



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA
DEL LITORAL (ESPOL)
FACULTAD DE ING. EN CIENCIAS
DE LA TIERRA (FICT)
INGENIERÍA CIVIL – 2do. EXAMEN DE HIDRÁULICA**



ESTUDIANTE: _____ Término: 2014-I
MATRÍCULA: _____ PARALELO 1 FECHA: 04/IX/2014

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.- La pendiente normal-critica implica: (2 puntos)

- a) Flujo uniforme no permanente. b) Sólo se puede usar E. Específica o Q máximo.
c) Se puede usar sólo Manning para cálculos. d) El caudal es constante y máximo.

2.- Mencione 3 variables exclusivas del método de la fuerza tractiva: (2 puntos)

Ángulo de reposo Peso unitario Ángulo de la pendiente

3.- Para estimar la rugosidad equivalente de un canal compuesto, bajo el supuesto que el Q total = sumatoria de Q parciales, ¿cuál fórmula es la más adecuada?: (2 puntos)

- a) Horton b) Lotter c) Einstein (d) Pavlovski

4.- Defina: “¿Qué es la velocidad mínima permisible?” (2 puntos)

Velocidad mínima para prevenir ^{1.} sedimentación ; y 2.) Crecimiento de vegetación.

5.- Verdadero o Falso: “Flujo gradualmente variado”: (2 puntos)

- F Los perfiles reemplazan a los tirantes normales en todo tramo.
- F El único criterio para estimar un perfil es la comparación de tirantes.
- F : La zona 2 es siempre decreciente.
- F : El salto hidráulico no es un tipo de perfil gradualmente variado.

6.- Marque con X lo que sea INCORRECTO sobre canales con vegetación: (2 puntos)

- El grado de retardo aumenta con la altura y diámetro de la planta.
- Es siempre mejor utilizar los valores de pastos de otros países para adaptar al propio.
- El tener vegetación en un canal siempre es un problema.
- Al analizar el flujo a través de pastos, la capa límite debe ser considerada como umbral de cálculo.

7.- Escoja la(s) opción(es) CORRECTA(S) sobre socavación en puentes: (2 puntos)

- La socavación local tiene lugar cerca de las pilas y estribos.
- Es suficiente emplear un caudal promedio anual para analizar socavación.
- Para el cálculo de la velocidad crítica de sedimentación, V_s , se usa el número adimensional de Froechlich.
- El esviamiento tiene un efecto considerable sobre la estimación de la socavación.

8.- Escoja la(s) opción(es) adecuada(s). Para armar un modelo sencillo de un canal con flujo uniforme en HEC-RAS se necesitaba, entre otras cosas: (2 puntos)

- a) Coordenadas de los tramos, sección del canal, condiciones de borde.
- b) Pendiente, tamaño del material, coordenadas de los tramos.
- c) Sección del canal, tirante del canal, caudales de diseño, ancho del puente.
- d) Caudales de diseño, sección del canal, condiciones de borde, pendiente.

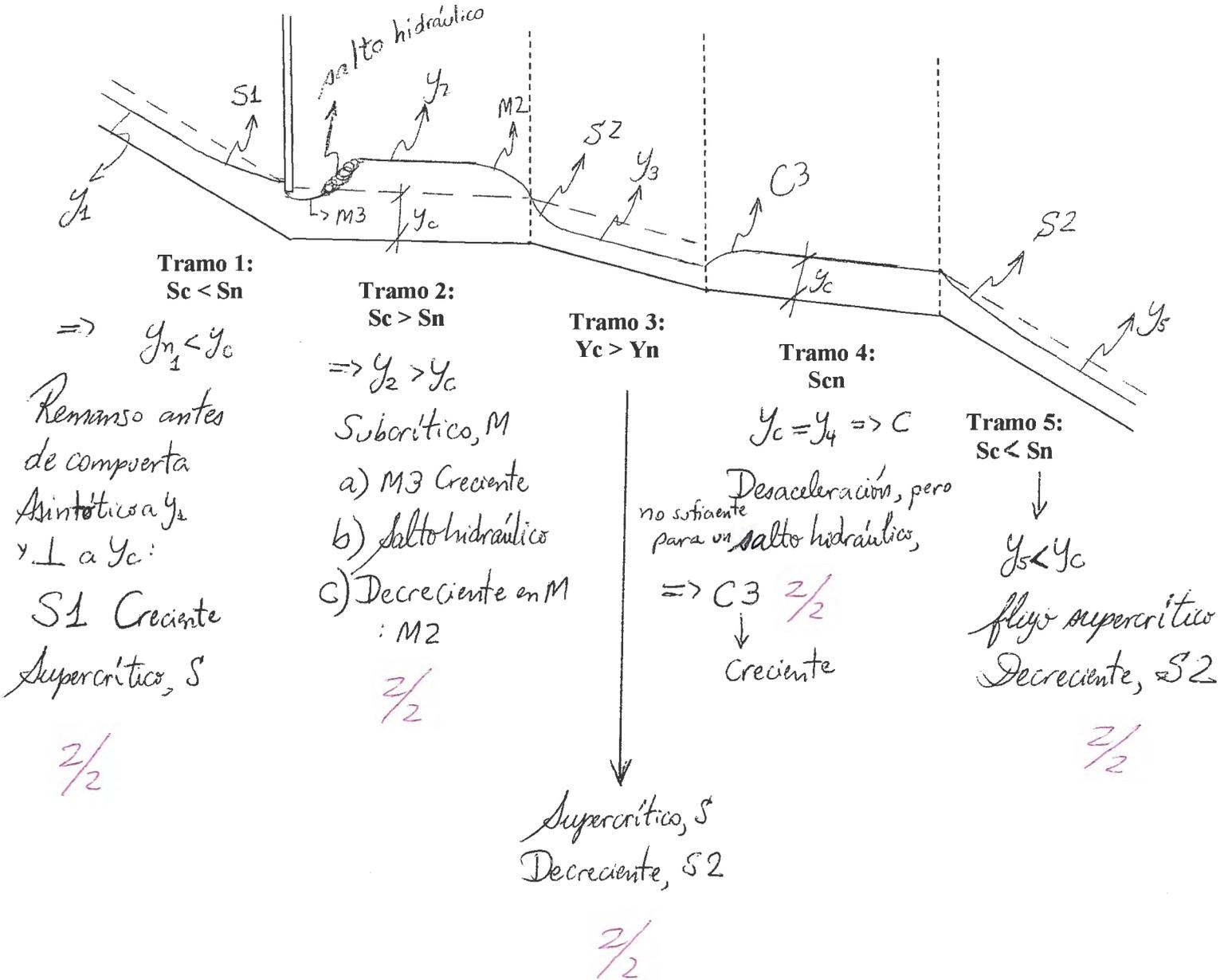
9.- Comente concisa y brevemente. Mencione 2 situaciones en las cuales se notó el efecto de la tensión superficial en el laboratorio: (4 puntos)

1) Al emplear el tubo de Pitot "artesanal" el tubo de 0.8 cm trabajó bien, con mínimo efecto de la Tensión superficial; pero, diámetros menores mostraban un volumen de agua atrapado (prueba con el vaso)

2) Las paredes del canal mostraban al agua "colgándose" del vidrio.

II da. PARTE (10 PUNTOS):

Bosqueje el tirante crítico, los tirantes normales, y los perfiles graduales y rápidamente variados que pudieren ocurrir en los 5 tramos mostrados en la figura. Al final del primer tramo se encuentra una compuerta. Justifique cada una de sus respuestas.



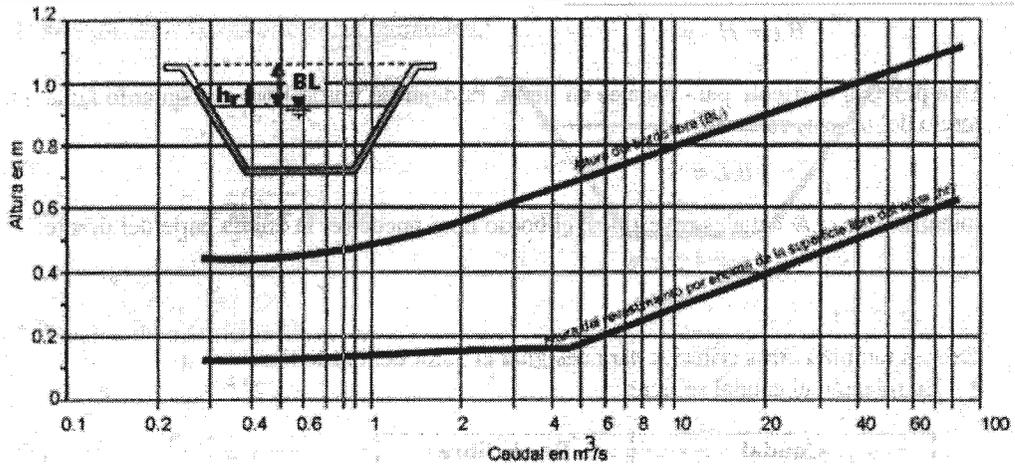
IIIra. PARTE (10 PUNTOS):

Calcule el ancho de solera, ancho superior T, y la profundidad de flujo para un canal trapezoidal que por especificaciones debe tener una inclinación longitudinal de una pendiente de 1.1 o/oo y que debe conducir un flujo volumétrico de 15 m³/s. El canal se excava en tierra que contiene limos aluviales (arenosos), no coloidales. Añada un valor apropiado para el borde libre, de estilo conservador. Refina todas las dimensiones y grafique la sección final.

Material	n	Agua limpia	
		V (m/s)	To (N/m ²)
Arena fina coloidal	0,020	0,457	1,29
Marga arenosa no coloidal	0,020	0,533	1,77
Marga limosa no coloidal	0,020	0,610	2,30
Limos aluviales, no coloidales	0,020	0,610	2,30
Tierra negra firme común	0,020	0,762	3,59
Ceniza volcánica	0,020	0,762	3,59
Arcilla dura muy coloidal	0,025	1,140	12,40
Limos aluviales, coloidales	0,025	1,140	12,40
Esquistos y subsuelos de arcilla dura	0,025	1,830	32,10
Grava fina	0,020	0,762	3,59
Tierra negra gradada a cantos rodados, cuando no es coloidal	0,030	1,140	18,20
Limos gradados a cantos rodados coloidales	0,030	1,220	20,60
Grava gruesa no coloidal	0,025	1,220	14,40
Cantos rodados y ripios de cantera	0,035	1,520	43,60

Talud z:1

Tipo de material	Talud
	Canal poco profundo
Roca	VERTICAL
Arcilla compacta	0.5 : 1.0
Limos arcillosos	1.0 : 1.0
Limos arenosos	1.5 : 1.0
Arena suelta	2.0 : 1.0



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

DATOS:

$$S = 1.1/1000 = 0.0011$$

$$Q = 15 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V_{\text{max}} = 0.61 \text{ m/s} \left. \begin{array}{l} \text{Tablas} \\ \eta = 0.020 \\ z = 1.5 \end{array} \right\}$$

$$\frac{Q}{V} = 24.59 \text{ m}^2 = A ; \text{ Manning: } \frac{Qn}{\sqrt{S}} = AR_h^{2/3}$$

$$R_h = 0.367 \text{ m} \quad R_h = 0.223 \text{ m}$$

$$P = \frac{A}{R_h} = 110.27 \text{ m}$$

$$\begin{cases} (b+zy)y = 24.59 \text{ m}^2 & (b+1.5y)y = 24.59 \quad (1) \\ b+2y\sqrt{1+z^2} = 110.27 \text{ m} & b+3.6055y = 110.27 \quad (2) \end{cases}$$

$$\Rightarrow b = 110.27 - 3.6055y$$

$$(2) \text{ en } (1): (110.27 - 3.6055y + 1.5y)y = 24.59$$

$$110.27y - 2.1055y^2 = 24.59$$

$$2.1055y^2 - 110.27y + 24.59 = 0$$

$$\begin{aligned} y_1 &= 52.148 \text{ m} \Rightarrow b_1 = -77.75 \text{ m} \quad \times \\ y_2 &= 0.2239 \text{ m} \Rightarrow b_2 = 109.46 \text{ m} \quad \checkmark \end{aligned}$$

$$b = 109.46 \text{ m} \approx 110 \text{ m}$$

$$y = 0.2239 \text{ m} \approx 0.25 \text{ m}$$

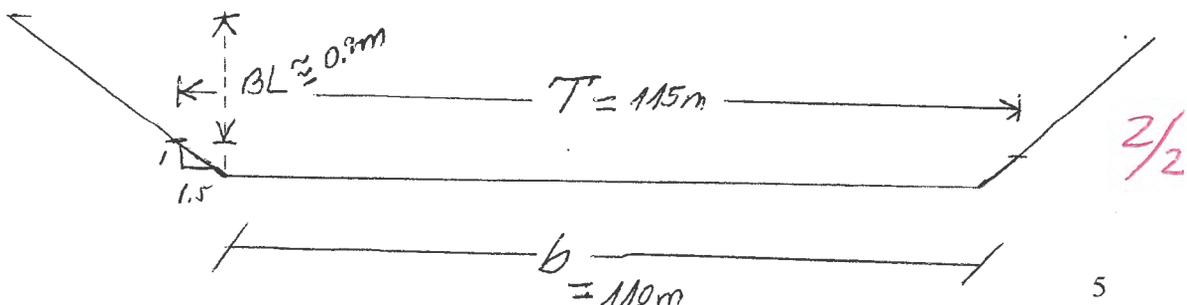
$$T = b + 2zy = 110.13 \text{ m} \approx 115 \text{ m}$$

$$BL \text{ (gráfico)} \approx 0.88 \text{ m} \text{ (Conservador)} \\ \approx 0.9 \text{ m}$$

Comentario:

El canal es excesivamente ancho para el tirante hallado. Se recomienda revisar & readaptar:

- La pendiente; o
- El caudal; o
- El tipo de suelo $\rightarrow V_{\text{máx}}$



IVta. PARTE (10 PUNTOS):

Estime la socavación por contracción para el banco derecho de la sección 4 aguas arriba de un puente, cuyos datos están enlistados en la tabla adjunta. El diámetro pasante 50% es 0.45 mm y la temperatura del agua es 20°C. La gravedad específica del sedimento es 2.65. BU = Bridge upstream. $K_v = 3.28 \text{ m}^{-1}$. Viscosidad cinemática del agua = 1×10^{-6} . Comente sus resultados.

$$\tau_s = \theta_{cr} (\gamma_s - \gamma) D_s \quad V_s [m/s] = \frac{\sqrt{\theta_{cr} (\delta_r - 1)}}{0.0414} * V^{1/6} * d_{50}^{2/3}$$

Sección	Variable	Banco Izq.	Canal princ.	Banco Der.
4	Sf	0.0003	0.0003	0.0003
	y (m)	0.75	2.6	0.74
	V (m/s)	0.3	1.4	0.25
	Q (m3/s)	40	180	40
	b (m)	160	45.0	170.0
BU	y (m)	0.45	2.40	0.45
	V (m/s)	0.45	2.20	0.45
	Q (m3/s)	0.61	248.78	0.61
	b (m)	3.00	50.00	3.00

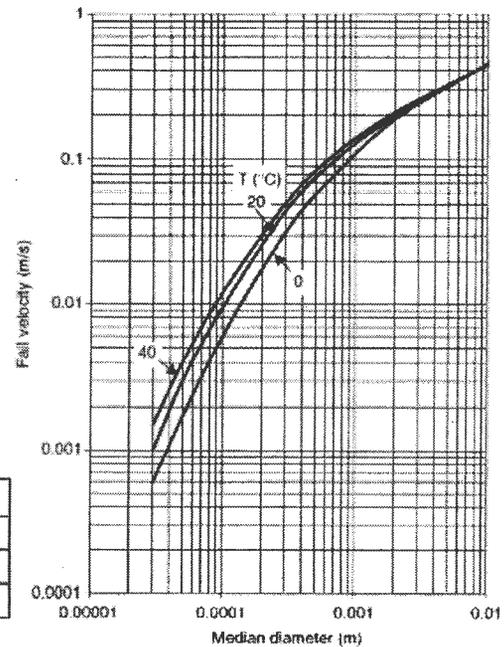
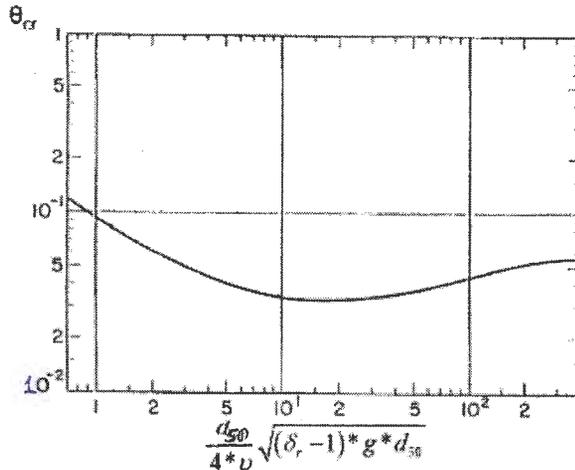
Socavación "fondo móvil" (Laursen):

$$y_s = y_1 \left(\frac{Q_{BU}}{Q_1} \right)^{6.7} \left(\frac{b_1}{b_{BU}} \right)^{k_1} - y_{BU}$$

Socavación "limpia" (Laursen):

$$y_s = \left(\frac{Q_{BU}^2}{C_U D_m^{2/3} b_{BU}^2} \right)^{3/7} - y_{BU}$$

$$C_U = \frac{\theta_{cr} (\delta_r - 1)}{\left(\frac{0.034 * K_v^{1.6}}{1.25^{1.6}} \right)^2}$$



V/w	Tipo de Transporte de fondo	k _f
<0.5	Mayormente descarga de fondo	0.59
0.5-2.0	Algo de descarga suspendida	0.64
>2.0	Mayormente carga de suspensión	0.69

$$V_* = \sqrt{g y_s f}$$

Banco derecho sección BU

Grafico de Shields: (Ejex)

$$S_f = 0.0003$$

$$y_{BU} = 0.45 \text{ mm} = 0.00045 \text{ m}$$

$$V = 0.45 \text{ m/s}$$

$$Q = 0.61 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$b = 3 \text{ m} ; \delta_r = 2.65$$

$$K_v = 3.28 \text{ m}^{-1} ; D_{50} =$$

$$\sqrt{1 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}}$$

$$\frac{d_{50}}{4.5} \sqrt{(2.65-1)(9.8)(d_{50})} = 9.60 \quad \left. \vphantom{\frac{d_{50}}{4.5}} \right\} 1/1$$

$$\Rightarrow \text{Shedd: } \tau_{cr} = 0.034$$

$$V_{s_{BU}} = \frac{\sqrt{\tau_{cr}(\delta_r-1)}}{0.0414} y_{BU}^{1/6} d_{50}^{1/3} = 0.38 \text{ m/s} \quad \rightarrow 2/2$$

$$\frac{V_{BU}}{V_{s_{BU}}} = \frac{0.45}{0.38} = 1.18 \Rightarrow 118\% \Rightarrow$$

1/1 Habría la posibilidad de excavación de fondo móvil. Hay que confirmar.

Excavación de fondo móvil: Banco derecho

$$y_{s_{BU}} = y_A \left(\frac{Q_{s_{BU}}}{Q_A} \right)^{6/7} \left(\frac{k_A}{k_{s_{BU}}} \right)^{K_i} - y_{BU} \quad \left. \vphantom{y_{s_{BU}}} \right\} 2/2$$

$$y_{s_{BU}} = 0.74 \left(\frac{0.61}{40} \right)^{6/7} \left(\frac{170}{3} \right)^{0.64} - 0.45$$

$$y_{s_{BU}} = -0.178 \text{ m} \Rightarrow$$

Se confirma que no hay excavación alguna, 2/2 en el banco derecho.

$$V_* = \sqrt{g y_{s_{BU}} S_{f_{s_{BU}}}} = 0.036 \text{ m/s}$$

$$w \approx 0.07 \text{ m/s} \quad [20^\circ\text{C}] \quad 2/2$$

$$\frac{V_*}{w} = 0.514 \approx K_i = 0.64$$

Algo de descarga suspendida

