

Paysandú, 20 de octubre de 2022.

**PROYECTO URU/18/002 “INTEGRACIÓN DEL ENFOQUE DE ADAPTACIÓN EN CIUDADES, INFRAESTRUCTURA Y ORDENAMIENTO TERRITOPRIAL EN URUGUAY”**

**REF: PROYECTO BINACIONAL AF/AU/RIOU/G1**

**MEMORIA DE CÁLCULO DE PLUVIALES**

**1. Generalidades.**

La presente memoria de cálculo es complementaria a la “Memoria de cálculo del sistema de drenaje pluvial”, presentado por el Consorcio BISA-INCOCI-CDS para “EL PROYECTO EJECUTIVO PARA LA REALIZACIÓN DE LAS OBRAS DE CONECTIVIDAD TERRESTRE DEL PUERTO DE PAYSANDÚ DE LA ANP” del 11 de mayo de 2017, la que se adjunta al presente.

El mismo incluye en su estudio la totalidad de las cuencas que confluyen hacia la conectividad vial desde Ruta 3 hasta el Puerto Paysandú, al sur de la ciudad.

En la “figura 1-3: Cuencas de aporte a tramo 3 (Zona 3)”, se muestran las áreas de aporte a cada tramo del proyecto. De ésta figura se desprende que el área en estudio es la cuenca B1, a la cual se agrega la cuenca A28, la que se corrige del proyecto

Esta modificación se realiza atento a que el proyecto presentado incluía la canalización de pluviales hacia el sur, es decir hacia Av. San Martín, según muestra la “figura 1-1: Cuencas de aporte a Av. San Martín (Zona 1)”. Al no estar realizadas las obras en la zona 1, la cuenca A28 es la que figura en la siguiente gráfico:



FIGURA 1: CUENCAS

## 2. Memoria de cálculo de desagües pluviales

### 2.1. Metodología aplicada

A efectos de estimar los caudales máximos provocados por la tormenta de diseño se propuso el Método Racional, el que se recomienda aplicar en cuencas menores a las 200 Hás, ajustándose a la situación estudiada. Su expresión es:

$$Q \text{ (m}^3\text{/s)} = C \times I \times A / 360$$

Donde: C = coeficiente de escorrentía = 0.55 (adimensional). Fuente: Coeficiente de escorrentía para ser usado en el método racional" de Hidrología Aplicada, Ven Te Chow, Maidment, W. Mays, 1994©.-

I = intensidad de la precipitación uniforme en mm/h, para una duración igual al tiempo de concentración.-

A = Área de la cuenca en Hás.

### 2.2. Tormenta de diseño

Para la determinación de la precipitación o tormenta de diseño se utilizan las curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia para el Uruguay y sus correcciones, según la siguiente expresión:

$$P(d, Tr, p) = P(3, 10, p) \times CT(Tr) \times CD(d) \times CA(Ac, d)$$

Donde: Tr = Período de retorno en años (se adopta 20 años).-

d = duración en horas

Ac = área de la cuenca en Km<sup>2</sup>

P(3, 10, p) = Precipitación extrema de 3hs de duración y Tr=10 años (Mapa de Isoyetas).-

CT(Tr) = Coef. de corrección según Tr (se adoptan 10 años):

$$CT(Tr) = 0.5786 - 0.4312 \times \log[\ln(Tr/Tr-1)]$$

CD(d) = Coef. Corrección según d:

$$CD(d) = 0.6208 \times d / [(d + 0.0137)^{0.5639}] \quad (d < 3\text{hs})$$

CA(Ac, d) = Factor de corrección según el área:

$$CA(Ac, d) = 1.0 - (0.3549 \times d^{-0.4272}) \times (1.0 - e^{-0.005792 \times Ac})$$

Para el cálculo del tiempo de concentración se utilizó la fórmula de Ramser y Kirpich, cuya expresión es:

$$T_c = 0.4 \times L^{0.77} / S^{0.385}$$

Donde:  $T_c$ =tiempo de concentración (hs)  
 $L$ =longitud hidráulica de la cuenca (Km)  
 $S$ =pendiente (%) =  $\Delta H(m)/L(Km)/10$

## 2.3 Cálculos

El resultado de los cálculos realizados se muestra en el siguiente cuadro:

Cuenca	Sup.(Hás)	Long. (Km)	Pend.(%)	Tc (Hs)	P(3,10,p)	CT(Tr)	CD(d)	CA(Ac,d)	P(d,Tr,p)	Q(m3/s)
Av. San Martín (A28)	36,30	1,60	2,00	0,44	95,00	1,00	0,36	1,00	33,95	<b>1,883</b>
Av. Soriano	1,60	0,19	1,00	0,11	95,00	1,00	0,19	1,00	17,79	<b>0,043</b>

## 2.4 Dimensionado

### 2.4.1. Alcantarillas

#### 2.4.1.1 Alcantarilla norte (sobre Av. Soriano)

$$Q = 0.043 \text{ m}^3/\text{s}$$

La alcantarilla existente está compuesta por 2 tuberías de 800mm.

A los efectos del cálculo se debe determinar el tipo de escurrimiento, para luego calcular el caudal que es capaz de captar. Utilizando el Manual de “Cálculo de alcantarillas- Curso de hidrología e hidráulica aplicadas” (UdelaR-IMFIA- año 2009), se determinan los parámetros:

$$(h_1 - Z)/D = (0.80\text{m} - 0.15)/0.80\text{m} = 0.81$$

$$h_4 > h_c$$

Por tanto la alcantarilla funciona en régimen como canal con régimen subcrítico.

$$\text{Dado que: } Q \text{ (m}^3/\text{s)} = v \times A$$

Donde:

$$Q = 0.043\text{m}^3/\text{s} / 2 = 0.022\text{m}^3/\text{s} \text{ (el caudal se divide en las dos alcantarillas).}$$

Asimismo la alcantarilla existente esta compuesta por 2 tuberías de  $D=0.80\text{m}$  de diámetro, por

$A$ = sección transversal de la alcantarilla ( $\text{m}^2$ ). Se trata de 2 tuberías de  $D=0.80\text{m}$ , por lo que el caudal se vuelve a dividir entre 2:  $Q=0.011\text{m}^3/\text{s}$

$v$  = velocidad de escurrimiento, la que se determinada por la fórmula de Manning:

$$v = 1/n \times R_h^{2/3} \times S^{1/2}$$

Con:  $n$  = Coeficiente de rugosidad de Manning, que para hormigón es de 0.012

$R$  = Radio hidráulico,  $R_h = A/P = D/4 = 0.2$   $A$  = sección de escurrimiento

$P$  = perímetro mojado

$S$  = pendiente: 0.5% (0.005)

Así obtenemos:  $v = 2.01$  m/s

Por tanto  $Anec. = 0.005m^2 < 0.50m^2$ .-

#### 2.4.1.2 Alcantarilla sur (Ledesma y F. Bicudo)

$$Q = 1.88 \text{ m}^3/\text{s}$$

La alcantarilla existente en la intersección de calle Ledesma y Francisco Bicudo son 2 tuberías 800mm de diámetro al norte y 2 de 600mm del lado sur.

En este caso tenemos:

$$(h_1 - Z)/D = (0.80m - 0.15)/0.80m = 0.81$$

$h_4 > h_c$

Por tanto la alcantarilla funciona en régimen como canal con régimen subcrítico.

$$\text{Dado que: } Q \text{ (m}^3/\text{s)} = v \times A$$

Donde:

$$Q = 1.88m^3/s / 2 = 1.44m^3/s$$

En el cruce de Ledesma y Bicudo existen 4 alcantarillas, (el caudal se divide en las dos alcantarillas). Asimismo la alcantarilla existente esta compuesta por 2 tuberías de  $D=0.80m$  de diámetro y 2 de  $D=0.60m$ . Se adopta la condición más desfavorable suponiendo que las 2 tuberías de  $D=0.60m$  captan la mitad del escurrimiento. A los efectos del cálculo  $Q = 0.72m^3/s$

$A$  = sección transversal de la alcantarilla ( $m^2$ ).

$v$  = velocidad de escurrimiento, la que se determinada por la fórmula de Manning:

$$v = 1/n \times R_h^{2/3} \times S^{1/2}$$

Con:  $n$  = Coeficiente de rugosidad de Manning, que para hormigón es de 0.012

$R$  = Radio hidráulico,  $R_h = A/P = D/4 = 0.15$   $A$  = sección de escurrimiento

$P$  = perímetro mojado

$S$  = pendiente: 0.5% (0.005)

Así obtenemos:  $v = 1.66 \text{ m/s}$

Por tanto  $A_{\text{nec.}} = 0.44 \text{ m}^2 > A_{\text{exist.}} = 0.28 \text{ m}^2$  (no verifica)

Se propone sustituir las cañerías de  $D=0.60 \text{ m}$  por  $D=0.80 \text{ m}$ , por tanto

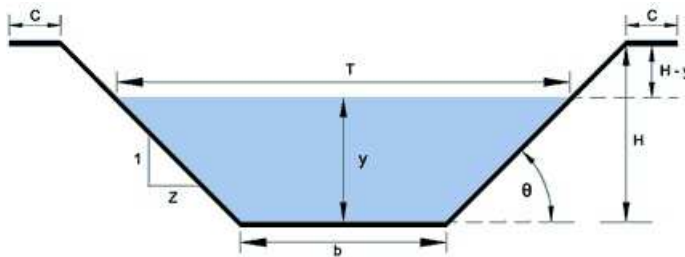
Por tanto  $A_{\text{nec.}} = 0.44 \text{ m}^2 < A_{\text{proy.}} = 0.50 \text{ m}^2$ .

#### 2.4.2. Canales a cielo abierto

Se proyectan 3 canales a cielo abierto de forma trapezoidal y materializados en hormigón ciclópeo (piedra ahogada), dos de ellos en AV. Soriano y uno como prolongación de Bicudo.

##### 2.4.2. Canal Av. Soriano

$Q = 1.88 \text{ m}^3/\text{s}$



La sección prevista tiene los siguientes parámetros:

$T=1.50 \text{ m}$

$y=0.60 \text{ m}$

$b=0.50 \text{ m}$

$H=0.70 \text{ m}$

Dado que:  $Q \text{ (m}^3/\text{s)} = v \times A$

Donde:  $A$  = sección transversal de la cuneta ( $\text{m}^2$ )

$V$  = velocidad de escurrimiento máx. =  $1.80 \text{ m/s}$  para pasturas con pendientes menores al 5% (Fuente: UdelaR – FI – IMFIA – Agosto 2009)

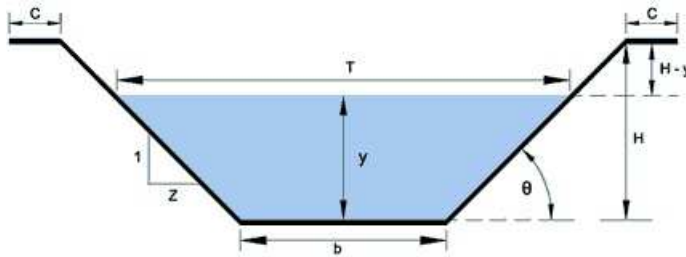
Tenemos:  $A_{\text{calc}} = 0.043 \text{ m}^3/\text{s} / 1.80 \text{ m/s} =$

Despejando:  $A_{\text{cál.}} = 0.02 \text{ m}^2 < A_{\text{proyectada}} = 0.60 \text{ m}^2 \rightarrow \text{Verifica}$



#### 2.4.2. Canal Bicudo

$$Q = 1.88 \text{ m}^3/\text{s}$$



La sección prevista tiene los siguientes parámetros:

$$T=2.00\text{m}$$

$$y=0.80\text{m}$$

$$b=1.00\text{m}$$

$$H=0.90\text{m}$$

Dado que:  $Q \text{ (m}^3/\text{s)} = v \times A$

Donde:  $A$  = sección transversal de la cuneta ( $\text{m}^2$ )

$V$  = velocidad de escurrimiento máx. = 1.80 m/s para pasturas con pendientes menores al 5% (Fuente: UdelaR – FI – IMFIA – Agosto 2009)

$$\text{Tenemos: } A_{\text{calc}} = 1.88 \text{ m}^3/\text{s} / 1.80 \text{ m/s} = 1.04 \text{ m}^2$$

Despejando:  $A_{\text{cál.}} = 0.04 \text{ m}^2 < A_{\text{proyectada}} = 1.20 \text{ m}^2 \rightarrow \text{Verifica}$

Gustavo Belvisi Ingoyen  
INGENIERO CIVIL