



Universidad del Azuay
Facultad de Ciencia y Tecnología
Escuela de Ingeniería Civil y Gerencia de Construcciones

Evaluación hidráulica del derivador de caudal tipo vertedero

**Trabajo de graduación previo a la obtención del título de Ingeniero Civil con
énfasis en Gerencia de Construcciones**

Autor:

Francisco Marcelo Toral Ulloa

Director:

Ing. Josue Bernardo Larriva Vásquez

Cuenca, Ecuador

2014

Dedicatoria

Este proyecto está dedicado a mi madre y hermana que han sido las bases durante toda mi vida para lograr mis objetivos, por demostrarme su fortaleza, virtudes y grandeza.

Agradecimiento

Agradezco a mi familia que siempre me ha apoyado incondicionalmente para lograr mis metas, por la oportunidad de conocer a muchos buenos amigos durante la carrera, y al Ingeniero Josué Larriva por ser un gran profesor y director de este proyecto.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
INDICE	v
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
INTRODUCCIÓN	1

Capítulo 1: Pozos Derivadores de Caudal de tipo vertedero

1.1 objetivo de los pozos derivadores de caudal	2
1.2 Vertedero	2
1.3 Tipos de flujo	4
1.4 Pozo derivador tipo vertedero	5
1.5 Método de Cálculo	6
1.5.1 Fórmula de Manning	6

Capítulo 2: Evaluación y obtención de datos de campo

2.1 Obtención de datos de campo	10
2.2 Cálculos para las condiciones de entrada	10
2.3.1 Cálculos para la relación $y/d \min = 0,1$	13
2.3.2 Cálculos para la relación $y/d \min = 0,5$	15
2.3.3 Calculo del derivador tipo vertedero	17

Capítulo 3: Construcción y pruebas del modelo a escala del derivador tipo vertedero

3.1 Construcción del modelo a escala	19
3.2 Pruebas con el modelo a escala del derivador tipo vertedero	23
3.3 Resumen de datos obtenidos	32

Capítulo 4: Tabulación de datos y conclusiones

4.1 Tabulación de datos	34
CONCLUSIONES.....	37
BIBLIOGRAFÍA.....	39
ANEXOS.....	40

Índice de figuras

Figura 1 Descarga sobre un vertedero rectangular de pared delgada	2
Figura 2 Detalle de las características geométricas de la napa vertiente en un vertedero de pared delgada.....	3
Figura 3 Vertedero Libre	4
Figura 4 Tipos de flujo	5
Figura 5 Derivador de Caudal tipo Vertedero	5
Figura 6 Diagrama de redistribución para el funcionamiento de la maqueta	18

Índice de tablas

Tabla 1 Valores del coeficiente n de Kutter que generalmente se usa en los diseños	9
Tabla 2 datos para el diseño de entrada	11
Tabla 3 Velocidad a sección llena.....	11
Tabla 4 Caudal a sección llena.....	12
Tabla 5 Calculo de q/Q	13
Tabla 6 Calculo de caudal a sección parcialmente llena	14
Tabla 7 Calculo de la altura de agua a sección parcialmente llena	14
Tabla 8 Calculo de q/Q	15
Tabla 9 Calculo de caudal a sección parcialmente llena	16
Tabla 10 Calculo de la altura de agua a sección parcialmente llena	16
Tabla 11 Calculo de longitud del vertedero	18
Tabla 12 Caudal	23
Tabla 3.2.1 datos para una relación y/d de 0.1	27
Tabla 3.2.2 datos para una relación y/d de 0.14.....	27
Tabla 3.2.3 datos para una relación y/d de 0.2.....	27
Tabla 3.2.4 datos para una relación y/d de 0.23.....	27
Tabla 3.2.5 datos para una relación y/d de 0.3.....	27
Tabla 3.2.6 datos para una relación y/d de 0.32.....	27
Tabla 3.2.7 datos para una relación y/d de 0.4.....	27
Tabla 3.2.8 datos para una relación y/d de 0.41	28
Tabla 3.2.9 datos para una relación y/d de 0.5.....	28
Tabla 3.2.10 datos de derivación para una relación y/d de 0.1	31
Tabla 3.2.11 datos de derivación para una relación y/d de 0.14	31
Tabla 3.2.12 datos de derivación para una relación y/d de 0.2	31
Tabla 3.2.13 datos de derivación para una relación y/d de 0.23	31
Tabla 3.2.14 datos de derivación para una relación y/d de 0.3	31
Tabla 3.2.15 datos de derivación para una relación y/d de 0.32	31
Tabla 3.2.16 datos de derivación para una relación y/d de 0.4	31
Tabla 3.2.17 datos de derivación para una relación y/d de 0.41	32

Tabla 3.2.18 datos de derivación para una relación y/d de 0.5	32
Tabla 4.1.1 datos de caudales de ingreso	33
Tabla 4.1.2 datos de caudales derivados	34
Tabla 4.1.1 datos de caudales de ingreso	35
Tabla 4.1.2 datos de caudales derivados	35

Índice de fotografías

Fotografía 1 Corte de alta precisión la maqueta en laser	19
Fotografía 2 Tanque de 1m ³ con salida de 3 pulgadas	20
Fotografía 3 Características de la bomba de agua utilizada en el funcionamiento de la maqueta	21
Fotografía 4 caja de acrílico para romper la velocidad de salida del agua	21
Fotografía 5 Base para el tanque de abastecimiento	22
Fotografía 6 Nivelación de la maqueta	22
Fotografía 7 Recipientes graduados en litros	23
Fotografía 8 Pruebas de ingreso con relación y/d de 0.1	24
Fotografía 9 Pruebas de ingreso con relación y/d de 0.1	24
Fotografía 10 Pruebas de ingreso con relación y/d de 0.2	25
Fotografía 11 Pruebas de ingreso con relación y/d de 0.3	25
Fotografía 12 Pruebas de ingreso con relación y/d de 0.4	26
Fotografía 13: Pruebas de ingreso con relación y/d de 0.5	26
Fotografía 14 Pruebas de derivación con relación y/d de 0.1	26
Fotografía 15 Pruebas de derivación con relación y/d de 0.2	29
Fotografía 16 Pruebas de derivación con relación y/d de 0.3	29
Fotografía 17 Pruebas de derivación con relación y/d de 0.4	30
Fotografía 18 Pruebas de derivación con relación y/d de 0.5	30

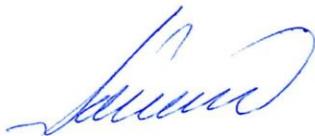
EVALUACIÓN HIDRÁULICA DE UN DIVISOR DE CAUDAL TIPO VERTEDERO

RESUMEN

La investigación se enfoca en el estudio del derivador de caudal tipo vertedero, es un elemento hidráulico usado para conducir caudales sanitarios hacia la planta de tratamiento durante el periodo que se encuentre sin exceso debido al caudal producido por las lluvias que en caso de existir lo deriva hacia un cauce natural; se ha evaluado los datos de áreas de aporte y población para determinar los caudales que llegan a los interceptores y así realizar un análisis completo.

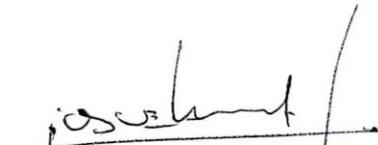
Dentro de lo que comprende la evaluación se procedió a tomar los datos obtenidos y crear un modelo a escala según el diseño y representar las condiciones de entrada y salida de la mejor manera las pruebas en las que se obtuvieron los datos para poder procesarlos y presentar los resultados que son los objetivos de esta investigación.

Palabras Clave: Derivador tipo vertedero, modelo a escala, colector, relaciones hidráulicas, evaluación hidráulica, formula de Manning, pre-dimensionamiento.



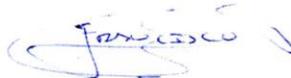
Ing. Paul Cordero Díaz

Director de Escuela



Ing. Josué Larriva Vásquez

Director de Tesis



Francisco Marcelo Toral Ulloa

Autor

ABSTRACT

HYDRAULIC EVALUATION OF A WEIR-TYPE FLOW DIVIDER

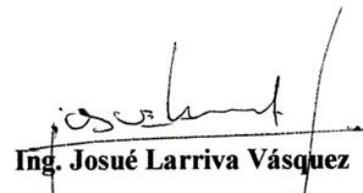
This research focuses on the study of the weir-type flow divider, which is a hydraulic element used to carry hydraulic flow to the sanitary treatment plant during the period when there is no excess due to the flow produced by rainfall, that in the case there is some, it drifts into a natural channel. Data from the population and contribution areas has been evaluated to determine the flows that arrive to the interceptor in order to do a complete analysis.

Within the evaluation, we proceeded to take the data and create a scale model according to the design and represent, in the best way, the conditions of entry and exit of the test from which the data was obtained in order to process and present the results which are the objective of this research.

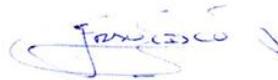
Keywords: Weir-Type Flow Divider, Scale Model, Collector, Hydraulic Relations, Hydraulic Evaluation, Manning Formula, Pre-Sizing.



Ing. Paul Cordero Díaz
School Director



Ing. Josué Larriva Vásquez
Thesis Director



Francisco Marcelo Toral Ulloa
Author




Translated by,
Lic. Lourdes Crespo

Toral Ulloa Francisco Marcelo

Trabajo de Grado

Ing. Josué Bernardo Larriva Vásquez

Julio2014

EVALUACIÓN HIDRÁULICA DE UN DIVISOR DE CAUDAL TIPO VERTEDERO

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo presenta la evaluación de los pozos derivadores de tipo vertedero situados en los interceptores que conducen el flujo de aguas servidas en la ciudad de cuenca con el fin de dirigir dichas aguas hacia la planta de tratamiento para su disposición final y en periodos de lluvia dirigir el caudal excedente hacia el cauce natural.

Mediante la evaluación de los respectivos caudales y una simulación del comportamiento y condiciones reales se realizó un modelo a escala para realizar pruebas obteniendo así los datos necesarios para la tabulación y análisis para su interpretación generando así las conclusiones finales que nos dan a conocer si estos derivadores están funcionando de una manera adecuada.

CAPÍTULO I

POZOS DERIVADORES DE CAUDAL DE TIPO VERTEDERO

1.1 Objetivo de los pozos derivadores de caudal

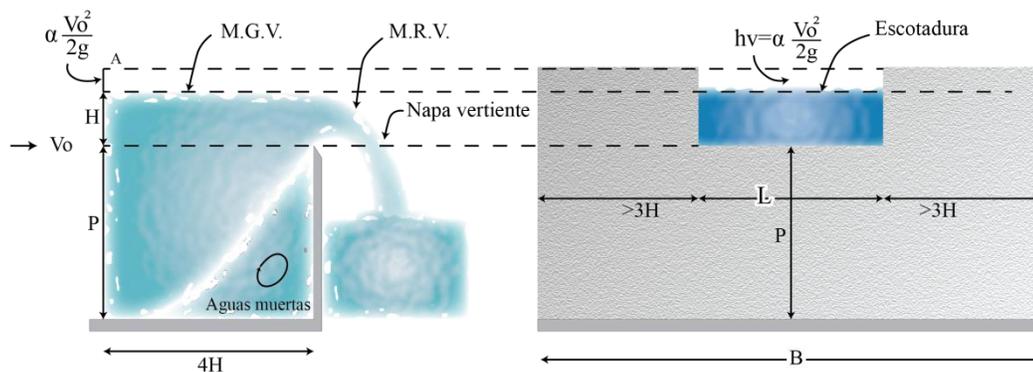
El pozo derivador de caudal es un elemento usado en la hidráulica para dividir un caudal en dos o más direcciones, como parte esencial de un sistema de alcantarillado combinado tiene principalmente dos funciones:

- 1) En periodos secos dirige el caudal sanitario por la tubería que conduce dicho caudal a la planta de tratamiento o disposición final.
- 2) En periodos de lluvia dirige el caudal de exceso hacia un río, quebrada, etc. Debido a que se puede disponer de esta manera que el caudal procedente de las lluvias se diluirá con el caudal sanitario y no afectara al ecosistema de su destino.

1.2 Vertedero

El vertedero ha sido definido por Balloffet como “una abertura o escotadura de contorno abierto, practicada en la pared de un depósito, o bien en una barrera colocada en un canal o río, y por el cual escurre o rebasa el líquido contenido en el depósito, o que circula por el río o canal”.

Fig. 1.1 Descarga sobre un vertedero rectangular de pared delgada



Fuente: Autor

P: Umbral

α : Coeficiente de Coriolis

H: Carga hidráulica

L: Longitud del vertedero

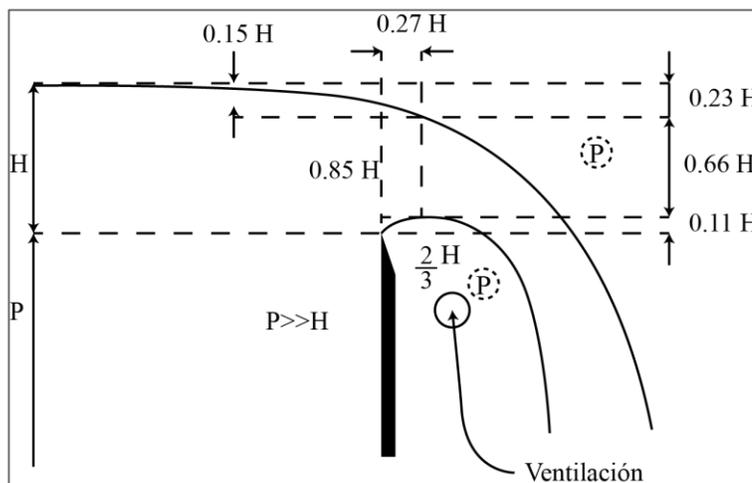
B: Ancho del canal de aproximación

V_0 : Velocidad de aproximación

Vertedero de pared delgada: llamamos vertedero de pared delgada cuando el contacto entre el agua y la cresta es una arista, no necesariamente la cresta tiene que ser delgadísima, para que pueda ser considerado como un vertedero de pared delgada puede tener cierto espesor que cumpla con la siguiente condición: (Arocha, 1983)

$$e \leq \frac{2}{3}H$$

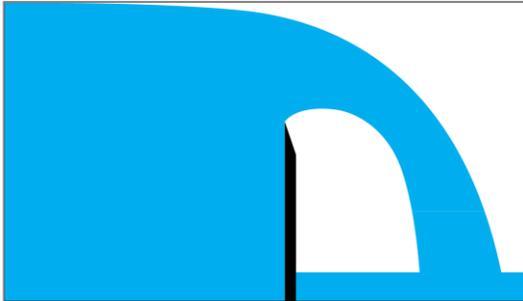
Fig. 1.2 Detalle de las características geométricas de la napa vertiente en un vertedero de pared delgada.



Fuente: AROCHA R

Vertedero libre: El vertedero libre el nivel de aguas abajo es inferior al de la cresta.

Fig. 1.3 Vertedero Libre



Fuente: Autor

1.3 Tipos de flujo

Se denomina movimiento permanente a aquel que no presenta variaciones en sus características hidráulicas con respecto al tiempo. El movimiento permanente es fácil de comprender pero difícil de encontrar en la naturaleza.

Se dice que un tramo de canal o tubería tiene movimiento uniforme cuando las características hidráulicas son las mismas, es decir, son constantes para cualquier sección de dicho tramo.

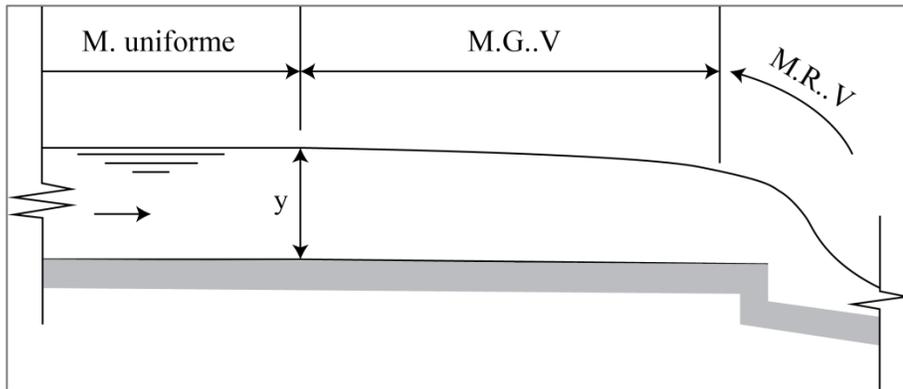
Se denomina movimiento no permanente a aquel que presenta variaciones en sus características hidráulicas con respecto al tiempo.

El movimiento es variado cuando en un tramo cambia la sección, velocidad, presión o cualquier otra característica hidráulica.

Si la variación se produce en una pequeña longitud se dice que el movimiento es rápidamente variado (M.R.V)

Se llama movimiento gradualmente variado (M.G.V) se produce variación en sus características hidráulicas a lo largo de una gran longitud. (Arocha, 1983)

Fig. 1.4 Tipos de flujo

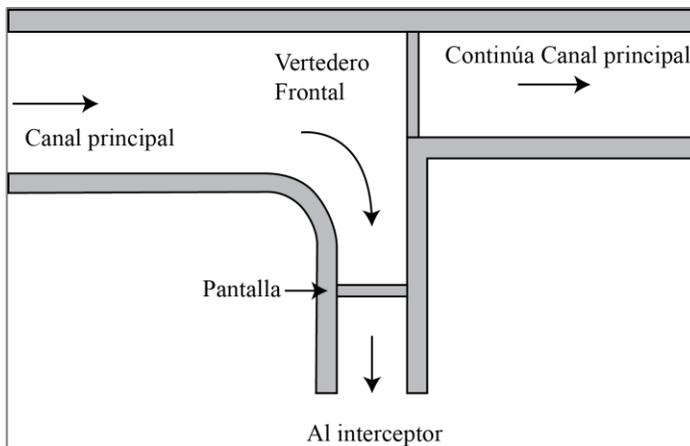


Fuente: ETAPA, Proyecto de los Planes Maestros de Agua Potable y Saneamiento II Fase, 2009.

1.4 Pozo derivador tipo vertedero

Este tipo de estructura hidráulica consta básicamente como podemos observar en la figura 1.5 de un vertedero colocado frontal o de forma oblicua a la dirección del flujo, para aprovechar una mayor longitud se lo coloca de forma oblicua consiguiendo una disminución de la carga hidráulica para que pase un caudal dado. (ETAPA, 2009)

Fig. 1.5 Derivador de Caudal tipo Vertedero



Fuente: ETAPA, Proyecto de los Planes Maestros de Agua Potable y Saneamiento II Fase, 2009.

La carga del vertedero y la longitud de este se valoran para que el caudal que intercepte sea el caudal total en periodo seco y para que el caudal que intercepte aumente lo menos posible en periodo de lluvia.

1.5 Método de Cálculo

La ecuación de continuidad $Q = V \times A$ nos establece la relación entre el caudal, el área del conducto y la velocidad de agua; de modo que conocidas dos variables podemos encontrar la tercera.

En el diseño conocemos el caudal o gasto Q (lt/sg) y nos quedarían indeterminadas la velocidad y el área del conducto requerido. De este modo tendremos que fijar criterios para determinar cuál de éstas conviene definir, para buscar la tercera. Uno de los aspectos de mayor importancia en el diseño de colectores cloacales es el relativo a la conveniencia de tener colectores que no faciliten ni permitan la sedimentación de los sólidos que el agua acarrea.

En tales circunstancias la determinación de una velocidad capaz de producir el arrastre de material debe privar en el diseño. (Arocha, 1983)

1.5.1 Fórmula de Manning.

Es la fórmula más usada en la actualidad, proviene de considerar que en la fórmula de Chezy $V = C \sqrt{RS}$ el coeficiente C es:

$$C = \frac{R^{\frac{1}{6}}}{n}$$

De donde al sustituir dicho valor en la fórmula obtenemos:

$$V = \frac{R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}}{n}$$

Y para el caudal se tiene:

$$Q = \frac{A R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}}{n}$$

Considerando:

V = velocidad media.

R = radio hidráulico.

S = pendiente.

Q = caudal.

A = área de la sección transversal.

n = coeficiente de Kutter (rugosidad).

Los valores del coeficiente de rugosidad son los de Kutter (Tabla 1.1).

Se observa que las dimensiones de n son $TL^{1/3}$. En consecuencia, al tener n unidades debería de cambiar de un sistema a otro. Sin embargo, desde el principio se impusieron los valores de n determinados por Kutter (sistema métrico decimal) y se halló una solución práctica que consiste en considerar a n como adimensional e incorporar en la ecuación de Manning, en unidades inglesas, un factor de corrección que es parte de la fórmula.

Así pues se tiene, que en el sistema de unidades inglesas, la ecuación de Manning es:

$$V = \frac{1,486}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

Las unidades de 1,486 son $\frac{\text{ft}^{1/3}}{\text{sec}}$. ($1,486 = 3,2808^{1/3}$). En el sistema métrico decimal la constante vale 1 y sus unidades son $\text{m}^{1/3}/\text{s}$.

Dado el carácter de empírico de la fórmula de Manning debe esperarse que su validez esté limitada a determinadas condiciones. (Rocha Arturo, p. 265 – 267)

Tabla 1. Valores del coeficiente n de Kutter que generalmente se usa en los diseños

Superficie	n
Superficie metálica, lisa, sin pintar	0,012
Superficie metálica, lisa, pintada	0,013
Superficie metálica, corrugada	0,025
Cemento liso	0,011
Mortero de cemento	0,013
Madera cepillada	0,012
Madera sin cepillar	0,013
Tablones sin cepillar	0,014
Concreto liso	0,013
Concreto bien acabado, usado	0,014
Concreto frotachado	0,015
Concreto sin terminar	0,017
Gunita (sección bien terminada)	0,019
Gunita (sección ondulada)	0,022
Superficie asfáltica lisa	0,013
Superficie asfáltica rugosa	0,016
Tierra limpia, sección nueva	0,018
Tierra limpia, sección antigua	0,022
Tierra gravosa	0,025
Tierra, con poca vegetación	0,027
Tierra, con vegetación	0,035
Tierra, con piedras	0,035
Tierra, con pedrones	0,040
Para secciones circulares (trabajando como canal)	
Metal, liso	0,010
Acero soldado	0,012
Acero ribeteado	0,016
Fierro fundido	0,013 - 0,014
Cemento	0,011 - 0,013
Vidrio	0,010

CAPÍTULO 2

EVALUACIÓN Y OBTENCIÓN DE DATOS DE CAMPO

Evaluación y obtención de datos de campo

2.1 Obtención de datos de campo

Los datos obtenidos para la evaluación del pozo derivador de tipo vertedero parte de un análisis de la información proporcionada por la empresa Etapa Ep la cual consiste en una base de datos formada por las áreas de aporte a cada uno de los interceptores, las densidades poblacionales de cada una de las zonas clasificadas dentro del mapa de la ciudad y el coeficiente de escorrentía de cada una de estas áreas de aporte.

Con esta información se procedió a realizar los cálculos en el programa Arcgis donde se puede generar mapas con la información de las densidades con las áreas de aporte con esto se puede obtener la población dentro de esa área esta información se presenta tabulada en los Anexos.

2.2 Cálculos para las condiciones de entrada

Para las condiciones de entrada debemos considerar que tenemos una tubería de material pvc, de 110mm diámetro con una pendiente impuesta del 1%, la cual va a conducir el agua hacia el derivador desde un caudal mínimo equivalente a una relación y/d de 0.1 hasta un caudal máximo equivalente a una relación y/d de 0.5 con esto podemos concluir los siguientes datos.

Tabla 2 datos para el diseño de entrada:

N	0,009
S (%)	1
D(mm)	110
y/d min	0,1
y/d max	0,5
Δy (mm)	50

Términos:

n: se refiere al coeficiente de Kutter (rugosidad del material), este factor es adimensional.

s: representa la pendiente, se la expresa en porcentaje.

D: es el diámetro de llegada de la tubería, expresada en (mm)

$\frac{y}{d} min$: representa la relación mínima entre la altura de agua y el diámetro de la tubería, es adimensional.

$\frac{y}{d} max$: representa la relación máxima entre la altura de agua y el diámetro de la tubería, es adimensional.

Tabla 3 Velocidad a sección llena:

$$V = \frac{1}{n} * \left(\frac{D}{4}\right)^{2/3} * S^{1/2} \text{(Ec. \#1)}$$

$$V = \frac{1}{0,009} * \left(\frac{0,11}{4}\right)^{2/3} * \left(\frac{1}{100}\right)^{1/2}$$

$$V = 1,01 \text{ m/s}$$

Términos:

V = velocidad del agua en sección llena

n = coeficiente de rugosidad de la tubería

D = diámetro de la tubería

S = pendiente de la tubería

Con la velocidad resultante se procede a calcular el caudal que la tubería trabajando a sección llena.

Tabla 4 Caudal a sección llena:

$$Q = V * A(\text{Ec. \#2})$$

$$1,0123 * \left(\pi * \frac{0,11^2}{4} \right)$$

$$Q = 0,0096 \text{ m}^3/\text{s}$$

Términos:

Q = Caudal en sección llena

V = velocidad del agua en sección llena

A = área de la tubería a sección llena

Obteniendo la velocidad y el caudal de la tubería en sección llena se procede al cálculo de las relaciones y/d=0,1 para un periodo seco donde el interceptor recibe las aguas sanitarias y de infiltración y un y/d=0,5 que corresponde a la tubería cuando en épocas de lluvia aumentando la relación.

2.3.1 Cálculos para la relación $y/d \text{ min} = 0,1$

Despejamos la relación q/Q representada por el término A que se presenta en la **(Ec. #3)** para poder obtener el caudal q , ya que tenemos el caudal Q a sección llena calculado en la Tabla 5.

Tabla 5 Calculo de q/Q

(Ec. #3)

$$\frac{y}{D} \text{ min} = 0.0871 - 3.683 * \left(\frac{q}{Q}\right)^6 + 14.0631 * \left(\frac{q}{Q}\right)^5 - 20.8398 * \left(\frac{q}{Q}\right)^4 + 15.584 * \left(\frac{q}{Q}\right)^3$$

$$- 6.428 * \left(\frac{q}{Q}\right)^2 + 2.1009 * \left(\frac{q}{Q}\right)$$

$$0,1 = 0.0871 - 3.683 * (A)^6 + 14.0631 * (A)^5 - 20.8398 * (A)^4 + 15.584 * (A)^3$$

$$- 6.428 * (A)^2 + 2.1009 * (A)$$

$$A = 0,006258$$

Términos:

$y/D \text{ min}$ = relación entre altura de agua y diámetro de la tubería.

A = relación entre el caudal trabajando a sección parcialmente llena y trabajando a sección llena.

Ahora podemos obtener el caudal que se transporta a sección parcialmente llena con una relación $y/D_{\text{max}}=0,1$ reemplazando los valores en la siguiente **(Ec. #4)**

Tabla 6 Calculo de caudal a sección parcialmente llena

$$A = \frac{q}{Q}(\text{Ec. \#4})$$

$$0,006258 = \frac{q}{0,0096}$$

$$q = 0,0000602 \frac{m^3}{s}$$

$$q = 0,0602 \frac{l}{s}$$

Términos:

A = relación entre caudal a sección parcialmente llena y caudal a sección llena.

Q = caudal a sección llena

q = caudal a sección parcialmente llena

Para el cálculo de la altura del vertedero se necesita la altura de llegada de agua al derivador.

Tabla 7 Calculo de la altura de agua a sección parcialmente llena

$$y = \frac{y}{D} \min * D(\text{Ec. \#5})$$

$$y = 0,1 * 0,11$$

$$y = 0,011 \text{ m}$$

Términos:

y = altura de llegada de agua al derivador.

y/D min = relación de altura de agua y el diámetro de la tubería.

2.3.2 Cálculos para la relación $y/d \text{ min} = 0,5$

Despejamos la relación q/Q representada por el término A que se presenta en la **(Ec. #6)** para poder obtener el caudal q , ya que tenemos el caudal Q a sección llena calculado en la Tabla 5.

Tabla 8 Calculo de q/Q

<p>(Ec. #6)</p> $\frac{y}{D} \max = 0.0871 - 3.683 * \left(\frac{q}{Q}\right)^6 + 14.0631 * \left(\frac{q}{Q}\right)^5 - 20.8398 * \left(\frac{q}{Q}\right)^4 + 15.584 * \left(\frac{q}{Q}\right)^3$ $- 6.428 * \left(\frac{q}{Q}\right)^2 + 2.1009 * \left(\frac{q}{Q}\right)$ $0,5 = 0.0871 - 3.683 * (A)^6 + 14.0631 * (A)^5 - 20.8398 * (A)^4 + 15.584 * (A)^3$ $- 6.428 * (A)^2 + 2.1009 * (A)$ $A = 0,4059$
--

Términos:

$y/D \max$ = relación entre altura de agua y diámetro de la tubería.

A = relación entre el caudal trabajando a sección parcialmente llena y trabajando a sección llena.

Ahora podemos obtener el caudal que se transporta a sección parcialmente llena con una relación $y/D \max=0,5$ reemplazando los valores en la siguiente **(Ec. #7)**

Tabla 9 Calculo de caudal a sección parcialmente llena

$$A = \frac{q}{Q}(\text{Ec. \#7})$$

$$0,4059 = \frac{q}{0,0096}$$

$$q = 0,003952 \frac{m^3}{s}$$

$$q = 3,9052 \frac{l}{s}$$

Términos:

A = relación entre caudal a sección parcialmente llena y caudal a sección llena.

Q = caudal a sección llena

q = caudal a sección parcialmente llena

Para el cálculo de la altura del vertedero se necesita la altura de llegada de agua al derivador.

Tabla 10 Calculo de la altura de agua a sección parcialmente llena

$$y = \frac{y}{D} \max * D$$

$$y = 0,5 * 0,11$$

$$y = 0,055 \text{ m}$$

Términos:

y = altura de llegada de agua al derivador.

y/D min = relación de altura de agua y el diámetro de la tubería.

2.3.3 Cálculo del derivador tipo vertedero

Para determinar el alto del vertedero tenemos la relación y/D min con la que ya determinamos el valor de y min en la tabla 7:

$$y = 0,011 \text{ m}$$

Con el caudal obtenido en la tabla 9 procedemos a calcular la longitud del vertedero con la que se lograría evacuar dicho caudal

$$q = 3,9052 \frac{l}{s}$$

DATOS PARA CÁLCULO DEL VERTEDERO

$p = 0,011 \text{ m}$ (altura del vertedero)

$H = 0,044 \text{ m}$ (carga hidráulica)

L = (longitud del vertedero)

$$Q = 0,0039052 \text{ m}^3 / \text{s}$$

$$G = 9,81 \text{ m} / \text{s}^2$$

$$C_o = 0.602 + 0.075 * \frac{H}{P}$$

Tabla 11 Calculo de longitud del vertedero

$$Q = \frac{2}{3} * \sqrt{2g} * C_o * L * H^{2/3}$$

$$0,0039 = \frac{2}{3} * \sqrt{2 * 9,81} * 0,902 * L * 0,44^{2/3}$$

$$L = 0,21 \text{ m}$$

CAPÍTULO 3

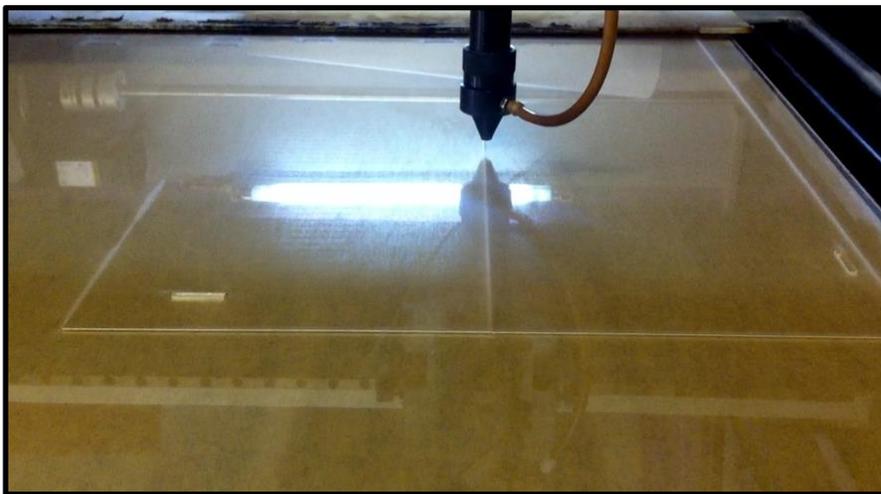
CONSTRUCCIÓN Y PRUEBAS DEL MODELO A ESCALA DEL DERIVADOR TIPO VERTEDERO

Construcción y pruebas del modelo a escala del derivador tipo vertedero.

3.1 Construcción del modelo a escala

Para la construcción del modelo a escala se seleccionó como material acrílico transparente debido a la versatilidad de este material para poder ser cortado con gran precisión en laser, así logrando un modelo resistente y exacto en sus medidas.

Fotografía 1: Corte de alta precisión la maqueta en laser



Fuente: Autor

Con el modelo armado se procedió a simular las condiciones de entrada para las pruebas, se optó por un tanque de 1m^3 el cual debía tener una llave de 3 pulgadas de diámetro como mínimo para poder abastecer el caudal necesario (Fotografía2).

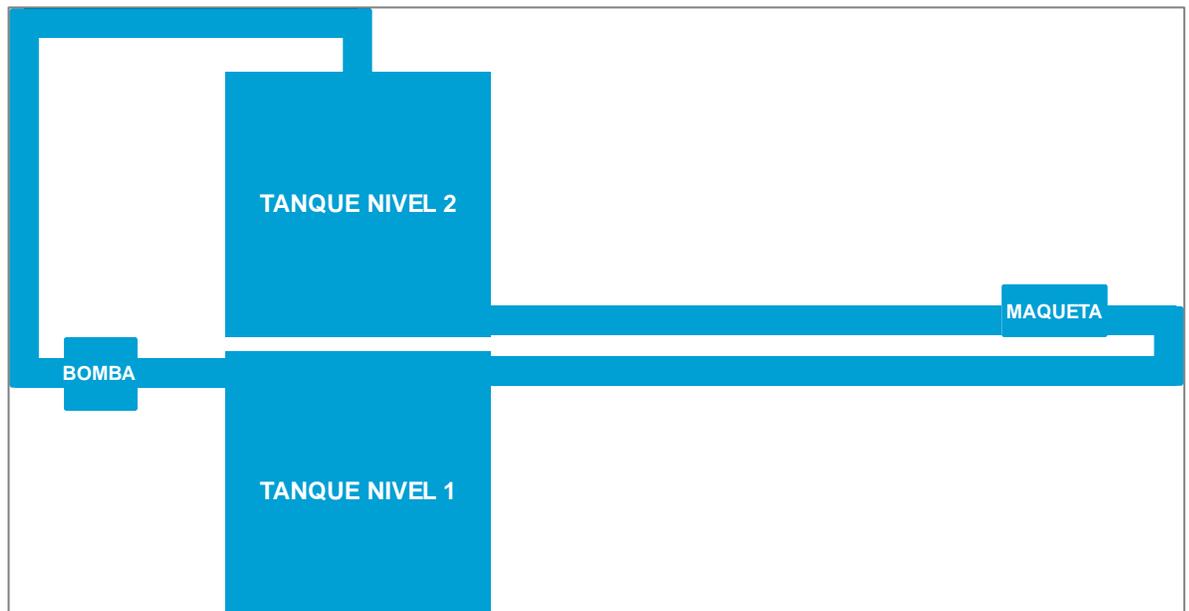
Fotografía 2: tanque de 1m³ con salida de 3 pulgadas.



Fuente: Autor

El abastecimiento constante de la maqueta requeriría un caudal de agua que se debía redistribuir mediante una bomba por lo que se pensó en un tanque en un primer nivel el cual recibe el agua proveniente de la maqueta a su vez de este se bombea al tanque en un segundo nivel el cual abastece la maqueta como se muestra en la figura 1.

Figura 6: diagrama de redistribución para el funcionamiento de la maqueta



Fuente: Autor

Fotografía 3: Características de la bomba de agua utilizada en el funcionamiento de la maqueta

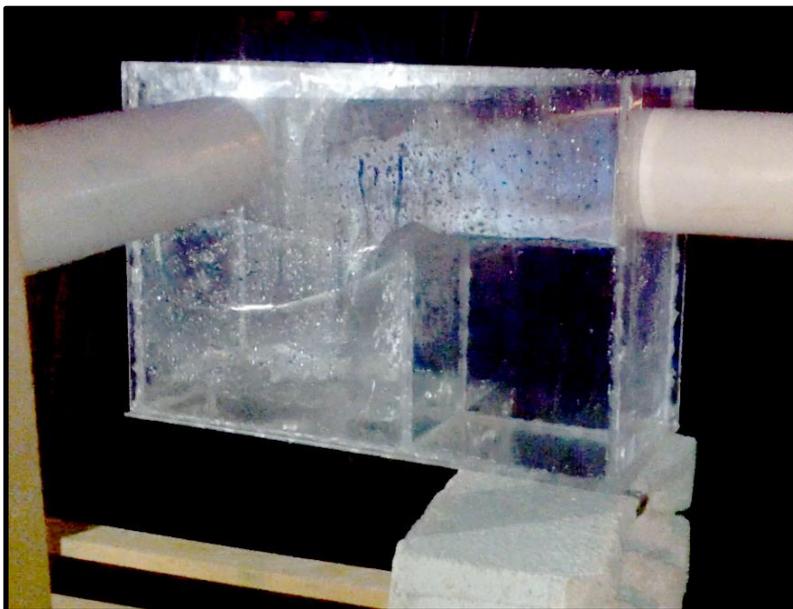


Pump	Model	30CX
	Type	Centrifugal pump
	Net Weight	30
	Discharge head-max.	20
	Suction head-max.	5
	Capacity-max.(m ³ /h)	60
Engine	Water Inlet Diameter	80mm
	Water Outlet Diameter	80mm
	Engine Model	168F-I
	Bore x Stroke(mm x mm)	68 X 54
	Displacement Volume	196
	Compression Ratio	8.5:1
	Rated Power(HP/rpm)	6.5/3600
	Max. Torque(Nm/rpm)	13/2600
	Fuel Volume(L)	3.6
	Oil Volume(L)	0.6
Min. Fuel Consumption	395	

Fuente: Autor

Dentro de las condiciones de abastecimiento de la maqueta se debía romper la velocidad de salida del agua del tanque en el nivel 2 debido a que a menor velocidad logramos mayor sección de agua para las pruebas, para este objetivo se usó una caja de acrílico la cual rompía la velocidad mediante una pared y un vertedero como se muestra en la fotografía 4.

Fotografía 4: caja de acrílico para romper la velocidad de salida del agua



Fuente: Autor

Con todos los componentes listos se colocaron en una área de adecuada para poder localizar los dos tanques conectados a la tubería de pvc de 6 metros de longitud y la maqueta, para colocar los tanques con el nivel correspondiente a cada uno se construyó una base de bloque para asentar el tanque en el nivel 2.

Fotografía 5: Base para el tanque de abastecimiento



Fuente: Autor

La nivelación de la maqueta es una parte sumamente importante y de mucha precisión ya que el abastecimiento tiene que llegar con una pendiente del 1%, esta nivelación para mayor precisión se realizó con estación total.

Fotografía 6: Nivelación de la maqueta



3.2 Pruebas con el modelo a escala del derivador tipo vertedero

Para las pruebas en el modelo primero se determina el caudal correspondiente a la siguiente tabla (tabla 12):

RELACION	PROMEDIO
y/d	Q (ml/seg)

Se procederá a medir la altura de la entrada de agua y la altura de salida, con un recipiente graduado también se medirá la cantidad de agua en litros cronometrando a la vez el tiempo para poder determinar el caudal y llenar la tabla, este proceso se repite para varios caudales ya antes preestablecidos.

Fotografía 7: Recipientes graduados en litros



Fuente: Autor

Fotografía 8: Pruebas de ingreso con relación y/d de 0.1



Fuente: Autor

Fotografía 9: Pruebas de ingreso con relación y/d de 0.1



Fuente: Autor

Fotografía 10: Pruebas de ingreso con relación y/d de 0.2



Fuente: Autor

Fotografía 11: Pruebas de ingreso con relación y/d de 0.3



Fuente: Autor

Fotografía 12: Pruebas de ingreso con relación y/d de 0.4



Fuente: Autor

Fotografía 13: Pruebas de ingreso con relación y/d de 0.5



Fuente: Autor

Las siguientes tablas contienen las lecturas obtenidas de los datos obtenidos de la prueba para cada altura de agua:

Tabla 3.2.1 datos para una relación y/d de 0.1								
ALTURA		RELACION y/d	MEDIDA 1		MEDIDA 2		MEDIDA 3	
ENTRADA	SALIDA		t (seg)	V (ml)	t (seg)	V (ml)	t (seg)	V (ml)
2.6	1.1	0.10	4.53	1000	4.55	1000	4.57	1000

Tabla 3.2.2 datos para una relación y/d de 0.14								
ALTURA		RELACION y/d	MEDIDA 1		MEDIDA 2		MEDIDA 3	
ENTRADA	SALIDA		t (seg)	V (ml)	t (seg)	V (ml)	t (seg)	V (ml)
3.1	1.5	0.14	3.07	1000	3.21	1000	3.02	1000

Tabla 3.2.3 datos para una relación y/d de 0.2								
ALTURA		RELACION y/d	MEDIDA 1		MEDIDA 2		MEDIDA 3	
ENTRADA	SALIDA		t (seg)	V (ml)	t (seg)	V (ml)	t (seg)	V (ml)
4.4	2.2	0.20	4.24	2000	4.24	2000	4.20	2000

Tabla 3.2.4 datos para una relación y/d de 0.23								
ALTURA		RELACION y/d	MEDIDA 1		MEDIDA 2		MEDIDA 3	
ENTRADA	SALIDA		t (seg)	V (ml)	t (seg)	V (ml)	t (seg)	V (ml)
5.1	2.5	0.23	3.74	2000	3.74	2000	3.72	2000

Tabla 3.2.5 datos para una relación y/d de 0.3								
ALTURA		RELACION y/d	MEDIDA 1		MEDIDA 2		MEDIDA 3	
ENTRADA	SALIDA		t (seg)	V (ml)	t (seg)	V (ml)	t (seg)	V (ml)
7	3.3	0.30	4.56	3000	4.56	3000	4.53	3000

Tabla 3.2.6 datos para una relación y/d de 0.32								
ALTURA		RELACION y/d	MEDIDA 1		MEDIDA 2		MEDIDA 3	
ENTRADA	SALIDA		t (seg)	V (ml)	t (seg)	V (ml)	t (seg)	V (ml)
7.4	3.5	0.32	4.35	3000	4.38	3000	4.35	3000

Tabla 3.2.7 datos para una relación y/d de 0.4								
ALTURA		RELACION y/d	MEDIDA 1		MEDIDA 2		MEDIDA 3	
ENTRADA	SALIDA		t (seg)	V (ml)	t (seg)	V (ml)	t (seg)	V (ml)
9.6	4.4	0.40	146.25	125000	146.25	125000	145.00	125000

Tabla 3.2.8 datos para una relación y/d de 0.41								
ALTURA		RELACION y/d	MEDIDA 1		MEDIDA 2		MEDIDA 3	
ENTRADA	SALIDA		t (seg)	V (ml)	t (seg)	V (ml)	t (seg)	V (ml)
9.8	4.5	0.41	141.25	125000	141.25	125000	142.50	125000

Tabla 3.2.9 datos para una relación y/d de 0.5								
ALTURA		RELACION y/d	MEDIDA 1		MEDIDA 2		MEDIDA 3	
ENTRADA	SALIDA		t (seg)	V (ml)	t (seg)	V (ml)	t (seg)	V (ml)
11	5	0.45	115.00	125000	112.50	125000	115.00	125000

Con los datos de entrada probados en el campo se coloca el derivador a escala en su puesto y se procede a medir el caudal derivado en cada uno de los rangos.

Fotografía 14: Pruebas de derivación con relación y/d de 0.1



Fuente: Autor

Fotografía 15: Pruebas de derivación con relación y/d de 0.2



Fuente: Autor

Fotografía 16: Pruebas de derivación con relación y/d de 0.3



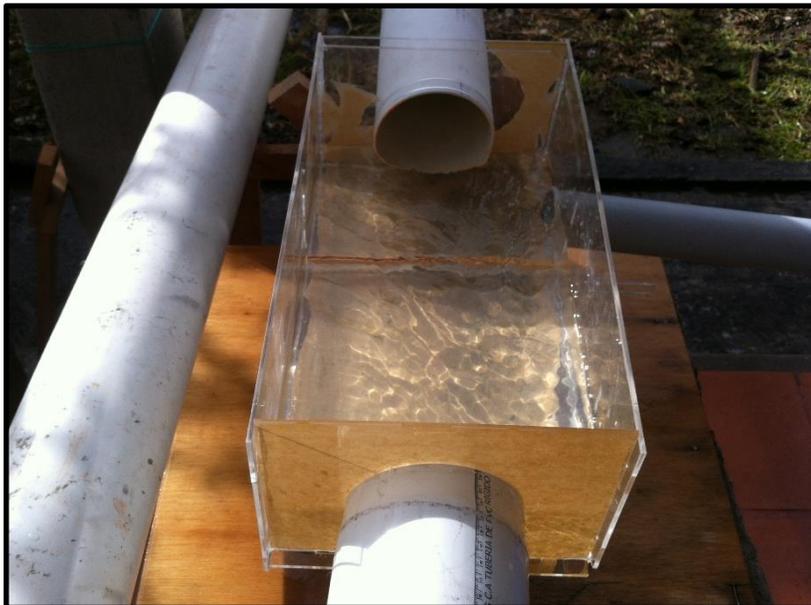
Fuente: Autor

Fotografía 17: Pruebas de derivación con relación y/d de 0.4



Fuente: Autor

Fotografía 18: Pruebas de derivación con relación y/d de 0.5



Fuente: Autor

Tabla 3.2.10 datos de derivación para una relación y/d de 0.1									
ALTURAS		RELACION y/d	MEDIDA 1		MEDIDA 2		MEDIDA 3		
ENTRADA	SALIDA		t (seg)	V (ml)	t (seg)	V (ml)	t (seg)	V (ml)	
2.6	1.1	0.10	4.55	1000.00	4.55	1000.00	4.55	1000.00	

Tabla 3.2.11 datos de derivación para una relación y/d de 0.14									
ALTURAS		RELACION y/d	MEDIDA 1		MEDIDA 2		MEDIDA 3		
ENTRADA	SALIDA		t (seg)	V (ml)	t (seg)	V (ml)	t (seg)	V (ml)	
3.1	1.5	0.14	4.71	1100.00	4.75	1100.00	4.79	1100.00	

Tabla 3.2.12 datos de derivación para una relación y/d de 0.2									
ALTURAS		RELACION y/d	MEDIDA 1		MEDIDA 2		MEDIDA 3		
ENTRADA	SALIDA		t (seg)	V (ml)	t (seg)	V (ml)	t (seg)	V (ml)	
4.4	2.2	0.20	4.42	1100.00	4.45	1100.00	4.53	1100.00	

Tabla 3.2.13 datos de derivación para una relación y/d de 0.23									
ALTURAS		RELACION y/d	MEDIDA 1		MEDIDA 2		MEDIDA 3		
ENTRADA	SALIDA		t (seg)	V (ml)	t (seg)	V (ml)	t (seg)	V (ml)	
5.1	2.5	0.23	8.00	2000.00	7.84	2000.00	7.92	2000.00	

Tabla 3.2.14 datos de derivación para una relación y/d de 0.3									
ALTURAS		RELACION y/d	MEDIDA 1		MEDIDA 2		MEDIDA 3		
ENTRADA	SALIDA		t (seg)	V (ml)	t (seg)	V (ml)	t (seg)	V (ml)	
7	3.3	0.30	7.78	2000.00	7.85	2000.00	7.52	2000.00	

Tabla 3.2.15 datos de derivación para una relación y/d de 0.32									
ALTURAS		RELACION y/d	MEDIDA 1		MEDIDA 2		MEDIDA 3		
ENTRADA	SALIDA		t (seg)	V (ml)	t (seg)	V (ml)	t (seg)	V (ml)	
7.4	3.5	0.32	7.50	2000.00	7.72	2000.00	7.60	2000.00	

Tabla 3.2.16 datos de derivación para una relación y/d de 0.4									
ALTURAS		RELACION y/d	MEDIDA 1		MEDIDA 2		MEDIDA 3		
ENTRADA	SALIDA		t (seg)	V (ml)	t (seg)	V (ml)	t (seg)	V (ml)	
9.6	4.4	0.40	7.67	2000.00	7.34	2000.00	7.26	2000.00	

Tabla 3.2.17 datos de derivación para una relación y/d de 0.41								
ALTURAS		RELACION y/d	MEDIDA 1		MEDIDA 2		MEDIDA 3	
ENTRADA	SALIDA		t (seg)	V (ml)	t (seg)	V (ml)	t (seg)	V (ml)
9.8	4.5	0.41	7.56	2000.00	7.18	2000.00	7.49	2000.00

Tabla 3.2.18 datos de derivación para una relación y/d de 0.5								
ALTURAS		RELACION y/d	MEDIDA 1		MEDIDA 2		MEDIDA 3	
ENTRADA	SALIDA		t (seg)	V (ml)	t (seg)	V (ml)	t (seg)	V (ml)
11	5.5	0.50	7.12	2000.00	7.30	2000.00	7.22	2000.00

3.3 Resumen de datos obtenidos

Tabla 4.1.1 datos de caudales de ingreso						
ALTURAS		RELACION y/d	CAUDALES			PROMEDIO Q (ml/seg)
ENTRADA	SALIDA		Q 1 (ml/seg)	Q 2 (ml/seg)	Q 3 (ml/seg)	
2.6	1.1	0.1	220.75	219.78	218.82	219.78
3.1	1.5	0.14	325.73	311.53	331.13	322.8
4.4	2.2	0.2	471.70	471.70	476.19	473.2
5.1	2.5	0.23	534.76	534.76	537.63	535.72
7	3.3	0.3	657.89	657.89	662.25	659.35
7.4	3.5	0.32	689.66	684.93	689.66	688.08
9.6	4.4	0.4	854.70	854.70	862.07	857.16
9.8	4.5	0.41	884.96	884.96	877.19	882.37
11	5.5	0.5	1086.96	1111.11	1086.96	1095.01

Tabla 4.1.2 datos de caudales derivados						
ALTURAS		RELACION	CAUDALES			PROMEDIO
ENTRADA	SALIDA	y/d	Q 1 (ml/seg)	Q 2 (ml/seg)	Q 3 (ml/seg)	Q (ml/seg)
2.6	1.1	0.1	219.80	219.67	219.86	219.78
3.1	1.5	0.14	233.55	231.70	229.50	231.58
4.4	2.2	0.2	249.01	247.42	242.90	246.44
5.1	2.5	0.23	250.10	255.13	252.40	252.54
7	3.3	0.3	256.92	254.76	265.80	259.16
7.4	3.5	0.32	266.76	258.96	263.13	262.95
9.6	4.4	0.4	260.64	272.41	275.37	269.47
9.8	4.5	0.41	264.55	278.43	267.14	270.04
11	5.5	0.5	280.74	273.95	277.06	277.25

CAPÍTULO 4

TABULACIÓN DE DATOS

4.1 Tabulación de datos

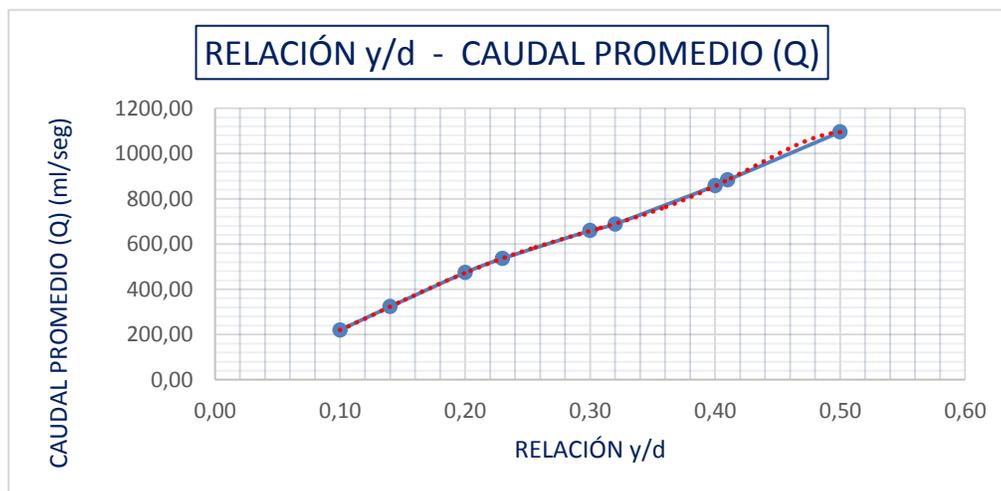
Con los datos obtenidos en la simulación con el modelo a escala podemos obtener, en base al tiempo medido y el volumen de agua, el caudal para cada uno de los rangos como podemos observar en la tabla 4.1.1 de caudales de ingreso como en la tabla 4.1.2 de caudales dirigidos al interceptor.

Tabla 4.1.1 datos de caudales de ingreso						
ALTURAS		RELACION	CAUDALES			PROMEDIO
ENTRADA	SALIDA	y/d	Q 1 (ml/seg)	Q 2 (ml/seg)	Q 3 (ml/seg)	Q (ml/seg)
2.6	1.1	0.1	220.75	219.78	218.82	219.78
3.1	1.5	0.14	325.73	311.53	331.13	322.8
4.4	2.2	0.2	471.70	471.70	476.19	473.2
5.1	2.5	0.23	534.76	534.76	537.63	535.72
7	3.3	0.3	657.89	657.89	662.25	659.35
7.4	3.5	0.32	689.66	684.93	689.66	688.08
9.6	4.4	0.4	854.70	854.70	862.07	857.16
9.8	4.5	0.41	884.96	884.96	877.19	882.37
11	5.5	0.5	1086.96	1111.11	1086.96	1095.01

Tabla 4.1.2 datos de caudales derivados						
ALTURAS		RELACION	CAUDALES			PROMEDIO
ENTRADA	SALIDA	y/d	Q 1 (ml/seg)	Q 2 (ml/seg)	Q 3 (ml/seg)	Q (ml/seg)
2.6	1.1	0.1	219.80	219.67	219.86	219.78
3.1	1.5	0.14	233.55	231.70	229.50	231.58
4.4	2.2	0.2	249.01	247.42	242.90	246.44
5.1	2.5	0.23	250.10	255.13	252.40	252.54
7	3.3	0.3	256.92	254.76	265.80	259.16
7.4	3.5	0.32	266.76	258.96	263.13	262.95
9.6	4.4	0.4	260.64	272.41	275.37	269.47
9.8	4.5	0.41	264.55	278.43	267.14	270.04
11	5.5	0.5	280.74	273.95	277.06	277.25

Graficando la relación y/d con el caudal promedio de ingreso obtenemos la siguiente grafica

Grafico 4.1.1 relación y/d – caudal promedio de ingreso



En la gráfica 4.1.2 podemos observar la relación y/d con el caudal derivado hacia el interceptor.

Gráfico 4.1.2 relación y/d – caudal promedio derivado

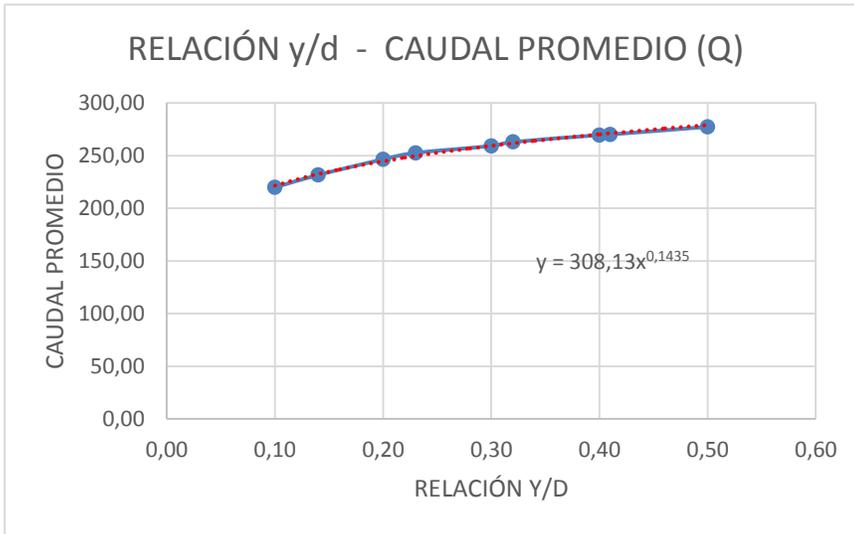
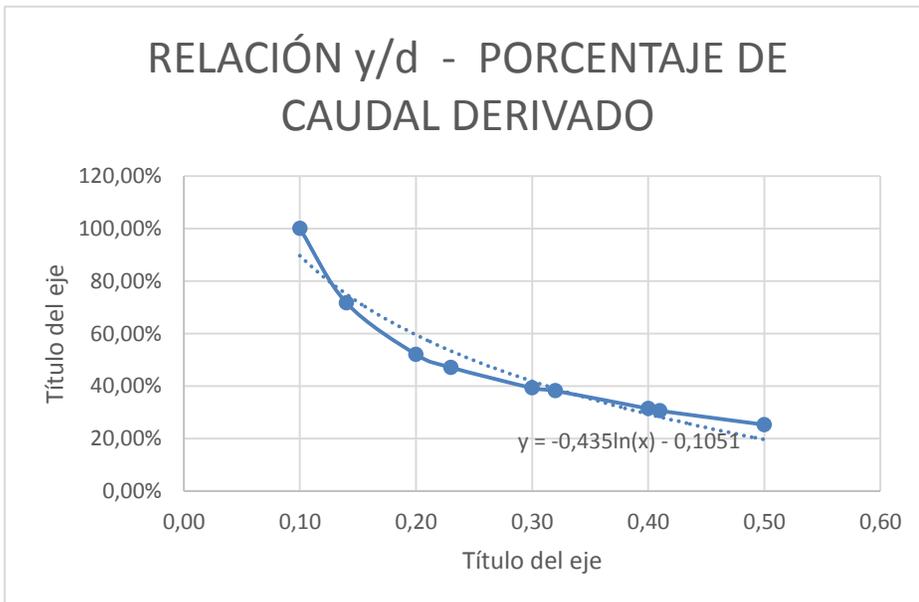


Gráfico 4.1.3 relación y/d – caudal promedio derivado



CONCLUSIONES

- Se pudo constatar la importancia de los parámetros de diseño en la realización de un modelo a escala, para que el mismo refleje un comportamiento lo más cercano posible a la realidad. En la ejecución de este proyecto se ha tenido que realizar pequeños ajustes en la maqueta para poder alcanzar una buena operación y manejo de los resultados.
- Si bien no se considera dentro de los objetivos de la tesis el análisis de las condiciones aguas arriba de la estructura, de los ensayos realizados, se puede concluir que en la tubería de llegada no se cumple la condición de flujo uniforme en un 100%, aun cuando las condiciones del experimento fueron controladas. A partir de esto se puede concluir que debería tomarse en cuenta en el diseño de estas estructuras de derivación las condiciones del flujo variado, las cuales no se evidencian en la bibliografía consultada.
- A partir de las medidas realizadas, en el modelo, de los tiempos y volúmenes se obtuvieron caudales promedios los cuales se relacionaron con la altura del flujo aguas arriba, tabulada mediante la relación y/d , con el cual se ha generado la figura 4.1.1, la cual muestra que el comportamiento del derivador construido a escala se aproxima a las ecuaciones teóricas utilizadas para su dimensionamiento.
- En la figura 4.1.2 se observa cómo al aumentar la relación y/d , aumenta también el caudal derivado e ingresado hacia el sistema de intercepción sanitaria. La tendencia en el incremento de la proporción de derivación, cuyo valor inicial corresponde a una relación $y/d=0.1$, sigue una curva de tipo potencial, lo cual es coherente con las ecuaciones encontradas en la bibliografía respecto al funcionamiento de vertederos.
- En la tabla 4.1.2 se obtuvo, para el modelo construido, la variación correspondiente a la proporción del caudal derivado contra la relación y/d del tubo aguas arriba, que como se esperaba expresa que al aumentar el caudal de ingreso al dispositivo

aumenta también el caudal derivado hacia los interceptores, aunque la proporción en la que se deriva con respecto al caudal de entrada va disminuyendo. Este aspecto es muy importante ya que se recomienda tomar en cuenta este particular al evaluar el funcionamiento del sistema de interceptores de la ciudad durante periodos de lluvia, los cuales evidentemente se verían sobrecargados.

BIBLIOGRAFÍA

AROCHA R. Simón, Abastecimientos de agua, Teoría y Diseño, Ediciones Vega, Caracas, 1977.

AROCHA R, Simón. Cloacas y Drenajes, Teoría y Diseño (1era. Ed.), Caracas, 1983.

Empresa Pública Municipal de Telecomunicaciones, Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Cuenca - ETAPA. Proyecto de los Planes Maestros de Agua Potable y Saneamiento II Fase, 2009.

PUGA Brazales María Angélica, A. Modelo hidráulico físico de vertederos como ayuda de aprendizaje de la materia de hidráulica (Tesis de Grado, Escuela politécnica del Ejército), 2010, Recuperado de <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/1681>

República de Colombia, Ministerio de Desarrollo Económico, Dirección de Agua Potable y Saneamiento Básico, SISTEMAS DE RECOLECCIÓN Y EVACUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS Y PLUVIALES, 2000.

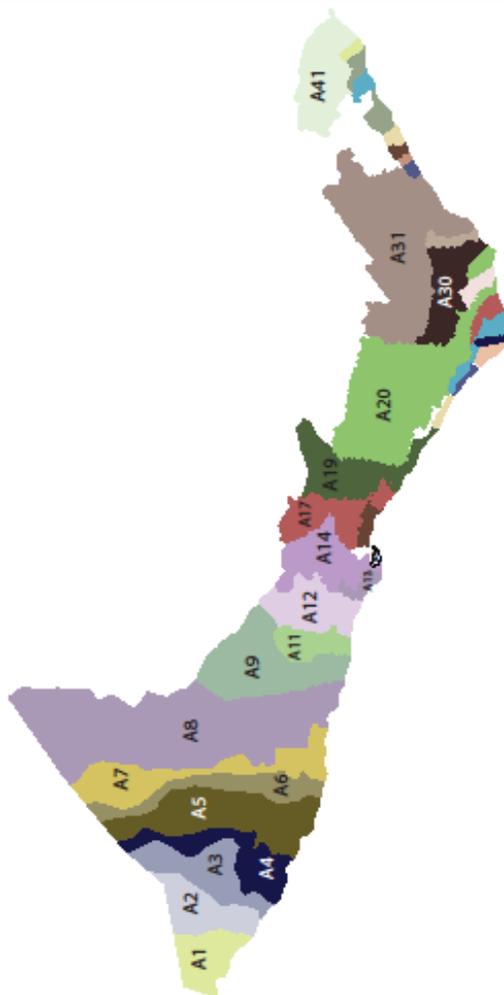
ROCHA Felices Arturo, Hidráulica de Tuberías y Canales.

ANEXOS

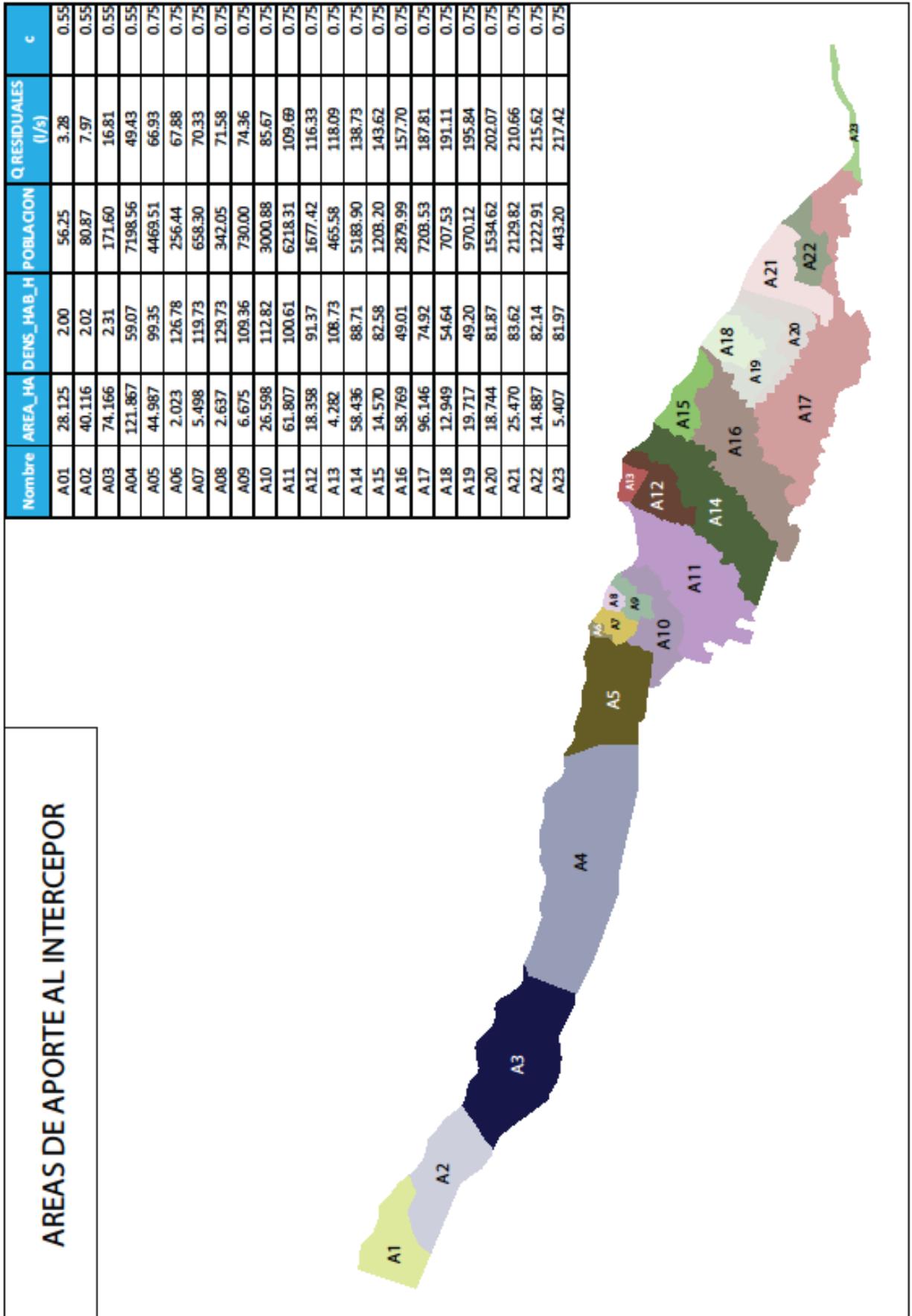
ANEXO 1

Nombre	AREA_HA	DENS_HAB_H	POBLACION	Qilcltas (l/s)	c	Q U (l/s)
A0101	60.114	2.19	131.55	0.122	0.55	2515
A0102	70.736	83.13	5880.06	5.566	0.55	2959.5
A0103	86.649	71.36	6183.68	11.292	0.55	3625.2
A0104	82.945	48.22	3999.88	14.996	0.55	3470.2
A0105	154.803	41.60	6439.30	20.958	0.55	6476.6
A0106	75.215	43.81	3295.49	24.009	0.55	3146.9
A0107	119.846	24.92	2986.31	26.774	0.55	5014.1
A0108	399.983	36.16	14463.68	40.167	0.55	16734
A0109	137.491	33.97	4670.84	44.491	0.75	7844.1
A0110	2.085	21.53	44.90	44.533	0.75	115.82
A0111	28.328	48.17	1364.43	45.796	0.75	1787
A0112	82.708	68.71	5683.11	51.059	0.75	4718.6
A0113	12.929	113.98	1473.65	52.423	0.75	918.45
A0114	74.520	83.07	6190.31	58.155	0.75	4251.5
A0115	2.078	110.95	230.58	58.368	0.75	115.43
A0116	6.014	111.64	671.45	58.990	0.75	334.03
A0117	64.054	92.68	5936.50	64.487	0.75	3654.4
A0118	12.511	108.31	1355.07	65.741	0.75	888.77
A0119	85.909	114.79	9861.39	74.872	0.75	4901.3
A0120	225.872	122.82	27742.35	100.560	0.75	12886
A0121	10.488	85.00	891.47	101.385	0.75	745.04
A0122	22.535	82.74	1864.62	103.112	0.75	1421.5
A0123	3.637	84.46	307.12	103.396	0.75	201.97
A0124	0.829	81.97286868	67.98	103.459	0.75	46.059
A0125	7.654	81.97290306	627.42	104.040	0.75	425.1
A0126	3.701	81.97289995	309.39	104.321	0.75	205.56
A0127	12.729	82.38746298	1048.69	105.292	0.75	904.25
A0128	11.058	100.8192415	1114.90	106.324	0.75	785.99
A0129	7.747	83.09907061	643.77	106.920	0.75	430.27
A0130	73.868	117.1628148	8654.58	114.934	0.75	4214.3
A0131	250.333	125.9443873	31528.02	144.126	0.75	14282
A0132	11.904	120.6133355	1485.73	145.456	0.75	845.64
A0133	3.105	98.25984607	305.13	145.738	0.75	172.47
A0134	2.119	91.78040493	194.47	145.918	0.75	117.68
A0135	3.705	90.88245931	336.73	146.230	0.75	205.78
A0136	5.110	67.59795307	345.43	146.550	0.75	283.81
A0137	11.144	90.20575382	1005.24	147.481	0.75	791.67
A0138	7.676	88.43643091	678.83	148.109	0.75	426.32
A0139	9.495	68.71694735	652.45	148.713	0.75	527.33
A0140	5.574	45.6869988	254.66	148.949	0.75	309.58
A0141	86.802	85.29952098	7404.13	155.805	0.75	4952.2

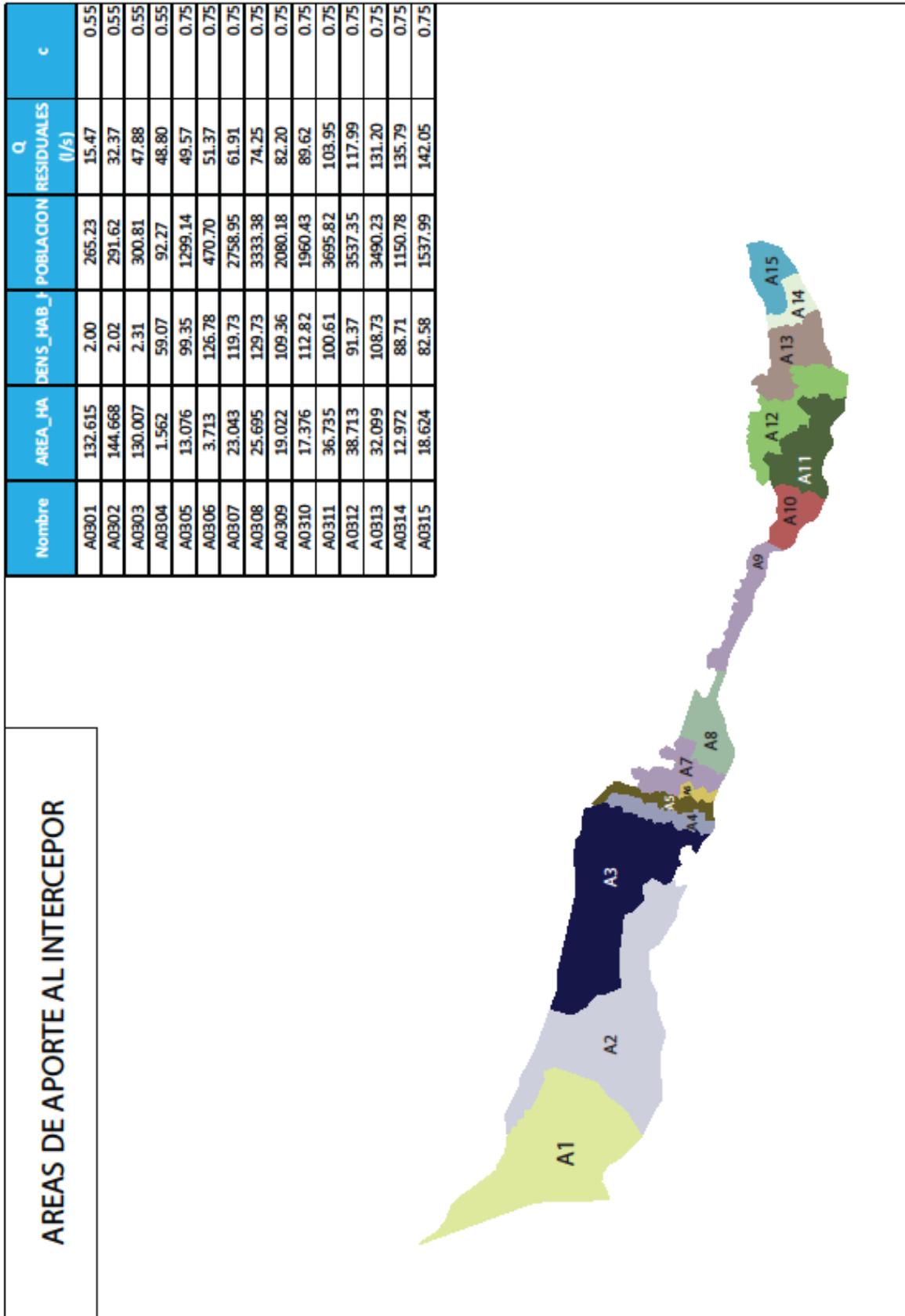
AREAS DE APOORTE AL INTERCEPOR



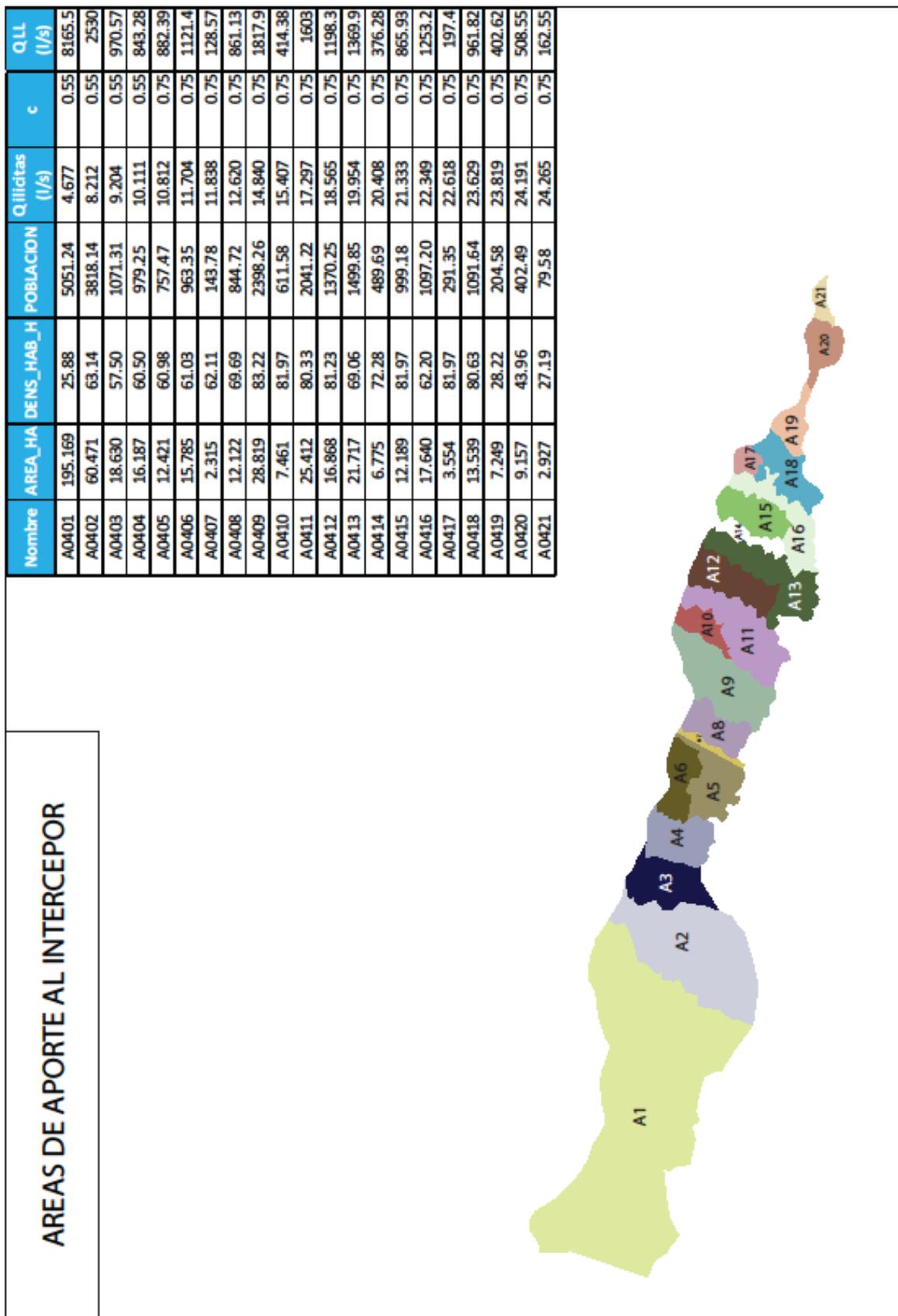
ANEXO 2



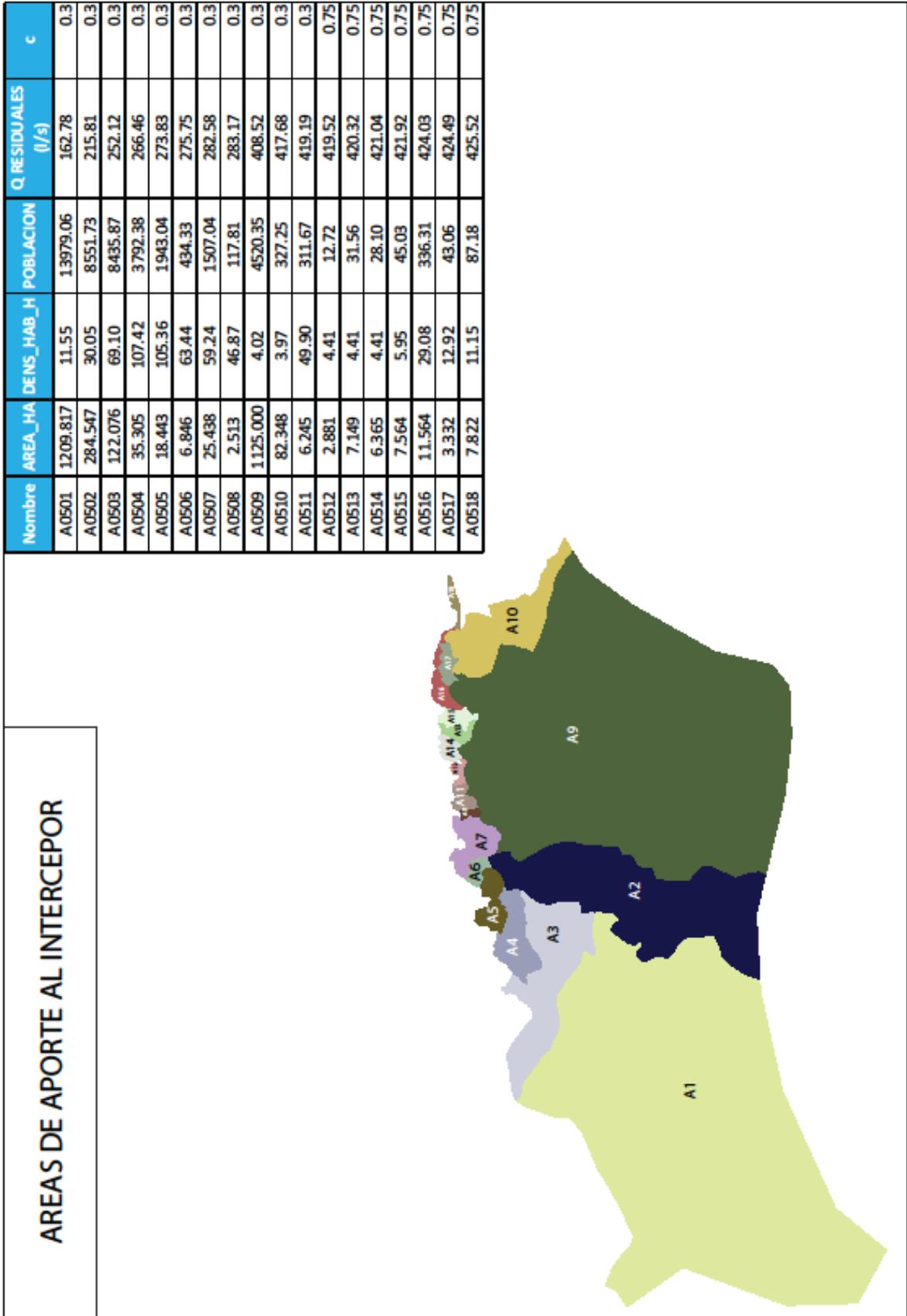
ANEXO 3



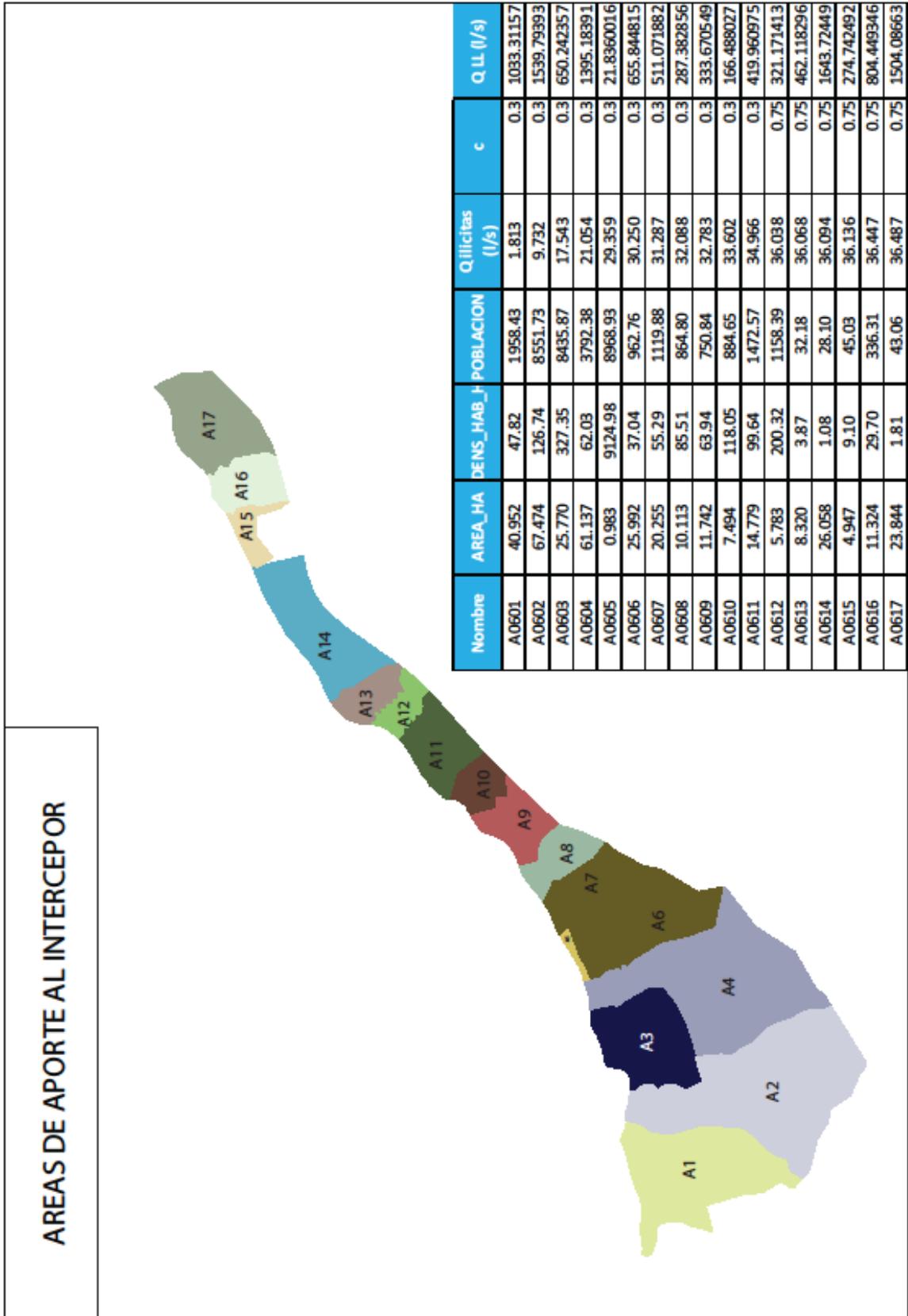
ANEXO 4



ANEXO 5



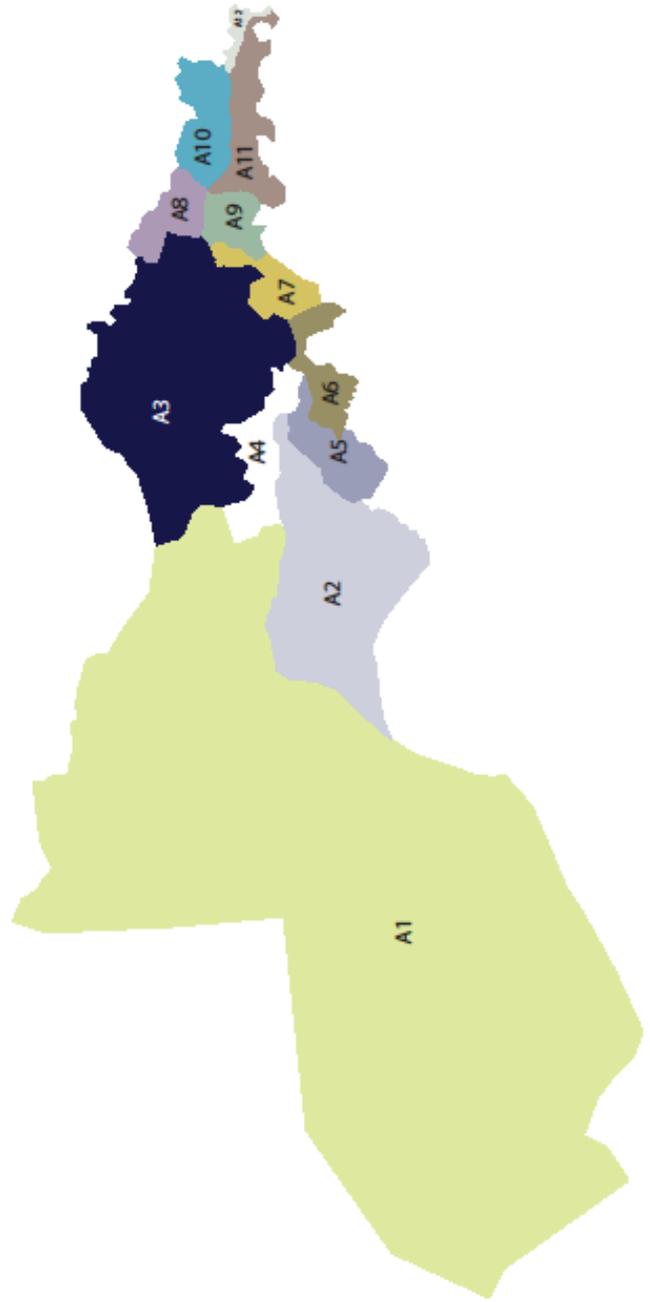
ANEXO 6



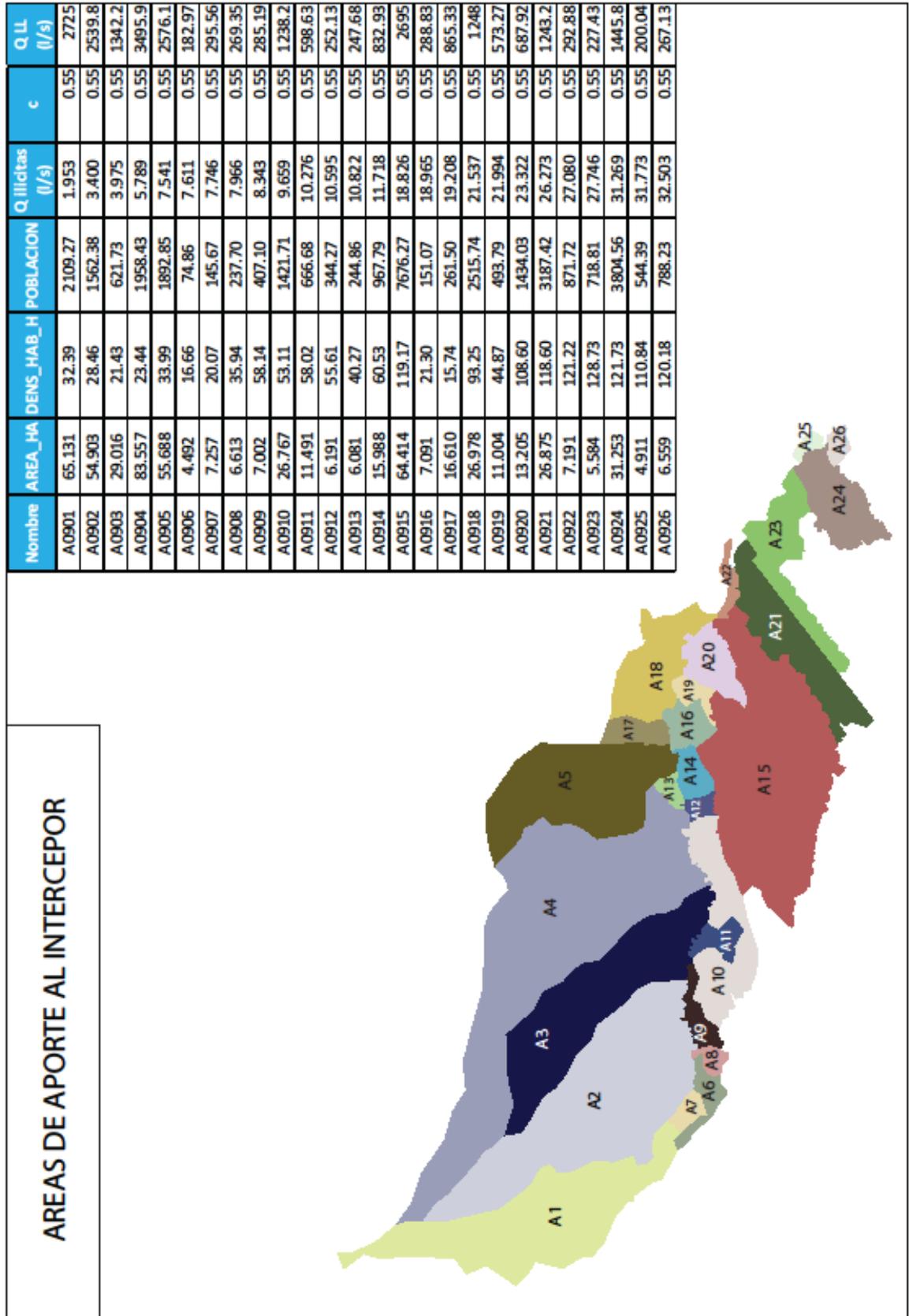
ANEXO 7

Nombre	AREA_HA	DENS_HAB_H	POBLACION	Qilicltas (l/s)	c	QLL (l/s)
A0801	769.077	31.28	24055.77	22.274	0.35	20476
A0802	86.106	37.17	3200.64	25.237	0.35	2292.5
A0803	130.818	68.56	8968.93	33.542	0.35	3482.9
A0804	16.715	57.60	962.76	34.433	0.35	554.13
A0805	13.239	84.59	1119.88	35.470	0.35	438.91
A0806	11.875	72.82	864.80	36.271	0.35	393.69
A0807	10.072	74.55	750.84	36.966	0.35	333.9
A0808	12.512	70.71	884.65	37.785	0.35	414.78
A0809	18.669	78.88	1472.57	39.149	0.35	618.93
A0810	19.477	59.47	1158.39	40.222	0.35	645.71
A0811	2.481	12.97	32.18	40.251	0.35	64.301
A0812	22.989	59.07	1358.09	41.509	0.35	676.75

AREAS DE APORTE AL INTERCEPOR



ANEXO 8



ANEXO 9

