecuación de energía específica, (bibliografía)*

$$E_e = y + \alpha * \frac{V_m^2}{2g} = y + \alpha \frac{Q^2}{2g * A^2} \tag{47}$$

Los parámetros *Q* y *A* son valores reales, por ej. Canal experimental Centro Investigaciones Hidráulicas. Ciudad Universitaria José Antonio Echevarría. La Habana. Cuba.

$Q = 0.0297 m^3/s$, entrega constante, por medio de una compuerta plana calibrada y comprobado por aforo.

$h_N = 0.101m$, calculada por el método de tanteo y error en Excel.

$$A = b * h = 0.40 * 0.101 = 0.0404\, m^2$$

$$Q = V * A \rightarrow V = \frac{Q}{A} = 0.735\; m/s y \propto = 1.045$$

Simplemente lo que se hace es aumentar el parámetro de la carga de velocidad en el valor de $\alpha = 1.045$, lo que no tiene fundamento alguno, según lo expuesto en este documento.

Si fuese un problema en que el régimen fuese de un flujo laminar, donde la distribución de velocidades es parabólicay por tanto $\propto = 2$, constante, entonces la carga de velocidad sería el doble de la calculada.

Es decir en vez de:

$$h_V = \frac{V^2}{2g} = \frac{Q^2}{2g * A^2}$$

Sería:

$$h_V = \frac{V^2}{g} = \frac{Q^2}{g * A^2}$$

En Open-Chanel Hydraulics ehidráulica de las conducciones libres, (Chow, 1959; León, 2000), respectivamente, exponen:

$$E_e = y + \alpha * \frac{Q^2}{2g * A^2} \tag{47}$$

Despejando *Q*:

$$Q = \sqrt{\frac{2g}{\propto} * (E_e - y)} * A \tag{48}$$

Entonces se puede plantear:

$$\frac{Q}{A} = \sqrt{\frac{2g}{\propto} * (E_e - y)} = V_m \tag{49}$$

Como $\alpha$ es función de la velocidad:

$$\frac{Q}{A} = \sqrt{2g \times E_e} = \sqrt{\propto} * V_m = V_{mr}$$

Y se llega a:

$$\frac{Q}{\sqrt{\propto} * A} = V_m = \frac{V_{mr}}{\sqrt{\propto}} \quad (42)$$

Es lo que se propone en este artículo.
O lo que es lo mismo, elevando (48) al cuadrado:

$$Q^2 = \left(\sqrt{\frac{2g}{\propto} * (E_e - y)}\right)^2 * A^2 \quad (51)$$

$$\left(\frac{Q}{A}\right)^2 = \frac{2g}{\propto} * (E_e - y) = (V_m)^2 \quad (52)$$

$$(E_e - y) = \propto * \frac{V_m^2}{2g} = \frac{V_{mr}^2}{2g} = \frac{Q^2}{2g * A^2} \quad (53)$$

$$E_e = y + \alpha * \frac{V_m^2}{2g} = \frac{Q^2}{2g * A^2} \text{ ; Correcto} \quad (54)$$

Y no como aparece en la bibliografía, (Chow, 1959; León, 2000), respectivamente, exponen:

$$E_e = y + \alpha * \frac{V_m^2}{2g} = \propto * \frac{Q^2}{2g * A^2} \text{ ; Incorrecto} \quad (47)$$

Observar la fórmula (53):

$$(E_e - y) = \propto * \frac{V_m^2}{2g} = \frac{V_{mr}^2}{2g} = \frac{Q^2}{2g * A^2}$$

$$(E_e - y) = \propto * \frac{V_m^2}{2g}$$

Sustituyendo:

$$\propto * \frac{V_m^2}{2g} = \propto * \frac{V_m^2}{2g} = \frac{V_{mr}^2}{2g} = \frac{Q^2}{2g * A^2} \quad (55)$$

$$\frac{V_{mr}^2}{2g} = \frac{Q^2}{2g * A^2} \rightarrow Q = \frac{V_{mr}}{A} \rightarrow V_{mr} = \frac{Q}{A} \quad (24)$$

## IX. Comentarios

*Observar.*

$$E_e = y + \alpha * \frac{V_m^2}{2g} = y + \alpha * \frac{Q^2}{2g * A^2} \text{ Vs. } E_e = y + \frac{V_{mr}^2}{2g} = + \frac{Q^2}{2g * A^2}$$

$hf = C_R * \frac{L}{R_h} * \frac{V^2}{2g} = f_{W-D} * \frac{L}{D_i} * \frac{V^2}{2g} = 4C_R * \frac{L}{4R} * \frac{V^2}{2g}$ ; Ley general de la resistencia fluida, de ella se obtiene.

$$(E_e - y) = \frac{S * R_h}{C_r} = \frac{S * D_i}{f_{W-D}} = \frac{S * 4R_h}{4C_R}$$

(No contempla a $\alpha$ ).

¿Cómo es posible que para $\propto = 1$, la velocidad media $V$ **media**, sea mayor que para $\propto > 1$, $\left(V_m = \sqrt{g * D} > V_m = \sqrt{\frac{g * D}{\propto}}\right)$, respectivamente? Si precisamente el coeficiente $\propto$es para corregirla. Es decir, en todo caso sería:

$$\left(V_{mr} = \sqrt{g * D} > V_m = \sqrt{\frac{g * D}{\propto}}\right)$$

$$V_m = \sqrt{\frac{g * D}{\propto}} \rightarrow \alpha * V_m = \sqrt{g * D} = V_{mr}$$

Si se tiene un gasto constante y establecido (masa de líquido continua y compacta), en el que no existan burbujas de aire ni cualquier otro factor que influya en la normal circulación de éste a través de una tubería de diámetro constante o variable (telescópica), cualquiera que sea la distribución de velocidades en ella, la que por cierto es invariable en toda la longitud de la conducción, la relación del gasto entre el área, es uno y solo un valor, que es la velocidad media real, como se demostró en el ejemplo1, figura 1, tubería telescópica, (diámetro variable), donde cada uno de ellos, tienen velocidades $V$ y coeficientes **α** diferentes.

$V_{mr1}$ = 0.02m/s *vs.* $V_{m1}$ = 0.01414m/s; $V_{mr2}$ = 0.08m/s *vs.*

$V_{m2}$ = 0.0762m/s, y $V_{mr3}$ = 2.0m/s *vs.*$V_{m3}$ = 1.87m/s, así, como $\alpha_1$ = 2, $\alpha_2$ = 1.1028, $\alpha_3$ = 1.1445, distribución parabólica para $\alpha_1$, y logarítmica para, $\alpha_2$, $\alpha_3$, a pesar de lo cual se sigue cumpliendo, la ecuación de continuidad.

La bibliografía consultada expone que para canales rectos y uniformes el coeficiente **α** de Coriolis está entre 1.03 y 1.36.

La antigua Unión Soviética y Holanda, países pioneros de la hidráulica, generalmente para el diseño de las obras, tuberías y canales, asumen **α** = 1.10.

En la Tabla 1 se muestran los valores de **α** y **β**, obtenidos por Kolupaila en su investigación, Se puede observar la notable variación entre los valores del coeficiente de Coriolis **α** (Chow, 1959; León, 2000).

*Tabla 1:* Datos de α y β para algunos canales obtenidos por Kolupailay referenciados por Chow (1959).

| Canales | Valores de α | | | Valores de β | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Mín | Prom | Máx | Mín | Prom | Máx |
| Canales regulares, canaletas y vertedores | 1.10 | 1.15 | 1.20 | 1.03 | 1.05 | 1.07 |
| Corrientes naturales y torrentes | 1.15 | 1.30 | 1.50 | 1.05 | 1.10 | 1.17 |
| Ríos bajo cubierta de hielo | 1.20 | 1.50 | 2.00 | 1.07 | 1.17 | 1.33 |
| Valles de ríos inundados | 1.50 | 1.75 | 2.00 | 1.17 | 1.25 | 1.33 |

Chow (1959:pág. 28) presenta valores de∝, de 2,08, 3.87 y 7.40, de ahí la necesidad de su correcta aplicación.

La ley que fue posteriormente modificada por Einstein en la ley de conservación de la energía de masas, consiste en una descripción del hecho de que la masa total y la energía en un sistema permanecen constantes. Esta enmienda incorpora el hecho de que la masa y la energía se pueden convertir de una a otra.

De acuerdo con las leyes de la conservación de la materia o de la masa y de la energía, éstas ni se crean ni se destruyen, solo se transforman. En nuestro caso el gasto másico que entra es igual al gasto másico que sale.

Gasto másico:

$$dm = \rho * V * dA \tag{54}$$

Integrando:

$$m = \rho * V * A \tag{55}$$

Para el agua, $\boldsymbol{\rho = 1}$

Por tanto:

$$m = V * A \tag{56}$$

V = velocidad del fluido.

Hay que ser consecuentes con los planteamientos.

Si es cierto que el coeficiente α de Coriolis influye en la carga de velocidad y este es mayor que la unidad por definición, entonces hay que aplicarlo, para obtener los resultados más próximos del fenómeno investigado.

Para los problemas hidráulicos, donde el flujo es turbulento, generalmente se considera que α = 1. A pesar de que esta suposición no es correcta, por lo antes expuesto, los resultados son correctos, porque lo cierto es que él no influye en los cálculos.

La cuestión está en el caso, en que el problema, sea de un flujo laminar donde, el coeficiente α, en cuyo caso, según la bibliografía, la carga de velocidad sería dos veces la calculada ($h = V^2/g$ en vez de $h = V^2/2g$).

Las fórmulas (11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 29 y 33), fueron propuestas por el que suscribe en el artículo "Fórmulas generales para los coeficientes de Chezy y de Manning" y las fórmulas (42, 43, 44, 49 y 53), son las propuestas en esta investigación.

El autor de esta propuesta reconoce que ha sido repetitivo e insistente en la redacción de este documento, pero no es fácil rebatir algo que ha sido reconocido y aplicado, por mucho tiempo y por innumerables conocedores del tema con sobrada experiencia y conocimientos.

Se necesita mente abierta y sin prejuicios para poder avanzar, en cualquier campo del conocimiento, porque no todo lo que nos enseñan y que se da por verdadero es correcto.

Los objetivos principales del conocimiento científico y de la ciencia son, alcanzar la verdad objetiva y obtener resultados más veraces y precisos, respectivamente.

Relación de parámetros:

$Q$: gasto ($m^3/s$).

$V_{mr}$: velocidad media real (m/s).

$V_m$: velocidad media (m/s).

$V_C$: velocidad crítica (m/s).

$A$: área ($m^2$).

$R_h$: radio hidráulico (m).

$S$: pendiente (Adim).

$D_i$: diámetro interior (m).

$h_N = y_N$: profundidad normal (m).

$h_C = y_C$: profundidad crítica (m).

$P$: profundidad hidráulica (m).

$h_f$: pérdidas de carga lineal (m).

$E_C$: energía cinética (m).

$Z$: energía potencial (m).

$P/\gamma$ : energía de presión (m).

$R_e$: número de Reynolds (adim).

$F_R$: número de Froude (adim).

$f_{W-D}$: coeficiente de Weisbach-Darcy (adim).

$C_R$: coeficiente de la resistencia fluida (adim).

$\alpha$ Y α: coeficiente Coriolis (adim).

β: coeficiente de Boussinesq (adim).

$\nu$ : Viscosidad cinemática ($m^2/s$).

$\gamma$ : Peso específico ($kgf/m^3$).

$\boldsymbol{\rho}$ **:** Densidad del fluido ($kg/m^3$)

$g$: gravedad ($m/s^2$).

## X. Conclusiones

1. El coeficiente **α**, de Coriolis no tiene influencia alguna sobre la carga de velocidad, porque él está implícito en el parámetro velocidad y/o en el parámetro gasto, de lasecuaciones de continuidad y Bernoulli. (Principios de conservación de la masa y la energía), respectivamente, aplicadas al flujo de fluidos.

$$Q = V * A$$

$$E_e = y + \frac{V_{mr}^2}{2g} = \frac{Q^2}{2g * A^2}$$

2. Definir el concepto de velocidad media real como:

$$\mathrm{V_{mreal}} = \frac{\mathrm{Q}}{\mathrm{A}}$$

3. Redefinir el concepto de velocidad media como:

$$\mathrm{V_{media}} = \frac{\mathrm{V_{mreal}}}{\sqrt{\alpha}} = \frac{\mathrm{Q}}{\sqrt{\propto} * \mathrm{A}}$$

*Agradecimientos*

Mis infinitos agradecimientos al amigo y colega, MSc. Ing. Alberto Díaz Ordaz, por haber revisado, hacer arreglos y dar consejos muy valiosos, sin los cuales me hubiese sido muy difícil llevar a feliz término esta investigación.

## References Références Referencias

1. Agroskin, I. I. (1960). *Hidráulica*. Tomo I.(pp. 285-336). La Habana, Cuba: Ministerio de Educación Superior, ISCA.
2. Chow, V. T. (1959). *Open-Chanel Hydraulics* (pp. 40-43, 192-197). La Habana, Cuba. Edición Revolucionaria, Instituto del Libro.
3. Jiménez, M. O.(mayo-junio, 2015). Fórmulas generales para los coeficientes de Chezy y Manning. *Tecnología y ciencias del agua*, 6(3), 33-38.
4. King, H.W. (1959). *Manual de Hidráulica* (pp. 254, 336-358). Edición Revolucionaria. La Habana, Cuba: Instituto del Libro.
5. León, M.J.F.A. (2000). *Hidráulica de las conducciones libres* (pp. 67-98, 194-278, 411-439, 674-676). Tomos I y II. La Habana, Cuba. Editorial Universitaria de Cuba.
6. Montes, J.S. (1998). *Hydraulics of Open Channel Flow.* Cap.4 (pp. 147-207). Reston, United Estates. American Society of Civil Engineers.
7. Nekrasov, B. (1968). *Hidráulica* (3ª ed.) (pp. 84-85). Moscú, Rusia: Editorial MIR.
8. Rocha, F. A. (2007). Hidráulica de tuberías y canales (1ra ed.) (pp. 101-130) *Academia.edu*.
9. Sotelo, A. G. (2002).*Hidráulica de canales* (pp. 79-89, 121-125). México, DF, México: Universidad Nacional Autónoma de México.
10. Sturm, T. W. (2001). *Open-Channel Hydraulics*, Cap. 4(pp. 97-150).
11. 1 st Edition. New York. United Estates. McGraw- Hill Water Resources and Environmental Engineering Textbook Series.
12. White, F. (2008). Mecánica de Fluidos, (*6ta ed.)* Aravaca. España.
13. McGraw- Hill Interamericana de España S. L.

*Notas:*

1. La masa es energía y viceversa. Una se transforma en la otra.

$$E = m \times C^2 \rightarrow \frac{E}{m} = C^2$$

La relación entre la masa y la energía es una constante, que es la Velocidad de la luz al cuadrado, ($C \cong 300\ 000\ km/s$).

2. Se puede demostrar que las ecuaciones de continuidad y Bernoulli, (masa y energía), son una misma.
3. Es muy posible que existan deficiencias en las normas de Global Journal y la redacción. Dejo a su disposición cualquier cambio al respecto.

Espero acuse de recibo.
Cordiales saludos.