

CAPITULO 4

4. ESTUDIO DE LAS ALCANTARILLAS EXISTENTE EN LA AUTOPISTA.

Las alcantarillas de drenaje son estructuras hidráulicas que sirven para desalojar el agua producto del escurrimiento de la lluvia en una planicie cuando su flujo es interrumpido por algún terraplén como es el caso de la autopista en el análisis. Su capacidad depende de la altura de agua a la entrada y a la salida, del caudal que aporta cada área y de las condiciones de entrada.

El propósito de este capítulo, es determinar la capacidad de descarga y el tipo de flujo que se presenta en cada alcantarilla. Para su efecto se utiliza

ábacos y tablas que simplifican el proceso de cálculo, además se aplican ciertas metodologías para conocer el perfil del flujo dentro del barril.

4.1. Determinación del caudal para cada alcantarilla

El caudal de diseño se obtuvo multiplicando el área de influencia (en porcentaje) y el caudal de la cuenca a la que corresponde la alcantarilla. En la tabla 4.1 se presenta este cálculo junto con el caudal de descarga de cada alcantarilla, mientras que la figura 4.1 muestra la distribución y el área tributaria de cada una.

Distribución del Caudal en la Cuenca					
CUENCA #1	3,90 m3/seg.	100,00%	00+820	3,90 m3/seg.	7,24m3/seg.
CUENCA #2	8,08 m3/seg.	41,39%		3,34 m3/seg.	
CUENCA #2	8,08 m3/seg.	58,61%	01+420	4,74 m3/seg.	8,46m3/seg.
CUENCA #3	15,19 m3/seg.	24,54%		3,73 m3/seg.	
CUENCA #3	15,19 m3/seg.	20,35%	01+700	3,09 m3/seg.	3,09 m3/seg.
CUENCA #3	15,19 m3/seg.	17,48%	01+960	2,66 m3/seg.	2,66 m3/seg.
CUENCA #3	15,19 m3/seg.	37,63%	02+150	5,72 m3/seg.	5,72 m3/seg.

Tabla 4.1.- Área de Aportación.-Consta el caudal pico y la alcantarilla de las cuencas

4.2. Altura de agua a la entrada(Hw)

Dentro del diseño de alcantarillas existen ciertas condiciones preponderantes. Las características básicas del flujo y la geometría de los canales tanto aguas arriba como aguas abajo, da un mejor discernimiento para la selección y el dimensionamiento de la

alcantarilla, mientras que la altura del agua a la entrada limita la capacidad del ducto.

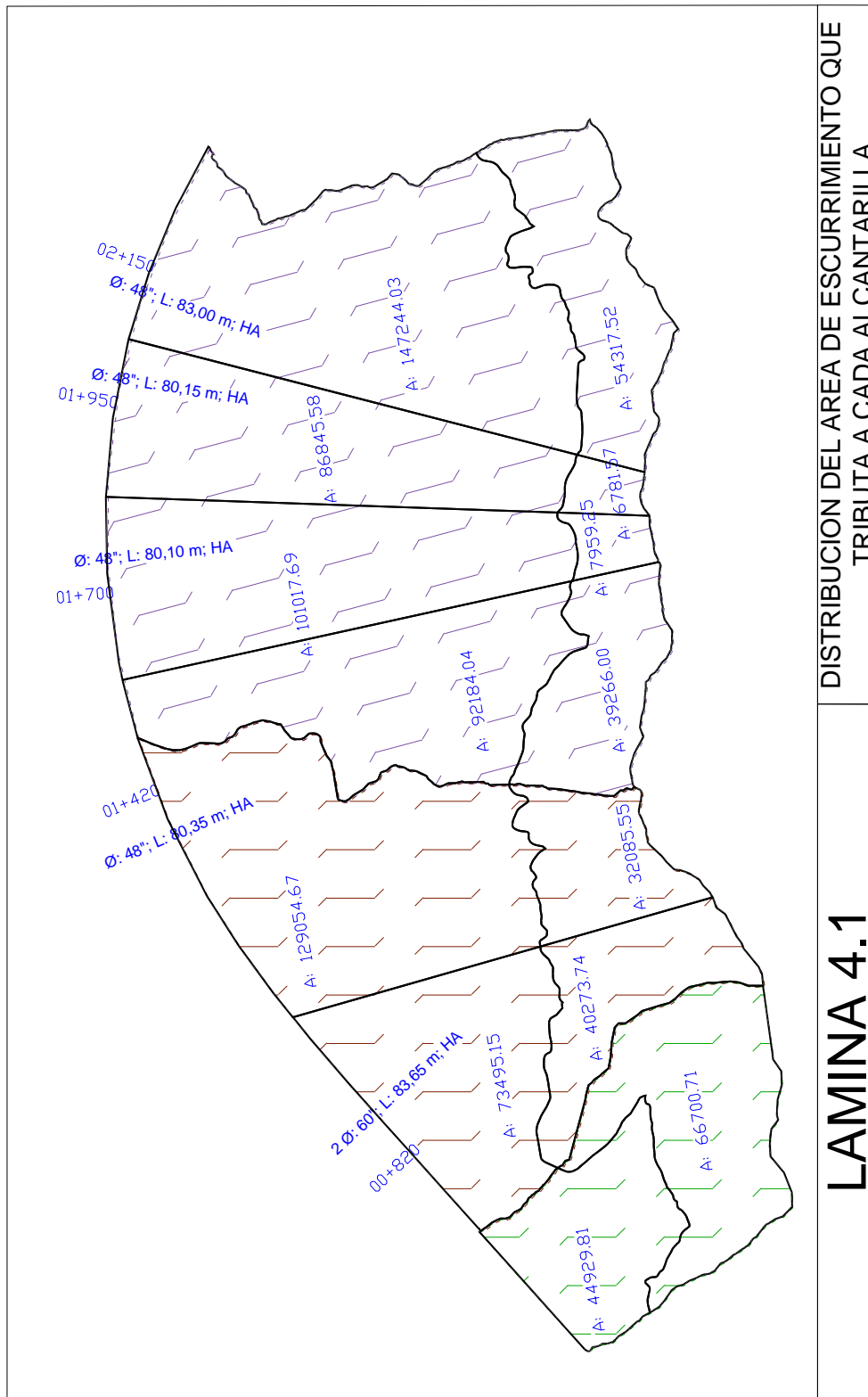
En este análisis se han definido dos valores de cabeza de agua a la entrada con el fin de conocer la descarga inicial y máxima de cada alcantarilla cuando se presente la precipitación de diseño. El primer valor es la altura de la creciente aguas arriba y el segundo es la altura del muro que protege el terraplén.

La altura de la creciente aguas arriba será determinada mediante una prueba de ensayo y error, la cual consiste en calcular el factor derecho de la ecuación 4.1 a partir de los datos mencionados en la tabla 4.2.

$$ARh^{\frac{2}{3}} = \frac{nQ}{\phi\sqrt{S}} \quad \text{Ec. (4.1)}$$

Luego se asume un valor [y] y se calcula el factor de sección, se realiza varios tanteos hasta que el valor calculado de $ARh^{\frac{2}{3}}$ sea similar a $nQ/\phi\sqrt{S}$, este valor [y] que satisface la igualdad (4.1) se lo conocerá como tirante normal.

En la tabla 4.2 se muestra las características y la geometría del canal natural a donde el agua escurre de manera laminar. También se exponen las vistas en planta y frontal de la bocatoma y el difusor de cada alcantarilla, además se presenta la longitud, pendiente y posición de los tubos instalados. La geometría junto con las medidas del canal y la bocatoma de cada alcantarilla se expone a mayor escala en el plano 4 adjunto a este análisis.



DISTRIBUCION DEL AREA DE ESCURRIMIENTO QUE TRIBUTA A CADA ALCANTARILLA

LAMINA 4.1

Figura 4.1.- Distribución del área de escurrimiento que tributa a cada alcantarilla

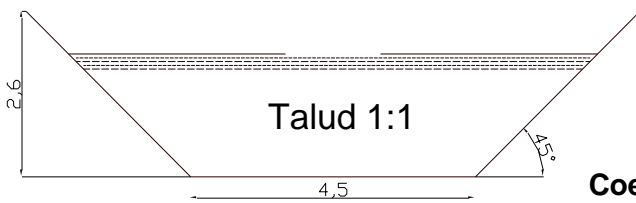
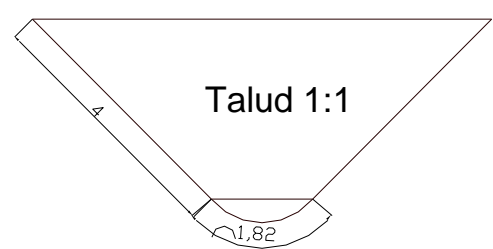
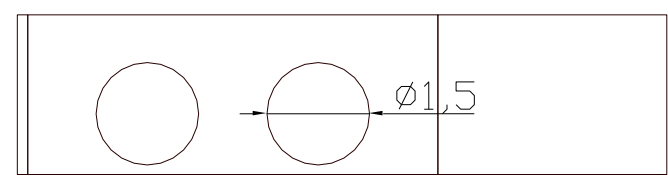
ALCANTARILLA EN LA ABSCISA 0+820	
CARACTERIZACION DEL CANAL NATURAL	
<p>CANAL NATURAL CORTE B-B'</p>  <p style="text-align: center;">Talud 1:1</p> <p style="text-align: center;">CORTE C-C'</p>  <p style="text-align: center;">Talud 1:1</p> <p style="text-align: center;">Pendiente: 0.0038</p> <p>Coef. de rugosidad: Excavado con pala - con arbustos</p> <p>Secc. transversal: Variante CORTE BB' - CORTE CC'</p>	
SECCION TRANSVERSAL DE ALCANTARILLA	
<p>ENTRADA</p>  <p style="text-align: center;">Longitud: 83,65 m</p> <p style="text-align: center;">Pendiente: 0.02</p>	
ENTRADA: ALCANTARILLAS DE ARISTAS CUADRADAS	

Tabla 4.2.- (a) Geometría de la sección transversal y longitudinal del canal natural; condiciones de entrada a la alcantarilla abscisa 0+820

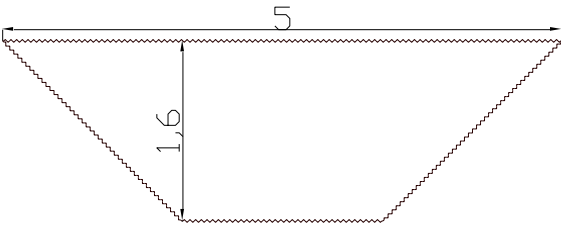
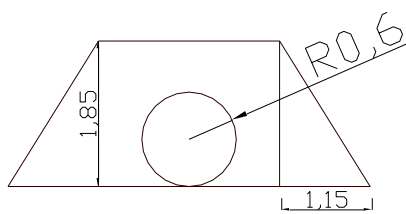
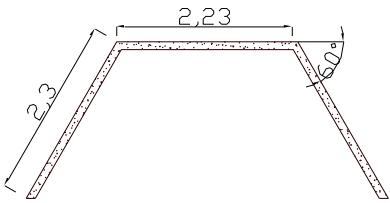
ALCANTARILLA EN LA ABSCISA 1+420	
CARACTERIZACION DEL CANAL NATURAL	
<p><u>CORTE B-B'</u></p> 	<p>Coef. de rugosidad: Canales sin mantenimiento - arbustos sin cortar tan altos como el flujo</p> <p>Pendiente: 0.014</p> <p>Talud 1:1</p> <p>Base: 1.8 m</p>
SECCION TRANSVERSAL DE ALCANTARILLA	
<u>BOCATOMA</u>	
<p><u>FRONTAL</u></p> 	<p><u>PLANTA</u></p> 
<p>Longitud: 80,35 m</p> <p>Pendiente: 0.006</p>	
ENTRADA: MUROS DE ALAS – ALCANTARILLAS DE ARISTAS CUADRADAS	

Tabla 4.2.- (a) Geometría de la sección transversal y longitudinal del canal natural; condiciones de entrada a la alcantarilla abscisa 1+420

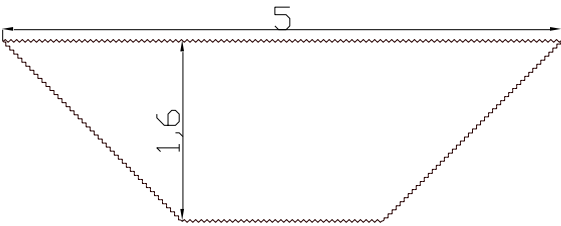
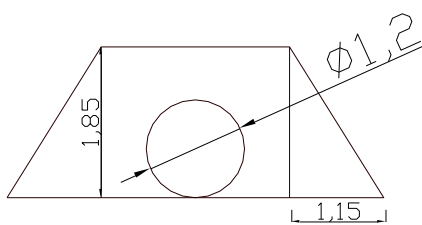
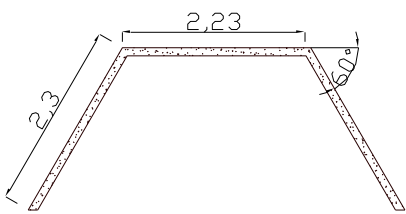
ALCANTARILLA EN LA ABSCISA 1+700	
CARACTERIZACION DEL CANAL NATURAL	
<p><u>CORTE B-B'</u></p> 	<p>Coef. de rugosidad: Canales sin mantenimiento - pastos y arbustos sin cortar - fondo limpio, arbustos en los lados</p> <p>Pendiente: 0.004</p> <p>Talud 1:1</p> <p>Base: 1.8 m</p>
SECCION TRANSVERSAL DE ALCANTARILLA	
<u>BOCATOMA</u>	
<p><u>FRONTAL</u></p> 	<p><u>PLANTA</u></p> 
<p>Longitud: 80,10 m</p> <p>Pendiente: 0.009</p>	
ENTRADA: MUROS DE ALAS – ALCANTARILLAS DE ARISTAS CUADRADAS	

Tabla 4.2.- (b) Geometría de la sección transversal y longitudinal del canal natural; condiciones de entrada a la alcantarilla abscisa 1+700

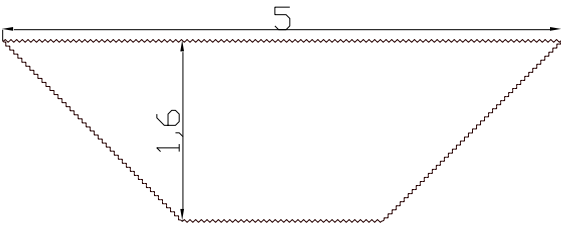
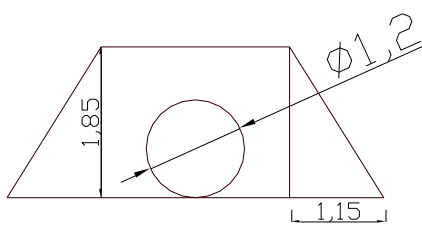
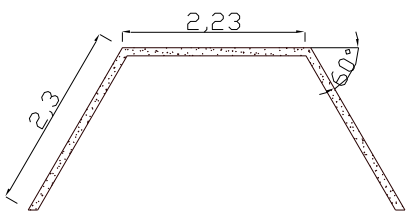
ALCANTARILLA EN LA ABSCISA 1+960	
CARACTERIZACION DEL CANAL NATURAL	
<p><u>CORTE B-B'</u></p> 	<p>Coef. de rugosidad: Canales sin mantenimiento - pastos y arbustos sin cortar - fondo limpio, arbustos en los lados</p> <p>Pendiente: 0.026</p> <p>Talud 1:1</p> <p>Base: 1.8 m</p>
SECCION TRANSVERSAL DE ALCANTARILLA	
<u>BOCATOMA</u>	
<p><u>FRONTAL</u></p> 	<p><u>PLANTA</u></p> 
<p>Longitud: 80,15 m</p> <p>Pendiente: 0.001</p>	
ENTRADA: MUROS DE ALAS – ALCANTARILLAS DE ARISTAS CUADRADAS	

Tabla 4.2.- (c) Geometría de la sección transversal y longitudinal del canal natural; condiciones de entrada a la alcantarilla abscisa 1+960

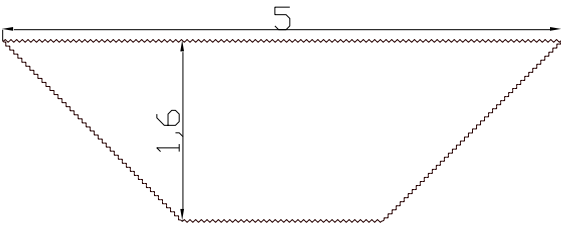
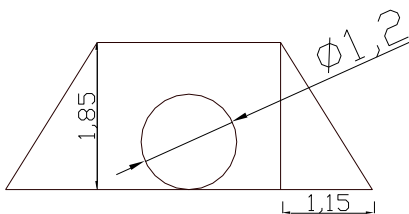
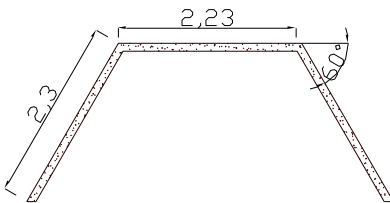
ALCANTARILLA EN LA ABCISA 2+150	
CARACTERIZACION DEL CANAL NATURAL	
<p><u>CORTE B-B'</u></p> 	<p>Coef. de rugosidad: Canales sin mantenimiento - pastos y arbustos sin cortar - fondo limpio, arbustos en los lados</p> <p>Pendiente: 0.027</p> <p>Talud 1:1</p> <p>Base: 1.8 m</p>
SECCION TRANSVERSAL DE ALCANTARILLA	
<u>BOCATOMA</u>	
<p><u>FRONTAL</u></p> 	<p><u>PLANTA</u></p> 
<p>Longitud: 83.00 m</p> <p>Pendiente: 0.001</p>	
ENTRADA: MUROS DE ALAS – ALCANTARILLAS DE ARISTAS CUADRADAS	

Tabla 4.2.- (d) Geometría de la sección transversal y longitudinal del canal natural; condiciones de entrada a la alcantarilla abscisa 2+150

De acuerdo a los datos expuestos en las tablas y evaluando las ecuaciones descritas en el proceso para el cálculo aproximado del tirante normal del canal natural, se obtuvo los siguientes resultados.

Altura de agua a la entrada (H_w)		
Alcantarilla	Tirante Normal Canal Natural (m)	Altura del muro protector (m)
00+820	1,16	2,34
01+420	1,73	1,85
01+700	1,11	1,85
01+960	1,15	1,85
02+150	1,69	1,85

Tabla 4.3.- Altura del cauce, aguas arriba de la alcantarilla

4.3. Flujo en alcantarillas

Las alcantarillas se diseñan para que operen a superficie libre y en condiciones críticas dependiendo de los patrones denotados anteriormente. Haciendo uso de estos patrones de flujo, Hee (1969) dividió los tipos de flujo en dos clases con cuatro categorías cada una. Las dos clases las denominó flujo con entrada sumergida y entrada a superficie libre y estableció una relación que permite definir si la entrada de la alcantarilla está o no sumergida. Dicha relación se denota a continuación:

$$H_1 - z_{ent} \leq 1.2D$$

Siendo,

H_1 : Energía total a la entrada

z : Nivel del lecho a la entrada

D : Altura del barril

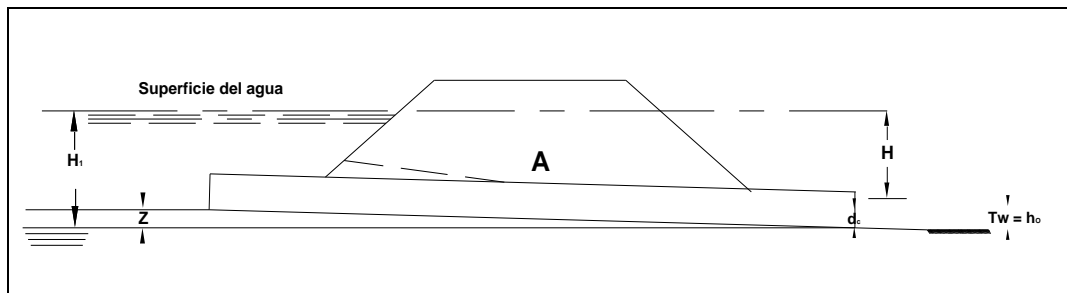


Figura 4.2.- Alcantarilla estándar.- Flujo a superficie libre

En el artículo anterior se definió dos alturas de agua a la entrada, la primera se obtuvo del tirante normal del canal natural que en la mayoría de los casos es menor a $1.2 D$ y por tanto el flujo a la entrada es a superficie libre, mientras que en otras el nivel del agua supera a la corona del barril en más del 20% de su diámetro es decir es mayor a $1.2D$ lo que correspondería a una entrada sumergida.

El funcionamiento de la alcantarilla depende de la altura de la superficie del agua dentro del barril también conocido como tirante normal. Mediante este valor se puede establecer si la alcantarilla trabaja o no a presión.

La valoración del tirante y la pendiente crítica cuando el flujo dentro del barril no es a presión, ayuda a seleccionar el régimen del agua dentro

de la alcantarilla entre subcrítico o supercrítico y a establecer una posible ubicación de la sección de control.

Tanto el tirante normal como el crítico pueden ser determinados a través de ábacos o cálculos, el primero se lo obtuvo determinando el factor de sección dividido para el diámetro de la alcantarilla, luego este valor se lo llevo a la grafica para el calculo del tirante normal adjuntado al apéndice 4-1. La profundidad crítica fue determinada a través de la expresión (4.2) y corroborada a través de los ábacos publicados en el compendio #3 de la Transportation Research Board National Academy of Sciences que trata sobre las estructuras de drenaje incluido en el apéndice correspondiente a este capítulo.

$$Tirante_crítico = D \left(\frac{0.339 \times D}{D^{2.5}} \right)^{0.517} \quad \text{Ec. (4.2)}$$

Los valores de tirante normal y crítico se los encuentran en la tabla 4.4, la misma que se presenta a continuación.

Tirante Normal y Crítico				
Alcantarilla	Diámetro (m)	Caudal (m ³ /seg.)	Tirante Normal (m)	Tirante Critico (m)
0+820	1,5	3,62	0,45	0,99
1+420	1,2	8,463	No definido	No definido
1+700	1,2	3,091	0,8	0,97
1+960	1,2	2,655	No definido	0,90
2+150	1,2	5,716	No definido	No definido

Tabla 4.4- Profundidad normal y crítica en el barril

Nota: Las profundidades normal y critica donde se cita la frase “no definido”, se debe a que el diámetro de la alcantarilla es insuficiente y en cuyo caso los datos ingresados no se ajustan a la curva correspondiente, sin embargo esta razón no justifica la incapacidad de descarga de una alcantarilla.

Luego del cálculo de la profundidad crítica se determinó la pendiente y el tipo de flujo que se presenta dentro del barril evaluando la ecuación 4.3, donde $Rh^{2/3}$ se calcula a partir de la altura de agua para régimen crítico.

$$Pendiente - crítica = \left(\frac{n * Q}{a * Rh^{2/3}} \right)^2 \quad \text{Ec. (4.3)}$$

Los resultados del cálculo de la pendiente normal [S_o] y crítica [S_c] de cada alcantarilla y el tipo de flujo se muestran en la tabla 4.5.

Pendiente de Batea y Crítica del Barril			
Alcantarilla	S_c	S_o	Tipo de flujo
0+820	0,009	0,020	Flujo supercrítico
1+420	-	0,006	Flujo a presión
1+700	0,009	0,009	Flujo supercrítico
1+960	0,025	0,001	Flujo Subcrítico
2+150	-	0,009	Flujo a presión

Tabla 4.5- Pendiente normal - crítica y tipo de flujo

De acuerdo a las características del caudal en alcantarillas modelos se pudo seleccionar el patrón de flujo al que se asemeja la operación de las alcantarillas instaladas en la Autopista. Estos patrones de flujo junto con sus características se detallan a continuación:

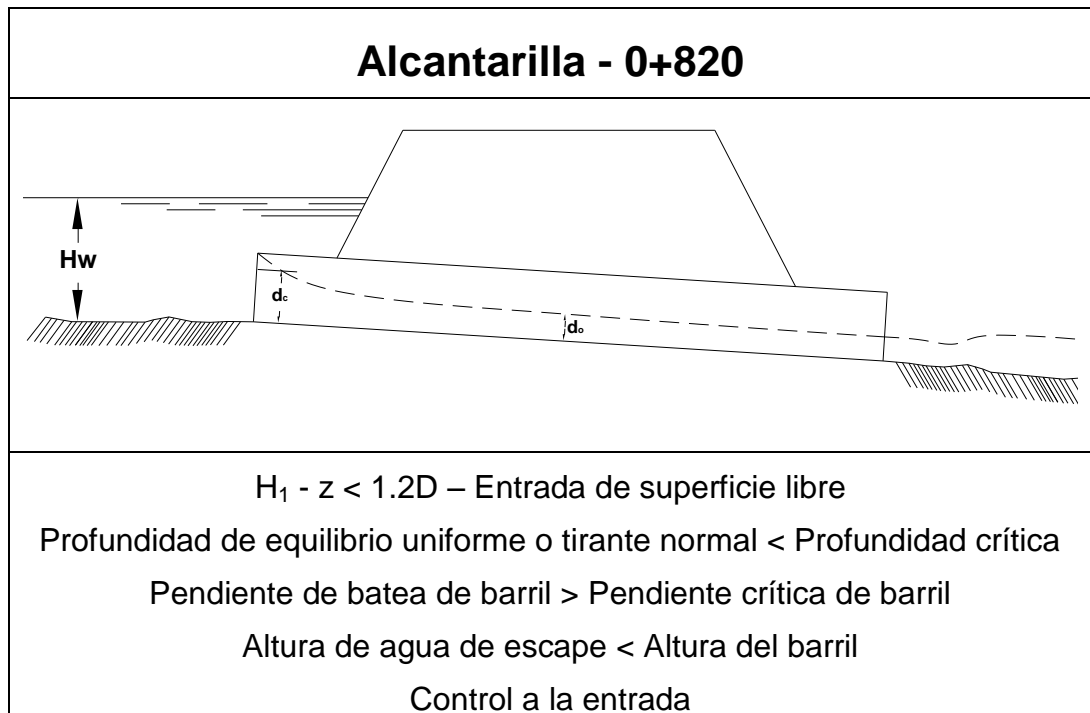


Figura 4.3 (a).- Alcantarilla estándar.- Patrón y características básicas del flujo en la abscisa 0+820

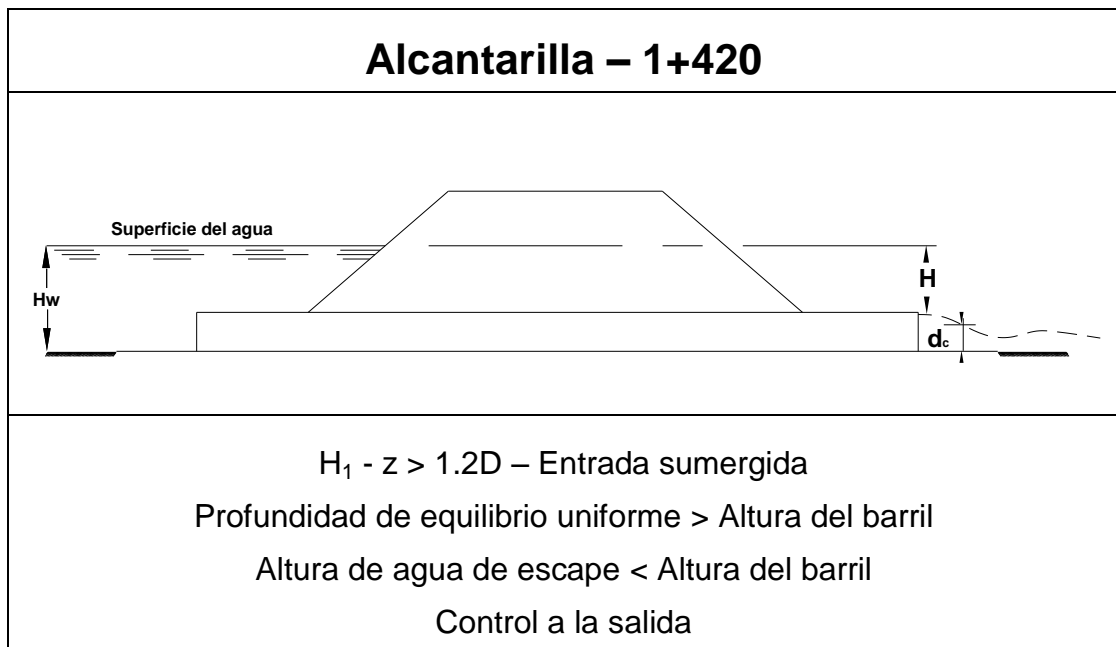


Figura 4.3 (b).- Alcantarilla estándar.- Patrón y características básicas del flujo en la abscisa 1+420

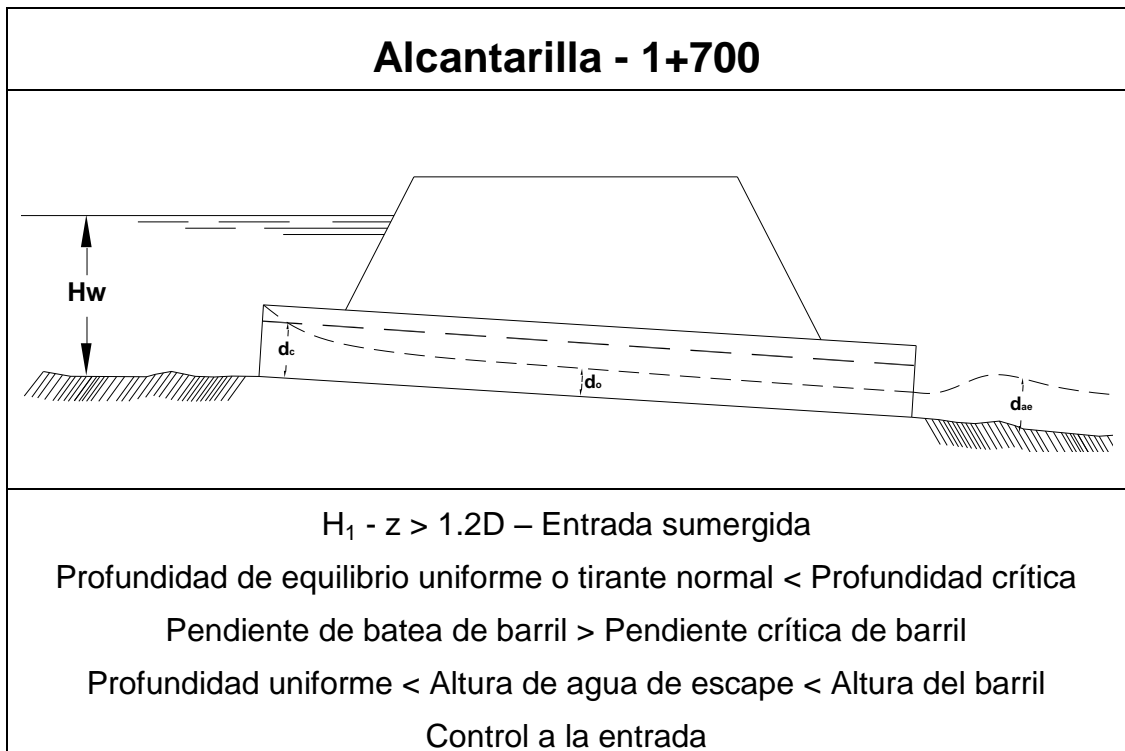


Figura 4.3 (c).- Alcantarilla estándar.- Patrón y características básicas del flujo en la abscisa 1+700

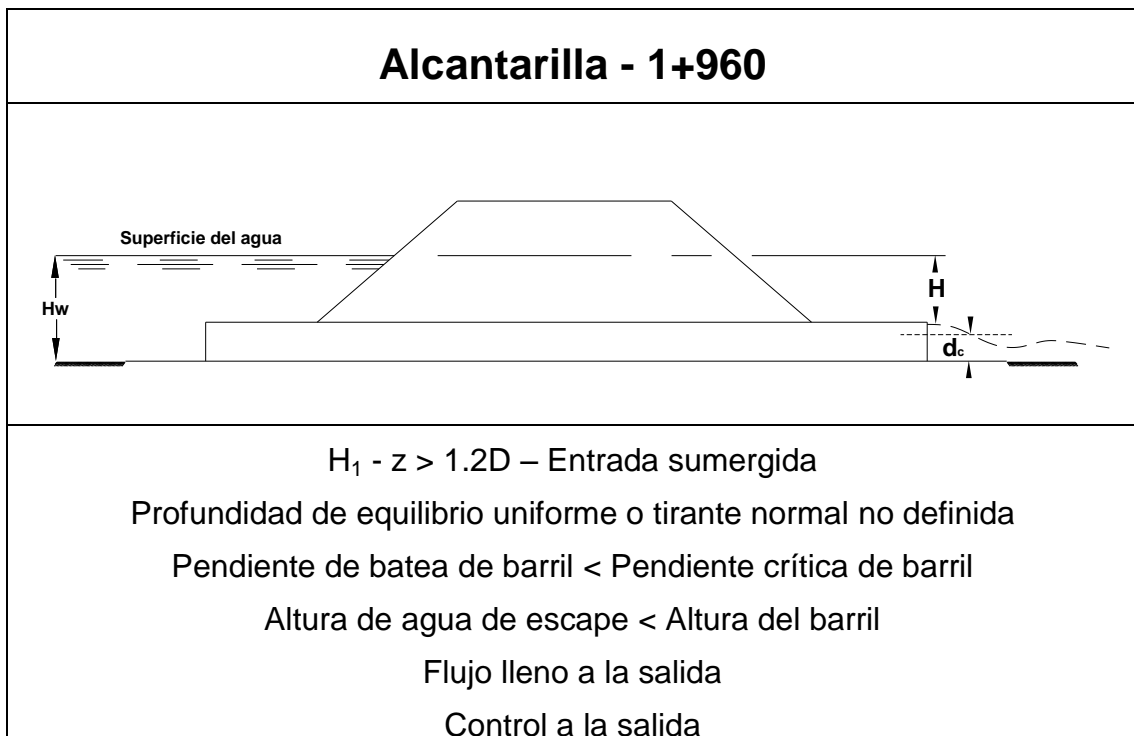


Figura 4.3 (d).- Alcantarilla estándar.- Patrón y características básicas del flujo en la abscisa 1+960

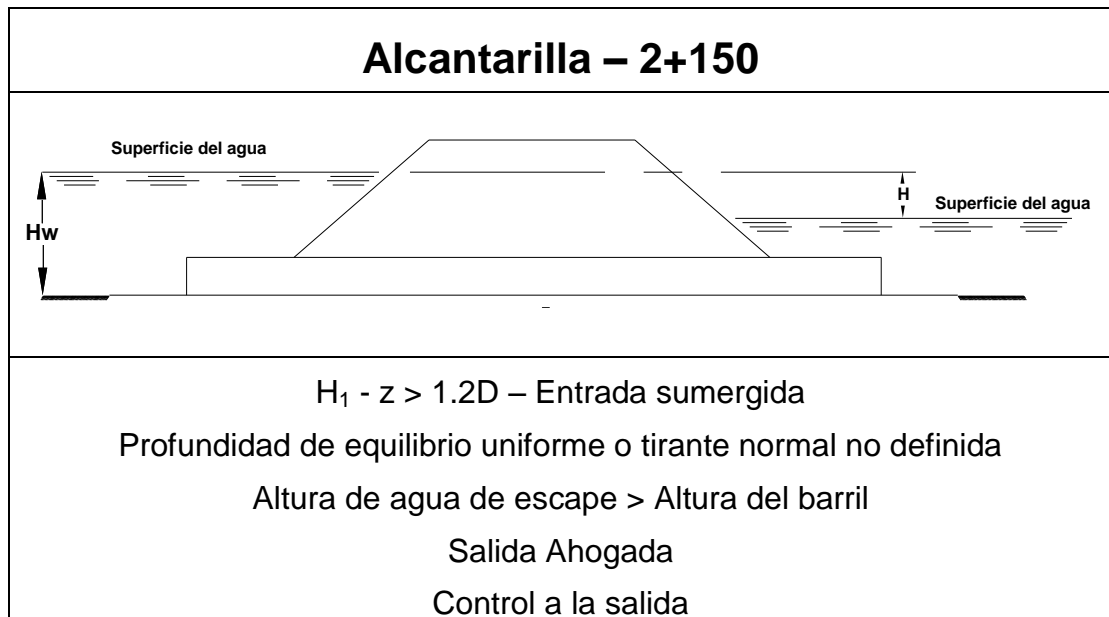


Figura 4.3 (e).- Alcantarilla estándar.- Patrón y características básicas del flujo en la abscisa 2+150

Para determinar la capacidad de la alcantarilla, se evaluó los dos valores de energía total aguas arriba (H_w) con control a la entrada y a la salida en los nomogramas publicados por la U.S. Bureau of Public Road.

4.4. Determinación de la capacidad de la alcantarilla

El U.S. Bureau of Public Road publicó varios nomogramas que permiten calcular la energía total aguas arriba cuando el flujo es con control a la entrada (La altura inicial en el barril es cercana a la altura crítica) y cuando es con control a la salida (La altura a la salida del barril es cercana a la altura crítica).

La selección de los ábacos depende de dos características básicas:

- Tipo de Alcantarilla
 - o Circular
 - o Cajón
 - o Oval
- Material de Alcantarilla
 - o Concreto; $n = 0.012$
 - o Metal corrugado.

Para el uso de estos nomogramas es necesario conocer inicialmente ciertos datos, los cuales se enumeran a continuación

- Caudal de descarga
- Longitud de alcantarilla
- Pendiente de alcantarilla
- Forma de entrada y tipo de estructura(perdidas a la entrada)
- Altura de agua a la entrada y a la salida.

El uso de los nomogramas consiste en seleccionar la mayor altura de agua a la entrada (H_w) cuando el control es a la entrada o cuando es el control a la salida. Esta altura de agua es la energía total aguas

arriba necesaria para que la alcantarilla desaloje cierto caudal Q bajo ciertas condiciones preestablecidas. Si en el medio físico no es posible esta carga de agua (H_w), entonces la capacidad de la alcantarilla será limitada.

En la siguiente tabla de resultados se muestra la altura de agua a la entrada, el caudal que descarga la alcantarilla y la ubicación de la sección de control.

Caudal de descarga					
Abscisa	Energía Total Aguas Arriba		Coef. de entrada [Ke]	Caudal [Q] (m ³ /seg.)	Descripción
	Control a la entrada (m)	Control a la salida (m)			
0+820	1,16		0,5	1,82	Secc. de control a la ent.
	1,65 *				
1+420	1,73		0,5	2,02	Secc. de control a la sal.
	1,85 *	1,76–1,85 *			
1+700	1,1		0,5	1,82	Secc. de control a la ent.
	1,80 *	1,64			
1+960	1,15		0,5	1,82	Secc. de control a la sal.
	1,56	1,85 *			
2+150	1,69		0,5	2,94	Secc. de control a la sal.
	1,85	1,76–1,85 *			

Tabla 4.6- Energía total aguas arriba y el caudal de descarga de cada alcantarilla.

4.5. Muros de ala

Las estructuras construidas a la entrada y a la salida de una alcantarilla no solo sirven para proteger el terraplén de la erosión, sino también para mejorar sus características hidráulicas.

Existen varios tipos de muros y su selección depende de la utilidad y las condiciones que se presentan en el sitio. De esta variedad se puede enunciar las siguientes:

El muro final recto es usado en alcantarillas pequeñas con pendientes leves y cuando el flujo del agua y el barril están alineados; si se desea realizar un cambio brusco en la dirección del escurrimiento, el muro final en L es lo óptimo; si el caudal debido al escurrimiento es grande, entonces es preferible usar aleros alabeados, tratando que el ángulo de alabeo sea con respecto al eje de la corriente de llegada y por último los muros en forma de U que resultan siendo los menos eficientes de todos los anteriores y tiene como única ventaja el costo por construcción.

Los aleros de los muros de aleta a la entrada y a la salida de una alcantarilla, deben ser alabeados lo suficientemente para conseguir que la corriente desde la alcantarilla se pegue a los muros de transición.

Determinación del ángulo de alabeo

Izzard sugirió una expresión matemática que permite calcular el ángulo de transición de forma aproximada. Esta expresión relaciona a la velocidad media del flujo y la altura del agua en el barril.

$$\tan \beta = \frac{1}{2N_F} = \frac{2.85\sqrt{d}}{V} \quad \text{Ec. (4.3)}$$

Siendo:

N_F : Número de Froude.

d : Tirante del escurrimiento.

V : Velocidad media.

β : Ángulo de alabeo

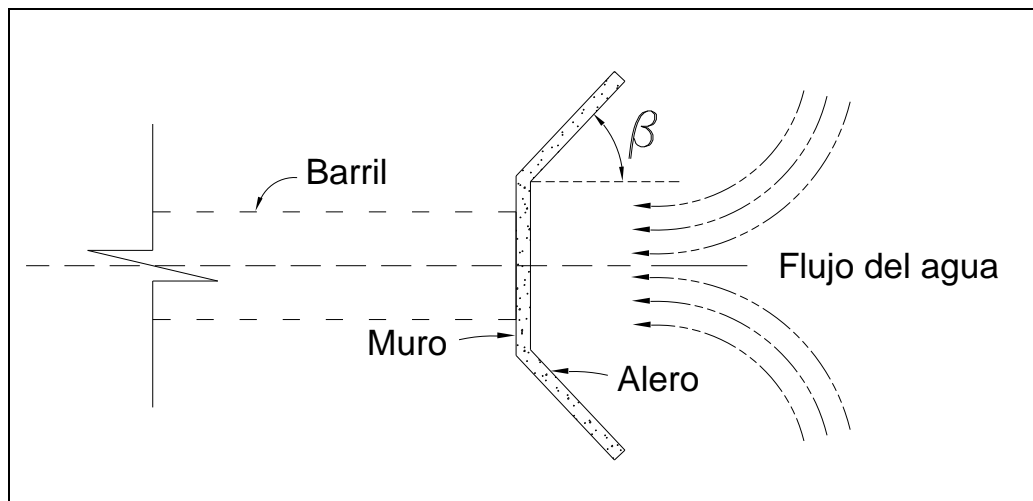


Figura 4.4.- Ángulo de alabeo [b]

La velocidad media de las alcantarillas se obtuvo mediante el método *paso a paso* para aquellas que tenían la sección de control en la entrada, mientras que las alcantarillas con sección de control a la salida se las calculó dividiendo el caudal para el área mojada Q/A debido a que el tirante calculado era similar al diámetro del barril.

La velocidad media en cada alcantarilla y el método usado para su obtención se presenta en la tabla 4.7.

Velocidad Media				
Alcantarilla	Diámetro (m)	Caudal [Q] (m³/seg.)	Velocidad media (m/seg.)	Descripción
0+820	1.5	3.82	4.59	Método paso a paso
1+420	1.2	3.08	2.72	Flujo a sección llena
1+700	1.2	3.09	3.22	Método paso a paso
1+960	1.2	2.66	2.35	Flujo a sección llena
2+150	1.2	3.24	2.86	Flujo a sección llena

Tabla 4.7- Velocidad media mediante el método de paso a paso y del flujo a sección llena

La secuencia y las iteraciones necesarias para el cálculo del perfil del flujo de las alcantarillas ubicadas en la abscisa 0+820 y 1+700 empleando el método paso a paso se muestran en las tablas 4.8 y 4.9, mientras que el diagrama con las líneas de energía, normal, crítica y superficie del agua para cada alcantarilla se exhiben en la figura 4.5 y 4.6

**Tabla 4.8- Hoja de calculo para la obtención del perfil del flujo de la abscisa 0+820
mediante el método del paso a paso**

Figura 4.5.- Perfil del flujo de la abscisa 0+820.- Línea de energía, el nivel de la profundidad normal, crítica y de la superficie del agua

**Tabla 4.9- Hoja de calculo para la obtención del perfil del flujo de la abscisa 1+700
mediante el método del paso a paso**

Figura 4.6.- Perfil del flujo de la abscisa 1+700.- Línea de energía, el nivel de la profundidad normal, crítica y de la superficie del agua

Una vez conocida la velocidad media, es posible calcular el número de Froude para establecer el estado del flujo de las alcantarillas que trabajan a superficie libre y calcular el ángulo de alabeo de los aleros a través de la ecuación 4.3. La tabla 4.9 muestra la altura de agua a la salida del barril, la velocidad media, el número de Froude y el ángulo de alabeo.

Angulo de alabeo [b]				
Alcantarilla	Tirante de escurrimiento	Velocidad media (m/seg.)	Número de Froude [NF]	Angulo de alabeo b
0+820	0.69	4.59	1.77	16 °
1+420	1.20	2.72	-	-
1+700	0.95	3.22	1.06	25 °
1+960	1.20	2.35	0.69	36 °
2+150	1.20	2.86	-	-

Tabla 4.9- Número de Froude Ángulo de alabeo con respecto al eje del barril

Índice del contenido

CAPITULO 4.....	95
4. ESTUDIO DE LAS ALCANTARILLAS EXISTENTE EN LA AUTOPISTA.....	95
4.1. Determinación del caudal para cada alcantarilla.....	96
4.2. Altura de agua a la entrada(Hw)	96
4.3. Flujo en alcantarillas	104
4.4. Determinación de la capacidad de la alcantarilla	110
4.5. Muros de ala	112

Índice de la tabla

CAPITULO 4.....	95
4. ESTUDIO DE LAS ALCANTARILLAS EXISTENTE EN LA AUTOPISTA.....	95
Tabla 4.1.- Área de Aportación.-Consta el caudal pico y la alcantarilla correspondiente a la cuenca.....	96
Tabla 4.2.- (a) Geometría de la sección transversal y longitudinal del canal natural; condiciones de entrada a la alcantarilla abscisa 0+820 ..	99

Tabla 4.2.- (a) Geometría de la sección transversal y longitudinal del canal natural; condiciones de entrada a la alcantarilla abscisa 1+420	100
Tabla 4.2.- (b) Geometría de la sección transversal y longitudinal del canal natural; condiciones de entrada a la alcantarilla abscisa 1+700	101
Tabla 4.2.- (c) Geometría de la sección transversal y longitudinal del canal natural; condiciones de entrada a la alcantarilla abscisa 1+960	102
Tabla 4.2.- (d) Geometría de la sección transversal y longitudinal del canal natural; condiciones de entrada a la alcantarilla abscisa 2+150	103
Tabla 4.3.- Altura del cauce, aguas arriba de la alcantarilla	104
Tabla 4.6- Energía total aguas arriba y el caudal de descarga de cada alcantarilla.....	112
Tabla 4.7- Velocidad media mediante el método de paso a paso y del flujo a sección llena	115
Tabla 4.8- Hoja de calculo para la obtención del perfil del flujo de la abscisa 0+820 mediante el método del paso a paso	116
Tabla 4.9- Hoja de calculo para la obtención del perfil del flujo de la abscisa 1+700 mediante el método del paso a paso	118
Tabla 4.9- Número de Froude Ángulo de alabeo con respecto al eje del barril.....	120

Índice de la figura

CAPITULO 4.....	95
4. ESTUDIO DE LAS ALCANTARILLAS EXISTENTE EN LA AUTOPISTA.....	95
Figura 4.1.- Distribución del área de escurrimiento que tributa a cada alcantarilla.....	98
Figura 4.3 (a).- Alcantarilla estándar.- Patrón y características básicas del flujo en la abscisa 0+820	108
Figura 4.3 (b).- Alcantarilla estándar.- Patrón y características básicas del flujo en la abscisa 1+420	108
Figura 4.3 (c).- Alcantarilla estándar.- Patrón y características básicas del flujo en la abscisa 1+700	109
Figura 4.3 (d).- Alcantarilla estándar.- Patrón y características básicas del flujo en la abscisa 1+960	109
Figura 4.3 (e).- Alcantarilla estándar.- Patrón y características básicas del flujo en la abscisa 2+150	110
Figura 4.4.- Angulo de alabeo [b].....	114
Figura 4.5.- Perfil del flujo de la abscisa 0+820.- Línea de energía, el nivel de la profundidad normal, crítica y de la superficie del agua.....	117
Figura 4.6.- Perfil del flujo de la abscisa 1+700.- Línea de energía, el nivel de la profundidad normal, crítica y de la superficie del agua.....	119