Hidráulica de Canales Abiertos
Trabajo Práctico Integrador

Manuel Álvarez
Manuel F. Martín

14 de Septiembre de 2016

Etapa 1

a) **Rasante**

Para trazar la rasante tuvimos en cuenta las siguientes pautas:

- Realizar exclusivamente excavaciones, lo que implica que la rasante se ubique por debajo de la cota del fondo existente o la supere en a lo sumo $20cm$ en $200m$, ya que realizar un relleno es muy dificil y costoso.
- Intentar que la misma se adapte de la mejor manera posible a la topografía existente, de manera tal que se realice la menor cantidad de excavaciones posibles.

b) **Dimensionamiento de los tramos de material erosionable**

La revancha que adoptamos es de un 20%. Si bien el valor de ésta no se calcula con un fórmula matemática, podemos tener en cuenta que en general, para canales de débil pendiente, se utilizan revanchas que oscilan entre el 5% y el 30%. Para elegir el valor de la nuestra consideramos la presencia de un camino y un alambrado cercanos.

Método de la velocidad máxima

Tramo 1

$$r = 20\% \qquad h_{disp} = 1.12m \, \text{(en progresiva } 5.6km) \qquad I = 0.00147$$

$$Q = 3.85m^3/s \qquad V_{max} = 1.5m/s \qquad n = 0.035 \qquad m = 1$$

Relación de huecos: 0.3 Agua: poco limosa, limo muy fino

Calculamos el área estable

$$A_e = \frac{Q}{V_{max}} = \frac{3.85m^3/s}{1.5m/s} = 2.57m^2$$

Luego, aplicando la ecuación de Chazy Manning

$$V_{max} = \frac{1}{n} R^{2/3} I^{1/2} \Longrightarrow \quad R = 1.6m$$

$$P = \frac{A_e}{R} = \frac{2.57m^2}{1.6m} = 1.61m$$

$$\begin{cases} A_e = B_f y + m y^2 \\ P = B_f + 2y\sqrt{1+m^2} \end{cases} \quad \Longrightarrow \quad \text{sólo soluciones complejas}$$

<u>Tramo 2</u>

$$r = 20\% \qquad h_{disp} = 1.83m \,(\text{en progresiva } 4.1km) \qquad I = 0.00105$$

$$Q = 6.6m^3/s \qquad V_{max} = 1.5m/s \qquad n = 0.035 \qquad m = 1$$

Relación de huecos: 0.3 Agua: poco limosa, limo muy fino

Calculamos el área estable

$$A_e = \frac{Q}{V_{max}} = \frac{6.6m^3/s}{1.5m/s} = 4.4m^2$$

Luego, aplicando la ecuación de Chazy Manning

$$V_{max} = \frac{1}{n} R^{2/3} I^{1/2} \Longrightarrow \quad R = 2.06m$$

$$P = \frac{A_e}{R} = \frac{4.4m^2}{2.06m} = 2.14m$$

$$\begin{cases} A_e = B_f y + m y^2 \\ P = B_f + 2y\sqrt{1+m^2} \end{cases} \quad \Longrightarrow \quad \text{sólo soluciones complejas}$$

<u>Tramo 3</u>

$$r = 20\% \qquad h_{disp} = 2.47m \,(\text{en progresiva } 2.5km) \qquad I = 0.00086$$

$$Q = 11.6m^3/s \qquad V_{max} = 1.5m/s \qquad n = 0.035 \qquad m = 1$$

Relacion de huecos: 0.3 Agua: poco limosa, limo muy fino

Calculamos el área estable

$$A_e = \frac{Q}{V_{max}} = \frac{11.6m^3/s}{1.5m/s} = 7.73m^2$$

Luego, aplicando la ecuación de Chazy Manning

$$V_{max} = \frac{1}{n} R^{2/3} I^{1/2} \Longrightarrow \quad R = 2.4m$$

$$P = \frac{A_e}{R} = \frac{7.73m^2}{2.4m} = 3.22m$$

$$\begin{cases} A_e = B_f y + m y^2 \\ P = B_f + 2y\sqrt{1+m^2} \end{cases} \quad \Longrightarrow \quad \text{sólo soluciones complejas}$$

Conclusión

Este método no es aplicable para estos casos en particular dados los datos disponibles. Para poder obtener soluciones reales podríamos bajar la V_{max}, sin embargo dejaría de ser el método de la velocidad máxima. Debido a ésto debemos utilizar el método de la fuerza tractiva para poder hacer el dimensionamiento en forma más precisa.

Método de la fuerza tractiva

Tramo 1

$$r = 20\% \qquad h_{disp} = 1.12m \,\text{(en progresiva } 5.6km) \qquad I = 0.00147$$

$$Q = 3.85m^3/s \qquad V_{max} = 1.5m/s \qquad n = 0.035 \qquad m = 1$$

$$\text{Relación de huecos: } 0.3 \qquad \text{Agua: poco limosa, limo muy fino}$$

Suelo cohesivo:

$$\begin{aligned} \tau_{resistente\,talud} &= \tau_{resistente\,fondo} \\ \tau_{act\,talud} &= 0.75\,\gamma\,y\,I \leq \tau_{resistente\,talud} \\ \tau_{act\,fondo} &= 0.97\,\gamma\,y\,I \leq \tau_{resistente\,fondo} \Longrightarrow \text{más condicionante} \end{aligned}$$

Con la relación de huecos y el tipo de suelo, buscamos en la tabla que vincula fuerza tractiva con relación de huecos y obtenemos el $\tau_{resistentefondo} = 0.38lb/ft^2 = 1.855kg/m^2$.

$$\begin{aligned} y &\leq \frac{\tau_{resistente\,fondo}}{0.97\,\gamma\,I} \\ y &\leq 1.30m \end{aligned}$$

A pesar de que el suelo podría soportar un tirante mayor a nuestra h_{disp}, en este caso la h_{disp} sigue siendo $1.12m$, ya que si adoptáramos un h_{disp} mayor, el canal podría desbordarse. Considerando la revancha obtenemos $1.2y = 1.12m$, luego $y = 0.93m$.

$$\begin{cases} Q = VA \\ V = \frac{1}{n}R^{2/3}I^{1/2} \end{cases} \Longrightarrow \quad Q = \frac{1}{n}R^{2/3}I^{1/2}A$$

$$\begin{cases} Q = \frac{1}{n}R^{2/3}I^{1/2}A \\ R = \dfrac{A}{P} \\ A = B_f y + my^2 \\ P = B_f + 2y\sqrt{1+m^2} \end{cases} \Longrightarrow \begin{cases} Q = \frac{1}{0.035}R^{2/3}0.00147^{1/2}A \\ R = \dfrac{A}{P} \\ A = B_f 0.93m + (0.93m)^2 \\ P = B_f + 20.93m\sqrt{2} \end{cases} \Longrightarrow \quad B_f = 3.92m$$

Debido a que la apreciación debe ser de $0.1m$, adoptamos $B_f = 4m$. Luego, calculamos el tirante correspondiente para el B_f adoptado.

$$\begin{cases} Q = \frac{1}{n}R^{2/3}I^{1/2}A \\ R = \dfrac{A}{P} \\ A = B_f y + my^2 \\ P = B_f + 2y\sqrt{1+m^2} \end{cases} \Longrightarrow \begin{cases} Q = \frac{1}{0.035}R^{2/3}0.00147^{1/2}A \\ R = \dfrac{A}{P} \\ A = 4my + y^2 \\ P = 4m + 2y\sqrt{2} \end{cases} \Longrightarrow \quad y = 0.92m$$

Luego,

$$\begin{cases} A = B_f y + my^2 \\ P = B_f + 2y\sqrt{1+m^2} \end{cases} \implies \begin{cases} A = 4.53m^2 \\ P = 6.60m \end{cases} \implies \quad R = 0.69m$$

<u>Verificación</u>

- Tensiones

$$\begin{aligned} 0.97\,\gamma\,R\,S &\leq \tau_{resistente\,fondo} \\ 0.97\,1000kg/m^3\,0.69m\,0.00147 &\leq \tau_{resistente\,fondo} \\ 0.984kg/m^2 &\leq 1.855kg/m^2 \qquad \therefore VERIFICA \end{aligned}$$

- Escurrimiento
  - De la ecuación de continuidad obtenemos la velocidad media:

$$V_m = \frac{Q}{A} = \frac{3.85m^3/s}{4.53m^2} = 0.85m/s$$

  - Para obtener la V_{min}, sabiendo el tirante y el tipo de agua, poco limoso de limo fino, buscamos en la tabla de velocidades mínimas y obtenemos $V_{min} = 0.44m/s$.

$$\begin{cases} V_{min} = 0.44m/s \\ V_{max} = 1.5m/s \end{cases} \implies \quad V_m = 0.85m/s \qquad \therefore VERIFICA$$

- Desborde

$$r = 20\% \qquad h_{disp} = 1.12m$$

$$\begin{aligned} y + r &\leq h_{disp} \\ 0.92m + 0.2 \times 0.92m &\leq h_{disp} \\ 1.10m &\leq 1.12m \qquad \therefore VERIFICA \end{aligned}$$

<u>Tramo 2</u>

$$r = 20\% \qquad h_{disp} = 1.83m\,(\text{en progresiva } 4.1km) \qquad I = 0.00105$$

$$Q = 6.6m^3/s \qquad V_{max} = 1.5m/s \qquad n = 0.035 \qquad m = 1$$

Relación de huecos: 0.3 Agua: poco limosa, limo muy fino

Suelo cohesivo:

$$\begin{aligned} \tau_{resistente\,talud} &= \tau_{resistente\,fondo} \\ \tau_{act\,talud} &= 0.75\,\gamma\,y\,I \leq \tau_{resistente\,talud} \\ \tau_{act\,fondo} &= 0.97\,\gamma\,y\,I \leq \tau_{resistente\,fondo} \implies \text{más condicionante} \end{aligned}$$

Con la relación de huecos y el tipo de suelo, buscamos en la tabla que vincula fuerza tractiva con relación de huecos y obtenemos el $\tau_{resistente\,fondo} = 0.38lb/ft^2 = 1.855kg/m^2$

$$\begin{aligned} y &\leq \frac{\tau_{resistente\,fondo}}{0.97\,\gamma\,I} \\ y &\leq 1.82m \end{aligned}$$

A pesar de que la altura máxima disponible es de $1.83m$, las características del suelo nos limitan la h_{disp} a $1.82m$. Considerando la revancha obtenemos $1.2y = 1.82m$, luego $y = 1.52m$.

$$\begin{cases} Q = V\,A \\ V = \frac{1}{n}R^{2/3}I^{1/2} \end{cases} \implies \quad Q = \frac{1}{n}R^{2/3}I^{1/2}A$$

$$\begin{cases} Q = \frac{1}{n}R^{2/3}I^{1/2}A \\ R = \dfrac{A}{P} \\ A = B_f y + my^2 \\ P = B_f + 2y\sqrt{1+m^2} \end{cases} \implies \begin{cases} Q = \frac{1}{0.035}R^{2/3}0.00105^{1/2}A \\ R = \dfrac{A}{P} \\ A = B_f 1.52m + (1.52m)^2 \\ P = B_f + 2\,1.52m\sqrt{2} \end{cases} \implies \quad B_f = 3.289m$$

Ya que no se debe disminuir la sección aguas abajo, adoptamos $B_f = 4m$, de modo que sea igual al utilizado en el tramo anterior. Luego, calculamos el tirante correspondiente para el B_f adoptado.

$$\begin{cases} Q = \frac{1}{n}R^{2/3}I^{1/2}A \\ R = \dfrac{A}{P} \\ A = B_f y + my^2 \\ P = B_f + 2y\sqrt{1+m^2} \end{cases} \implies \begin{cases} Q = \frac{1}{0.035}R^{2/3}0.00105^{1/2}A \\ R = \dfrac{A}{P} \\ A = 4my + y^2 \\ P = 4m + 2y\sqrt{2} \end{cases} \implies \quad y = 1.38m$$

Luego,

$$\begin{cases} A = B_f y + my^2 \\ P = B_f + 2y\sqrt{1+m^2} \end{cases} \implies \begin{cases} A = 7.42m^2 \\ P = 7.90m \end{cases} \implies \quad R = 0.94m$$

<u>Verificación</u>

- Tensiones

$$\begin{aligned} 0.97\,\gamma\,R\,S &\leq \tau_{resistente\,fondo} \\ 0.97\,1000kg/m^3\,0.94m\,0.00105 &\leq \tau_{resistente\,fondo} \\ 0.957kg/m^2 &\leq 1.855kg/m^2 \qquad \therefore VERIFICA \end{aligned}$$

- Escurrimiento
  - De la ecuación de continuidad obtenemos la velocidad media:

$$V_m = \frac{Q}{A} = \frac{6.6m^3/s}{7.42m^2} = 0.89m/s$$

  - Para obtener la V_{min}, sabiendo el tirante y el tipo de agua, poco limoso de limo fino, buscamos en la tabla de velocidades mínimas y obtenemos $V_{min} = 0.53m/s$.

$$\begin{cases} V_{min} = 0.53m/s \\ V_{max} = 1.5m/s \end{cases} \implies \quad V_m = 0.89m/s \qquad \therefore VERIFICA$$

- Desborde

$$r = 20\% \qquad h_{disp} = 1.82m$$

$$\begin{aligned} y + r &\leq h_{disp} \\ 1.38m + 0.2 \times 1.38m &\leq h_{disp} \\ 1.66m &\leq 1.82m \qquad \therefore VERIFICA \end{aligned}$$

Tramo 3

$$r = 20\% \qquad h_{disp} = 2.47m \, (\text{en progresiva } 2.5km) \qquad I = 0.00086$$

$$Q = 11.6m^3/s \qquad V_{max} = 1.5m/s \qquad n = 0.035 \qquad m = 1$$

Relacion de huecos: 0.3 Agua: poco limosa, limo muy fino

Suelo cohesivo:

$$\begin{aligned} \tau_{resistente\,talud} &= \tau_{resistente\,fondo} \\ \tau_{act\,talud} &= 0.75\,\gamma\,y\,I \leq \tau_{resistente\,talud} \\ \tau_{act\,fondo} &= 0.97\,\gamma\,y\,I \leq \tau_{resistente\,fondo} \Longrightarrow \text{más condicionante} \end{aligned}$$

Con la relación de huecos y el tipo de suelo, buscamos en la tabla que vincula fuerza tractiva con relación de huecos y obtenemos el $\tau_{resistente\,fondo} = 0.38lb/ft^2 = 1.855kg/m^2$

$$\begin{aligned} y &\leq \frac{\tau_{resistente\,fondo}}{0.97\,\gamma\,I} \\ y &\leq 2.21m \end{aligned}$$

A pesar de que la altura máxima disponible es de $2.47m$, las características del suelo nos limitan la h_{disp} a $2.21m$. Considerando la revancha obtenemos $1.2y = 2.21m$, luego $y = 1.84m$.

$$\begin{cases} Q = V\,A \\ V = \frac{1}{n}R^{2/3}I^{1/2} \end{cases} \Longrightarrow \quad Q = \frac{1}{n}R^{2/3}I^{1/2}A$$

$$\begin{cases} Q = \frac{1}{n}R^{2/3}I^{1/2}A \\ R = \dfrac{A}{P} \\ A = B_f y + my^2 \\ P = B_f + 2y\sqrt{1+m^2} \end{cases} \Longrightarrow \begin{cases} Q = \frac{1}{0.035}R^{2/3}0.00086^{1/2}A \\ R = \dfrac{A}{P} \\ A = B_f 1.84m + (1.84m)^2 \\ P = B_f + 2\,1.84m\sqrt{2} \end{cases} \Longrightarrow \quad B_f = 4.75m$$

Debido a que la apreción debe ser de $0.1m$, adoptamos $B_f = 4.8m$. Luego, calculamos el tirante correspondiente para el B_f adoptado.

$$\begin{cases} Q = \frac{1}{n}R^{2/3}I^{1/2}A \\ R = \dfrac{A}{P} \\ A = B_f y + my^2 \\ P = B_f + 2y\sqrt{1+m^2} \end{cases} \Longrightarrow \begin{cases} Q = \frac{1}{0.035}R^{2/3}0.00086^{1/2}A \\ R = \dfrac{A}{P} \\ A = 4.8my + y^2 \\ P = 4.8m + 2y\sqrt{2} \end{cases} \Longrightarrow \quad y = 1.83m$$

Luego,

$$\begin{cases} A = B_f y + my^2 \\ P = B_f + 2y\sqrt{1+m^2} \end{cases} \Longrightarrow \begin{cases} A = 12.13m^2 \\ P = 9.98m \end{cases} \Longrightarrow \quad R = 1.22m$$

<u>Verificación</u>

- Tensiones

$$
\begin{aligned}
0.97\,\gamma\,R\,S &\leq \tau_{resistente\,fondo} \\
0.97\,1000kg/m^3\,1.22m\,0.00086 &\leq \tau_{resistente\,fondo} \\
1.018kg/m^2 &\leq 1.855kg/m^2 \qquad \therefore VERIFICA
\end{aligned}
$$

- Escurrimiento
  - De la ecuación de continuidad obtenemos la velocidad media:

$$V_m = \frac{Q}{A} = \frac{11.6m^3/s}{12.13m^2} = 0.95m/s$$

  - Para obtener la V_{min}, sabiendo el tirante y el tipo de agua, poco limoso de limo fino, buscamos en la tabla de velocidades mínimas y obtenemos $V_{min} = 0.63m/s$.

$$\begin{cases} V_{min} = 0.63m/s \\ V_{max} = 1.5m/s \end{cases} \implies \quad V_m = 0.95m/s \qquad \therefore VERIFICA$$

- Desborde

$$r = 20\% \qquad h_{disp} = 2.21m$$

$$
\begin{aligned}
y + r &\leq h_{disp} \\
1.83m + 0.2 \times 1.83m &\leq h_{disp} \\
2.2m &\leq 2.21m \qquad \therefore VERIFICA
\end{aligned}
$$

c) **Diagrama de flujo del método de la fuerza tractiva**

d) **Determinación de tirantes en los tramos revestidos**

Tramo 1r

$$r = 20\% \qquad h_{disp} = 1.42m\,(\text{en progresiva } 1km) \qquad I = 0.00785 \qquad B_f = 5m$$

$$Q = 11.6m^3/s \qquad V_{max} = 5m/s \qquad n = 0.016m^3/s \qquad m = 1$$

$$Q = \frac{1}{n}R^{2/3}I^{1/2}A \qquad R = \frac{A}{P}$$

$$\begin{cases} \dfrac{Qn}{I^{1/2}} = R^{2/3}A = \dfrac{A^{5/3}}{P^{2/3}} \\ A = B_f y + my^2 \\ P = B_f + 2y\sqrt{1+m^2} \end{cases} \implies \quad (\frac{Qn}{I^{1/2}})^3 = \frac{A^5}{P^2}$$

Luego,

$$\frac{A^5}{P^2} = \frac{(5y+y^2)^5}{(5+2\sqrt{2}y)^2} = 9.19 \quad \implies \quad y_1 = -5.7157m \vee y_2 = 0.5955m$$

Como el valor de y no puede ser negativo, consideramos solamente el valor de y_2

$$\begin{cases} A = 5y - y^2 = 3.33m^2 \\ P = 5 + 2\sqrt{2}y = 6.68m \end{cases} \implies \quad R = 0.50m \quad \implies \quad \tau = \gamma\,R\,S\,0.97 = 3.81kg/m^2$$

Verificación

- Escurrimiento
  - De la ecuación de continuidad obtenemos la velocidad media:

$$V_m = \frac{Q}{A} = \frac{11.6}{3.93} = 2.95m/s$$

  - Para obtener la V_{min}, sabiendo el tirante y el tipo de agua, poco limoso de limo fino, buscamos en la tabla de velocidades mínimas y obtenemos $V_{min} = 0.36m/s$.

$$\begin{cases} V_{min} = 0.36m/s \\ V_{max} = 5m/s \end{cases} \implies \quad V_m = 2.95m/s \qquad \therefore VERIFICA$$

- Desborde

$$r = 20\% \qquad h_{disp} = 1.42m$$

$$\begin{aligned} y + r &\leq h_{disp} \\ 0.5955m + 0.2 \times 0.5955m &\leq h_{disp} \\ 0.7146m &\leq 1.42m \qquad \therefore VERIFICA \end{aligned}$$

Tramo 2r

$$r = 20\% \quad h_{disp} = 1.82m(progresiva 0.1km) \qquad I = 0.00113 \qquad B_f = 5m$$

$$Q_t = 11.6m^3 \qquad V_{max} = 5m/s \qquad n = 0.016m^3/s \qquad m = 1$$

$$Q = \frac{1}{n}R^{2/3}I^{1/2}A \qquad R = \frac{A}{P}$$

$$\begin{cases} \frac{Qn}{I^{1/2}} = R^{2/3}A = \frac{A^{5/3}}{P^{2/3}} \\ A = B_f y + my^2 \\ P = B_f + 2y\sqrt{1+m^2} \end{cases} \implies (\frac{Qn}{I^{1/2}})^3 = \frac{A^5}{P^2}$$

Luego,

$$\frac{A^5}{P^2} = \frac{(5y+y^2)^5}{(5+2\sqrt{2}y)^2} = 168.31m \quad \implies \quad y_1 = -6.2333m \vee y_2 = 1.0568m$$

Como el valor de y no puede ser negativo, consideramos el valor de y_2

$$\begin{cases} A = 5y - y^2 = 6.40m^2 \\ P = 5 + 2\sqrt{2}y = 7.99m \end{cases} \implies \quad R = 0.80m \quad \implies \quad \tau = \gamma R\, S\, 0.97 = 0.88kg/m^2$$

Verificación

- Escurrimiento
  - De la ecuación de continuidad obtenemos la velocidad media:

$$V_m = \frac{Q}{A} = \frac{11.6}{6.4} = 1.81m/s$$

- Para obtener la V_{min}, sabiendo el tirante y el tipo de agua, poco limoso de limo fino, buscamos en la tabla de velocidades mínimas y obtenemos $V_{min} = 0.47m/s$.

$$\begin{cases} V_{min} = 0.47m/s \\ V_{max} = 5m/s \end{cases} \implies \quad V_m = 1.81m/s \qquad \therefore VERIFICA$$

- Desborde

$$r = 20\% \qquad h_{disp} = 1.82m$$

$$\begin{aligned} y + r &\leq h_{disp} \\ 1.0568m + 0.2 \times 1.0568m &\leq h_{disp} \\ 1.27m &\leq 1.82m \qquad \therefore VERIFICA \end{aligned}$$

e) **Conductos circulares**

Suponemos que el caudal Q_1 que se descarga en el canal, lo hace en partes iguale por ambos conductos.

$$D = 1m \qquad I = 0.007 \qquad n = 0.016$$

Primero comprobamos si los conductos trabajan a sección llena o parcialmente llena.

$$Q_1 = 2.75m^3/s \qquad Q_{PC} = \frac{Q_1}{2} = 1.375m^3/s$$

$$\begin{cases} Q = V\,A \\ V = \dfrac{1}{n}R^{2/3}I^{1/2} \end{cases} \implies \quad Q = \frac{1}{n}R^{2/3}I^{1/2}A = \frac{1}{0.016}(\frac{1}{4}m)^{2/3}0.007^{1/2}\frac{\pi\,(1m)^2}{4} = 1.63m^3/s$$

De ésto se desprende que los conductos trabajan a sección parcialmente llena.

$$R = \frac{A}{P} = \frac{\pi\,(1m)^2}{4}\frac{1}{\pi\,1m} = \frac{1}{4}m$$

A partir de la relación entre Q_{PC} y Q_0 miramos la tabla de curvas adimensionales de elementos geométricos de una sección circular y obtenemos el valor de y. Teniendo en cuenta el y obtenido hallamos la relación entre V y V_0 para luego determinar la velocidad media.

$$\frac{Q}{Q_0} = \frac{1.375}{1.63} = 0.84 \quad \implies \quad y = 0.7m$$

$$\begin{cases} \dfrac{V}{V_0} = 1.13 \\ V_0 = \dfrac{Q}{A} = \dfrac{1.375}{\pi D^2}4 = 1.75m/s \end{cases} \implies \quad V = 1.13\,1.75m/s = 1.98m/s < V_{max} = 5m/s \qquad \therefore VERIFICA$$

Verificación

Para llevar a cabo la verificación del resultado anteriormente obtenido, proponemos la resolución del mismo problema mediante otro método.

$$\frac{Q_m}{I^{1/2}} = 0.263$$

Propongo: $y = 0.7m$

$$\theta = 2\cos 1 - \frac{2y}{D}^{-1} = 3.965$$

$$\begin{cases} A = \frac{1}{8}(\theta - \sin\theta)D^2 = 0.587m^2 \\ P = \frac{1}{2}\theta D = 1.9825m \end{cases} \implies \quad R = 0.296m$$

$$AR^{2/3} = 0.261$$

$$\frac{Q_n}{I^{1/2}} \cong AR^{2/3}$$

$\therefore ES\ CORRECTO$