ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL (ESPOL)
FACULTAD DE ING. EN CIENCIAS DE LA TIERRA (FICT)
INGENIERÍA CIVIL - 1er. EXAMEN DE HIDRÁULICA

ESTUDIANTE: — **Término: 2015-I**

MATRÍCULA: — **PARALELO 1** **FECHA: 09/VII/2015**

INDICACIONES GENERALES:

1) Lea atentamente TODAS las especificaciones de cada problema. Escriba claramente y sea ordenado (a) en el desarrollo de las respuestas.
2) Tomar en cuenta el **Art. 21 del Reglamento de Evaluaciones y Calificaciones de Pregrado de la ESPOL** (sobre deshonestidades Académicas **premeditada** y **circunstancial**), el **Artículo 7, literal g del Código de Ética de la ESPOL** y la **Resolución del Consejo Académico CAc-2013-108**, sobre compromiso ético de los estudiantes al momento de realizar un examen escrito. No tome riesgos innecesarios en ese sentido.
3) Tiene 2 horas para completar su examen. ¡Éxitos!

Ira. PARTE (20 PUNTOS):

1.- En flujo convexo (curvo hacia arriba), ¿cuál de las siguientes asunciones es CORRECTA, sobre la distribución REAL de presiones?: **(2 puntos)**

a) Igual a la hidrostática. b) Mayor que la hidrostática.

c) Menor que la hidrostática. d) Ninguna de las anteriores.

2.- La velocidad mínima permisible evita que: **(2 puntos)**

a) Haya sedimentación b) Haya crecimiento de vegetación

3.- La velocidad promedio en una columna de agua está alrededor de qué % de Y (medido desde la superficie): **(2 puntos)**

a) Superficie b) 0.20*Y c) 0.50*Y d) 0.60*Y e) 0.80*Y

4.- Elija V o F: "En la ecuación de onda cinemática, la pendiente de energía es idéntica a la pendiente de la superficie del agua" **(2 puntos)**

V F

5.- Verdadero o Falso: "Celeridad de una onda (c)": **(2 puntos)**

- V F : Las ondas de aguas intermedias dependen exclusivamente del tirante.
- V F : Si se conoce la velocidad de flujo y el número de Froude, se puede hallar c.
- V F : En régimen supercrítico y en subcrítico la relación entre Froude y V es una inecuación.
- V F : En régimen subcrítico, la onda puede viajar aguas arriba y abajo.

6.- Marque con X lo INCORRECTO: Leyes básicas de la Hidráulica **(2 puntos)**

[X] La Ecuación de Cauchy es un caso particular de las ecuaciones de Navier-Stokes.

[ ] Las ecuaciones de Navier-Stokes fueron derivadas para flujo incompresible.

[ ] El flujo gradualmente variado es un caso simplificado de las ec. de Saint-Venant.

[X] La suma de fuerzas externas sólo involucra: peso, viento, contracciones/expansiones, y gradiente de presiones.

7.- Escoja la(s) opción(es) CORRECTA(s) sobre tirante crítico y energía específica: **(3 puntos)**

[X] Usualmente para cada valor de E existen dos tirantes asociados.

[X] El tirante crítico es la única solución matemática y física cuando E es mínima.

[ ] Si el tirante aumenta, implica siempre mayor caudal.

8.- Una con líneas, según sea procedente: **(2 puntos)**

Régimen subcrítico	Sólo se da en régimen subcrítico
Régimen supercrítico	Caudales máximos
Flujo uniforme	Pendiente menor que la crítica
Régimen crítico	Tirante menor que el crítico

9.- Explique de manera CONCISA (si es preciso, con gráficos): **(3 puntos)**

¿En qué consiste el método de las diferencias finitas en la hidráulica computacional?

En hidráulica computacional se usa el método de las diferencias finitas para aproximar o discretizar la solución de diversos tipos de ecuaciones diferenciales parciales, ej: elípticas, parabólicas, hiperbólicas (Saint-Venant). Las diferencias finitas pueden comprenderse mejor a través de la definición de la 1ra derivada, y pueden ser orientadas:

a) Hacia adelante ("Forward")

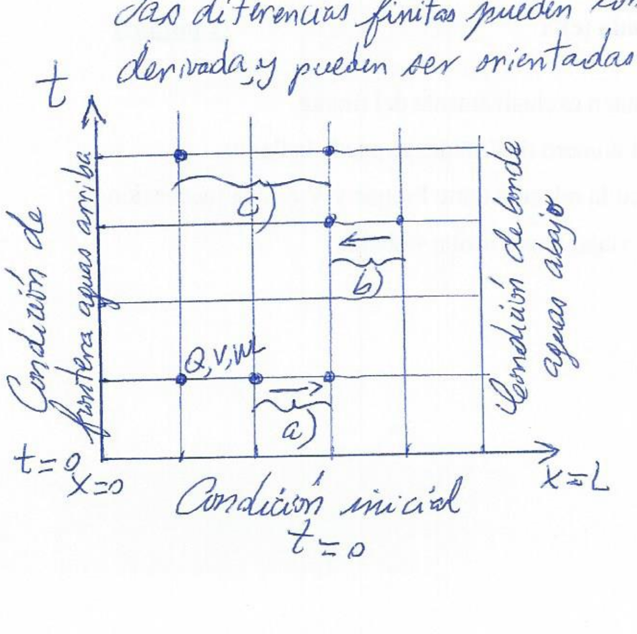
$$f'(x) = \lim_{h \to 0} \frac{f(x+h) - f(x)}{h}$$

b) Hacia atrás ("backwards")

$$f'(x) = \lim_{h \to 0} \frac{f(x) - f(x-h)}{h}$$

c) Centradas ("centered")

$$f'(x) = \lim_{h \to 0} \frac{f(x+\frac{1}{2}h) - f(x-\frac{1}{2}h)}{h}$$



NOMBRE:

\# MATRÍCULA: PRIMER EXAMEN DE HIDRÁULICA, 2015-I FICT, P-1

IIda. PARTE (10 PUNTOS):

A partir del **Teorema de Transporte de Reynolds**, demuestre:

a) La ecuación general; y,

b) Uno de los casos particulares,

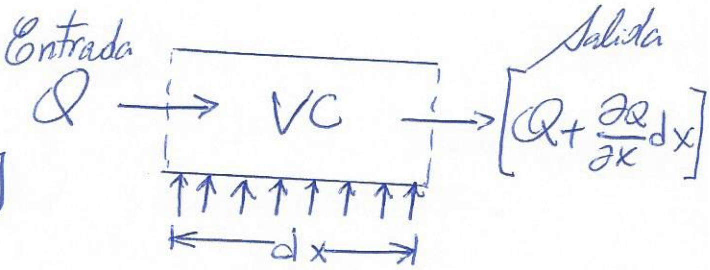
De la **primera** ecuación de Saint-Venant (1D), (Ley de conservación de la masa).

Teorema de Transporte de Reynolds:

$$\cancel{\frac{dm}{dt}}^{0} = \frac{\partial}{\partial t}\int_{VC} \rho \, d\forall + \int_{SC} \rho(\vec{v}\cdot\vec{n})\, dA$$

Cons. masa

$$0 = \frac{\partial}{\partial t}\left[\cancel{\rho} A \cancel{dx}\right] + \cancel{\rho}\underbrace{\left[\cancel{Q} + \frac{\partial Q}{\partial x}\cancel{dx}\right]}_{\text{Salidas}} - \cancel{\rho}\underbrace{\left[\cancel{Q} + q\cancel{dx}\right]}_{\text{Entradas}}$$



q = caudal / longitud

Almacenamiento:

$$\forall = A\, dx$$

ρ, dx : constantes

a) $$\boxed{\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} - q = \phi}$$ Ecuación General

5/5

b.1) Casos particulares:

Si $q = \phi$
$\wedge$ Canal ancho $\Rightarrow A = by$
$Q = vy$

$$\frac{\partial (\cancel{b}y)}{\partial t} + \frac{\partial (vy\cancel{b})}{\partial x} = \phi$$

$$\boxed{\frac{\partial y}{\partial t} + y\frac{\partial v}{\partial x} + v\frac{\partial y}{\partial x} = \phi}$$

5/5

b.2)

ó Si $q = \phi$

$\wedge$ A es constante $\Rightarrow$ $\cancel{\frac{\partial A}{\partial t}}^{0} + \frac{\partial Q}{\partial x} - \cancel{q}^{0} = \phi$

$$\frac{\partial Q}{\partial x} = 0 \Rightarrow$$ Flujo uniforme u Onda cinemática

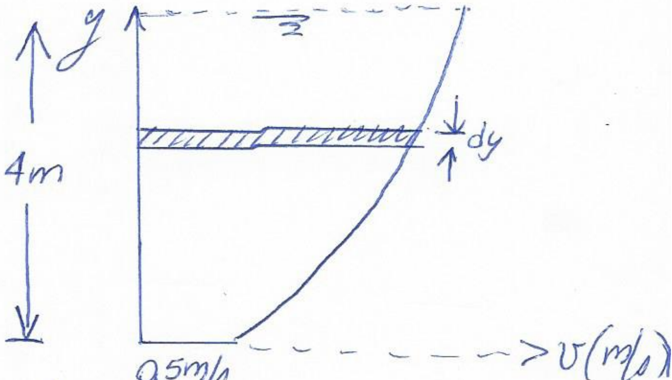
y, V, A, Q son constantes en tiempo y espacio

IIIra. PARTE (15 PUNTOS):

La distribución de velocidades, a lo largo de la columna de agua en un río muy ancho (b), de 4.00 m de profundidad y_o, varía desde 0.5 m/s muy cerca del fondo hasta 2.5 m/s en la superficie de acuerdo con la ecuación:

$$V = 0.5 + 2 * \left(\frac{y}{y_o}\right)^{0.5}$$

Calcular los coeficientes α, β.

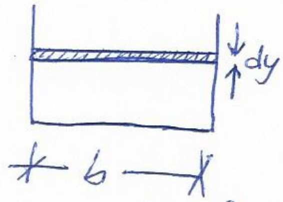


$A = b y_o = 4b \; ; \; y_o = 4m$

$dA = b\,dy$

$$\bar{v} = \frac{\int v\,dy}{y_o} = \frac{\int_0^4 \left[0.5 + 2\left(\frac{y}{y_o}\right)^{0.5}\right] dy}{4}$$

$$\bar{v} = \frac{\int_0^4 0.5\,dy + \int_0^4 2\left(\frac{y}{4}\right)^{0.5} dy}{4} = \frac{0.5y\Big|_0^4 + 2\left(\frac{1}{2}\right)\frac{y^{3/2}}{3/2}\Big|_0^4}{4}$$



$$\bar{v} = \frac{2 + \frac{2}{3}[8]}{4} = \boxed{1.833\ m/s} \#$$

5/5

$(a+b)^3 = a^3 + 3a^2b + 3ab^2 + b^3$

$$\alpha = \frac{\int v^3 dA}{\bar{V}^3 A} = \frac{\int_0^4 \left[0.5 + 2\left(\frac{y}{y_o}\right)^{0.5}\right]^3 \cancel{b}\,dy}{\bar{V}^3 [\cancel{b} y_o]} =$$

$$\alpha = \frac{\int_0^4 0.5^3 dy + \int_0^4 (3)(0.5)^2(2)\left(\frac{y}{4}\right)^{0.5} dy + \int_0^4 (3)(0.5)(2)^2\left(\frac{y^2}{16}\right)^{0.5} dy + \int_0^4 (2)^3\left(\frac{y^3}{4^3}\right)^{0.5} dy}{(1.833)^3(4)} =$$

$$\alpha = \frac{4(0.5)^3 + 3(0.5)^2(2)\frac{y^{1.5}}{3}\Big|_0^4 + 3(0.5)(4)\left(\frac{1}{4}\right)\left(\frac{1}{2}\right)y^2\Big|_0^4 + 8\left(\frac{1}{8}\right)\frac{y^{2.5}}{2.5}\Big|_0^4}{(1.833)^3(4)} =$$

$$\boxed{\alpha = 1.19} \#$$

5/5

$$\beta = \frac{\int v^2 dA}{\bar{V}^2 A} = \frac{\int_0^4 \left[0.5 + 2\left(\frac{y}{y_o}\right)^{0.5}\right]^2 \cancel{b}\,dy}{\bar{V}^2 \cancel{b} y_o} = \frac{\int_0^4 0.5^2 dy + \int_0^4 2(0.5)(2)\left(\frac{y}{4}\right)^{0.5} + \int_0^4 2^2\left(\frac{y}{4}\right) dy}{(1.833)^2(4)}$$

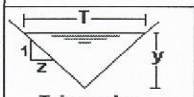
$$\beta = \frac{4(0.5)^2 + 2(0.5)\left(\frac{2}{4^{0.5}}\right)\frac{y^{1.5}}{1.5}\Big|_0^4 + \frac{y^2}{2}\Big|_0^4}{(1.833)^2(4)} = \boxed{\beta = 1.07} \#$$

5/5

IVta. PARTE (25 PUNTOS):

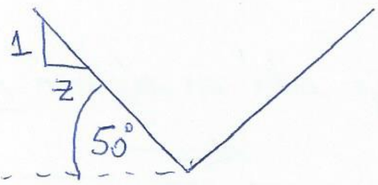
Un canal triangular, con inclinación lateral de 50° (ambos lados), tiene un caudal $Q = 16\ m^3/s$, con un coeficiente de Manning = 0.018. Calcule:

a) El tirante crítico;
b) La velocidad crítica;
c) La pendiente crítica.
d) La energía específica mínima.
e) El tipo de régimen, si se sabe que el tirante normal es 1.25 m. Justifique su respuesta.

Tipo de sección	Área A (m2)	Perímetro mojado P (m)	Radio hidráulico Rh (m)	Espejo de agua T (m)
 Triangular	zy^2	$2y\sqrt{1+z^2}$	$\dfrac{zy}{2\sqrt{1+z^2}}$	$2zy$

a) $Q = 16\ m^3/s$

$n = 0.018$



$\tan 50° = \dfrac{1}{z} \Rightarrow z = 0.839$

Bajo condiciones de tirante crítico:

$D = \dfrac{A}{T}$

$F = 1$

$V = \sqrt{gD} = c$

$\dfrac{Q}{A} = \sqrt{g\dfrac{A}{T}}$

$\dfrac{Q}{z y_c^2} = \sqrt{g\dfrac{\cancel{z} y_c^2}{2\cancel{z} y_c}}$

$\dfrac{Q}{z} \cdot \sqrt{\dfrac{2}{g}} = y_c^{5/2}$

$\boxed{y_c = 2.37 m}$ #

5/5

b) Velocidad crítica $= V_c = \dfrac{Q}{A_c}$

$V_c = \dfrac{16}{(0.839)(y_c^2)} = \boxed{3.40 m/s}$ #

5/5

c) Pendiente crítica: [normal]

$Q = \dfrac{1}{n} A_c R_{h_c}^{2/3} S_c^{1/2}$

$\left[\dfrac{Qn}{\dfrac{(zy^2)^{5/3}}{(2y_c\sqrt{1+z^2})^{2/3}}}\right]^2 = S_c = \left[\dfrac{16(0.018)}{4.71(0.761)^{2/3}}\right]^2$

$P_c = 2y\sqrt{1+z^2} = 6.187 m$

$A_c = zy^2 = 4.71 m^2$

$R_h = 0.761 m$

$\boxed{S_c = 0.00538 \cong 5.4 \times 10^{-3}}$ #

5/5

d) Energía específica mínima

$$E_{min} = y_c + \frac{V_c^2}{2g} = 2,37 + \frac{(3.40)^2}{2g} = \boxed{2.96\,m}$$ # 5/5

e) $y_n = 1.25\,m$

$y_c = 2,37\,m$

El flujo está en régimen supercrítico, porque $y_c > y_n$

5/5