**HIDRÁULICA APLICADA AL DISEÑO DE OBRAS - CI5104**

**PAUTA EJERCICIO Nº2**

**Semestre: Primavera 2011**

**Prof.: Ricardo González V.**

**Prof. Aux.: Rodrigo Saraiva H.**

**Problema 1**

En el río Colorado, afluente al río Aconcagua, V región, se proyecta una bocatoma para captar un caudal de 7 m³/s. La bocatoma está formada por una barrera móvil dotada de 5 compuertas de sector de 4x4 m (ancho x alto) y una obra de captación lateral.

Considere como caudal de diseño la crecida de T = 250 años, que para el río Colorado, en la zona del proyecto, es igual 332 m³/s (caudal máximo instantáneo). Antecedentes granulométricos recopilados en el sector muestran que el lecho del río tiene un D90  cercano a 300 mm.

Considerando los antecedentes expuestos se solicita lo siguiente:

1. Calcule las características hidráulicas en la barrera móvil cuando las 5 compuertas estén operativas (caso 1) y cuando una compuerta esté fuera de servicio (caso 2). Considere escurrimiento crítico en la barrera.
2. Para el caso más desfavorable, determine la socavación al pie de la barrera utilizando al menos tres expresiones vistas en clase.
3. Determine las características del enrocado de protección que se deberá colocar aguas abajo de la barrera para evitar que se dañen las fundaciones de la obra, producto de la socavación.

**Solución**

a)

En primer lugar se debe calcular el caudal que pasará a través de los vanos (Qv), considerando que la obra de toma está operativa incluso en crecidas. Por lo tanto:

Por otra parte, a través de la barrera se produce escurrimiento crítico. Considerando esto se ha calculado la altura, la velocidad y el Bernoulli crítico para 5 y 4 compuertas operativas. Los resultados se presentan en la tabla siguiente:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Caso** | **Q** | **Compuertas** | **b** | **q** | **hc** | **Vc** | **Ec** |
|  | **(m³/s)** | **Operativas** | **(m)** | **(m³/s/m)** | **(m)** | **(m/s)** | **(m)** |
| 1 | 325 | 5 | 20 | 16.25 | 3.00 | 5.42 | 4.50 |
| 2 | 325 | 4 | 16 | 20.31 | 3.48 | 5.84 | 5.22 |

b)

Para calcular la socavación se utilizarán las fórmulas de Borman y Julien, Schoklitsch e Ivanissevich.

En las tablas siguientes se resumen los resultados obtenidos.

**Borman y Julien (1991)**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Caso** | **Dp** | **D**90 | **b** | **** | **Smax** |  |
|  | **(m)** | **(mm)** | **(°)** | **(°)** | **(m)** |  |
| 1 | 0.00 | 0.30 | 1.571 | 0.32 | 5.54 |  |
| 2 | 0.00 | 0.30 | 1.571 | 0.32 | 6.83 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |

**Fórmula de Schoklitsch (1932)**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Caso** | **hd** | **H=Ec-hd** | **D**90 | **Smax** |
|  | **(m)** | **(m)** | **(mm)** | **(m)** |
| 1 | 0.00 | 4.50 | 300.00 | 5.07 |
| 2 | 0.00 | 5.22 | 300.00 | 5.93 |

**Fórmula de Ivanissevich (1980)**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Caso** | **D**90 | **Cv** | **H** | **Smax** |
|  | **(m)** | **(-)** | **(m)** | **(m)** |
| 1 | 0.30 | 1.00 | 1.50 | 5.86 |
| 2 | 0.30 | 1.00 | 1.74 | 7.33 |

De acuerdo a los resultados obtenidos la socavación mayor se obtiene para el Caso 2, es decir con una compuerta fuera de servicio.

La socavación máxima se obtiene con la fórmula de Ivanissevich y la menor con la de Schoklitsch. Considerando que con Borman y Julien se obtiene un valor cercano al promedio de los resultados, se adoptará este valor como la socavación de diseño de la obra.

c)

Para diseñar el enrocado estable se utilizará la formula de Isbach. Los resultados se observan en la siguiente tabla.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  | **Isbach** | |
| **Compuertas** | **q** | **ho** | **Vo** | **ds** | **W** |
| **Operativas** | **(m³/s/m)** | **(m)** | **(m/s)** | **(m)** | **(kg)** |
| 5 | 16.25 | 3.00 | 5.42 | 0.63 | 348.4 |
| 4 | 20.31 | 3.48 | 5.84 | 0.73 | 544.4 |

Para el diseño de la obra se adoptará un enrocado de 600 kg de peso, de longitud 1,5 veces la profundidad de la socavación, es decir 10 m. La profundidad adoptada es de 7 m, valor levemente superior al valor de la socavación.

**Problema 2**

Para la bocatoma Tinguiririca de la central La Junta se debe diseñar un sistema de desarenación debido a la gran cantidad de sedimento fino que arrastra el río.

Considerando que el caudal de diseño es de 28 m³/s, que el desarenador deberá abatir el 95 % de las partículas de 0,3 mm y que tendrá 4 naves desarenadoras se solicita a ud. diseñar la obra e indicar las principales dimensiones de la misma.

Notas:

- Considere que la sección el desarenador es mixta, es decir, trapecial en la parte inferior con taludes 1,25:1 (H:V), y rectangular en la parte superior.

- Diseñe la obra utilizando el método de Camp expuesto en clases.

**Solución:**

Considerando que el caudal total (QT) es de 28 m³/s y que son 4 naves desarenadoras, el caudal de diseño (QD) de cada una de ellas es:

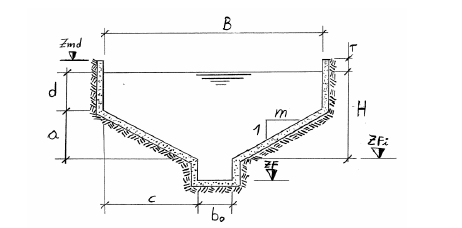
Por otra parte el desarenador será diseñado para abatir el 95% de las partículas de diámetro igual o mayor a 0,3 mm, por lo que la velocidad en su interior se calcula con la relación:

Donde K=13,9, por lo tanto:

V=24 cm/s

Con la velocidad del flujo en la nave y el caudal se obtiene la sección de escurrimiento.

Para definir las dimensiones definitivas del desarenador es necesario definir un ancho basal (bo) y un valor de la altura de la sección trapecial (a), de manera de obtener un área de escurrimiento de 29,17 m². En la figura siguiente se muestra un esquema de la sección del desarenador.



Los cálculos presentados para distintas dimensiones de bo y a se presentan en la tabla siguiente:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **bo** | **m** | **a** | **c** | **B** | **d** | **A** | **Vo** | **H** |
| **(m)** | **(h:v)** | **(m)** | **(m)** | **(m)** | **(m)** | **(m²)** | **(m/s)** | **(m)** |
| 1.00 | 1.25 | 1.60 | 2.00 | 5.00 | 4.87 | 29.16 | 0.24 | 6.47 |
| 1.00 | 1.25 | 1.80 | 2.25 | 5.50 | 4.23 | 29.12 | 0.24 | 6.03 |
| 1.50 | 1.25 | 1.60 | 2.00 | 5.50 | 4.27 | 29.07 | 0.24 | 5.87 |
| 1.50 | 1.25 | 1.80 | 2.25 | 6.00 | 3.72 | 29.05 | 0.24 | 5.52 |
| 2.00 | 1.25 | 1.60 | 2.00 | 6.00 | 3.79 | 29.13 | 0.24 | 5.39 |
| 2.00 | 1.25 | 1.80 | 2.25 | 6.50 | 3.30 | 29.12 | 0.24 | 5.10 |

Por otra parte, la velocidad de sedimentación (wo) de una partícula de 0,3 mm es 3.5 cm/s

Ahora, del gráfico de Camp se tiene que para una eficiencia del 95% el parámetro (wo/wo´), que relaciona la velocidad de sedimentación en aguas quietas wo con la velocidad de sedimentación corregida por efectos de la turbulencia wo´, vale 1,29 por lo que wo´=0,027.

Finalmente, la longitud se obtiene a partir de la siguiente relación:

Evaluando la relación anterior para las dimensiones presentadas en la tabla anterior se llega a las siguientes longitudes del desarenador:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **bo** | **a** | **c** | **B** | **d** | **H** | **L** | **Ladop** |
| **(m)** | **(m)** | **(m)** | **(m)** | **(m)** | **(m)** | **(m)** | **(m)** |
| 1.00 | 1.60 | 2.00 | 5.00 | 4.87 | 6.47 | 57.35 | 58.00 |
| 1.00 | 1.80 | 2.25 | 5.50 | 4.23 | 6.03 | 53.53 | 54.00 |
| 1.50 | 1.60 | 2.00 | 5.50 | 4.27 | 5.87 | 52.18 | 53.00 |
| 1.50 | 1.80 | 2.25 | 6.00 | 3.72 | 5.52 | 49.10 | 50.00 |
| 2.00 | 1.60 | 2.00 | 6.00 | 3.79 | 5.39 | 47.80 | 48.00 |
| 2.00 | 1.80 | 2.25 | 6.50 | 3.30 | 5.10 | 45.29 | 46.00 |