

	UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA GESTIÓN DE BIBLIOTECAS				   		
	CARTA DE AUTORIZACIÓN						
CÓDIGO	AP-BIB-FO-06	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	1 de 2

Neiva, 29 de agosto de 2023

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Neiva

El (Los) suscrito(s):

Andres Mauricio Vargas Galindo, con C.C. No. 1075300059,

_____, con C.C. No. _____,

_____, con C.C. No. _____,

_____, con C.C. No. _____,

Autor(es) de la tesis y/o trabajo de grado o _____

titulado Práctica profesional en Corporación Autónoma Regional Del Alto Magdalena (CAM). presentado y aprobado en el año 2023 como requisito para optar al título de Ingeniero Civil; Autorizo (amos) al CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN de la Universidad Surcolombiana para que, con fines académicos, muestre al país y el exterior la producción intelectual de la Universidad Surcolombiana, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en los sitios web que administra la Universidad, en bases de datos, repositorio digital, catálogos y en otros sitios web, redes y sistemas de información nacionales e internacionales “open access” y en las redes de información con las cuales tenga convenio la Institución.
- Permita la consulta, la reproducción y préstamo a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato Cd-Rom o digital desde internet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer, dentro de los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia.
- Continúo conservando los correspondientes derechos sin modificación o restricción alguna; puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación del derecho de autor y sus conexos.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, “Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores”, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.



**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
GESTIÓN DE BIBLIOTECAS**



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

2 de 2

EL AUTOR/ESTUDIANTE: Andres Mauricio Vargas Galindo EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: _____

Firma: _____

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: _____

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: _____

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.

	UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA GESTIÓN DE BIBLIOTECAS						
	DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO						
CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	1 de 3

TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO: Práctica Profesional en Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (CAM).

AUTOR O AUTORES:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Vargas Galindo	Andres Mauricio

DIRECTOR Y CODIRECTOR TESIS:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Izquierdo Bautista	Jaime

ASESOR (ES):

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre

PARA OPTAR AL TÍTULO DE: Ingeniero Civil.

FACULTAD: Ingeniería

PROGRAMA O POSGRADO: Ingeniería Civil

CIUDAD: Neiva

AÑO DE PRESENTACIÓN: 2023

NÚMERO DE PÁGINAS: 93

TIPO DE ILUSTRACIONES (Marcar con una X):

Diagramas X Fotografías X Grabaciones en discos ____ Ilustraciones en general X Grabados ____
Láminas ____ Litografías ____ Mapas ____ Música impresa ____ Planos X Retratos ____ Sin ilustraciones ____ Tablas
o Cuadros X

SOFTWARE requerido y/o especializado para la lectura del documento:

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.

	UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA GESTIÓN DE BIBLIOTECAS						
	DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO						
CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	2 de 3

MATERIAL ANEXO:

PREMIO O DISTINCIÓN (En caso de ser LAUREADAS o Meritoria):

PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:

<u>Español</u>	<u>Inglés</u>	<u>Español</u>	<u>Inglés</u>
1. <u>Software de Ingeniería</u>	<u>Engineering software</u>	6. _____	_____
2. <u>Diseño Hidráulico</u>	<u>Hydraulic design</u>	7. _____	_____
3. <u>Optimización de agua</u>	<u>Water optimization</u>	8. _____	_____
4. <u>Evaluación obras hidráulicas</u>	<u>Hydraulic works evaluation</u>	9. _____	_____
5. <u>Seguimiento administrativo</u>	<u>Administrative monitoring</u>	10. _____	_____

RESUMEN DEL CONTENIDO: (Máximo 250 palabras)

Este trabajo de grado expone el desarrollo de la práctica profesional en la corporación autónoma regional del alto magdalena (CAM) donde se presenta una problemática referente a la solicitud de concesión de aguas superficiales debido a que el 50.48 % de usuarios del recurso hídrico y/o solicitantes en el departamento del Huila no cumplen con las exigencias mínimas del ministerio de ambiente para otorgar el permiso de concesión las cuales consisten en allegar a la corporación de la jurisdicción correspondiente los planos y diseños de obras hidráulicas necesarias para el control, distribución y reparto del caudal de acuerdo a el decreto 1076 demayo de 2015 Único Reglamento Del Sector Ambiental y el Plan de uso eficiente y ahorro de agua (PUEAA) según lo establecido en el decreto 1090 del 2018 . Es por esto, que surgió la necesidad de establecer como objetivos de esta práctica profesional el desarrollo de una herramienta de cálculo y diseño de una estructura de medición y control de caudal conformada por una canaleta Parshall, compuerta deslizante, limnómetro de medición y rejilla, permitiendo de este modo que la corporación utilice la herramienta para suministrar a los usuarios diseños tipo opcionales contribuyendo en el proceso de solicitud de concesión y legalización de aguas de acuerdo a los caudales asignados según las reglamentaciones de las corrientes hídricas. También fue objeto de este proyecto de grado la elaboración de formato PUEAA que es un conjunto de actividades, acciones y estrategias que los usuarios del recurso hídrico deben desarrollar para garantizar el uso eficiente y ahorro del agua, dicho lo anterior por medio de jornadas de visita a las comunidades y atención al usuario en instalaciones de la corporación se prestó apoyo técnico a los usuarios para el diligenciamiento del formato PUEAA correspondiente. También se realizó la evaluación de planos y diseños de obras hidráulicas de control de caudal presentados a la corporación como parte de la reglamentación de los usuarios de acuerdo a los parámetros establecidos en el decreto 1076 de 2015 revisando cálculos, escalas de los planos, ubicación de las obras de control, requisitos del diseñador, entre otros. Con el fin de determinar la viabilidad de la construcción de las obras hidráulicas de control de caudal.

	UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA GESTIÓN DE BIBLIOTECAS						
	DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO						
CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	3 de 3

ABSTRACT: (Máximo 250 palabras)

This degree work exposes the development of professional practice in the regional autonomous corporation of Alto Magdalena (CAM) where a problem regarding the request for concession of surface waters is presented because 50.48% of users of the water resource and/or Applicants in the department of Huila do not meet the minimum requirements of the Ministry of the Environment to grant the concession permit, which consist of submitting to the corporation of the corresponding jurisdiction the plans and designs of hydraulic works necessary for the control, distribution and distribution of the flow according to decree 1076 of May 2015, Single Regulation of the Environmental Sector and the Plan for efficient use and saving of water (PUEAA) as established in decree 1090 of 2018. For this reason, the need arose to establish as objectives of this professional practice the development of a calculation and design tool for a flow measurement and control structure made up of a Parshall gutter, sliding gate, measurement limnimeter and grid, allowing In this way, the corporation uses the tool to provide users with optional type designs, contributing to the process of requesting a concession and legalization of Water according to the flows assigned according to the regulations of water currents. The elaboration of the PUEAA format, which is a set of activities, actions and strategies that users of the water resource must develop to guarantee the efficient use and saving of water, said the above through visit days, was also the object of this degree project. to the communities and customer service at the corporation's facilities, technical support was provided to the users for the completion of the corresponding PUEAA format. The evaluation of plans and designs of hydraulic flow control works presented to the corporation as part of the regulation of users was also carried out according to the parameters established in Decree 1076 of 2015, reviewing calculations, scales of the plans, location of control works, designer requirements, among others. In order to determine the viability of the construction of hydraulic flow control works.

APROBACION DE LA TESIS

Nombre Presidente Jurado: Jackson Andrés Gil Hernández.

Firma:



Nombre Jurado: Jhon Jairo Vargas Hoyos.

Firma:



Nombre Jurado: Nadia Brigitte Sanabria Méndez.

Firma:



Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.



Práctica Profesional en Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (CAM)

Andres Mauricio Vargas Galindo

Universidad Surcolombiana de Colombia
Facultad de ingeniería, programa de ingeniería civil
Neiva, Colombia

2023

Práctica Profesional en Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena
(CAM)

Andres Mauricio Vargas Galindo

Proyecto de grado presentada(o) como requisito parcial para optar al título de:
Ingeniero Civil

Director (a):

Ingeniero Agrícola (PhD., Planificación y manejo ambiental de cuencas
hidrográficas) Jaime Izquierdo Bautista

Línea de Investigación:

Estructuras Hidráulicas

Universidad Surcolombiana de Colombia

Facultad de ingeniería, programa de ingeniería civil

Neiva, Colombia

2023

Dedicatoria

A Dios por bendecirme con mis padres Harold Andres y Paola Andrea, mis abuelos Esperanza y Gentil, a los que dedico muy especialmente este trabajo por ser el motor de mi vida que incentiva mi sentido de superación y enseñarme que puedo lograr todo lo que me proponga.

A mis hermanos Sergio, Juan David, Esteban, Sofia, Manuel Andrés y Lucia que son la inspiración para continuar creciendo y trabajando cada día.

A mis tíos Diana Natalia y Adrián Mauricio porque siempre me han apoyado y ayudado a cumplir mis metas.

A los otros padres que me regalo la vida Boris y Alfredo quienes me dan grandes enseñanzas, A mi novia María Alexandra, a mis amigos Nicolas Hernando, Miguel Ángel, Eikel y Daniela que me acompañaron en este proceso y me han brindado su apoyo.

Andres Mauricio.

Agradecimientos

El Autor expresa sus agradecimientos a:

Jaime Izquierdo Bautista, Ingeniero Agrícola, profesor de la Universidad Surcolombiana, por su asesoría como director del proyecto de grado

Agradecimiento a la CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ALTO MAGDALENA, por la oportunidad y confianza en el desarrollo del proyecto

Huberney Alvarado, Ingeniero Agrícola, profesional especializado de la CAM, por sus enseñanzas durante el periodo de práctica profesional

Lina Fernanda, Psicóloga, profesional social especializado de la CAM, por su apoyo y enseñanzas durante el periodo de práctica profesional

Jesús Castro, Ingeniero Civil, profesional de la dirección territorial norte-CAM, por la oportunidad y confianza en la evaluación de diseños

Yobani Salazar, Ingeniero Agrícola, profesional de seguimiento-CAM, por su apoyo y oportunidad de participar en las labores de seguimiento.

Jackson Andrés Gil Hernández, Ingeniero Civil Magister en geotécnica, jefe del programa de Ingeniería Civil Universidad Surcolombiana.

Fredy Angarita, Geólogo, profesional especializado de la CAM, por la supervisión de la práctica profesional

Daniel José Ortiz, Geólogo, profesional de la CAM, por sus labores de supervisión y apoyo en el periodo de la práctica profesional.

Resumen

Este trabajo de grado expone el desarrollo de la práctica profesional en la corporación autónoma regional del alto magdalena (CAM) donde se presenta una problemática referente a la solicitud de concesión de aguas superficiales debido a que el 50.48 % de usuarios del recurso hídrico y/o solicitantes en el departamento del Huila no cumplen con las exigencias mínimas del ministerio de ambiente para otorgar el permiso de concesión las cuales consisten en allegar a la corporación de la jurisdicción correspondiente los planos y diseños de obras hidráulicas necesarias para el control, distribución y reparto del caudal de acuerdo a el decreto 1076 de mayo de 2015 Único Reglamento Del Sector Ambiental y el Plan de uso eficiente y ahorro de agua (PUEAA) según lo establecido en el decreto 1090 del 2018 . Es por esto, que surgió la necesidad de establecer como objetivos de esta práctica profesional el desarrollo de una herramienta de cálculo y diseño de una estructura de medición y control de caudal conformada por una canaleta Parshall, compuerta deslizante, limnómetro de medición y rejilla, permitiendo de este modo que la corporación utilice la herramienta para suministrar a los usuarios diseños tipo opcionales contribuyendo en el proceso de solicitud de concesión y legalización de aguas de acuerdo a los caudales asignados según las reglamentaciones de las corrientes hídricas. También fue objeto de este proyecto de grado la elaboración de formato PUEAA que es un conjunto de actividades, acciones y estrategias que los usuarios del recurso hídrico deben desarrollar para garantizar el uso eficiente y ahorro del agua, dicho lo anterior por medio de jornadas de visita a las comunidades y atención al usuario en instalaciones de la corporación se prestó apoyo técnico a los usuarios para el diligenciamiento del formato PUEAA correspondiente. También se realizó la evaluación de planos y diseños de obras hidráulicas de control de caudal presentados a la corporación como parte de la reglamentación de los usuarios de acuerdo a los parámetros establecidos en el decreto 1076 de 2015 revisando cálculos, escalas de los planos, ubicación de las obras de control, requisitos del diseñador, entre otros. Con el fin de determinar la viabilidad de la construcción de las obras hidráulicas de control de caudal.

Abstract

This degree work exposes the development of professional practice in the regional autonomous corporation of Alto Magdalena (CAM) where a problem regarding the request for concession of surface waters is presented because 50.48% of users of the water resource and/or Applicants in the department of Huila do not meet the minimum requirements of the Ministry of the Environment to grant the concession permit, which consist of submitting to the corporation of the corresponding jurisdiction the plans and designs of hydraulic works necessary for the control, distribution and distribution of the flow according to decree 1076 of May 2015, Single Regulation of the Environmental Sector and the Plan for efficient use and saving of water (PUEAA) as established in decree 1090 of 2018. For this reason, the need arose to establish as objectives of this professional practice the development of a calculation and design tool for a flow measurement and control structure made up of a Parshall gutter, sliding gate, measurement limnimeter and grid, allowing In this way, the corporation uses the tool to provide users with optional type designs, contributing to the process of requesting a concession and legalization of Water according to the flows assigned according to the regulations of water currents. The elaboration of the PUEAA format, which is a set of activities, actions and strategies that users of the water resource must develop to guarantee the efficient use and saving of water, said the above through visit days, was also the object of this degree project. to the communities and customer service at the corporation's facilities, technical support was provided to the users for the completion of the corresponding PUEAA format. The evaluation of plans and designs of hydraulic flow control works presented to the corporation as part of the regulation of users was also carried out according to the parameters established in Decree 1076 of 2015, reviewing calculations, scales of the plans, location of control works, designer requirements, among others. In order to determine the viability of the construction of hydraulic flow control works.

Contenido

	Pág.
Resumen.....	V
Lista de figuras.....	IX
Lista de tablas.....	11
Lista de Símbolos y abreviaturas.....	12
Capítulo 1.....	13
1. Introducción	13
1.1 Antecedentes	15
1.2 Justificación	17
1.3 Objetivos.....	19
1.4 Estructura del documento	20
2. Marco teórico	21
2.1 canaleta Parshall.....	21
2.2 Compuerta	26
2.3 PUEAA	31
2.4 Rejilla.....	32
3. Metodología.....	35
3.1 programa de revisión y diseño de estructuras hidráulicas.....	36
3.1.1 Canaleta Parshall	38
3.1.2 Compuerta plana	40
3.1.3 Rejilla.....	42
3.2 PUEAA	44
3.3 Evaluación de obras hidráulicas	47
Capítulo 4.....	48
4. Análisis de resultados.....	48

4.1	Programa de Revisión y Diseño de Estructuras Hidráulicas.....	48
4.1.1	Módulo de diseño.....	49
4.2	PUEAA.....	55
4.3	Evaluación de obras hidráulicas	55
4.4	Otras actividades realizadas en la practica	56
5.	Conclusiones y recomendaciones	57
5.1	Conclusiones.....	57
5.2	Recomendaciones	57
6.	Bibliografía.....	59
7.	Anexos.....	62

Lista de figuras

figura 2-1	<i>Dimensiones del medidor Parshall</i>	22
figura 2-2	<i>Tipos de descarga en compuertas</i>	27
figura 2-3	<i>Coefficientes de gasto para compuertas planas e inclinadas con descarga libre.</i>	29
figura 2-4	<i>Coefficientes de descarga y de contracción para el flujo.</i>	30
figura 2-5	<i>Documento Excel con guía para elaboración PUEAA no simplificado</i>	32
figura 2-6	<i>tipos de forma rejillas.</i>	33
figura 2-7	<i>Factor de forma para rejillas.</i>	33
figura 3-1	<i>Diagrama de operación del programa</i>	37
figura 3-2	<i>Variables en visual Basic.</i>	39
figura 3-3	<i>Matriz de puntos en Visual Basic</i>	39
figura 3-4	<i>Diagrama Metodología Diseño parshall en vbadesign 1.0</i>	40
figura 3-5	<i>Variables compuerta.</i>	41
figura 3-6	<i>Diagrama Metodología Diseño Compuerta en Vbadesign 1.0</i>	42
figura 3-7	<i>Diagrama Metodología Diseño Rejilla en Vbadesign 1.0.</i>	44
figura 3-8	<i>Diagrama proceso PUEAA simplificado</i>	45
figura 3-9	<i>Diagrama proceso PUEAA no simplificado</i>	46
figura 4-1	<i>Ubicación de la obra Hidráulica.</i>	50
figura 4-2	<i>Cuadro de distribución caudal Río Frío- Acequia la Quinta.</i>	50
figura 4-3	<i>Datos Ingresados Módulo De Diseño</i>	51
figura 4-4	<i>Punto inicial para el dibujo dinámico.</i>	51
figura 4-5	<i>Planta canaleta Parshall</i>	52
figura 4-6	<i>Sección Perfil canaleta Parshall.</i>	52
figura 4-7	<i>Vista isométrica del sistema.</i>	53
figura 4-8	<i>Vista frontal Compuerta plana deslizante</i>	54
figura 4-9	<i>Detalles de la Compuerta.</i>	54
figura 7-1	<i>Descripción del documento y antecedentes</i>	62
figura 7-2	<i>Cuadro de distribución de caudal</i>	63
figura 7-3	<i>Aspectos técnicos evaluados.</i>	64
figura 7-4	<i>Aspectos técnicos evaluados decreto 1076 de 2015.</i>	65

figura 7-5	<i>Descripción del proyecto</i>	67
figura 7-6	<i>Contemplaciones del diseño</i>	68
figura 7-7	<i>Concepto técnico ejemplo</i>	69
figura 7-8	<i>Información general del usuario PUEAA</i>	70
figura 7-9	<i>Tipo de actividad e Información de la Fuente</i>	71
figura 7-10	<i>Diagrama del sistema y sus componentes</i>	72
figura 7-11	<i>Tipo de captación y conducción del sistema</i>	73
figura 7-12	<i>Perdidas por componente del sistema</i>	74
figura 7-13	<i>Medidas para el control de perdidas</i>	76
figura 7-14	<i>Otras actividades propuestas</i>	77
figura 7-15	<i>Formulario bienvenida al programa</i>	78
figura 7-16	<i>Usuario autenticado</i>	79
figura 7-17	<i>Formulario Menú</i>	80
figura 7-18	<i>Módulo de Revisión</i>	81
figura 7-19	<i>Metodología del diseñador</i>	82
figura 7-20	<i>Resultados obtenidos por el diseñador</i>	83
figura 7-21	<i>Datos ingresados en Modulo de Revisión</i>	84
figura 7-22	<i>Resultados diseño compuerta por vbadesign 1.0</i>	86
figura 7-23	<i>Sitio de Aforo al Rio Frio - Rivera</i>	87
figura 7-24	<i>Resultado Aforo</i>	88

Lista de tablas

Tabla 2-1	<i>Valores de exponente "n" y coeficiente "k"</i>	23
Tabla 2-2	<i>Dimensiones típicas del medidor Parshall (cm).....</i>	24
Tabla 2-3	<i>Tabla resumen datos de diseño.....</i>	30
Tabla 2-4	<i>Resumen ecuaciones de diseño.....</i>	34
Tabla 3-1	<i>Uso de controles</i>	36
Tabla 4-1	<i>PUEAA Elaborados</i>	55
Tabla 4-2	<i>Diseños de obras evaluados.....</i>	56

Lista de Símbolos y abreviaturas

Símbolos con letras latinas

Símbolo	Término	Unidad SI	Definición
W	Ancho de garganta	m	Tabla 3-3
D	Ancho sección entrada	m	Figura 2-1
A	Dimensión sección convergente	m	Figura 2-1
E	Dimensión sección divergente	m	Figura 2-1
C	Dimensión sección salida	m	Figura 2-1

Abreviaturas

Abreviatura	Término
PUEAA	Plan de uso eficiente y ahorro de agua
AAC	Autoridad Ambiental Competente
VBA	Visual basic para aplicaciones

Abreviatura	Término
Lps	<i>Litros por Segundo</i>
$SRCA$	<i>Subdirección de regulación y calidad ambiental</i>
CAM	<i>Corporación autónoma regional del alto magdalena</i>
DTN	<i>Dirección territorial norte</i>

Capítulo 1

1. Introducción

La Reglamentación de las corrientes hídricas representa todo un reto para las corporaciones autónomas regionales del país. Para (Vega, 2014) Este proceso administrativo por el cual se realiza la distribución del recurso hídrico. Con su aplicación, se busca garantizar una distribución equitativa, eficiente, confiable y suficiente del agua de acuerdo a la oferta, según las necesidades básicas y productivas de la población y considerando los requerimientos ambientales para conservar un equilibrio ecológico. Bajo esa perspectiva, la reglamentación evita conflictos distributivos del recurso, productivos, sociales, y favorece el desarrollo económico y social de las comunidades sin producir daños irreversibles en la naturaleza.

En el departamento del Huila la AAC ha realizado la reglamentación de las corrientes superficiales donde mayor se presenta conflicto en la repartición del recurso hídrico. Sin embargo (Vargas, 2018) expone que en Colombia y en el departamento del Huila se presentan notables atrasos en los procesos de implementación y actualización de reglamentaciones debido principalmente a debilidades institucionales tanto técnicas como financieras.

La implementación de las reglamentaciones incluye la solicitud de concesión de aguas superficiales por parte de los usuarios los cuales deben presentar a la AAC los planos y diseños de obras hidráulicas necesarios para el control y medición de caudal asignado en conjunto con el PUEAA. Posteriormente la AAC revisa que los planos, diseños y PUEAA estén acordes a los artículos 2.2.3.2.19.2, 2.2.3.2.19.5, 2.2.3.2.19.8 y 2.2.3.2.19.9 del decreto 1076 de mayo de 2015 Único Reglamento Del Sector Ambiental y el Plan de uso eficiente y ahorro de agua (PUEAA) según lo establecido en el decreto 1090 del 2018 conceptuando de esta manera viable o inviable el permiso de concesión de agua para el usuario en particular.

Este proceso en el que los usuarios presentan los planos, diseños y PUEAA a la AAC genera un problema económico para las personas titulares de las concesiones de agua ya que tienen que cubrir el gasto de la elaboración de diseños de obras de control y medición. Además, posteriormente aprobado estos la construcción de la obra hidráulica e implementación del plan de uso eficiente de ahorro de agua para dar cumplimiento a los artículos del decreto 1076 de 2015. Es por esto, que el procedimiento para implementar las reglamentaciones de las corrientes hídricas se desarrolla a un ritmo muy lento e ineficiente razón por la cual la AAC en este caso la corporación autónoma regional del alto magdalena ha asumido el reto de buscar una solución que consiste en facilitarles los planos y diseños de obras hidráulicas tipo a los solicitantes de permiso de concesión de agua con el fin de unificar el proceso y ayudar a los titulares ofreciéndoles una opción para la construcción de sus obras hidráulicas.

Por otro lado, se han creado espacios en la corporación y en los lugares donde residen los usuarios y/o solicitantes con el fin de que puedan asistir y solicitar apoyo técnico de parte de profesionales para el diligenciamiento del PUEAA y para dudas respecto a los planos y diseños de obras hidráulicas; lugares que generan dialogo donde se recopilan una serie de ideas basadas en la problemática que enfrentan ambas partes los usuarios y la AAC razón por la cual se desarrolla una herramienta informática que aporta significativamente en el proceso de implementación de las corrientes reglamentadas.

Las AAC como encargadas del otorgamiento de los permisos de concesiones de agua desempeñan dentro de sus funciones revisar y evaluar todos estos planos y diseños de obras hidráulicas que se presentan en la corporación razón por la cual también es objeto de esta práctica profesional de ingeniería civil el analizar las evaluaciones realizadas de las obras hidráulicas de acuerdo a los objetivos del proyecto de grado.

1.1 Antecedentes

En las últimas décadas el desarrollo de software en la ingeniería ha permitido la creación de herramientas tecnológicas que favorecen el análisis y diseño de las estructuras civiles. (Ostáriz, 2016) indica que los programas de diseño y cálculo CivilCAD2000 (CivilCAD) y AutoCAD (Autodesk) han facilitado la tarea de arquitectos e ingenieros, reduciendo tiempo, costos y aportando resultados más homogéneos y fiables. Actualmente existen diversos programas para el cálculo de estructuras hidráulicas por otro lado, (Merino, 2019) señala que estas aplicaciones se enfocan en la solución de elementos generales en el campo de la hidráulica, por ejemplo, el flujo en canales abiertos, calado hidráulico, resalto hidráulico, entre otros, incluso, es menester de cada profesional dedicado al diseño hidráulico, tener en su poder un conjunto de hojas electrónicas, las mismas que permitan el diseño de los elementos de una captación, de esta manera la cantidad de utilitarios computacionales (hojas electrónicas, aplicaciones, etc.) es casi incuantificable. A continuación, se presenta una lista de programas relevantes desarrollados de uso comercial y proyectos de grado enfocados en programas de estructuras hidráulicas

- Hcanales: Un programa desarrollado por el ingeniero peruano Máximo Villón Béjar, profesor e investigador de la Escuela de Ingeniería Agrícola del Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC). Este programa, de libre acceso, es uno de los más versátiles y útiles para el diseño y comprobación de diseño hidráulico debido a que contiene rutinas para el cálculo de varias estructuras hidráulicas y canales abiertos. Entre estas rutinas se pueden mencionar curvas de remanso por integración gráfica (Bakhmeteff, Besse, entre otras), determinación del calado normal para secciones rectangulares trapezoidales, cálculo de transiciones de entrada o salida en flujo subcrítico, cálculo de salida bajo compuertas y orificios, cálculo de vertederos laterales, etc. (Ferret, 2016)
- SAP 2000: Es un programa de elementos finitos, con interfaz gráfico 3D orientado a objetos, preparado para realizar, de forma totalmente

integrada, la modelación análisis y dimensionamiento de lo más amplio conjunto de problemas de ingeniería de estructuras. (Grunts Work, 2018)

- Desarrollo de software para el diseño hidráulico de canaleta Parshall como estructura para mezcla rápida en el tratamiento del agua – caso aplicativo en municipios de la provincia del Alto Magdalena: Es un trabajo de grado que tiene como finalidad Desarrollar una aplicación educativa que paso a paso realice los cálculos hidráulicos correspondientes para el proceso de operación de la mezcla rápida en el sistema del agua para consumo humano en una canaleta Parshall proviene de la falta de aprovechamiento de herramientas tecnológicas en la actualidad, que garanticen un nivel de seguridad de cálculo en el diseño que pone en riesgo la calidad del proceso. (Espinosa & Gaitan, 2018)
- Elaboración de software para diseñar y evaluar secciones de canales tipo y canaleta Parshall en proyectos de irrigación. Caso: Distrito de riego río Neiva, municipio de Campoalegre, departamento del Huila: en este proyecto de grado se realizó un paquete informático para diseñar dos estructuras hidráulicas tipo; partidores de caudal y bocatomas, cada una con su respectivo software, son programas independientes que responden a los nombres de: PCaudal V1.1 (diseña partidores de caudales a través de cuchillas) y BTTipo V1.0 (diseña bocatomas tipo para cauces inestables). (Barrero, 2007)
- Desarrollo de una herramienta computacional para el diseño de dos estructuras hidráulicas: Vertedero de cresta larga y partidor proporcional: Como resultado de este proyecto de grado se obtuvo una herramienta computacional de acceso libre llamada Hidra VP, la cual fue creada para reducir los tiempos en el proceso de diseño, garantizar un nivel de seguridad de cálculo y aumentar la precisión de los diseños de las estructuras objeto de estudio. (Pechené & Ramos, 2021)

1.2 Justificación

La construcción de las obras de control y medición de caudal en las concesiones de agua de las corrientes reglamentadas del departamento del Huila representa todo un reto para la Corporación Autónoma Regional Del Alto Magdalena (CAM) esto debido a que no se cumple aun en muchos sectores de la jurisdicción de la corporación. Los solicitantes y concesionarios manifiestan en repetidas ocasiones los altos costos para contratar un diseñador que lleve a cabo la labor y, además la poca participación e interés de algunos usuarios para reglamentar sus canales comuneros perjudica la iniciativa de las minorías razón por la cual la Corporación Autónoma Regional Del Alto Magdalena (CAM) más específicamente el grupo de recurso hídrico ha planteado desarrollar una herramienta que permita realizar diseños consistente en un sistema conformado por un canal Parshall, compuerta plana y reglilla de medición esto con el fin de poder proporcionarle a estos solicitantes de concesiones de hasta 500 lps una alternativa con este diseño tipo de control de caudal que podrá ser realizado por un profesional idóneo perteneciente a la corporación.

Según el reporte de facturación de la corporación autónoma regional del alto magdalena en el año 2022 el cual indica que en registro se encuentran 8050 usuarios con concesiones de agua de los cuales el 50.48% no se encuentran reglamentados completamente en todo el departamento del Huila. Una cifra considerable y un objetivo importante para la corporación reglamentar a todos los usuarios de concesiones de agua del departamento, Además de llegar a todas las personas que no son usuarios de la corporación pero que si hacen uso y aprovechamiento de las corrientes hídricas del departamento para que se reglamenten y presenten el PUEAA en conjunto con los planos y diseños de obras hidráulicas necesarias para el control de caudal.

Las hojas de cálculo de diseños abiertas que utilizan la mayoría de diseñadores pueden presentar errores al modificarse sus casillas o formulas. Es por esto, que este programa tendrá una interfaz cómoda para que el usuario pueda proveer un diseño de forma rápida, confiable y útil sin interactuar directamente con el código fuente o formulas programadas para la obtención del diseño tipo.

Los programas comerciales y trabajos de grado actualmente desarrollados no incluyen la totalidad de las obras y cálculos que se necesitan para realizar el diseño tipo de control y medición de caudal consistente en canaleta Parshall, compuerta y rejilla. Además, este trabajo de grado enlaza los cálculos obtenidos en el diseño de las estructuras hidráulicas con AutoCAD generando 4 dibujos dinámicos en escala real para posteriormente ubicarlos en el layout y obtener los planos de diseño de las estructuras.

El desarrollo de aplicaciones computacionales que aceleren los procesos de cálculo y reduzcan los errores en estos procesos, ha permitido que durante los últimos años se desarrolle una gran cantidad y gama de paquetes computacionales, muchos de ellos orientados hacia el diseño dentro de los varios campos de aplicación de la ingeniería civil. Estas aplicaciones han sido desarrolladas dentro de los lenguajes de programación desplegados a medida que la tecnología lo ha permitido. (Merino, 2019)

Según (Flórez & España, 2015) utilizar herramientas de programación en la solución de problemas determinados en la vida laboral del ingeniero civil, reduce con mucha eficiencia los tiempos de cálculo de las estructuras, lo cual es un factor muy influyente en las utilidades de una obra civil o empresa.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general: Desarrollar actividades administrativas y acompañamiento técnico en el seguimiento ambiental y propuesta de obras hidráulicas necesarias para el aprovechamiento del recurso hídrico en las corrientes reglamentadas del departamento del Huila jurisdicción de la corporación.

1.3.2 Objetivos específicos

1.3.2.1 Desarrollar una herramienta de cálculo para obras hidráulicas tipo (canal Parshall, compuerta y rejilla) que aporte en la administración de los recursos naturales.

1.3.2.2 Realizar 5 evaluaciones generando concepto técnico a diseños de obras hidráulicas y memorias de cálculo para el control y medición de caudal.

1.3.2.3 Elaborar 10 formatos del programa de uso eficiente y ahorro de agua (PUEAA)

1.4 Estructura del documento

El presente documento contiene 4 capítulos donde se expone el desarrollo de la práctica profesional en la Corporación Autónoma Regional Del Alto Magdalena (CAM) a continuación se realiza una breve descripción del contenido de cada capítulo:

Capítulo 1: En el presente capítulo se puede encontrar la introducción de las temáticas abarcadas en el proyecto de grado, los antecedentes del programa realizado y la justificación del proyecto; también se encuentran los objetivos que se propusieron para el desarrollo de la práctica profesional.

Capítulo 2: En este capítulo encontramos el marco teórico de los componentes de la obra de control de caudal que se va a utilizar en el programa (canaleta Parshall, Compuerta y Rejilla) además, el marco teórico referente el programa de uso eficiente y ahorro de agua (PUEAA).

Capítulo 3: En este capítulo se podrá leer la metodología utilizada para el desarrollo del programa y para la obtención de los cálculos de cada una de las obras, también se encuentra la metodología utilizada para el diligenciamiento del PUEAA y para la evaluación de los planos y diseños de las obras hidráulicas.

Capítulo 4: En el último capítulo del documento se analizan los resultados obtenidos durante la práctica profesional además se presentan las respectivas conclusiones y recomendaciones del proyecto de grado, por último, también se encuentran los anexos de la práctica profesional y la bibliografía utilizada.

Capítulo 2

2. Marco teórico

2.1 canaleta Parshall

Los canales Parshall se pueden diseñar para medir gastos en cauces abiertos. El canal Parshall se describe técnicamente como un canal aforador de profundidad crítica. Sus principales ventajas son que sólo existe una pequeña pérdida de carga a través del aforador, que deja pasar fácilmente sedimentos o desechos, que no necesita condiciones especiales de acceso o una poza de amortiguación y que tampoco necesita correcciones para una sumergencia de hasta un 95 %. En consecuencia, es adecuado para la medición del gasto en los canales de riego o en corrientes naturales con una pendiente suave. El aforador Parshall está constituido por tres partes fundamentales que son: La entrada, la garganta y la transición de salida.

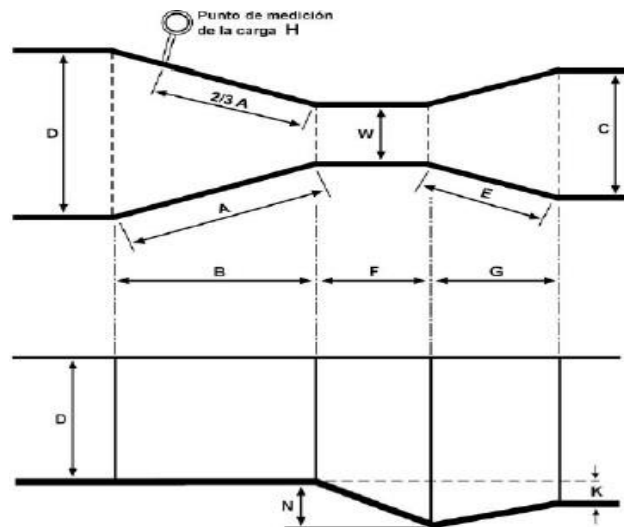
Su diseño contiene una contracción del flujo y una elevación de su base, de tal manera que dentro o cerca de ella se produzca flujo crítico. Posteriormente el descenso en el nivel de su base produce flujo supercrítico y ocasiona un resalto hidráulico en su parte más baja, donde el flujo pasa a subcrítico. Las alturas del flujo que se miden para calcular el caudal se conocen como H_a y H_b que se ubican antes y después de la cresta de flujo respectivamente. Así mismo, el área donde se ocasiona el flujo supercrítico es la misma donde se suelen añadir sustancias que se mezclan en el resalto hidráulico (Molina, 1988)

La canaleta Parshall es utilizada generalmente para la medición del flujo de líquidos en canales abiertos. La textura lisa de su superficie interior evita obstrucciones al flujo por acumulación de sedimentos, lo que la hace más eficiente para las mediciones en comparación de otras estructuras, como los vertederos (Water Resources Research Laboratory, 1977). Adicionalmente presenta gran eficiencia, pues se requiere una sola medida de carga para determinar el caudal.

El medidor Parshall está constituido por tres partes fundamentales que son: la sección convergente o de entrada, la garganta y la sección divergente o de salida. La primera está formada por dos paredes verticales simétricas y convergentes, y de un fondo, plantilla que es horizontal: La garganta está formada por dos paredes también verticales pero paralelas, y el fondo es inclinado hacia abajo con una pendiente de 2.67:1. La salida, por dos paredes verticales divergentes y el fondo es ligeramente inclinado hacia arriba. En la figura a continuación se muestra un medidor en donde están acotadas sus dimensiones conservando prácticamente las mismas notaciones usadas por Parshall.

figura 2-1

Dimensiones del medidor Parshall



Nota. Dimensiones del aforador Parshall, fuente (Azevedo Netto & Acosta Alvarez, 1976) pág. 471

Condiciones para el diseño de una canaleta Parshall

Teniendo en cuenta el Caudal (Q) en m^3/s y el ancho de la garganta del Parshall (w) en pulgadas o pies, se calcula el tiempo de mezcla y el gradiente hidráulico resultante. Se itera hasta obtener los parámetros de diseño adecuados. La secuencia de cálculo para el diseño se describe a continuación:

Tabla 2-1

Valores de exponente "n" y coeficiente "k"

ANCHO DE LA GARGANTA DEL PARSHALL (w)		K	n
(pg.)	(m)		
3"	0.075	3.704	0.646
6"	0.150	1.842	0.636
9"	0.229	1.486	0.633
1'	0.305	1.276	0.657
1 1/2'	0.460	0.966	0.650
2'	0.610	0.795	0.645
3'	0.915	0.608	0.639
4'	1.220	0.505	0.634
5'	1.525	0.436	0.630
6'	1.830	0.389	0.627
8'	2.440	0.324	0.623

Fuente. (Azevedo Netto & Acosta Alvarez, 1976) pág. 475

K y n son valores tomados de la tabla 2-1 según el ancho de la garganta Parshall, que nos sirven para calcular la altura de agua en la sección de medición expresada en m, con la siguiente ecuación:

$$ha = \left(\frac{Q}{k}\right)^{1/n}$$

Tabla 2-2

Dimensiones típicas del medidor Parshall (cm)

W		A	B	C	D	E	F	G	K	N
Pulg	cm	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)
1"	2.5	36.3	35.6	9.3	16.8	22.9	7.6	20.3	1.9	2.9
3"	7.6	46.6	45.7	17.8	25.9	45.7	15.2	30.5	2.5	5.7
6"	15.2	61.0	61.0	39.4	40.3	61.0	30.5	61.0	7.6	11.4
9"	22.9	88.0	86.4	38.0	57.5	76.3	30.5	45.7	7.6	11.4
1'	30.5	137.2	134.4	61.0	84.5	91.5	61.0	91.5	7.6	22.9
1 1/2'	45.7	144.9	142.0	76.2	102.6	91.5	61.0	91.5	7.6	22.9
2'	61.0	152.5	149.6	91.5	120.7	91.5	61.0	91.5	7.6	22.9
3'	91.5	167.7	164.5	122.0	157.2	91.5	61.0	91.5	7.6	22.9
4'	122.0	183.0	179.5	152.5	193.8	91.5	61.0	91.5	7.6	22.9
5'	152.5	198.3	194.1	183.0	230.3	91.5	61.0	91.5	7.6	22.9
6'	183.0	213.5	209.0	213.5	266.7	91.5	61.0	91.5	7.6	22.9
7'	213.5	228.8	224.0	244.0	303.0	91.5	61.0	91.5	7.6	22.9
8'	244.0	244.0	239.2	274.5	340.0	91.5	61.0	91.5	7.6	22.9
10'	305.0	274.5	427.0	366.0	475.9	122.0	91.5	183.0	15.3	34.3

Fuente. (Azevedo Netto & Acosta Alvarez, 1976) pág.474

Se elige de la tabla 2-1 el ancho de la garganta Parshall en m, y de la tabla 2-2 la dimensión de la canaleta. Para calcular el ancho de la sección de medición expresada en m, con la siguiente formula:

$$Wa = \frac{2}{3} (D - W) + W \quad (1)$$

Luego, se calcula la velocidad en la sección de medición expresada en m/s con la siguiente formula:

$$va = \frac{Q}{Wa ha} \quad (2)$$

De la tabla 2-2 se toma la dimensión de la canaleta N, para calcular la carga hidráulica disponible expresada en m con la siguiente formula:

Cálculo de la energía en la sección 1-1 Aplicando Bernoulli

$$E_1 = \frac{va^2}{2g} + ha + N \quad (3)$$

Luego, se calcula la velocidad antes del resalto expresada en m/s: Sección 2-2.
(inmediatamente antes del resalto)

Aplicando Bernoulli

$$E_2 = \frac{v_2^2}{2g} + h_2 \quad (4)$$

$$v_2 = \frac{Q}{W h_2} \quad (5)$$

Igualemos, $E_2 = E_1$ (Despreciando pérdidas por fricción entre 1 y 2)

Considere que el valor de h_2 se obtiene de resolver una ecuación que deriva en 3 raíces; la raíz que se debe tomar como valor h_2 es la raíz media.

Determinación de la lámina de agua en el resalto expresada en m:

Cálculo de h_b

$$h_b = h_2 - N \quad (6)$$

Chequeo grado de sumergencia S . Para verificar condiciones de aforador.

$$S = \frac{h_b}{h_a} \quad (7)$$

El criterio principal para el diseño de la canaleta Parshall radica en que se cumpla con los parámetros de sumergencia $\frac{h_b}{h_a}$ tanto sirve como aforador. La canaleta debe trabajar con descarga libre para trabajar como aforador.

Cálculo del número de Froude.

Aplicando la ecuación del resalto hidráulico:

$$\frac{h_3}{h_2} = \frac{1}{2}(\sqrt{1 + 8F_2^2} - 1) \quad (8)$$

$$F_2^2 = \frac{v_2^2}{h_2 g} \quad (9)$$

$$F_2 = \sqrt{\frac{v_2^2}{h_2 g}} \quad (10)$$

Cálculo de la lámina de agua al final del trecho divergente.

$$h_3 = \frac{h_2}{2}(\sqrt{1 + 8F_2^2} - 1) \quad (11)$$

Cálculo de la lámina de agua al final de la canaleta.

$$h_4 = h_3 - (N - K) \quad (12)$$

Cálculo de la distancia de la elevación de la cresta por encima del fondo del canal X:

$$X = h_5 - h_4 \quad (13)$$

Longitud de desarrollo del resalto, L.

$$L = 6 (h_3 - h_2) \quad (14)$$

2.2 Compuerta

Según (Marbello, 2005), una compuerta es una placa móvil, plana o curva, que,

al levantarse, forma un orificio entre su borde inferior y la estructura hidráulica (presa, canal, etc.) sobre la cual se instala, y se utiliza para la regulación de caudales.

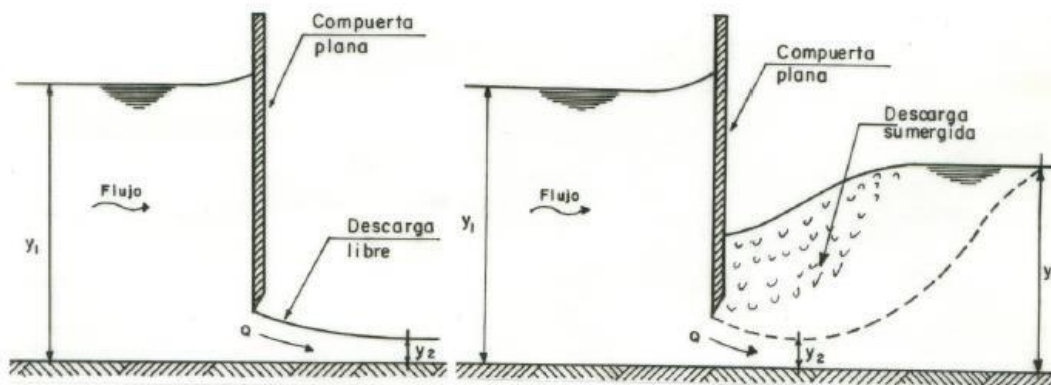
Clasificación de las compuertas. Las condiciones físicas, hidráulicas, climáticas y de operación, evaluadas apropiadamente, imponen la selección del tipo y tamaño adecuado de las compuertas. Éstas se diseñan de diferentes tipos y con variadas características en su operación y en su mecanismo de izado, los cuales permiten clasificarlas en grupos generales, de la siguiente manera:

Según las condiciones del flujo aguas abajo: Véase la Figura 5

- Compuerta con descarga libre.
- Compuerta con descarga sumergida o ahogada

figura 2-2

Tipos de descarga en compuertas



Nota. Tomado del manual de prácticas de laboratorio de hidráulica, Fuente (Marbello, 2005)

Para obtener la ecuación que proporcione el gasto, aquí se considerará el caso más general. Se establece la ecuación de la energía entre una sección 1, aguas arriba, de la compuerta y la sección contraída, a saber:

$$H = y_1 + \frac{v_1^2}{2a} = C_c a + \frac{v_2^2}{2g} \quad (15)$$

Por otra parte, de la ecuación de continuidad se tiene:

$$v_1 = \frac{C_c a}{y_1} v_2 \quad (16)$$

que substituida en la ecuación 1 conduce a:

$$y_1 + \left(\frac{C_c a}{y_1}\right)^2 \frac{v_2^2}{2g} = C_c a + \frac{v_2^2}{2g} \quad (17)$$

Simplificando la ecuación (21) y despejando la V_2 se tiene la siguiente ecuación, donde C_v es el coeficiente de velocidad:

$$v_2 = \frac{C_v}{\sqrt{1 + \frac{C_o a}{y_1}}} \sqrt{2g y_1} \quad (18)$$

El gasto es igual a la siguiente ecuación:

$$Q = C_d b a \sqrt{2g y_1} \quad (19)$$

$$C_d = \frac{C_c C_v}{\sqrt{\frac{C_c a}{y_1}}} \quad (20)$$

Si la descarga es sumergida con un tirante y_2 en el canal, aguas abajo de la compuerta, se puede hacer un desarrollo análogo al anterior y obtener una expresión idéntica a la ecuación (23) para cualquier tipo de compuerta. Los coeficientes de velocidad, contracción y gasto los han obtenido experimentalmente muchos investigadores; sin embargo, en ningún caso se ha encontrado coincidencia en los resultados. (Nateras, 2006)

Investigaciones de Gentilini sobre compuertas planas e inclinadas, con descarga libre, arrojaron la variación de C_d vs. y_1/a en función de θ , Partiendo de las

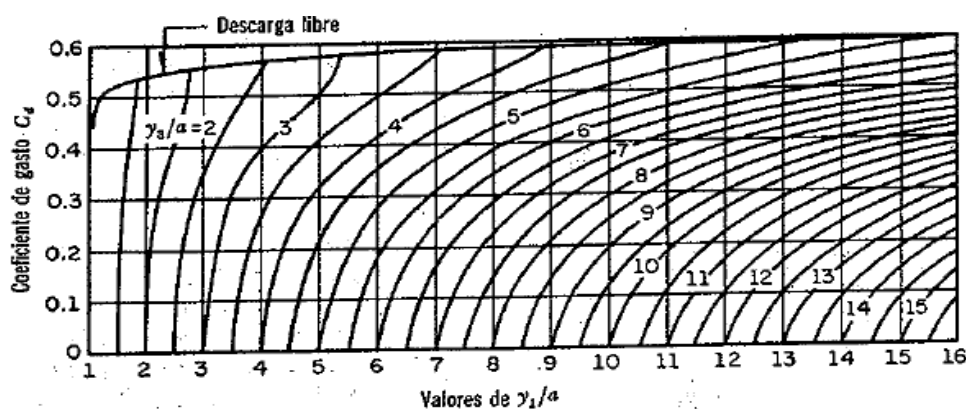
expresiones de Gentilini, F. H. Knapp propuso la siguiente ecuación para calcular el coeficiente de velocidad (Marbello, 2005)

$$Cv = 0,960 + 0,0979 \frac{a}{y_1} \quad (21)$$

Tiene como límite superior $Cv = 1$, el cual se alcanza para $a / y_1 = 0,408$ con los coeficientes de gasto para descarga libre (tomados de la Figura 2-3) y los de velocidad calculados de la ecuación (18) se obtuvieron los correspondientes a Cc , los cuales mostraron ligeras variaciones en torno al valor 0.62. para fines prácticos se recomienda un valor $Cc = 0.62$ para cualquier relación y_1/a , inclusive para descarga sumergida.

figura 2-3

Coeficientes de gasto para compuertas planas e inclinadas con descarga libre

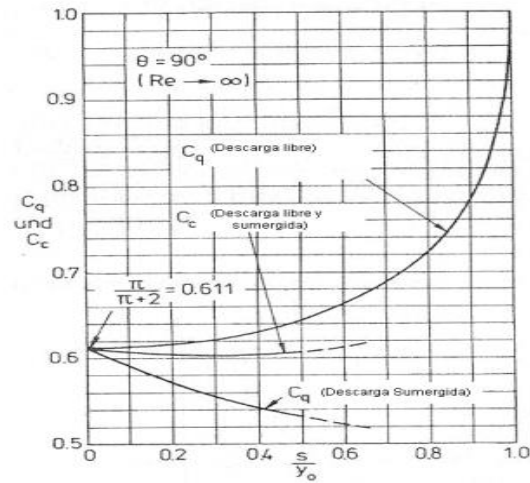


Nota. Tomado de Hidráulica General pág. 216, Fuente (Sotelo, 2002)

A continuación, se muestra una figura donde se observa coeficientes de descarga y de contracción para el flujo de una compuerta. Soportando por qué se decide trabajar con el valor de $Cc = 0,62$

figura 2-4

Coeficientes de descarga y de contracción para el flujo



Nota. Coeficiente Cc, Fuente (Zamora, 2004)

La representación de los resultados de la figura 2-5 muestra que Cc, para $\theta = 90^\circ$ toma un valor aproximadamente constante de $C_c = 0.61$

Por último, se encuentra la tabla de datos donde se organizan los resultados de diseño obtenidos para posteriormente realizar el llamado con las variables en el entorno de visual Basic

Tabla 2-3

Tabla resumen datos de diseño

$a = \frac{Q}{C_d b \sqrt{2g y_1}} =$	Abertura =	16,36 cm
	y_1 / a	2,44
$C_d = \frac{C_v \cdot C_c}{\sqrt{\left(\frac{C_c \cdot a}{y_1} + 1\right)}}$	Recalcula (Cd)=	0,5537738
	Abertura final (a)=	17,73 cm
$C_v = 0.960 + 0.0979 \cdot \frac{a}{y_1}$	Coe. Velocidad(Cv)=	1,0000428
$V_2 = \frac{\sqrt{2g y_1}}{\sqrt{\left(\frac{C_c \cdot a}{y_1} + 1\right)}}$	Velocidad teorica (V2) =	2,48 m/ s
$V_2 = \frac{C_v \cdot \sqrt{2g y_1}}{\sqrt{\left(\frac{C_c \cdot a}{y_1} + 1\right)}}$	Velocidad Real (V2)=	2,48 m/ s
$y_2 = C_c \cdot a$	y2=	10,99 cm
$V_1 = \frac{y_2}{y_1} \cdot V_2 = \frac{C_c \cdot a}{y_1} \cdot V_2$	Velocidad (V1)=	0,68 m/ s
$H = y_1 + \frac{V_1^2}{2g} = y_2 + \frac{V_2^2}{2g}$	Altura Compuerta (H)=	0,50 m
	Altura Total (HT)=	0,90 m

Nota. La tabla muestra ejemplo de almacenamiento de resultados de un diseño en las casillas

2.3 PUEAA

El programa de uso eficiente y ahorro de agua es una herramienta enfocada a la optimización del uso del recurso hídrico, conformado por el conjunto de proyectos y acciones que le corresponde elaborar y adoptar a los usuarios que soliciten concesión de aguas, con el propósito de contribuir a la sostenibilidad de este recurso. (Ministerio De Ambiente, 2019).

Considerando que, actualmente hay una alta presión sobre los cuerpos de agua y que a medida que los países se desarrollan y la población crece esta se incrementará, se prevé que la demanda mundial de agua aumente en un 55 % para 2050, si persisten los patrones de consumo actuales. (Ministerio De Ambiente, 2019)

A pesar de los esfuerzos realizados para la promoción del uso eficiente, el grado de implementación aún es muy bajo respecto a las concesiones de agua registradas. De acuerdo con la información registrada en el sistema de información del recurso hídrico (SIRH) a 2019, Solo el 1.3% de las concesiones registran PUEAA.

En Colombia, el agua es considerada el recurso natural renovable más importante para el desarrollo económico, el bienestar de la sociedad y estratégicamente mantenido como uno de los pilares fundamentales para la competitividad. A pesar de la importancia y de la considerable oferta del recurso que posee el país, el territorio experimenta una crisis asociada a la disponibilidad en términos de cantidad y calidad. Por tal razón es de vital importancia centrarse en acciones que conlleven al uso eficiente y al ahorro del agua en los diferentes sistemas de uso. (MADS & CINARA, 2015)

La elaboración del PUEAA como se especifica en el decreto 1076 de 2015 es una de las obligaciones de los solicitantes a la hora de solicitar un permiso de concesión de agua sin embargo la corporación autónoma regional del alto magdalena presta soporte técnico en el diligenciamiento de los formatos del PUEAA con el fin de ayudar a reglamentar a todas estas personas que no tienen la capacidad de elaborar de forma correcta el formato del PUEAA según corresponda.

El PUEAA tiene definido dos formatos:

- PUEAA simplificado: Formato que contiene los lineamientos mínimos a tener en cuenta para las personas jurídicas y naturales que hacen uso del recurso hídrico con un caudal menor o igual a 2,30 lps
- PUEAA no simplificado: Formato que contiene los lineamientos mínimos a tener en cuenta para las personas jurídicas y naturales que hacen uso del recurso hídrico con un caudal mayor a 2,30 lps.

figura 2-5

Documento Excel con guía para elaboración PUEAA no simplificado

		CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ALTO MAGDALENA - FORMATO PARA LA PRESENTACIÓN DEL PROGRAMA DE USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA - PUEAA "NO SIMPLIFICADO"	
OBJETO			
El presente documento contiene los aspectos y lineamientos mínimos a desarrollar en el marco de la formulación de los Programas de Uso Eficiente y Ahorro del Agua - PUEAA "No Simplificado" para las Personas jurídicas y naturales que hacen uso del recurso hídrico con un caudal mayor a: 2,30 L/seg para uso Agropecuario y a 0.8 l/seg para otros usos.			
El presente formato se establece conforme a los Decretos en mención y la Guía desarrollada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Territorial (2018), la cual debe tenerse en cuenta para la formulación de los PUEAA. Con base en el contenido y estructura propuestos en la Guía PUEAA MADS y dependiendo de la complejidad de la actividad, se sugiere que la persona u organización solicitante o titular de la concesión, elabore el programa de uso eficiente y ahorro del agua en este formato de hoja electrónica, lo cual le permita organizar de manera práctica y visualizar fácilmente la información del programa para sistematizarla y tener mejor acceso a ésta. Si el usuario decide elaborar el programa de uso eficiente y ahorro del agua en otro formato, se sugiere que dicho PUEAA contenga los lineamientos aquí contenidos, traídos de la Guía emitida por el Ministerio de ambiente. El presente formato tiene 4 secciones: diagnóstico, plan de acción, instructivo y caja de herramientas.			
1	DIAGNÓSTICO	2	PLAN DE ACCIÓN
			INSTRUCTIVO
			CAJA DE HERRAMIENTAS
Guía PUEAA Ministerio de Ambiente		https://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/Usos-eficiente-y-ahorro-del-agua/GUIA_USO_EFICIENTE_DEL_AGUA.pdf	

Nota. Guía para elaboración PUEAA, Fuente (CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ALTO MAGDALENA (CAM), 2018)

2.4 Rejilla

Para el diseño de la rejilla se debe adoptar la siguiente fórmula:

$$An = \frac{a}{a + b} (B * Lr) \quad (22)$$

Donde; An = Área neta de la rejilla; a = Espacio entre barrotes;
 b = Diámetro de las barras; B = Ancho
 Lr = Longitud de la rejilla.

Se deben conocer las pérdidas menores que ocurren en la rejilla, las cuales se calcularon usando la siguiente ecuación:

$$km = \beta * \frac{S^{1.33}}{b} \quad (23)$$

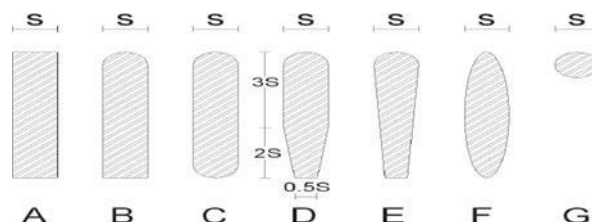
Donde, β = Factor de forma a b = separación entre barras
 (0.020 m) S = espesor de barras (0.0254 m) (N ° 8)

Coefficiente de perdidas menores(km)

El factor de forma se obtiene al saber la representación de los barrotes de la rejilla figura 11, mientras que la constante β se obtiene de la figura 12 factor de forma para rejillas.

figura 2-6

tipos de forma rejillas



Nota. La figura anterior muestra la forma de los barrotes de la rejilla, fuente (Martinez, 2020)

Recuperado de RAS (2010). Pag 71

Para efectos de este diseño se considera que la forma de los barrotes de las rejillas será de tipo C

figura 2-7

Factor de forma para rejillas

FORMA	A	B	C	D	E	F	G
β	2.42	1.83	1.67	1.035	0.92	0.76	1.79

Nota. La figura anterior muestra el factor para cada forma de rejilla, fuente (Martinez, 2020)

Recuperado de RAS (2010). Pag 71

Con el tipo de forma y por parte de la información de la figura 12. Factor de forma para las rejillas, de la RAS 2010 en su página 71, se encuentra el valor de β el cual es de **1.67**.

Por lo tanto, reemplazando en las siguientes ecuaciones y se realiza el procedimiento de la tabla.

Tabla 2-4

Resumen ecuaciones de diseño

$\kappa_m = \beta \times \left(\frac{S}{b} \right)^{1.33}$	1. Coeficiente perdidas de rejilla	2.295
$V_r = \frac{Q}{A}$	2. Velocidad efectiva de flujo	0.186 m/s
$A_n = \frac{Q}{\kappa_m V_r}$	3. Área neta de la rejilla	0.0654 m ²
$L_r = \frac{A_n(a + b)}{aB}$	4. Long de la rejilla	0.495 m
$A_t = \left(\frac{a}{a + b} \right) (B \times L_r)$	5. Área total	0.0654 m ²
$N = \frac{A_t}{aB}$	6. Cantidad de orificios	11
$A_n = a * B * N$	7. Área neta recalculada	0.0660 m ²
$V_r = \frac{Q_{diseño}}{\kappa_m A_n}$	8. Velocidad entre Barrotes	0.184 m/s

$L_r = \frac{A_n(a + b)}{aB}$	9.Long final rejilla	0.50 m
-------------------------------	-----------------------------	---------------

Nota. La tabla muestra los cálculos de la rejilla para el diseño tipo de la obra hidráulica, fuente el Autor

Capítulo 3

3. Metodología

La programación de la herramienta computacional de cálculo y diseño para el sistema tipo de estructuras hidráulicas (canaleta Parshall, compuerta y rejilla) que se plantea fue el objetivo principal de la práctica profesional en conjunto con la elaboración de los 10 formatos PUEAA y las 5 Evaluaciones de los diseños de obras hidráulicas que se presentaron a la corporación.

La elaboración de los PUEAA fue el resultado de actividades de acompañamiento y apoyo técnico que la CAM le presta a los usuarios y/o solicitantes de concesión con el fin de estructurar bien el documento debido a que este tiene unos componentes técnicos que pueden dificultar su correcto diligenciamiento por parte de los usuarios. Por otro lado, las evaluaciones de las obras hidráulicas presentadas a la corporación se realizaron dando cumplimiento a los artículos del decreto 1076 de 2015 único reglamento ambiental y revisando los cálculos teóricos que se plantean para los diseños de las obras hidráulicas.

El diseño del programa implicó una serie de actividades de revisión (sprint review) que se realizaron con el grupo de recurso hídrico de la CAM en conjunto con el ingeniero Jaime Izquierdo Bautista coordinador de la práctica profesional cada 4 semanas con el fin de determinar si los resultados obtenidos durante cada avance fueron acordes a lo solicitado y garantizaron el progreso.

3.1 programa de revisión y diseño de estructuras hidráulicas

Para el desarrollo de la interfaz del programa se aplicaron los siguientes controles predeterminados en visual Basic para aplicaciones.

Tabla

3-1

Uso de controles

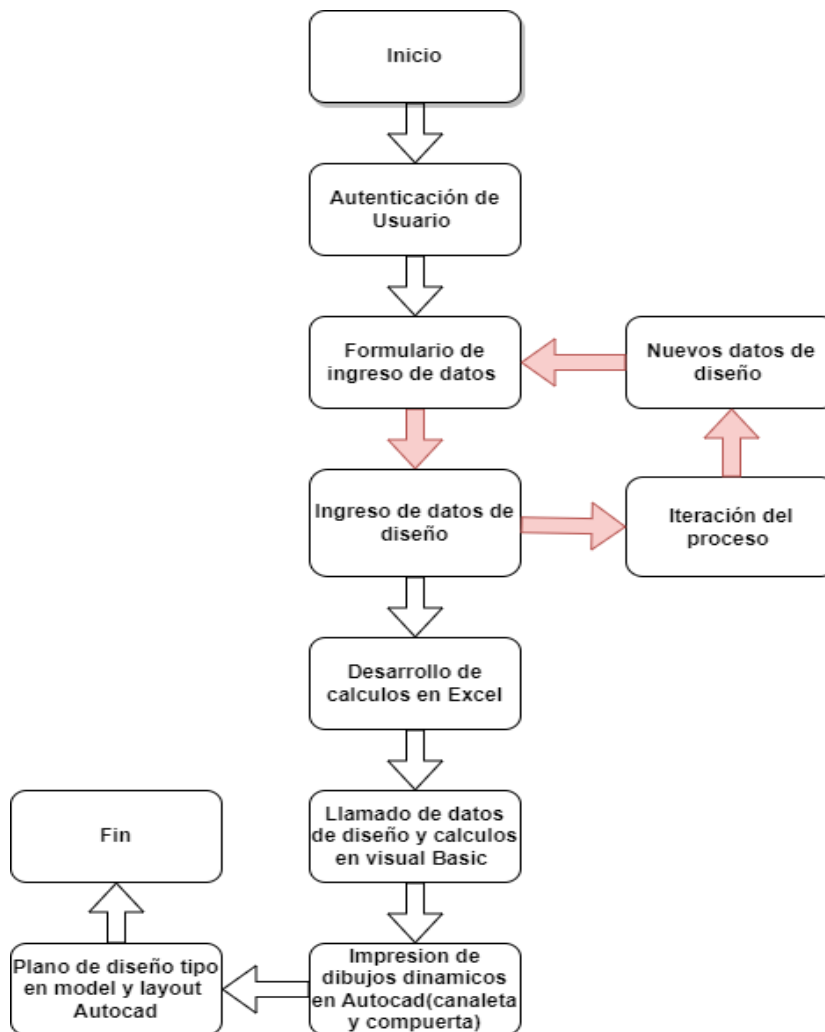
Control	Icono	Uso típico y descripción breve
Label (Etiqueta)		Muestra un texto descriptivo que el usuario no puede modificar. El texto se especifica en la propiedad caption.
TextBox (Cuadro de texto)		Muestra un texto que puede ser editado. La principal propiedad es Text, que determina el texto que se muestra en dicho control.
CommandButton (Botón de comando)		Comienza o termina un proceso. Cuando el usuario pulsa este botón, se produce el evento Click.
ComboBox (Caja desplegable)		Este control combina las características de un control TextBox y un control ListBox. Los usuarios pueden introducir información en la parte de cuadro de texto y seleccionar un elemento en la parte de cuadro de lista del control.
OptionButton (Botón de selección)		Este control permite elegir una opción entre varias de las que se nos plantean. Cada opción será un control OptionButton diferente.
Frame (Marco)		Un control Frame proporciona un agrupamiento identificable para controles. También puede utilizar un Frame para subdividir un formulario funcionalmente.
CommonDialog (Cuadro de diálogo)		Se utiliza para varias funciones: abrir ficheros, guardar ficheros, elegir colores, seleccionar impresoras, seleccionar fuentes, mostrar el fichero de ayuda.
Timer (Acción de tiempo)		Los controles Timer responden al paso del tiempo. Son independientes del usuario y puede programarlos para que ejecuten acciones a intervalos periódicos de tiempo.

Image (Imagen)		El control Image se utiliza para presentar gráficos. Los controles Image pueden presentar gráficos en varios formatos. Además, este control responde al evento Click y se puede usar como substitutos de los botones de comando.
CheckBox (Casilla de activación)		Selecciona una opción (no excluyente) de entre un conjunto de opciones. Su principal propiedad es Value, que indica si está seleccionada (1) o no (0).

Nota. la tabla muestra los diferentes controles utilizados en visual Basic para aplicaciones con su uso típico, Fuente (Charry, 2007), pág. 29 (<http://repositoriousco.co:8080/jspui/handle/123456789/2828>)

figura 3-1

Diagrama de operación del programa



Nota. Diagrama de operaciones, fuente el Autor

3.1.1 Canaleta Parshall

En el desarrollo del programa vbadesign 1.0 para la canaleta Parshall se utiliza la metodología del manual de hidráulica De Azevedo, J. M. y Acosta, Guillermo e Hidráulica General, Vol. 1. Fundamentos - Gilberto Sotelo Ávila y el manual de prácticas de laboratorio de hidráulica de la universidad nacional de Colombia. A partir de estas fuentes bibliográficas anteriormente mencionadas se desarrollan los cálculos para el diseño y revisión de obras hidráulicas posteriormente se enlazan los resultados obtenidos con el código de visual Basic el cual por medio de la librería de referencia de AutoCAD genera los dibujos dinámicos de las canaletas.

Una vez ingresado los datos de entrada del programa este procede a realizar los siguientes pasos:

1. Determinación del Ancho W de la Parshall en función del caudal: una vez se ingresa el valor del caudal en la interfaz del programa vbadesign 1.0 este ubica el valor de manera automática en la casilla del dato de entrada para posteriormente seleccionar el ancho de garganta.
2. Luego de determinar el ancho de garganta (w) se determinan las dimensiones típicas del medidor Parshall de acuerdo a la medida obtenida en este caso $w=9"$, el programa realiza un llamado a las casillas de la tabla de valores típicos de la canaleta Parshall (tabla 2-2) por medio de la función buscar de Excel encontrando los datos correspondientes y asignando en metros cada medida de la estructura hidráulica.
3. El siguiente paso que realiza el programa es llamar los valores de las casillas de la hoja de cálculo definiéndolos como variables para posteriormente utilizarlos en el código como se observa en la figura 3-2.

figura 3-2

Variables en visual Basic

```

'Llamado de variables en las hojas de calculo

'dimensiones linea 04
DistAX = Hoja2.Cells(78, 11)
DistAY = Hoja2.Cells(78, 10)
'dimensiones linea 05
DistFx = Hoja2.Cells(83, 5)
'dimensiones linea 06
DistEx = Hoja2.Cells(82, 11)
DistEy = Hoja2.Cells(82, 10)

' distancia ancho D

DistDy = Hoja2.Cells(81, 5)

' distancia ancho W

DistWy = Hoja2.Cells(73, 5)

'Distancia ancho C
DistCy = Hoja2.Cells(80, 5)

'longitud garganta

DistCf = Hoja2.Cells(83, 5)

```

Nota. La figura muestra un ejemplo de la definición de las variables para trabajar en el código, fuente el Autor

- Una vez se encuentran definidas las variables en el entorno de Visual Basic el fundamento que se utiliza para los dibujos dinámicos es crear matrices que almacenen esas variables de cálculos y/o dimensiones operando según la necesidad y generando puntos en el plano de coordenadas xyz para posteriormente modelarlos en polilíneas, líneas, círculos y demás opciones que ofrece la paquetería de AutoCAD en Visual Basic.

figura 3-3

Matriz de puntos en Visual Basic

```

p(0) = X: p(1) = Y           'punto1
p(3) = p(0) + k(0): p(4) = p(1)           'punto2
p(6) = p(3) + (-D + k(1) - 2 * k(5)) / 2: p(7) = p(4) + (-D + k(1) - 2 * k(5)) / 2 'punto3
p(9) = p(6) + 5 * a / (26) ^ 0.5: p(10) = p(7) + a / (26) ^ 0.5 ' punto 4
p(9) = p(6) + DistAX: p(10) = p(7) + DistAY ' punto 4
p(12) = p(9) + DistCf: p(13) = p(10) 'punto 5
p(15) = p(12) + DistEx: p(16) = p(13) - DistEy ' punto 6
p(18) = p(15): p(19) = p(16) - k(3)           ' punto 7
p(21) = p(18) + k(4): p(22) = p(19)           ' punto 8

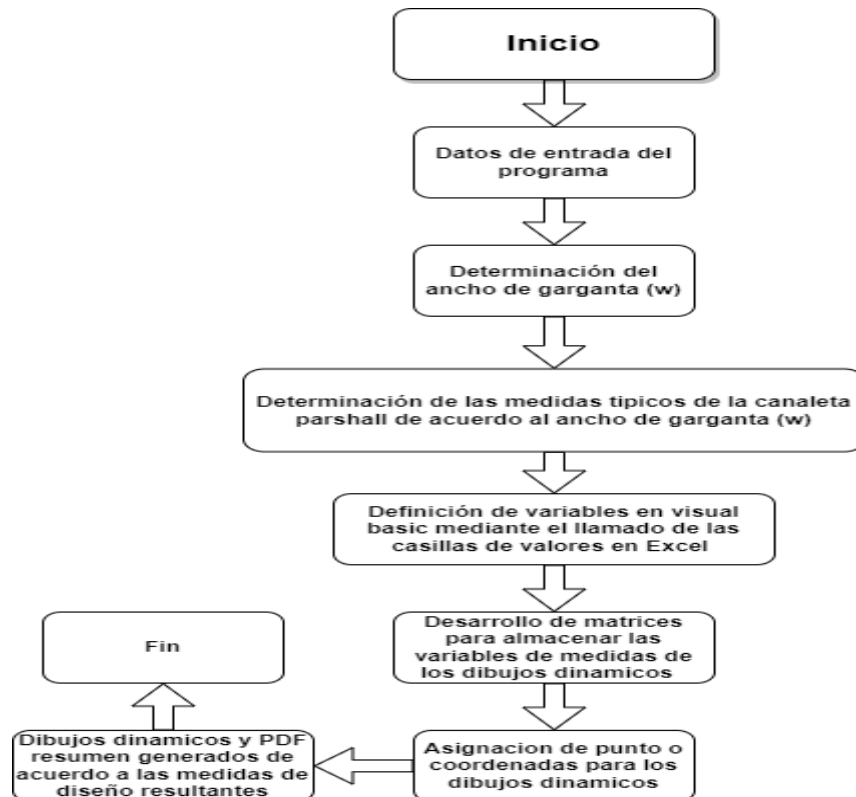
```

Nota. La imagen representa los puntos para la creación de una polilínea en VBA, fuente el Autor

Vbadesing 1.0 cuenta con un algoritmo que se alimenta de los resultados de la hoja de cálculo de Excel para posteriormente realizar el dibujo dinámico de vista en planta, sección perfil en escala real de la canaleta Parshall de acuerdo a los datos de entrada que se le suministre el programa realiza todos los pasos mencionados teniendo en cuenta las fórmulas y fuentes bibliográficas citadas anteriormente.

figura 3-4

Diagrama Metodología Diseño parshall en vbadesign 1.0



Fuente, el Autor

3.1.2 Compuerta plana

El formulario de diseño de vbadesign 1.0 incluye el cálculo y dibujo dinámico de la compuerta plana deslizante necesaria para el control de caudal de entrada a la canaleta Parshall. Se utiliza la metodología del manual de prácticas de laboratorio de Hidráulica de la universidad nacional de Colombia (Marbello, 2005) en conjunto con el libro Hidráulica general (Sotelo, 2002)

Pasos para el diseño de la compuerta:

1. Ingresado los datos de entrada en el formulario de diseño el programa de igual manera que en la canaleta Parshall anteriormente explicada este procede a ubicar los valores de los cuadros de texto del formulario en las casillas de cálculo de la hoja de Excel para que se apliquen las fórmulas correspondientes de la compuerta.
2. Posteriormente se realizan todos los cálculos para el diseño de la compuerta y se ubican los resultados en las casillas correspondientes organizados en una tabla de valores para luego llamar los resultados y asignarlos a una variable en el entorno de Visual Basic y realizar su dibujo dinámico con las medidas reales obtenidas.
3. Para obtener el dibujo dinámico de la compuerta con su abertura y detalles el programa desde el entorno de Visual Basic llama los valores de las casillas donde se encuentran los resultados y los asigna a variables que posteriormente se utilizan para crear los elementos en AutoCAD, De igual manera que en la metodología utilizada en la canaleta Parshall para obtener los dibujos.

A continuación, se muestra como ejemplo el llamado de variables como tirante y alturas para la programación del dibujo de la compuerta. Figura 3-4

figura 3-5

Variables compuerta

```
'Altura total
AlturaT = Hoja4.Cells(24, 10)

Tirante = Hoja1.Cells(13, 10)

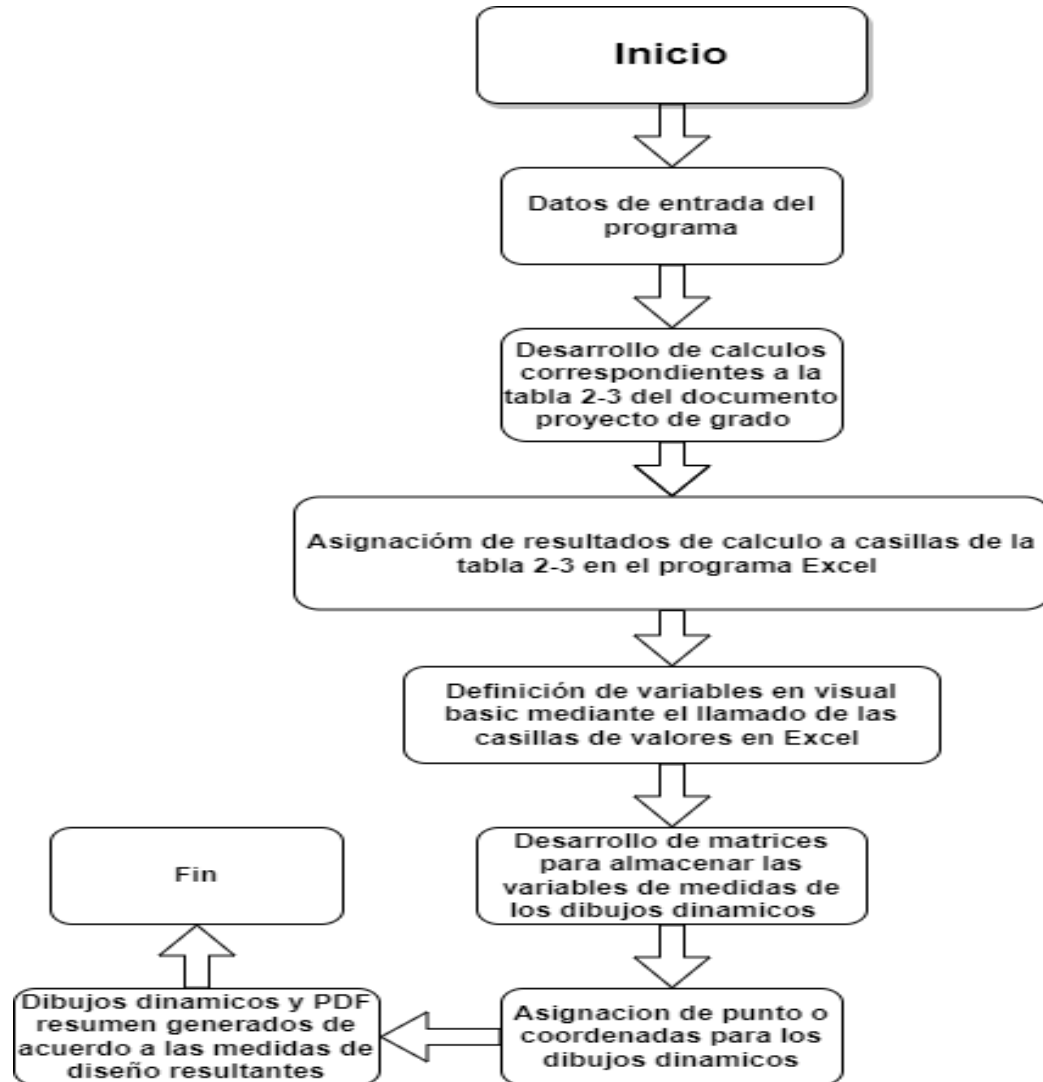
' altura de compuerta
AlturaC = Hoja4.Cells(23, 10)

'ancho compuerta
Anchobc = Hoja1.Cells(15, 10)
'abertura compuerta
Abertura = Hoja4.Cells(17, 11)
```

Nota. La imagen anterior muestra el llamado de variables al entorno de visual Basic necesarias para el dibujo de la compuerta, fuente el Autor

figura 3-6

Diagrama Metodología Diseño Compuerta en Vbadesign 1.0



Fuente, el Autor

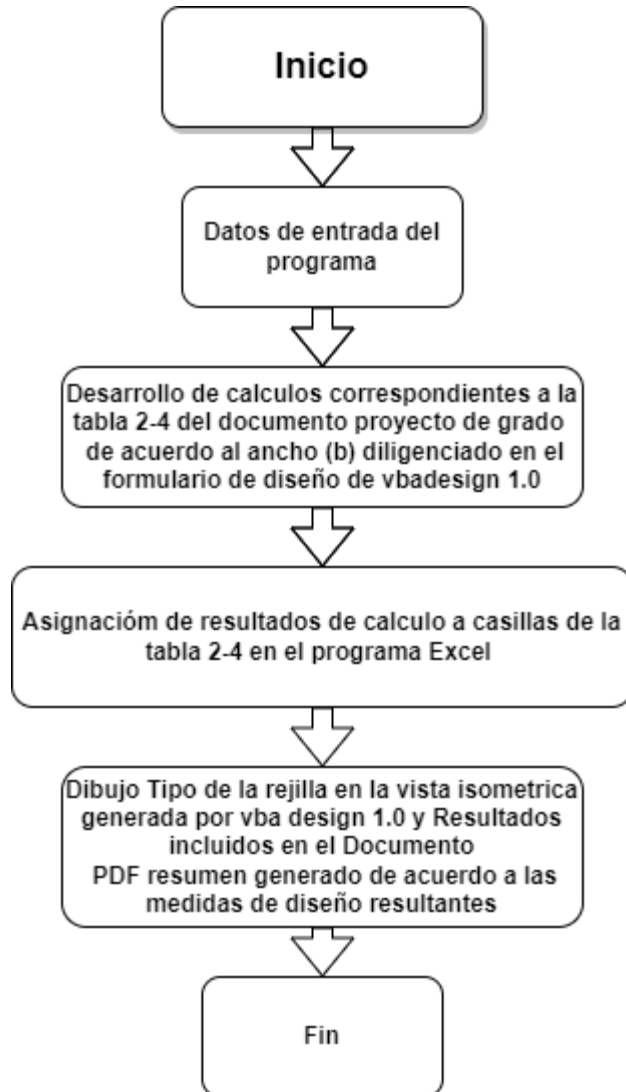
3.1.3 Rejilla

Como complemento para el sistema de control de caudal se diseña una rejilla para retención de material solido con el fin de que el agua que ingrese a la canaleta Parshall esté libre de materiales como hojas, empaques entre otros. A continuación, se explica la metodología utilizada.

1. Para el diseño de la rejilla se define el tipo de forma “c” con un factor de forma de 1,67, barras de acero No. 8 y una separación entre barras de 20 mm. Se definen estos valores siguiendo las recomendaciones de los ingenieros de la corporación autónoma regional del alto magdalena de acuerdo a los diseños suministrados en anteriores convenios interuniversitarios de los cuales ya se ha verificado su correcto funcionamiento en obras construidas.
2. Este componente a diferencia de la canaleta Parshall y la compuerta no se dibuja dinámicamente con las medidas obtenidas debido a que se maneja 1 prototipo con las medidas antes mostradas teniendo como única variable la longitud de la rejilla dependiendo del ancho del canal o del ancho de los bloques de la compuerta según la ubicación que se le quiera dar.
3. La rejilla solo toma como variable de entrada el ancho de la compuerta posteriormente con los valores definidos en el punto 1 se realiza el diseño para implementarse en la obra hidráulica.

figura 3-7

Diagrama Metodología Diseño Rejilla en Vbadesign 1.0



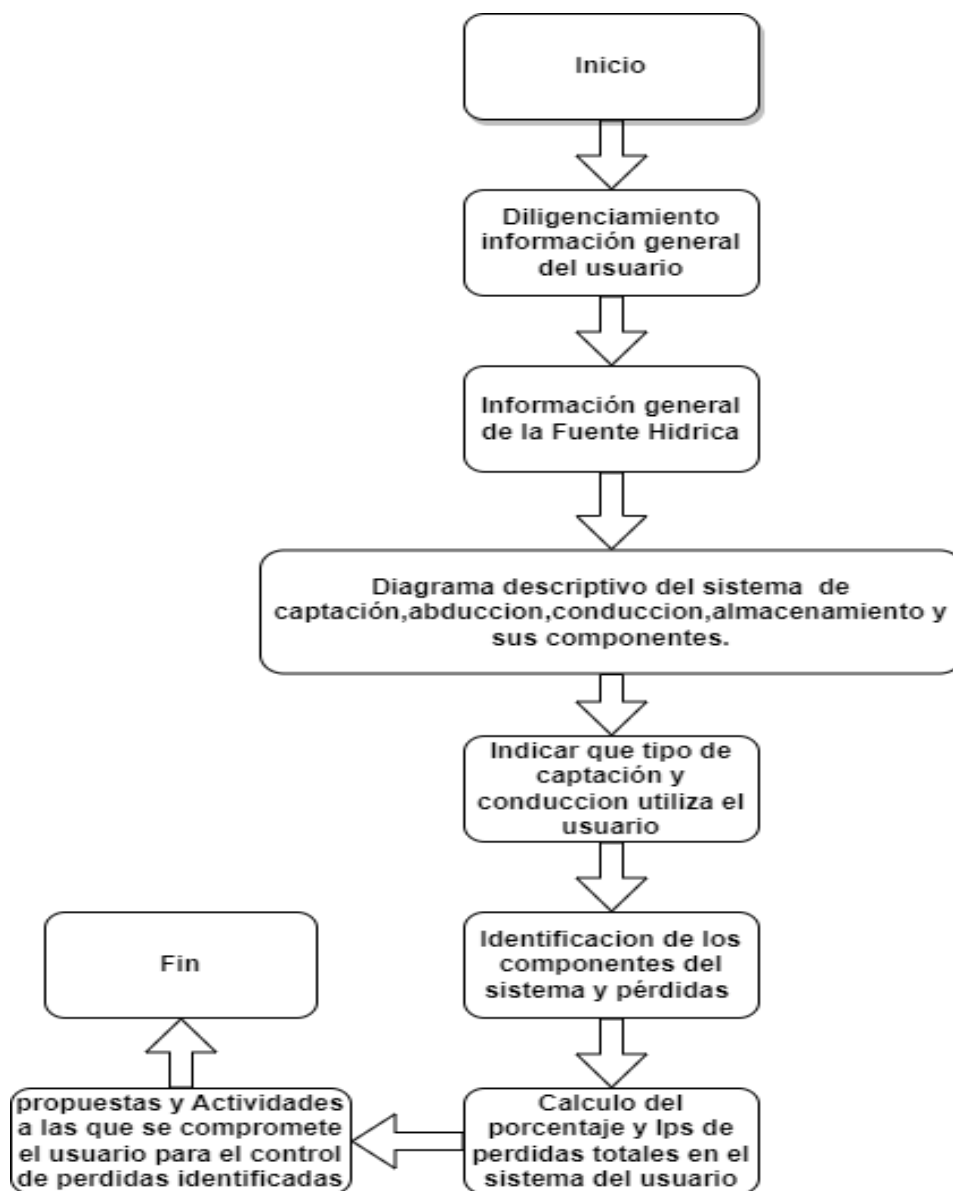
Fuente, el Autor

3.2 PUEAA

La elaboración de los formatos PUEAA se realizaron en compañía con los usuarios y/o solicitantes esto con el fin de brindar un apoyo técnico y socializar las actividades que se piensan proponer para el desarrollo del programa. A continuación, se ilustrarán los diagramas con la metodología utilizada en los dos formatos existentes simplificado (menor o igual a 2,3 lps) y no simplificado (mayor a 2.3 lps)

figura 3-8

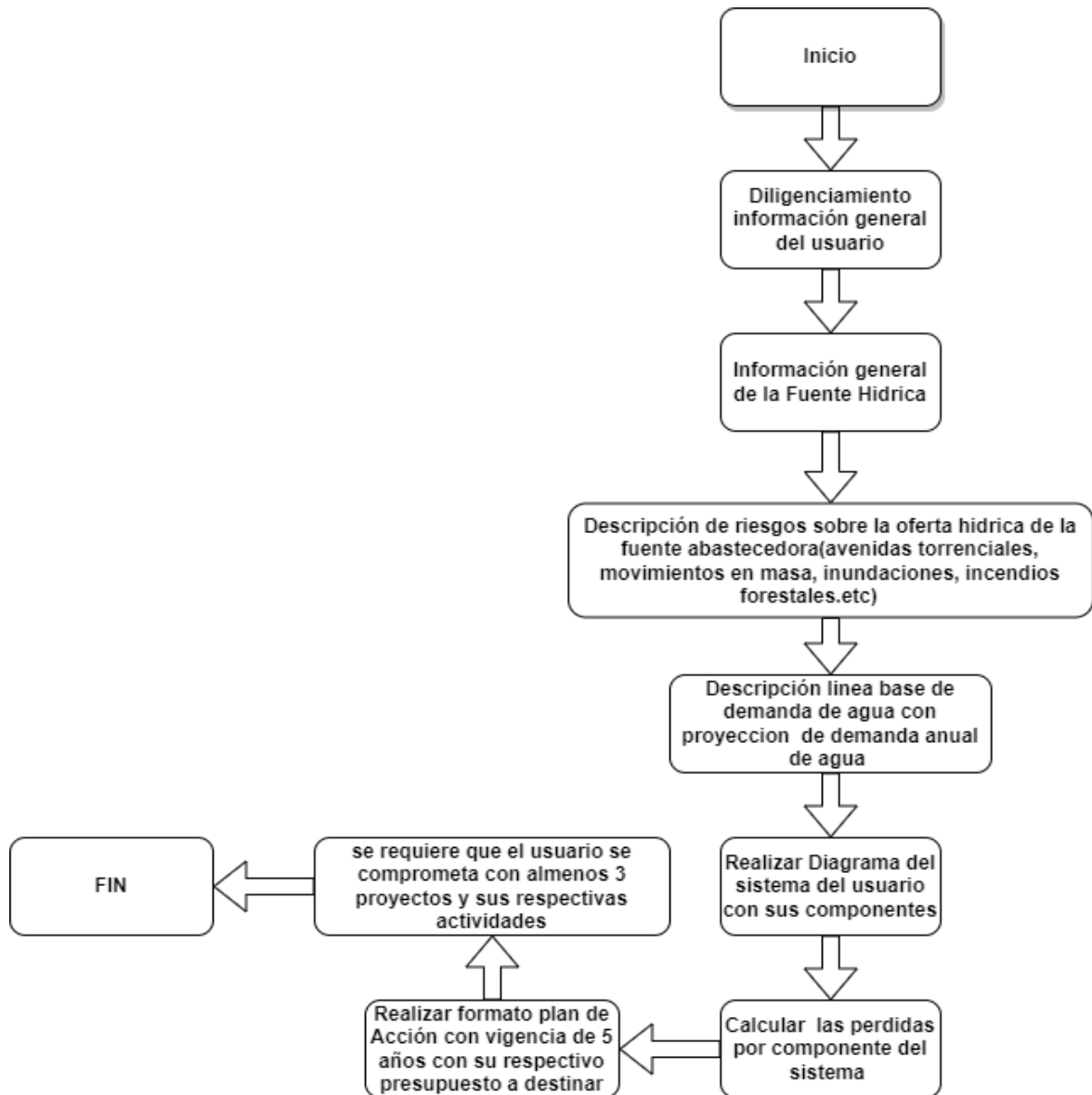
Diagrama proceso PUEAA simplificado



Nota. Diagrama del proceso elaboración PUEAA simplificado, Fuente el Autor

figura 3-9

Diagrama proceso PUEAA no simplificado



Nota. Diagrama del proceso elaboración PUEAA no simplificado, Fuente el Autor

La diferencia entre el formato PUEAA simplificado y no simplificado radica en que el segundo en mención es un formato mucho más especializado donde se mide con mayor rigor las pérdidas que se generan en el sistema, donde se analiza información adicional como por ejemplo los riesgos sobre la oferta hídrica y se compromete al usuario con un plan de acción que contiene más actividades y que señala el costo de

estos proyectos que se van a realizar de tal manera que las actividades propuestas puedan ser verificadas con evidencias como anexos fotográficos, facturas de compra, inspección visual entre otras.

3.3 Evaluación de obras hidráulicas

La evaluación de los planos y diseños presentados a la corporación con el fin de solicitar el permiso de concesión de aguas superficiales tiene su propia metodología institucional ya estipulada la cual se explicará a continuación.

1. En primera instancia los solicitantes deben radicar vía correo electrónico o personalmente los planos, diseños y memorias de cálculo de acuerdo a las escalas cantidades y demás requisitos que se encuentran en los artículos 2.2.3.2.19.2, 2.2.3.2.19.5, 2.2.3.2.19.8, 2.2.3.2.19.9 del Decreto No. 1076 de 2015.
2. Posteriormente se verifica que el usuario se encuentre dentro de la reglamentación en los cuadros de distribución de caudal (figura 4-10) y además que sea el propietario del predio quien solicite el permiso de concesión de agua, de no ser el caso se requieren otros procesos como autorizaciones si son sucesiones o traspasos en el caso de la venta de los predios.
3. Luego de ubicar el predio en la resolución correspondiente se verifica que los diseños y memorias de cálculo presentadas estén correctas de acuerdo a la metodología utilizada por el diseñador y coincidan con el caudal que se le otorga al predio.
4. Verificados los caudales y propietario(s) del predio se procede a realizar la descripción del proyecto donde se revisa que los cálculos obtenidos por el diseñador estén correctos y que los planos de ubicación general y planos de la obra civil se encuentren en cantidades y escalas requeridas de acuerdo al decreto 1076 de 2015.

5. Se verifica la localización de las obras de captación, conducción y control con el fin revisar que no exista servidumbre y que se respeta la faja paralela de 30 mts establecida en la ronda hídrica en el decreto 2245 de 2017.
6. Se verifica que el profesional que realizo el diseño presente memoria de responsabilidad, tarjeta profesional, certificado de COPNIA actualizado del 2023 y cedula de ciudadanía.

Las 10 evaluaciones de obras hidráulicas que se contemplaron como objetivo específico de la práctica profesional serán anexadas en la carpeta “Anexos” del proyecto de grado.

Capítulo 4

4. Análisis de resultados

4.1 Programa de Revisión y Diseño de Estructuras Hidráulicas

El programa desarrollado vbadesign 1.0 cuenta con dos módulos esta opción de crear un módulo para revisión (ver anexo D “complementos del documento”) independiente al módulo de diseño surgió durante el desarrollo del programa en las reuniones de revisión con los supervisores de la práctica profesional, a continuación, se expondrá los resultados obtenidos para las dos opciones que ofrece la herramienta.

4.1.1 Módulo de diseño

El módulo de diseño está programado para generar diseños tipo de obra de control de caudal conformado por la canaleta Parshall, compuerta y rejilla su interfaz de ingreso y menú es exactamente igual que la del módulo de revisión expuesta anteriormente sin embargo el formulario de diseño si presenta diferencias en su funcionamiento.

Cómo se puede observar en la figura 4-3 el módulo de diseño tiene los mismos datos de entrada que el de revisión. Una vez se ingresen los datos de caudal mayor se procede a oprimir el botón “Registrar” a partir de ahí el programa se encuentra listo para dibujar las obras hidráulicas y generar los cálculos de diseño.

A continuación, se realizará un ejemplo para sustentar los resultados que ofrece el programa en su módulo de diseño.

Ejemplo aplicativo.

1. Datos de diseño: como primer paso se identificará cual es el canal al cual se le va a realizar el diseño y se identificara el caudal asignado que se le otorgó en la resolución correspondiente.

Nombre de la Acequia: La quinta

Resolución: 2437 del 15 de agosto de 2018 por la cual se reglamenta el uso y aprovechamiento de la corriente Rio Frio-Campoalegre

Caudal otorgado: Verano = 8,13 lps, Invierno = 17,09 lps

Registro fotográfico del lugar de implementación de la canaleta Parshall, compuerta y rejilla. Antes de realizar el diseño se visitó la acequia para determinar el lugar más adecuado para la construcción de la obra hidráulica este sin duda fue el lugar escogido debido a la poca pendiente que presenta el terreno y a la existencia del vertedero de excesos.

figura 4-1

Ubicación de la obra Hidráulica



Nota. La figura muestra la acequia la quinta en el lugar donde se piensa implementar la obra hidráulica, como se puede observar en la parte derecha del canal se encuentran unas tupias unos sacos de arena que bloquean el vertedero de excesos existente, fuente el Autor

figura 4-2

Cuadro de distribución caudal Río Frío- Acequia la Quinta

CUADRO DE DISTRIBUCIÓN DE CAUDALES DEL RÍO FRÍO - MUNICIPIO DE CAMPOALEGRE (HUILA)																												
Nº DERIVACIÓN	NOMBRE FINCA	NOMBRE PROPIETARIO	ÁREA FINCA (ha)	USO AGRÍCOLA (ha)						USO PECUARIO		OTROS USOS				DEMANDA DE CAUDAL (L/s)	CAUDAL ASIGNADO (L/s)		No. Insc.	TURNO								
				CULTIVOS ALTERNOS AL ARROZ		ARROZ	MAÍZ COM. - MILLO - AHUYMA		CAJALÍ - FRUTALES - TIBACO	PASTO	AGRICOLA (ha)	PECUARIO (ha)	DOMESTICO (ha)	INDUSTRIAL (ha)	RECREACIONAL (ha)		VERANO	TRANSICIÓN VERANO - INVERNO		DÍA	HORA	DÍA	HORA					
				VERANO	TRANSICIÓN VER. INV.		VERANO	TRANSICIÓN VER. INV.																VERANO	TRANSICIÓN VER. INV.	VERANO	TRANSICIÓN VER. INV.	
SÉPTIMA DERIVACIÓN CUARTA IZQUIERDA ACEQUIA LA QUINTA - (Longitud Total: 2523,79 mts)																												
1	Bilbao	Maria Cecilia Munoz Pinzon	28,30			1,98	4,02	4,52	9,38		1280,0	1280,0	41	8		13,30	9,66	13,06										
2	Lote Venturo	Maria Esperanza Garcia Ramirez, Antonio Garcia Ramirez, Annyllis Garcia Ramirez, Joannir Julieth Chaves Garcia, Ruben Garcia Ramirez	4,00							7,32	2,68		15			1,62	0,80	1,62										
3	Lote Bilbao	Maria Esperanza Garcia Ramirez, Annyllis Garcia Ramirez, Ruben Garcia Ramirez, Antonio Garcia Ramirez, Argery Garcia Gutierrez, Joannir Julieth Chaves Garcia, Blanca Nolas Garcia Gutierrez	2,27	0,06	1,34											2,41	0,66	2,41										
TOTAL SÉPTIMA DERIVACIÓN CUARTA IZQUIERDA ACEQUIA LA QUINTA			35,57	0,06	1,34	1,98	4,02	4,52	9,38	1,32	2,68	1280,0	1280,0	56	8		17,33	8,13	17,09									

Fuente. Res 2437 (CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ALTO MAGDALENA (CAM), 2018)

- Una vez ingresados los datos de entrada en el módulo de diseño el programa dará la opción para dibujar cada una de las vistas, para efectos de diseño se ha aproximado a 17,1 lps ya que el programa solo maneja una cifra significativa.

figura 4-3

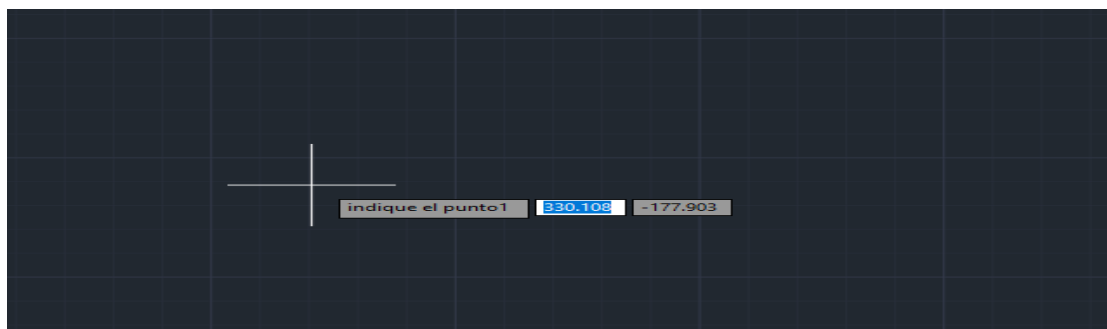
Datos Ingresados Módulo De Diseño

Fuente. El Autor

3. Luego de dar click en cualquiera de los botones de dibujo dinámico se procede AutoCAD donde el programa mostrara un mensaje del cursor pidiéndole que indique donde quiere que se dibuje la vista deseada.

figura 4-4

Punto inicial para el dibujo dinámico

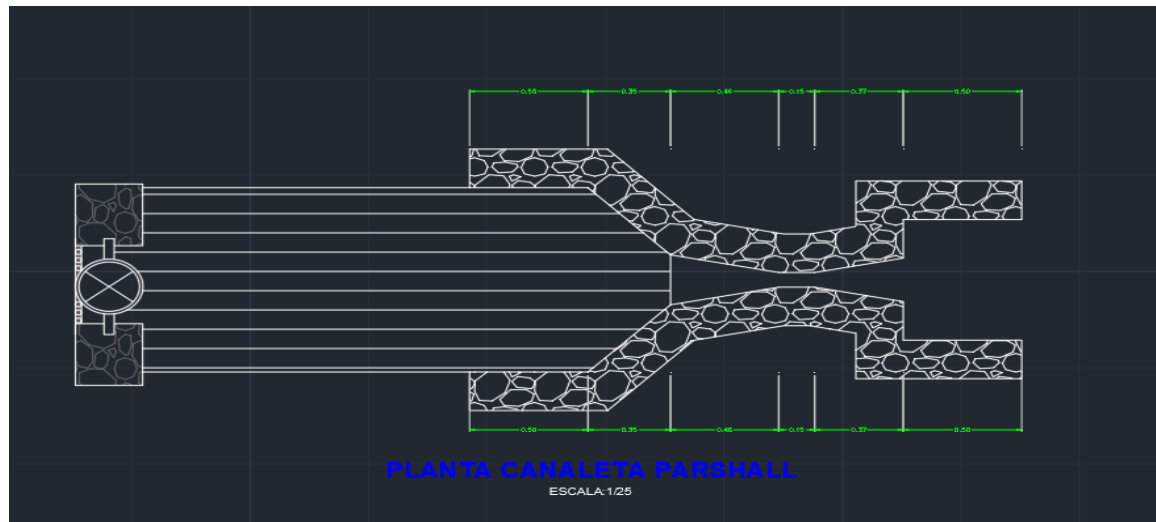


Fuente, el Autor

4. A continuación, se muestran los dibujos de la canaleta Parshall obtenida en vista planta y sección perfil acotada con sus medidas de diseño y acompañada de un bloque dinámico que proyecta el canal desde la compuerta vista en planta.

figura 4-5

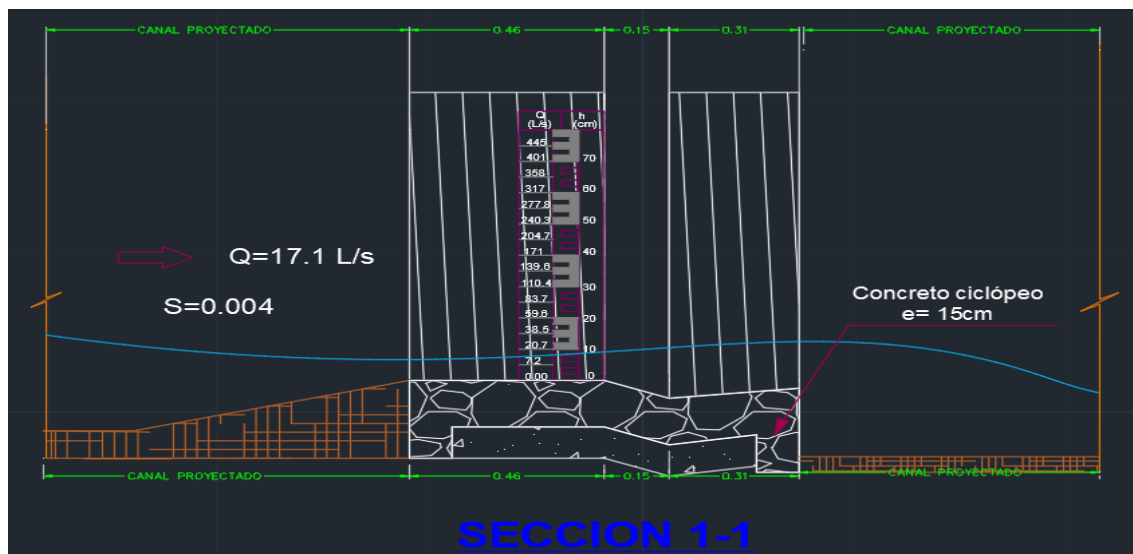
Planta canaleta Parshall



Nota. Planta canaleta Parshall dibujada por vbadesign 1.0, fuente el Autor

figura 4-6

Sección Perfil canaleta Parshall

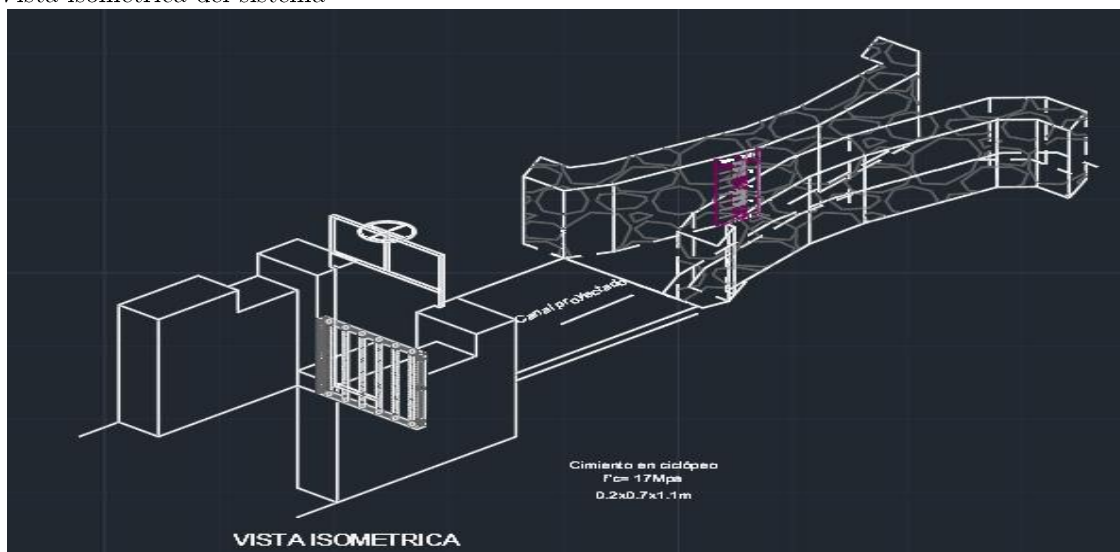


Nota. La figura muestra la sección perfil de la canaleta Parshall, fuente el Autor

5. De igual manera se generan los otros dibujos dinámicos que se observan en los botones de la figura 4-3, la compuerta plana deslizante con sus detalles y una vista isométrica del sistema.

figura 4-7

Vista isométrica del sistema

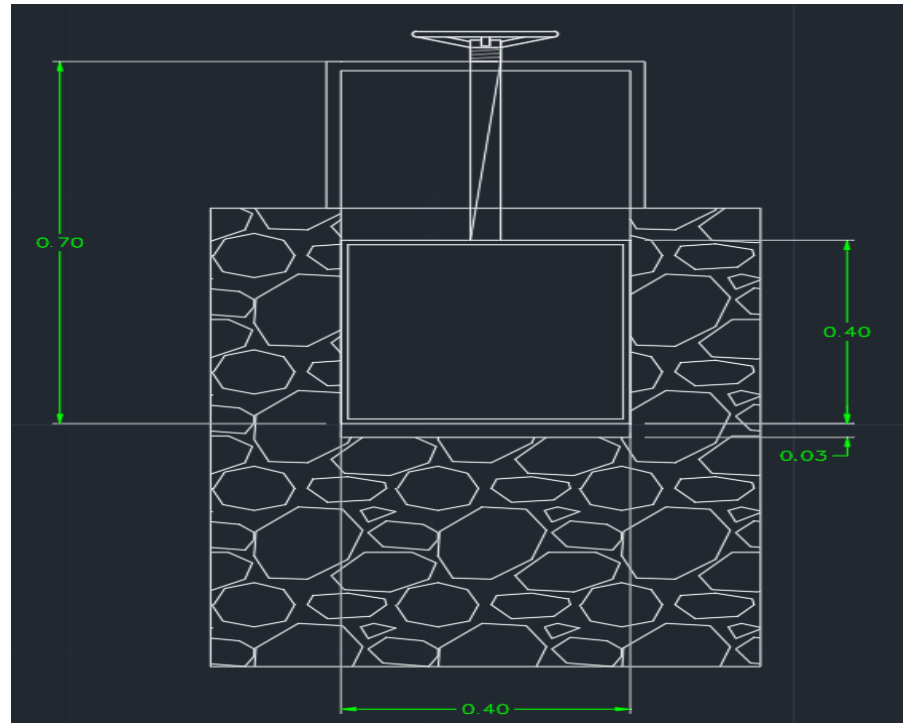


Nota. Vista isométrica ilustrativa del sistema para el control de caudal, fuente el Autor

6. Como se puede observar en la figura 4-8 la compuerta plana deslizante es dinámica se mueve ilustrando la abertura que debe tener para que pase el caudal de diseño, en este diseño la abertura debe ser de 3 cm.
7. Actualmente se pretende lograr estipular una plantilla tipo (ver Anexo D Resultados de diseño) para que la corporación pueda suministrar los diseños a través de esta, a continuación, se muestra una presentación en layout que podría ser la forma en que la corporación entregue los diseños a los usuarios que lo soliciten.

figura 4-8

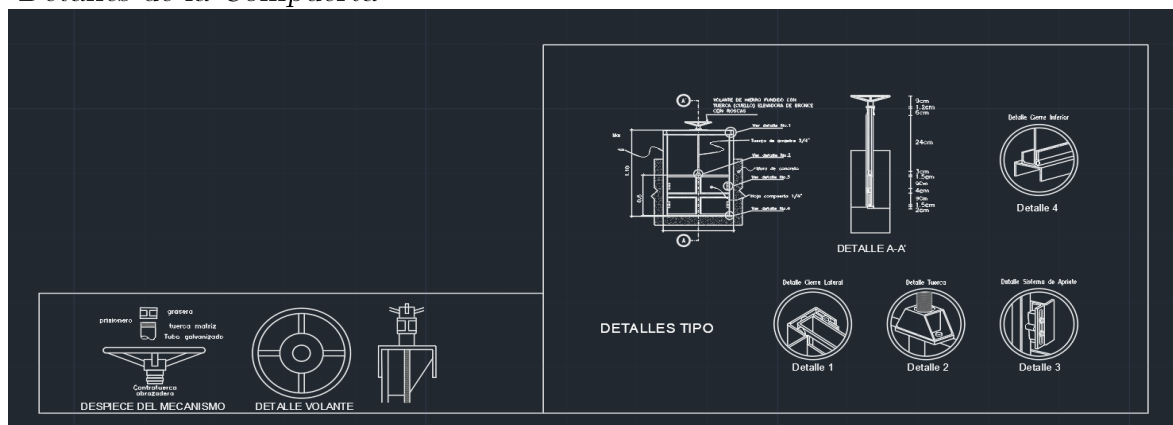
Vista frontal Compuerta plana deslizante



Nota. Compuerta plana deslizante generada por vbadesign 1.0 con sus medidas acotadas, fuente el Autor

figura 4-9

Detalles de la Compuerta



Nota. Detalles para la construcción de la compuerta generados por vbadesing 1.0, fuente el Autor

8. Vale la pena resaltar que el módulo de diseño por medio del botón “PDF” genera el resumen de los resultados obtenidos en el diseño en un formato pdf (ver anexo D resultados de diseño)

4.2 PUEAA

Los formatos del programa de uso eficiente y ahorro de agua se elaboraron de acuerdo a la metodología escrita en el numeral 3.2 del documento proyecto de grado (ver Anexo B-carpeta PUEAA), a continuación, se muestra la tabla relación con usuarios a los cuales se les elaboro PUEAA.

Tabla 4-1

PUEAA Elaborados

Propietario del predio	Dirección	Corriente reglamentada	PUEAA
Antonio Jose Villalba	Vereda la Honda	Quebrada la Honda	Simplificado
Antonio Rodriguez Zamora	Vereda la Honda	Quebrada la Honda	Simplificado
Daniel Cordoba Villalba	Vereda el Guadual	Quebrada la Honda	Simplificado
Antonio Jose Villalba Villalba	Vereda la Honda	Quebrada la Honda	Simplificado
Ignacio Antonio Ninco Trujillo	Vereda Palmar Bajo	Rio frio	Simplificado
Johana Paola Araujo	Vereda San Isidro	Quebrada la Caraguaja	Simplificado
Lilia Ines Rivera de Huergo	Vereda Otás	Quebrada Otás	Simplificado
Jose Alberto Tovar Hernandez	Vereda Vilu	Rio Pedernal	No Simplificado
Ernesto Cabrera Fernandez	Vereda Vilu	Rio Pedernal	No Simplificado
Carlos Arturo Tovar Hernandez	Vereda Vilu	Rio Pedernal	No Simplificado
Luz Beatriz Vargas Ortiz	Vereda Otás	Quebrada Otás	No Simplificado
Luis Heli Trujillo	Vereda Otás	Quebrada Otás	No Simplificado

Fuente, el Autor

4.3 Evaluación de obras hidráulicas

La Evaluación de las 5 obras hidráulicas se realizó de acuerdo a la metodología presentada y se pueden observar los documentos en el (Ver Anexo A – Evaluaciones de diseños)

A continuación, la tabla que relaciona los diseños de obras hidráulicas evaluados.

Tabla 4-2

Diseños de obras evaluados

Titular concesion	Predio	Resolucion	Obra de control presentada	Concepto de viabilidad
Stephany Alejandra B.	Acequia el churumbelo	2437 de 2018	Compuerta plana deslizante	Viable
Allendy Medina Borja	El Jordan/El Cedro	3946 de 2021	Vertedero triangular	Viable
Licenio Minu Collazos	La Frontera	3946 de 2021	Vertedero triangular	Viable
Luz Arcelia Castañeda Trujillo	La Palmera	3946 de 2021	Vertedero triangular	Viable
Dagoberto Cañón Jiménez	El tambor	1368 de 2018	Vertedero triangular	Viable
Jose Vicente Bahamon Medina	Parcela no. 18	2335 de 2022	Compuerta plana deslizante	Viable
Urbano Gutiérrez Ninco	Villa del prado	2619 de 2016	Micromedidor con tanque sedimentario	Viable
Norly Aldana García	Santa rosa	3946 de 2021	Vertedero triangular	Viable

Fuente, el Autor

4.4 Otras actividades realizadas en la practica

Otra actividad importante que desarrolle adicional en la corporación fue la de seguimiento a las corrientes reglamentadas de la parte norte del Huila más exactamente en la zona de Rivera, la Ulloa y el Caguán y también seguimiento a la estación hidrometereológica las juntas de Río Frío Rivera(H)

A continuación, se presenta el aforo realizado en el mes de abril del 2023 en la corriente Río Frío de Rivera (H) (ver anexo D- otras actividades)

Capítulo 5

5. Conclusiones y recomendaciones

5.1 Conclusiones

- Se desarrollo el programa Vbadesign 1.0 para que funcione como herramienta de diseño y revisión de obras hidráulicas en la CAM, esta herramienta arroja el diseño de una compuerta plana deslizante, sección planta y perfil de la canaleta parshall y un dibujo del sistema completo en vista isométrica.
- Se elaboraron más de 10 PUEAA de acuerdo a la metodología del numeral 3 y a las guías de perdidas de agua del ministerio de ambiente y desarrollo.
- Se evaluaron más de 5 obras hidráulicas que corresponden a diseños suministrados por los usuarios para realizar control del caudal asignado según la resolución correspondiente.
- Se crea una línea de acción en la corporación autónoma regional del alto magdalena donde se pretende darle continuidad a este proyecto de desarrollo implementando nuevos módulos de diseño que solucionen otros puntos débiles de la corporación en el control de caudales como lo es por ejemplo el caso de vivienda rural aislada (caudales menores a 2 lps).

5.2 Recomendaciones

- Tener cuidado a la hora de ingresar variables en el entorno de desarrollo que se esté trabajando debido a que el ingreso de estas en unidades diferentes puede ocasionar resultados erróneos.
- Optimizar los códigos de desarrollo de los programas mediante ciclos para no generar demasiadas líneas repetitivas de un mismo proceso.
- Tener especial cuidado en la metodología teórica utilizada por los diseñadores que presentan planos y memorias de cálculo debido a que en ocasiones pueden encontrarse metodologías trocadas y/o formulas sin fundamento teórico.

- Adoptar parámetros de diligenciamiento del PUEAA de forma concertada con los evaluadores de estos para evitar devoluciones de los formatos e inconformidad a los usuarios y/o solicitantes de concesiones de agua.
- El programa vbadesign 1.0 es única y exclusivamente de uso para la CAM y fines que determine el Autor.
- Los cálculos obtenidos en el programa son teóricos basados en las metodologías citadas en el documento. Para la construcción de las obras hidráulicas se requiere la calibración in situ de modo que respalde los diseños suministrados a los usuarios.
- Es necesario incluir un módulo de diseño de vertedero de excesos para evitar las pérdidas del recurso hídrico, y asegurar el buen funcionamiento de la canaleta. Actualmente se trabaja en el diseño e implementación del vertedero de excesos, así como también dibujos dinámicos para vertederos triangulares, rectangulares que serán utilizados como herramienta de control de caudal en viviendas rurales aisladas.

Anexos

A. Anexo: Carpeta “Evaluaciones de diseños”

En esta carpeta se encuentran las 5 evaluaciones de las obras hidráulicas correspondientes al objetivo específico planteado para la práctica.

B. Anexo: Carpeta “PUEAA”

En esta carpeta se encuentran elaborados los 10 formato PUEAA de acuerdo al objetivo específico planteado para la práctica profesional

C. Anexo: Carpeta “Evidencias”

En esta carpeta se encontrarán las evidencias fotográficas de las diferentes actividades realizadas durante la práctica profesional, así como los formatos de asistencia.

D. Anexo: Carpeta “complementos del documento”

En la anterior carpeta se podrán encontrar los siguientes anexos:

- **Anexo módulo de revisión:** Se expone otra función que tiene el programa en el marco de revisión de obras hidráulicas de control de caudal.
- **Anexo resultados diseño:** Se encuentra el documento pdf completo con los resultados obtenidos en el diseño ejemplo.
- **Anexo evaluación de obras hidráulicas:** Contiene un ejemplo paso a paso de evaluación de obra hidráulica de acuerdo a la metodología expuesta en el numeral 3 del documento.
- **Anexo otras actividades:** Documento anexo de otras actividades desarrolladas en la práctica profesional.

6. Bibliografía

Azevedo Netto, J., & Acosta Alvarez, G. (1976). *Manual de Hidraulica*.

- Barrero, J. (2007). ELABORACION DE SOFTWARE PARA DISEÑAR Y EVALUAR SECCIONES DE CANALES TIPO Y CANALETA PARSHALL EN PROYECTOS DE IRRIGACION. (*Tesis pregrado*). Universidad Surcolombiana, Neiva. Obtenido de <http://repositoriousco.co:8080/jspui/handle/123456789/2832>
- Charry, R. (2007). Elaboración de software para diseñar y evaluar partidores de caudal y bocatomas tipo en proyectos de irrigación. (*Tesis pregrado*). Universidad Surcolombiana, Neiva. Obtenido de <http://repositoriousco.co:8080/jspui/handle/123456789/2828>
- CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ALTO MAGDALENA (CAM). (2018). CAM. Obtenido de Recurso Hidrico: <https://www.cam.gov.co/>
- Espinosa, S., & Gaitan, D. (2018). Desarrollo de software para el diseño hidráulico de canaleta parshall como estructura para mezcla rápida en el tratamiento del agua- caso aplicativo en municipios de la provincia del alto magdalena. (*Tesis Pregrado*). Universidad Piloto de Colombia, Girardot.
- Ferret, J. (27 de septiembre de 2016). *Hidrojing*. Obtenido de Software de Hidraulica: <https://www.hidrojing.com/software-de-hidraulica/>
- Flórez, A., & España, J. (2015). Software De Aplicación Para El Análisis y Diseño De Estructuras Hidraulicas. (*Tesis De Pregrado*). Universidad De Nariño, San Juan De Pasto. Obtenido de <http://sired.udenar.edu.co/id/eprint/1599>
- Grunts Work. (2018). *Csi spain*. Obtenido de Sap2000: <https://www.csiespana.com/software/2/sap2000>
- MADS, & CINARA, i. (2015). *Proyecto De Uso Eficiente y Ahorro De Agua En colombia.Cali*. Universidad Del Valle, Cali.
- Marbello, R. (2005). Manual de Prácticas de Laboratorio de Hidráulica. (*Posgrado en aprovechamiento de recursos hidráulicos*). Universidad Nacional de Colombia (sede medellin), Medellin. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/21725>
- Martinez, D. (2020). Diseño de bocatoma y línea de conducción para garantizar el caudal del sistema de acueducto de la cabecera municipal de la mesa, cundinamarca. (*Tesis Pregrado*). Universidad Militar Nueva Granada, BOGOTÁ D.C. Obtenido de <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/38104/MARTINEZHERRERADANIELSIDNEY2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Merino, A. (2019). Desarrollo de un programa para el diseño hidraulico de las obras de captacion de aguas superficiales convencional y con rejilla de fondo utilizando Matlab. (*tesis pregrado*). Pontificia Universidad Católica de Ecuador, Quito. Obtenido de <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/16555>
- Ministerio De Ambiente. (2019). *Uso Eficiente Y Ahorro De Agua*. Obtenido de Ministerio De Ambiente y Desarrollo Sostenible: <https://www.minambiente.gov.co/gestion-integral-del-recurso-hidrico/uso-eficiente-y-ahorro-del-agua/>

-
- MINISTERIO DE AMBIENTE,VIVIENDA Y DESARROLLO ECONOMICO. (2010). *Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS-2000*. Obtenido de RAS-2010.
- Molina, L. s. (1988). *Manual de diseño de estructuras de aforo*. Mexico, Mexico: Instituto mexicano de tecnología del agua. Obtenido de http://repositorio.imta.mx/bitstream/handle/20.500.12013/825/IMTA_013.pdf?sequence=
- Nateras, E. (2006). Determinación Experimental Del Coeficiente De Descarga En Una Compuerta Autooperante Tipo Amil. (*Tesis pregrado*). Universidad Michoacana De San Nicolás De Hidalgo, Morelia. Obtenido de http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/jspui/bitstream/DGB_UMICH/6855/1/FIC-L-2006-0024.pdf
- Ostáriz, D. (2016). software de cálculo y optimización de cimentaciones por pilotes. (*tesis de grado*). Escuela Universitaria politécnica la Almunia, zaragoza.
- Pechené, L., & Ramos, A. m. (2021). ESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA COMPUTACIONAL PARA EL DISEÑO DE DOS ESTRUCTURAS HIDRAULICAS: VERTEDERO DE CRESTA LARGA Y PARTIDOR PROPORCIONAL. (*Tesis Pregrado*). Universidad Del Valle, Santiago de Cali.
- Sotelo, G. (2002). *Hidráulica general*. México: Limusa.
- Vargas, G. (2018). PROPUESTA METODOLOGICA PARA LA ESTRUCTURACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE INFORMACION GEOGRAFICA Y ALFANUMERICA EN REGLAMENTACION DE CORRIENTES HIDRICAS. (*Tesis de especialización*). Universidad de Manizales.
- Vega, J. (10 de junio de 2014). *Reglamentación de corrientes superficiales para le gestion de recurso hidrico*. Recuperado el 10 de julio de 2023, de Academia.edu: https://www.academia.edu/7234043/A1_1_Reglamentaci%C3%B3n_de_Corrientes_Superficiales_Para_la_Gesti%C3%B3n_del_Recurso_H%C3%ADrico
- Water Resources Research Laboratory. (1977). *water measurement manual*. Obtenido de https://www.usbr.gov/tsc/techreferences/mands/wmm/WMM_3rd_2001.pdf
- Zamora, J. (2004). Estudio Teórico Experimental De Algunos Tipos De Estructuras De Control. (*Tesis Especialidad Hidrologia*). Universidad Politécnica De Cartagena, Cartagena, España. Obtenido de https://www.upct.es/hidrom/publicaciones/Tesis_pfc/PFC_JavierZamora_2004.pdf

7. Anexos

Ejemplo Evaluación de obras hidráulicas

A continuación, se expone como ejemplo la evaluación de unos planos y diseños de obras hidráulicas para el control de caudal presentados a la corporación con el fin de sustentar el resultado obtenido. las 5 evaluaciones que se contemplaron en los objetivos específicos de la práctica profesional podrán revisarse en la carpeta “Anexos” del proyecto de grado.

figura 7-1

Descripción del documento y antecedentes



Neiva, 04 de mayo del 2023

Ref. Aprobación de Memorias de cálculo y diseños técnicos de la obra de control para la concesión de agua de la corriente Quebrada Nilo " cuarta derivación tercera izquierda" en el municipio de Palermo(H) según RES.3946 de 2021

En atención al radicado CAM 2023-E 1644, La Dirección Territorial Norte, remite la evaluación del diseño de la obra de control la concesión de agua de la Quebrada Nilo " cuarta derivación tercera izquierda" en el municipio de Palermo(H) según RES.3946 del 30 de Diciembre de 2021, de acuerdo con la solicitud presentada por Mirsa Silva Flórez, con Cedula de ciudadanía N° 36.178.893, dirección de notificación correo electrónico edgarcoronado07collazos@gmail.com, en el cual se presenta el diseño de la obra de control para el aprovechamiento de las aguas de la quebrada Nilo.

1. ANTECEDENTES

Mediante escrito bajo el radicado CAM No 2023-E 1644 del 24 de abril del 2023 , la señora Mirsa Silva Florez ; en cumplimiento de los Artículos Tercero y Cuarto de la Resolución 3946 del 30 de diciembre de 2021, “*POR LA CUAL SE REGLAMENTA EL USO Y APROVECHAMIENTO DE LAS AGUAS SUPERFICIALES DE USO PUBLICO DE LA CORRIENTE RIO TUNE, QUEBRADA LA GUAGUA Y SUS PRINCIPALES TRIBUTARIOS, QUE DISCURREN POR LOS MUNICIPIOS DE TERUEL Y PALERMO, EN EL DEPARTAMENTO DEL HUILA*” allegan a esta Corporación los cálculos y diseños de la obra de control de caudal que piensan implementar.

Nota. La figura muestra la descripción de los documentos presentados por la señora Nirsia Silva y los antecedentes del proceso, fuente el Autor

1. En la anterior figura 4-8 se observa el inicio del documento de evaluación de la obra hidráulica presentada donde se cita el radicado por medio del cual se remiten los documentos desde la dirección territorial norte (DTN) a la subdirección de regulación y calidad ambiental (SRCA), posteriormente se mencionan los antecedentes del proceso y se citan algunos párrafos de la resolución 3946 del 2021 que es la que pertenece la señora mirsa silva.

figura 7-2

Cuadro de distribución de caudal

CUADRO DE DISTRIBUCIÓN DE CAUDALES QUEBRADA NILO																														
CÓDIGO DEL PREDIO	NOMBRE DEL PREDIO	TITULAR DE LA CONCESIÓN	ÁREA PREDIO (Has)	USO AGRÍCOLA (Has)												USO PECUARIO						USO DOMÉSTICO (# personas)	USO RECREATIVO: piscinas (m2)	CAUDAL ASIGNADO (LPS)		SISTEMA DE RIEGO				
				CULTIVOS SEMIPERMANENTES Y PERMANENTES								CULTIVOS TRANSITORIOS				ACUICULTURA		ABREVADEROS PARA GANADO (# Cabezas de ganado)						Verano	Invierno					
				BÁSICOS				FRUTALES																						
				Cacao - Cafa - Pancoger		Plátano		Frutales y cítricos		Pasifloras - Uva - Papaya		Maíz tecnificado (Grano) - Arroz		Pastos / Jardines		Piscícola		Vacuno / Bovino		Porcino				Caprino / Ovino			Equino		Avícola	
				Inv	Ver	Inv	Ver	Inv	Ver	Inv	Ver	Inv	Ver	Inv	Ver	Inv	Ver	Inv	Ver	Inv	Ver			Inv	Ver		Inv	Ver	Inv	Ver
102I	EL JORDAN	ALLENDY MEDINA BORJA	8,00											0,00	3,00											2,40	0,00	A		
202I	EL CEDRO	ALLENDY MEDINA BORJA	2,80											0,00	2,00											1,60	0,00	A		
3D1D Tercera derivación primera derecha (X=835832.33; Y=808016.03) - L: 0,107 Km Alcantarilla, 1,209 Km Canal en Tierra y 0,827Km Manguera																														
101D	LOTE NUMERO 2 LA VEGA	JOSE VICENTE GUERRERO SANCHEZ Y HERMINIA ALVARADO SERRATO	2,70	2,50	2,50																					4,38	4,38	S		
201D	LOTE 3 EL PRADO	DIMAS CAMACHO COLLAZOS	5,49	2,00	2,00			0,50	0,50																	4,17	4,17	S		
301D	LA PRADERA	LUIS ANGEL ROJAS LAVADO Y MARIA YINETH TRUJILLO CORDOBA	8,50	0,00	1,00									0,00	2,00											4,25	0,00	S		
401D	LA ESPERANZA (VEREDA NILO)	NELLY TRUJILLO MURCIA	6,50	2,00	2,00																					3,50	3,50	S		
4D3I Cuarta derivación tercera izquierda (X=836177.05; Y=807957.75) - Longitud: 0,917 Km Manguera, 0,0236 Km Canal en concreto, 1,171 Km canal en tierra, 0,0134 Km tubería y 0,032 Km Túnel																														
103I	LA PALMERA	LUZ ARCELIA CASTAÑEDA	100,00									0,00	1,00	0,00	11,00											15,75	0,00	S		
203I	FINCA VILLA RICA	NIRSA SILVA FLOREZ	9,55	0,00	1,00									0,00	2,00											2,72	0,00	A		
5D4I Quinta derivación cuarta izquierda (X=837298.2; Y=807643.14) - Longitud: 0,192 Km manguera																														
104I	LOTE DOS	WILSON ANDRES DELGADO ROJAS	7,98																					20	475	0,09	0,09			
6D5I Sexta derivación quinta izquierda (X=837673.51; Y=807636.65) - Longitud: 1,056 Km manguera																														

Nota. La figura muestra señalada a la señora Nirsa Silva con su predio finca villa rica, fuente el

Autor

2. Luego, se ubica como se muestra en la figura 4-9 al usuario en el cuadro de distribución de caudal que se encuentra en la resolución a la que pertenece en este caso la resolución 3946 del 2021 verificando que el titular de la concesión sea el mismo que radica los documentos en la corporación de igual manera se verifica el nombre del predio, caudal concesionado y el uso para el cual se le otorgo el permiso.
3. A continuación, se escribe en el documento los aspectos técnicos evaluados para lo cual se cita a la resolución correspondiente en este caso la 3946 del 2021(figura 4-10) y al decreto 1076 de 2015(figura 4-11) donde se encuentran los parámetros para presentar los planos, diseños y el compromiso que adquieren los usuarios en virtud de cumplimiento de la resolución por la cual se reglamenta la corriente hídrica que están usando.

figura 7-3

Aspectos técnicos evaluados

2. ASPECTOS TECNICOS EVALUADOS

En virtud del cumplimiento de la Resolución N° RES. 3946 de 2021

ARTÍCULO TERCERO. *Los usuarios de las aguas del Río Tune, Quebrada La Guagua y sus principales tributarios que discurren por los municipios de Teruel y Palermo, quedan obligados a construir las obras hidráulicas necesarias para la captación, conducción, reparto, distribución y control de los caudales asignados a sus respectivos predios por derivaciones a sus costas. Las obras existentes se podrán utilizar adaptándolas al control de los caudales asignados. cada usuario de las aguas de estas corrientes hídricas, deberá mantener en perfecto estado de conservación y limpieza los cauces derivados, con el fin de mantener la capacidad suficiente para transportar los caudales asignados. En todo caso las obras de captación deberán estar provistas de los elementos necesarios que permitan conocer en cualquier momento la cantidad de agua que se derive.*

ARTÍCULO CUARTO. *Los concesionarios del recurso hídrico reglamentado por usos deberán presentar los planos y diseños de las obras de control de caudal que trata el artículo anterior, en un término no mayor a 60 días, dando cumplimiento a lo descrito en el Artículo 2.2.3.2.19.5 del Decreto*

Nota. La figura muestra los artículos tercero y cuarto de la resolución 3946 de 2021, fuente el Autor

figura 7-4

Aspectos técnicos evaluados decreto 1076 de 2015

En virtud del cumplimiento de Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015, Único Reglamento Del Sector Ambiental Y Desarrollo Sostenible;

ARTÍCULO 2.2.3.2.19.2. *“Presentación de planos e imposición de obligaciones. Los beneficiarios de una concesión o permiso para el uso de aguas o el aprovechamiento de cauces están obligados a presentar a la Autoridad Ambiental competente para su estudio aprobación y registro, los planos de las obras necesarias para la captación, control, conducción, almacenamiento o distribución del caudal o el aprovechamiento del cauce. En la resolución que autorice la ejecución de las obras se impondrá la titular del permiso o concesión la obligación de aceptar y facilitar la supervisión que llevará a cabo la Autoridad Ambiental competente para verificar el cumplimiento de las obligaciones a su cargo. (Decreto 1541 de 1978, art. 184).”*

ARTÍCULO 2.2.3.2.19.5. *“Aprobación de planos y de obras, trabajos o instalaciones. Las obras, trabajos o instalaciones a que se refiere la presente sección, requieren dos aprobaciones:*

a. La de los planos, incluidos los diseños finales de ingeniería, memorias técnicas y descriptivas, especificaciones técnicas y plan de operación; aprobación que debe solicitarse y obtenerse antes de empezar la construcción de las obras, trabajos e instalaciones.

b. La de las obras, trabajos o instalaciones una vez terminada su construcción y antes de comenzar su uso, y sin cuya aprobación éste no podrá ser iniciado. (Decreto 1541 de 1978, art. 188).”

ARTÍCULO 2.2.3.2.19.8. *“Planos y escalas. Los planos exigidos por esta sección se deberán presentar por triplicado en planchas de 100 x 70 centímetros y a las siguientes escalas: a. Para planos generales de localización; escala 1:10.000 hasta 1:25.000 preferiblemente deducidos de cartas geográficas del Instituto Geográfico “Agustín Codazzi”, b. Para localizar terrenos embalsables, irrigables y otros similares para la medición planimétrica y topográfica, se utilizarán escalas: 1: 1.000 hasta 1: 5.000; c. Para perfiles escala horizontal 1:1.000 hasta 1:2.000 y escala vertical de 1:50 hasta 1:200 d. Para obras civiles, de 1:25 hasta 1:100, y. Para detalles de 1:10 hasta 1:50 (Decreto 1541 de 1978, art. 194).”*

ARTÍCULO 2.2.3.2.19.9. *“Estudio, aprobación y registro de los planos. Los planos acompañados de las memorias descriptivas y cálculos hidráulicos y estructurales serán presentados a la Autoridad Ambiental competente y una vez aprobados por ésta, tanto el original como los duplicados, con la constancia de la aprobación serán registrados en la forma prevista en el capítulo 4 del presente título Para el estudio de los planos y memorias*

Nota. La figura anterior muestra los aspectos técnicos evaluados que se incluyen en el documento de evaluación de obras hidráulicas, fuente el Autor.

4. Seguidamente, se realiza en el documento la descripción del proyecto que es el apartado donde se muestra y se revisa los cálculos que realizó el ingeniero que diseñó la obra hidráulica. De igual manera se muestra las imágenes de

medidas del diseño, tablas que uso el diseñador para obtener los resultados y las coordenadas del proyecto.

Puntos a tener en cuenta en la revisión de los diseños:

- Se verifica que los cálculos estén bien realizados, revisión de memorias de calculo
- se revisan los planos de la obra que se encuentren las copias solicitadas tanto del plano de ubicación como el plano donde se encuentran los diseños, las escalas permitidas, que la ubicación de las obras se encuentre fuera de la ronda hídrica.
- Se revisa que los planos estén firmados por el mismo ingeniero que realizo los diseños
- Se verifica que las medidas obtenidas en los planos estén acordes a las calculadas en el documento de diseño.
- Se verifica que las Coordenadas estén acordes al punto de localización del predio igualmente con las coordenadas de captación y de la obra hidráulica de control. Con el fin de identificar si existe servidumbre en la construcción de las obras

5. Luego de realizar la descripción del proyecto presentado se realizan unos puntos resumen indicando contemplaciones generales del diseño como se muestra a continuación en la figura 4-32

figura 7-5

*Descripción del proyecto***3. DESCRIPCION DEL PROYECTO**

Los solicitantes presentan lo siguiente:

El Ingeniero Julian David Aristizabal Yusty, calcula y diseña una obra hidráulica Vertedero de excesos y un vertedero triangular con una carga (h) = 13.6 cm la cual permite un caudal de 2,72 l/s correspondiente a lo asignado al predio villa rica en la Resolución CAM No. 3946 del 30 de diciembre de 2021, en beneficio del predio denominado villa rica de la vereda Nilo jurisdicción del municipio de Palermo (H), con punto de Captación en las coordenadas geográficas Latitud 2° 51' 26.96" N y Longitud 75° 32 '55.10"W. Captación sobre la Quebrada Nilo: El proyecto se halla localizado en el departamento del Huila vereda Nilo municipio de Palermo.

Criterios de Diseño

El caudal de diseño del vertedero triangular es de 2,72 l/s según la concesión de aguas superficiales de la quebrad Nilo otorgada al predio Villa Rica. En este sentido, se determina primeramente la carga del vertedero a partir de un coeficiente teórico, para luego determinar el coeficiente del vertedero y determinar a qué carga (h) se genera un caudal de 2, 72Us.

El agua es captada de la quebrada Nilo mediante una bocatoma lateral que conduce el agua por un canal en tierra de 258m hasta donde se construirá la obra de control, que se localizará en las coordenadas geográficas Latitud 2°51 '26.96"N y longitud dc 75°32'55.1 O"W.

Se obtiene finalmente, la ecuación general para los vertederos triangulares de pared delgada.

$$Q = \frac{8}{15} \cdot \sqrt{2g} \cdot \mu \cdot \tan \frac{\phi}{2} \cdot h^{\frac{5}{2}}$$

Nota. La figura anterior muestra pag1 de la descripción del proyecto de la obra hidráulica vertedero, fuente el Autor.

figura 7-6

Contemplaciones del diseño

4. CONTEMPLACIONES GENERALES

- La tubería de ingreso es de 3", determinando un ancho de canal para la obra de control de 0,3m y una longitud de 1, 14m de acuerdo a la ubicación del vertedero triangular y el Limnómetro. La estructura será construida en concreto reforzado de 3000psi y demandará las cantidades hierro y concreto mostradas anteriormente en las tablas.
- con una medida de 13,6cm en el Limnómetro, se obtiene el caudal otorgado mediante concesión. Si la carga hidráulica disminuye de igual manera disminuye el caudal ingresado. Por el contrario, si h aumenta el caudal aumentará. Para efectos de evitar que el caudal que ingresa al predio Villa Rica sea $> 2,72 \text{ l/s}$, el agua excedente será retornada a un drenaje de la quebrada Nilo mediante el vertedero de excesos.
- El proyecto dentro de sus anexos incluye tres planos de ubicación y tres planos de obra con sus coordenadas donde se localizaría la obra Hidráulica Vertedero Triangular.
- El proyecto presentado contiene las memorias de procedimientos y cálculos hidráulicos realizados para las obras que proponen, desarrollados correctamente según la base teórica disponible para el diseño de obras hidráulicas vertedero triangular, presenta vistas de planta, perfil y detalles, Memoria de Responsabilidad Profesional del Diseñador, adjunto el certificado COPNIA, adjunto Cedula de Ciudadanía del Diseñador.

Nota. En la figura anterior se observa las contemplaciones generales para el diseño de la obra hidráulica, fuente el Autor

figura 7-7

Concepto técnico ejemplo

5. CONCEPTO TECNICO

1. Presenta plano de ubicación general cumpliendo con el artículo 2.2.3.2.19.8 contemplado en el decreto 1076 del 2015.
2. Presenta plano de obra civil cumpliendo con el artículo 2.2.3.2.19.8 contemplado en el decreto 1076 del 2015, presentando planos exigidos en planchas de 100x70 cm con escalas 1:25 hasta 1:100 vista general y 1:10 hasta 1:25 detalles.
3. Presenta memoria de cálculos hidráulicos, una vez se verifica las obras propuestas presenta obra de regulación del ingreso de caudal, presentando obra de captación y medición, la cual cumple con los requerimientos exigidos por la resolución 3946 del 30 de diciembre del 2021 y según el caudal de diseño requerido.
4. Dentro de los cálculos hidráulicos presenta la ecuación general de los vertederos aplicando el principio de la conservación y la energía entre dos puntos para determinar la ecuación para los vertederos triangulares de pared delgada calculando a partir de esta la carga del vertedero (h) y desarrollando los cálculos para hallar caudal teórico y real(iterando) para de este modo finalmente tener la carga(h) del vertedero triangular que permite el ingreso del caudal concesionado.
5. Cumple con el caudal de diseño asignado en la resolución No. 3946 del 30 de diciembre de 2021 por la cual se reglamenta los usos y aprovechamientos de las aguas superficiales de uso público - río tune, quebrada la guagua y sus principales tributarios que discurren por los municipios de Teruel y Palermo, en el departamento del huila
6. De acuerdo con los planos de localización entregado se establece que no se encuentra dentro de la faja establecida por la ronda hídrica dando cumplimiento con lo establecido en el artículo 83 del decreto 2811 de 1974.
7. Presenta memoria de responsabilidad, el profesional presenta tarjeta profesional, certificado de COPNIA actualizado del 2023 y cedula de ciudadanía.
8. La corporación autónoma regional de alto magdalena (CAM) **NO SE HACE RESPONSABLE** si se perturba la servidumbre de los predios aledaños por la construcción de obras hidráulicas de control, conducción, derivación y/o medición que se encuentren fuera del Área del predio señalado en los diseños presentados y verificado según resolución 3946 del 30 de diciembre de 2021.
9. Por los anteriores literales se conceptúa **VIABLE** aprobar los diseños y planos presentados de la obra hidráulica para control de caudal consistente en un vertedero triangular de pared delgada y vertedero de excesos que retornan el agua sobrante a la quebrada, con punto de Captación Quebrada Nilo más exactamente en las coordenadas planas NORTE= 807957.75 m y ESTE = 836177.05 m, con un caudal directo de 2.72 lt/sg para uso Agrícola y Riego de pastos, en beneficio del predio Villa Rica de la vereda Nilo jurisdicción del

Nota. Concepto técnico predio finca villa rica, fuente el Autor

6. Finalmente, se emite el concepto técnico de viabilidad1(figura 4-14) para los planos y diseños presentados de la obra hidráulica. Este concepto de viabilidad reúne el cumplimiento de todos los requisitos que se deben tener en cuenta para considerar viable o inviable un proyecto, a continuación, se

presenta el concepto técnico para el documento ejemplo donde se consideró viable apoyar el proyecto para la obra hidráulica vertedero

Ejemplo Diligenciamiento PUEAA simplificado

A continuación, encontraremos como ejemplo el diligenciamiento de 1 Formato PUEAA simplificado con el fin de sustentar el resultado obtenido. los 10 formatos PUEAA que se contemplaron en los objetivos específicos podrán revisarse en la carpeta “Anexos” del proyecto de grado.

1. En la primera página del formato PUEAA simplificado se encuentra como primer ítem la información general del usuario propietario del predio. La cual se diligencia de acuerdo a los datos que este suministre. En caso de tener un apoderado se presenta el espacio para diligenciar los datos de igual manera.

figura 7-8

Información general del usuario PUEAA

 		FORMATO PARA LA PRESENTACIÓN DEL PROGRAMA DE USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA - PUEAA SIMPLIFICADO F-CAM-348. Versión 3. Octubre 25 de 2021	
OBJETO			
El presente documento contiene los aspectos y lineamientos mínimos a desarrollar en el marco de la formulación de los Programas de Uso Eficiente y Ahorro del Agua - PUEAA SIMPLIFICADOS para las personas naturales que hacen uso del recurso hídrico con un caudal menor o igual a: 2,3 L/seg para uso agropecuario y 0,8 litros L/seg para otros usos			
Número de expediente	Cuando aplique	Fecha de diligenciamiento de este formato	dd/mm/aaaa
1. Información del(os) Usuario(s) de la Concesión de Agua			
Nombre(s): <i>Daniel Córdoba Villalba</i>			
Número de identificación:	<i>4.931.918</i>	C.C. ☒ C.E. ☐ De: <i>Rivera</i>	
Dirección/Localización: <i>Barrio la Floresta - Carrera 2 9A - 43</i>		Municipio: <i>Rivera</i>	
Teléfono móvil: <i>3122707827</i>		Teléfono fijo:	
Correo electrónico:			
Dirección del Predio:	<i>Poiba - 802I</i>	Municipio/Vereda/Centro Poblado	<i>U. La Honda</i>
Apoderado (si tiene):			
Número de identificación:		C.C. ☐ C.E. ☐ De:	
Dirección/Localización:		Municipio:	
Teléfono móvil:		Teléfono fijo:	
Correo electrónico:			
Tipo de actividad(es) conforme a la clasificación del Código Industrial Internacional Unificado (CIIU versión IV):			

Nota. La figura muestra el diligenciamiento de la información general del formato PUEAA, Fuente el Autor

2. Los siguientes ítems del formato PUEAA son el tipo de actividad conforme a la clasificación del código industrial internacional unificado (CIIU versión IV) y la información de la fuente de captación indicando el nombre, caudal concesionado, coordenadas del punto de captación, el uso que se le da al agua, subzona hidrográfica y determinar si es una fuente lotica o lentic superficial o subterránea. En este caso como se trata de la quebrada la

Honda se marca Lotica porque es una corriente que fluye en una misma dirección y se encuentra en la superficie. La provincia hidrológica es la 2111 valle superior del magdalena para todo el territorio huilense, los datos de coordenadas en algunas ocasiones son suministrados por el usuario en otros se buscan en capas formadas del programa ArcGIS. El caudal concesionado va de acuerdo al que aparece en el cuadro de distribución de caudal de la resolución a la que pertenezca el predio del usuario.

figura 7-9

Tipo de actividad e Información de la Fuente

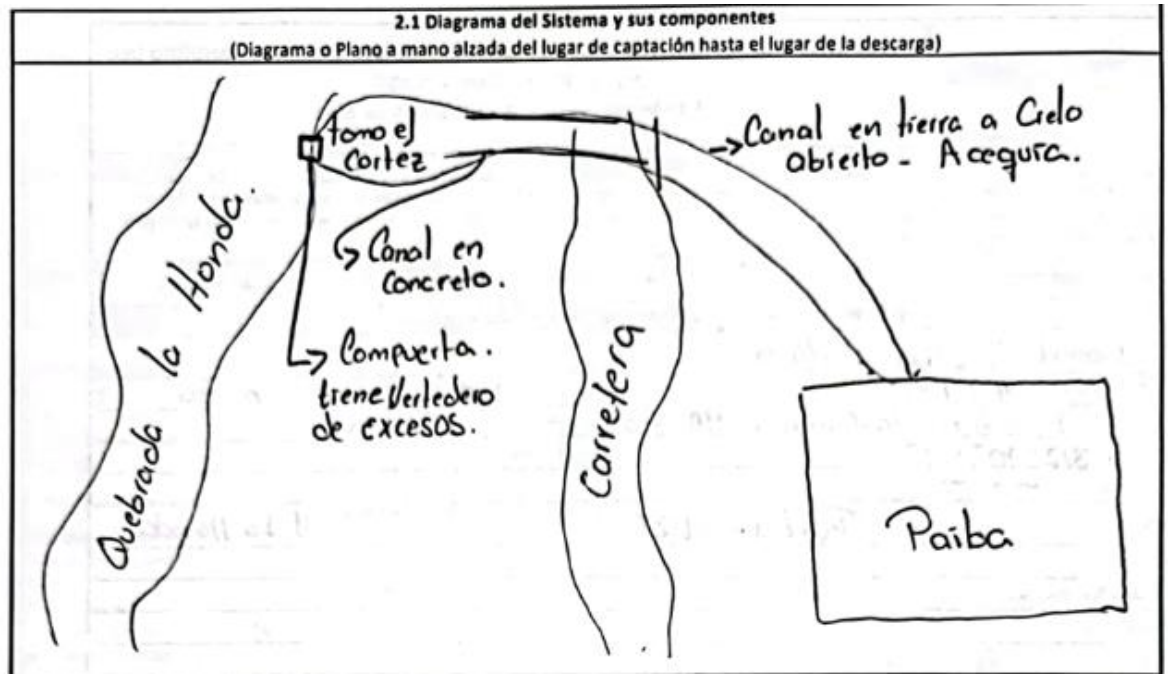
Tipo de actividad(es) conforme a la clasificación del Código Industrial Internacional Unificado (CIIU versión IV):					
Cacao			Código(s): 012		
1.1 Información de la Fuente					
Marque con una equis (X) según la clasificación y diligencie la información que se lista a continuación					
Fuente 1	Nombre: <i>forno el Cortez - Quebrada La Honda</i>	Coordenadas del punto de captación:	N	2° 46' 56.59"	Cota:
	Caudal concesionado (l/seg): 0,2		W	75° 13' 20.13"	____ m.s.n.m
	Caudal solicitado (l/seg): 0,2	USO(S): Marque con una X			
	Caudal Captado (l/seg): 0,2	Doméstico: ____ Agrícola: ☒ Pecuario: ____ Industrial: ____ Recreacional: ____ Otro: ____			
Lótico: ☒	Superficial: ☒	Subzona hidrográfica (ver mapa): 2111			
	Subterránea: ____	Provincia hidrogeológica: Valle Superior del Magdalena			

Nota. La figura muestra el diligenciamiento de los ítems, fuente el Autor

- En la segunda página del formato se encuentra como primer ítem el diagrama del sistema y sus componentes el cual se realiza a mano alzada partiendo desde el lugar de la captación hasta el lugar de la descarga. Como se puede observar en la figura 4-3 en el diagrama se identifica la quebrada el punto de captación (tomo el Cortez) con compuerta y vertedero de excesos y el canal que conduce el agua hasta el predio. También nos indica el diagrama que el canal es en concreto hasta donde se encuentra la carretera y posteriormente es un canal en tierra y que hay una compuerta en el tomo con vertedero de excesos.

figura 7-10

Diagrama del sistema y sus componentes

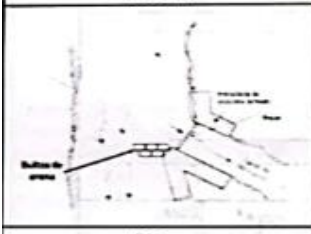
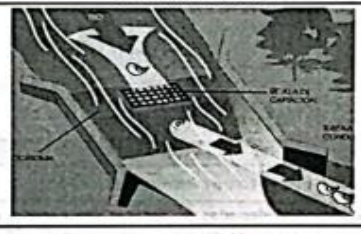
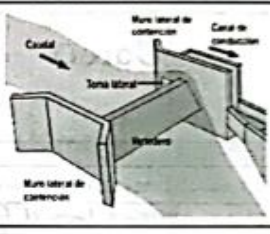
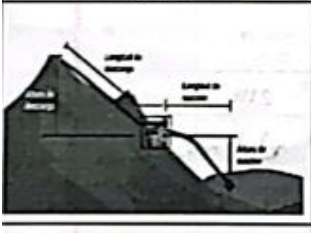
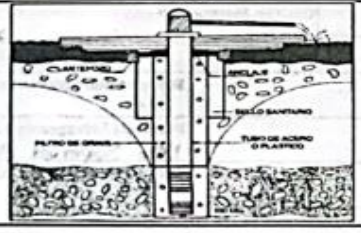
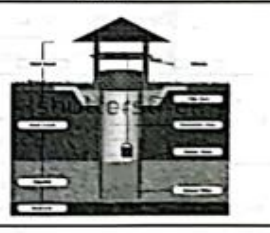


Nota. La figura muestra el diagrama de los componentes del predio Paiba, fuente el Autor

4. Los siguientes ítems del formato son el tipo de captación y el tipo de conducción del sistema. Se puede observar en la figura 4-4 que se marca la opción de captación artesanal como se señalaba también anteriormente en el diagrama de componentes y se señala la conducción por medio de canal abierto en tierra y revestido en concreto con sus respectivos anchos y longitudes. También se señala que cuenta con obras de control de caudal.

figura 7-11

Tipo de captación y conducción del sistema

2.2. Tipo de Captación (marque con una X)			
Artesanal 	Bocatoma de Fondo 	Bocatoma Lateral 	
Bombeo 	Pozo 	Aljibe 	
En caso de no estar relacionada el tipo de bocatoma, indique cual? N.A			
Cuenta con obras de control de caudales? SI X NO — Se presentaron los planos Cual? Compuertas.			
2.3 Tipo de Conducción (marque con una X, e indique las dimensiones)			
Canal abierto en tierra	X	Ancho (Metros): 0,40mts.	Longitud (Metros): 2Km
Canal abierto revestido (concreto)	X	Ancho (Metros): 0,40mts	Longitud (Metros): 100 mts.
Tubería	N.A	Pulgadas: _____	Longitud (Metros): _____
Manguera	N.A	Pulgadas: _____	Longitud (Metros): _____

Nota. La figura muestra como marcando “x” se elige el tipo de captación y conducción del sistema, fuente el Autor

- En la 3era página del formato PUEAA se encuentra la identificación de los componentes del sistema y las pérdidas.

figura 7-12

Perdidas por componente del sistema

Marcar con (X) los componentes del sistema en indicar cualitativamente las posibles pérdidas en el sistema a través del cual se capta, se conduce y se dispone el agua. Nota: A partir de la entrada en vigencia de la concesión, el usuario debe identificar las pérdidas en su sistema y establecer las medidas para su control. La Autoridad Ambiental durante el seguimiento validará las medidas de control propuestas y verificará su cumplimiento.			
Componente	Maque con una (X)	Descripción del Componente, Problemas Identificados y conclusión del estado	%Pérdidas de Agua estimadas
Sistema Captación: Bocatoma(s) (Punto sobre la fuente hídrica donde se capta el agua).	X	ESTADO: Bueno <u>X</u> Regular _____ Malo _____ DESCRIPCIÓN: No existe un desperdicio debido a que se hace continuamente mantenimiento. Cuenta con oba de control en proceso con la CAM, pero ya tiene Verdadero de excesos y Compuerta.	0%
Aducción - Derivación: Tubería o Manguera o Canal (Tramo desde la captación hasta el tanque desarenador y/o planta de tratamiento de agua potable).	X	ESTADO: Bueno _____ Regular <u>X</u> Malo _____ DESCRIPCIÓN: 1) Canal Revestido en concreto, se debe hacer mantenimiento preventivo debido al gasto natural. Se presentan pérdidas debido a evaporación. Se estima pérdida 3% 2) Canal Acequia = Por evaporación, por infiltración debido a canal en tierra por exposición de material ramas, hojas Sedimentos, topocamiento y Rebacas 8%	11%
Tanque Desarenador (Estructura diseñada para retención de arenas que traen las aguas).	NA	ESTADO: Bueno _____ Regular _____ Malo _____ DESCRIPCIÓN: NA	NA
Sistema de conducción (Tramo desde el tanque desarenador o planta de tratamiento hasta el tanque de almacenamiento o hasta el predio donde ejerce el uso - actividad).	NA	ESTADO: Bueno _____ Regular _____ Malo _____ DESCRIPCIÓN: NA	NA
Tratamiento de Agua	NA	ESTADO: Bueno _____ Regular _____ Malo _____ DESCRIPCIÓN: NA	NA
Componente	Maque con una (X)	Descripción del Componente, Problemas Identificados y conclusión del estado	%Pérdidas de Agua estimadas

Nota. Figura del cuadro de pérdidas del formato PUEAA, fuente el Autor

En la anterior figura se seleccionan los componentes que hacen parte del sistema posteriormente se hace una descripción de acuerdo a lo que manifiesta el usuario y se marca el estado del componente. También se realiza una estimación de % pérdidas de agua de acuerdo a las características del sistema, para este ítem en particular se utiliza la herramienta de guía de estimación de perdidas PUEAA suministrado por el ministerio del ambiente en conjunto con el criterio ingenieril del profesional y la

información que facilite el usuario. Los ítems que no correspondan al sistema se deben marcar como N.A (no aplica)

6. El siguiente ítem del formato PUEAA corresponde a las medidas para el control de pérdidas que es donde el usuario se compromete a realizar una serie de actividades en pro de protección y conservación de la fuente hídrica, mitigación de pérdidas y uso eficiente del agua. Además, se señala los años en que se realizara estas actividades y se puede anexar una observación como la cantidad de veces al año o alguna descripción. Es importante tener en cuenta que lo que se señale en este documento es lo que los profesionales de la corporación encargados del seguimiento revisan cuando llegan a los predios a ejercer sus labores de seguimiento.

El PUEAA tiene una vigencia de 5 años razón por la cual solo aparece en el formato hasta el año 5 como opción. Luego de vencido el usuario debe diligenciar un nuevo programa de uso eficiente y ahorro de agua para presentarlo a la AAC en este caso la CAM.

figura 7-13

Medidas para el control de perdidas

NPérdida por Volumen	44 % 0.11 LPS (LPS Litros por segundo)	NPérdida por Volumen = $\frac{\text{Total volumen de pérdidas reales (LPS)}}{\text{volumen captado (LPS)}}$				
3.1 Medidas para el control de Pérdidas:	Horizonte del PUEAA (marque con una X el(los) año(s) para ejecución)					
	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	Observación
a) Identificación de las pérdidas y porcentaje propuesto de Reducción (N): • Realizar mantenimiento preventivo en tornados de limpieza a la acequia.	X	X	X	X	X	2 Veces al año.
b) Acciones de protección y conservación de la fuente hídrica: • Siembra en algún trocero del Cauce de la Quebrada. Arboles nativos que no requieren de mucho agua.			X			
c) Construcción/optimización de obras de control de caudales, fugas: • Mantener en los comportos y al canal revestido al concreto. • Se le coloca una regleta.			X		X	
d) medición, mejoramiento infraestructura, optimización de tubería/red de conducción etc: •	NA	NA	NA	NA	NA	NA
e) Acciones de mantenimiento a componentes del sistema, tuberías entre otros: • Mantenimiento y limpieza a la acequia para evitar reboses	X	X	X	X	X	2 Veces al año. Cede 6 Meses
f) Acciones de Ahorro del agua - Reservorios, control de flujos etc: •	NA	NA	NA	NA	NA	NA
g) Uso eficiente: Reuso, recirculación, Aprovechamiento de agua lluvia:	NA	NA	NA	NA	NA	NA
3.1 Medidas para el control de Pérdidas:	Horizonte del PUEAA (marque con una X el(los) año(s) para ejecución)					
	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	Observación
h) Garantizar la devolución a la fuente de los reboses y caudales no empleados: • Mantenimiento al canal de excesos	X	X	X	X	X	2 Veces al año.
i) Implementación de métodos de riego (para uso agrícola): •	NA	NA	NA	NA	NA	NA

Nota. La figura muestra las actividades a las que se compromete el usuario para mitigar las pérdidas del sistema, fuente el Autor

- Por último, el formato PUEAA tiene un ítem para escribir otras actividades que el usuario desee proponer para contribuir al medio ambiente.

Posteriormente se firma y quedaría diligenciado listo para radicarse en la

CAM y posteriormente evaluarse con el fin de emitir el concepto de viabilidad.

figura 7-14

Otras actividades propuestas

Otras Actividades Propuestas	Horizonte del PUEAA (marque con una X el(los) año(s) para ejecución)					Observación
	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	
Campaña educativa. Charlas o talleres con los niños y jóvenes de la escuela Vereda la Honda	X		X		X	1 vez en el año.
N.A	NA	NA	NA	NA	NA	NA
N.A	NA	NA	NA	NA	NA	NA

Daniel Cordoba Villalba

Firma:

Nombre Usuario: Daniel Cordoba Villalba

cc 4.931.918

*El contenido del Diagnóstico en el marco del PUEAA puede ampliarse en formato PDF en la medida que el usuario identifique elementos adicionales que requieran ser plasmados para la sustentar la planificación del uso que hace del agua.

*Anexar archivos que se requieran y soporten el diagnóstico del Sistema, Planos, Fotos etc.

*Los planos que se adjunten de las nuevas obras deberán estar debidamente firmados.

Nota. La anterior figura muestra ítem de otras actividades y firma del usuario, fuente el Autor

Anexo módulo de revisión

Programa Modulo de Revisión

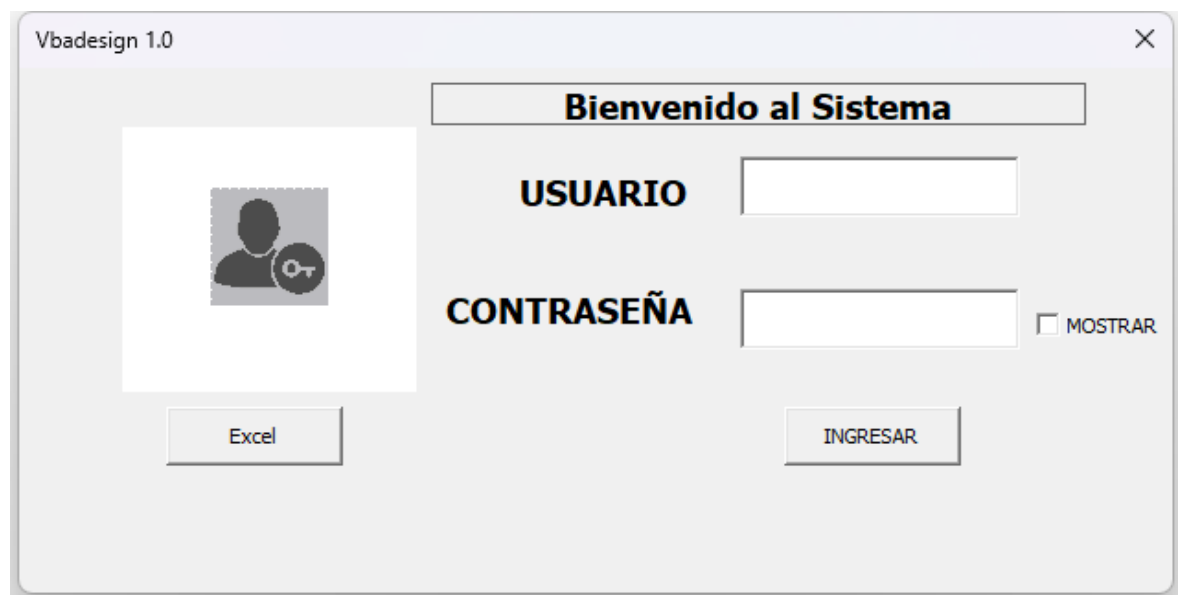
El módulo de revisión cuenta con una interfaz creada a partir del entorno de visual Basic Microsoft por medio del cual se crean diferentes formularios programados para funcionar como ventanas mostrando un menú cómodo, sencillo y útil para el diseño de la estructura hidráulica tipo consistente en (canaleta Parshall, compuerta y rejilla)

A continuación, se mostrará el paso a paso del funcionamiento del módulo de revisión con un ejemplo aplicativo que se realizó en la presentación de unos planos y diseños de obra hidráulica a la CAM consistente en una compuerta plana deslizante con limnómetro.

1. Formulario de ingreso al programa: es la primera ventana que el usuario visualiza cuando ejecuta el programa en la cual se solicita un usuario y contraseña para proceder al siguiente formulario, se ha dejado programado un botón “Excel” el cual permite al usuario abrir e interactuar con la hoja de macros (xlsx) del programa Excel.

figura 7-15

Formulario bienvenida al programa

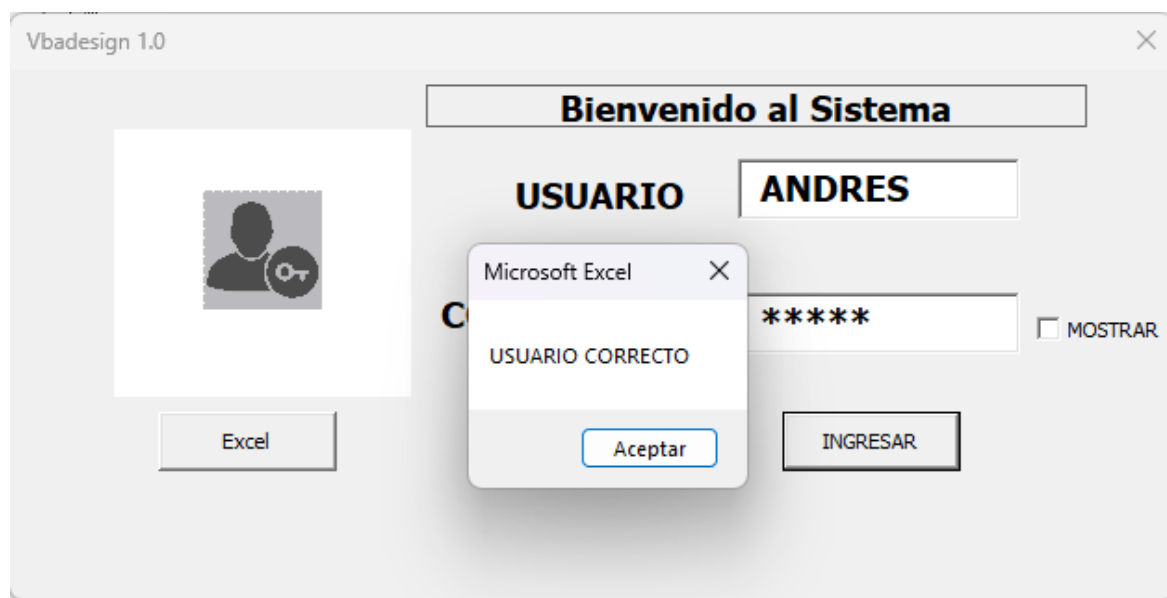


Nota. La figura anterior muestra el formulario de entrada al sistema con los Campos de “usuario” y “contraseña”, fuente el Autor

Una vez se ingrese el usuario y contraseña el login del programa identificara si es correcto o no emitiendo un mensaje en una pequeña ventana emergente “usuario correcto” o “usuario incorrecto” según los datos suministrados.

figura 7-16

Usuario autenticado

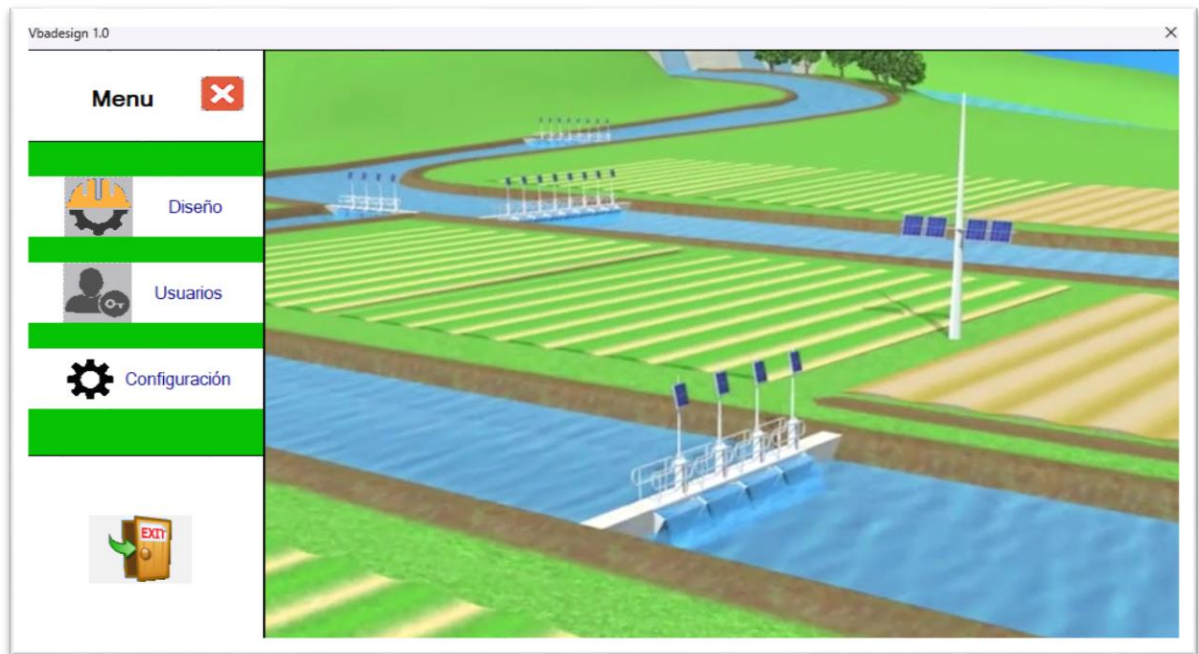


Nota. La figura muestra la autenticación del usuario posteriormente se ingresa al formulario del Menú, fuente el Autor

2. Luego de autenticar el usuario en el formulario de bienvenida el programa mostrará el formulario menú (figura 4-3) donde se podrá acceder al módulo de diseño y revisión en el cual se podrá en este caso revisar el diseño presentado a la corporación como obra hidráulica de control consistente en una compuerta plana deslizante.

figura 7-17

Formulario Menú



Nota. La figura anterior muestra el formulario menú con sus respectivos módulos

3. A continuación, se ingresa al módulo de revisión con el fin de ingresar los datos de entrada y posteriormente generar los resultados de diseño con el fin de compararlos con los obtenidos por el ingeniero que allega los diseños a la corporación.

figura 7-18

Módulo de Revisión

V1.0 [X]

Diseño canaleta parshall

Caudal Concesionado(lt/s)

Tirante Y1(m)

CD(coeficiente de gasto)

Ancho Compuerta(m)

Registrar

Dibujar Planta

Dibujar Compuerta

Dibujar vista isometrica

Dibujar seccion perfil

PDF **Excel**

Nota. La anterior figura muestra el formulario de revisión para obra hidráulica canaleta Parshall y compuerta plana deslizante, fuente el Autor

4. A continuación, los Resultados obtenidos (figura 4-6) y metodología utilizada (figura 4-5) por el diseñador Johny Eduardo Sandoval Díaz quien en su ejercicio profesional presenta diseño de un sistema de control de caudal por medio de una compuerta plana deslizante y un limnómetro para el predio “parcela 18” en el municipio de CAMpoalegre huila.

figura 7-19

Metodología del diseñador

5. CALCULO HIDRAULICO

5.1. COMPUERTA PLANA VERTICAL

Una compuerta consiste en una placa móvil, plana o curva, que al levantarse permite graduar la altura del orificio que se va descubriendo, a la vez que controlar la descarga producida. El orificio generalmente se hace entre el piso de un canal y el borde inferior de la compuerta, por lo que su ancho coincide con el del canal; en estas condiciones de flujo puede considerarse bidimensional.

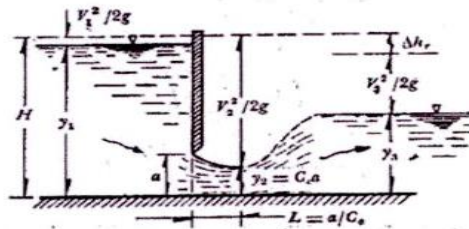


Ilustración 1. Detalle de Compuerta deslizante

Fuente. Sotelo. G, Hidráulica general, pag 213

En la ilustración 1, los elementos son:

$H = y_1 + \frac{V_1^2}{2g}$: Carga total aguas arriba de la compuerta

$\frac{V_1^2}{2g}$: Carga de velocidad con la que llega el agua al canal, aguas arriba.

y_1 : Tirante aguas arriba de la compuerta

y_2 : Tirante de la vena contracta aguas abajo

a : Abertura de la compuerta

b : Ancho de la compuerta

C_c : Coeficiente de contracción.

$L = \frac{a}{C_c}$ Longitud de la compuerta hasta y_2

Nota. Como se observa en la figura anterior el diseñador toma la metodología y la teoría de Sotelo hidráulica general, fuente el Autor

figura 7-20

Resultados obtenidos por el diseñador

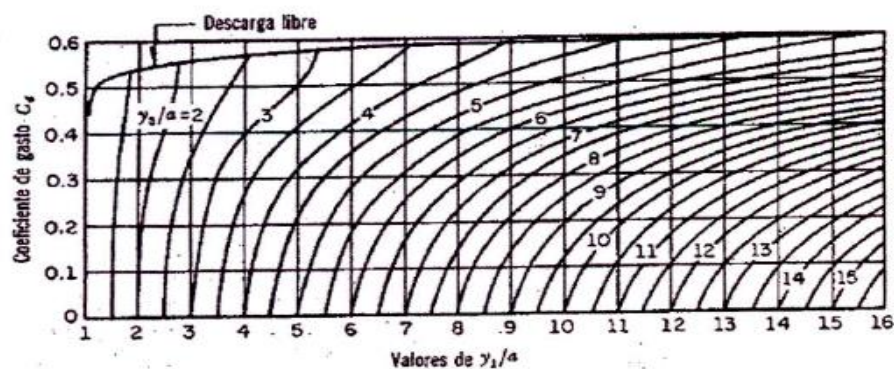


Ilustración 2. Coeficientes de gasto para compuertas planas e inclinadas con descarga libre.

Fuente. Sotelo, G, *Hidráulica general*, pag 216

Sotelo, G. 1997. *Hidráulica general*. Limusa, México. (561p)

6. APLICACIÓN DE LOS CALCULOS HIDRAULICOS

Criterios de diseño

Caudal de diseño/otorgado	8.10 litros/seg
Trante (y_1)	0.30 m
Coeficiente gasto	0.60
Ancho (b)	0.58
Coef. Concentración	0.63
abertura	0.96 cms
Recalcula (Cd)	0.60
Coef. Velocidad (Cv)	0.960
Velocidad real (v_2)	2.21 m/s
Velocidad teórica	2.31 m/s
Velocidad v_1	0.05 m/s
Y_2	0.6 cms
Altura compuerta	0.40 m
Altura total	0.70 m

Nota. En la figura anterior se muestra la aplicación de los cálculos hidráulicos y los resultados obtenidos por el Ing. que presenta los documentos en la CAM para la compuerta plana deslizante.

- Al identificar los datos de entrada del diseñador se procede a realizar el diseño con el programa vbadesign 1.0 para revisar los resultados obtenidos.

Datos de entrada del diseño:

Caudal (otorgado según reglamentación) = 8.10 l/s

Tirante (y_1) = 0.30 m

Coeficiente de Gasto(cd)= 0.60

Ancho b = 0.58 m

6. Procedemos a ingresar las variables de entrada en el módulo de revisión del programa vbadesign 1.0 para que calcule y genere el diseño con los datos de entrada suministrados.

figura 7-21

Datos ingresados en Modulo de Revisión

V1.0

Revisión canaleta parshall y Compuerta

Caudal
Concesionado(lt/s)
8,10

Tirante Y1(m)
0,30

CD(coeficiente de
gasto)
0,60

Ancho Compuerta(m)
0,58

Registrar

Dibujar Planta

Dibujar Compuerta

Dibujar vista isometrica

Dibujar seccion perfil

PDF Excel

Nota. Datos de entrada de diseño ingresados, fuente el Autor

7. Una vez ingresados los datos de diseño se oprime el botón “**Registrar**” (figura 4-7) por medio del cual el programa realizara los cálculos para obtener los resultados de diseño para la obra hidráulica requerida en este caso la compuerta plana deslizante
8. Como se puede observar en la parte inferior del formulario de la figura 4-7 hay un botón “PDF” al oprimirlo el programa genera un archivo pdf con el resultado del diseño.

9. Una vez se tiene el pdf de diseño nos dirigimos a la página 2 figura 4-8 donde se encuentra el diseño de compuerta por vbadesign 1.0 para observar los resultados y posteriormente poderlos contrastar con los obtenidos por el diseñador en la figura 4-6
10. Una vez se contrastan los resultados obtenidos por ambas partes (el autor quien evalúa el diseño y el ingeniero que presenta los diseños a la corporación) se puede evidenciar que los resultados obtenidos coinciden casi todos con la diferencia de que el diseñador no realiza el recalcu de abertura por lo cual su abertura final es 0,96 cm y la abertura final del diseño generado por vba design 1.0 es 0,97 cm, valor que se puede subsanar debido a que estos cálculos de diseño teóricos obtenidos se deben calibrar in situ cuando se implemente el diseño de la compuerta.

Altura total (HT) =	0,70 m
Altura compuerta (H) =	0,40 m
Ancho compuerta (b) =	0,58 m
Abertura compuerta =	0,97 cm

11. Vale la pena resaltar que el módulo de revisión funciona también para diseño ya que a diferencia del módulo de diseño tipo del programa este ofrece la oportunidad al operario del programa de ingresar los datos de entrada como se observan en la figura 4-7

figura

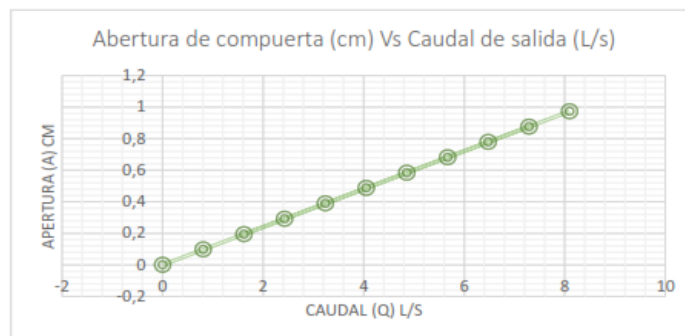
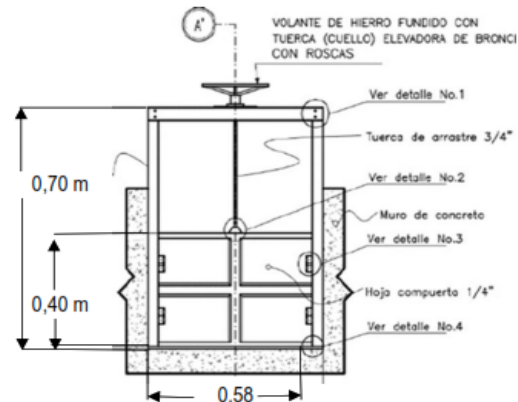
7-22

Resultados diseño compuerta por vbadesign 1.0

	Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena	Pag 2 de 3
	Obras Hidráulicas de Captación y Medición	
	Diseño Compuerta	

Municipio	
Nombre Acequia	
Nombre Canal y Resolución	
Caudal Consecionado	8,10

Criterios de Diseño	
Tirante (y1)	0,30
Coefficiente de gasto (Cd)	0,60
Ancho (b)	0,58
Coe. Contracción (Cc)	0,62
Abertura	0,96 cm
Y1/a	31,27
Recalcula (Cd)	0,59130782
Abertura Final (a)	0,97 cm
Coe. Velocidad (Cv)	0,96313081
Velocidad Teorica (V2)	2,40 m/s
Velocidad Real (V2)	2,31 m/s
y2	0,60 cm
Velocidad (V1)	0,05 m/s
Altura Compuerta (H)	0,40 m
Altura Total (HT)	0,70 m



Abertura	Caudal
0,10 cm	0,81 L/s
0,88 cm	1,62 L/s
0,78 cm	2,43 L/s
0,68 cm	3,24 L/s
0,58 cm	4,05 L/s
0,49 cm	4,86 L/s
0,39 cm	5,67 L/s
0,29 cm	6,48 L/s
0,19 cm	7,29 L/s
0,97 cm	8,10 L/s

Otras actividades desarrolladas durante la práctica profesional

otra actividad importante que desarrolle adicional en la corporación fue la de seguimiento a las corrientes reglamentadas de la parte norte del Huila más

exactamente en la zona de rivera, la Ulloa y el Caguán y también seguimiento a la estación hidrometereológica las juntas de rio frio rivera(H)

A continuación, se presenta el Aforo realizado en el mes de abril del 2023 en la corriente rio frio de rivera (H)

figura 7-23

Sitio de Aforo al Rio Frio - Rivera



Nota. Sitio de aforo se observa la cintilla de medición y el Autor con el caudalímetro, fuente el Autor

Utilizando el medidor de caudal OTT MF Pro, se realizó el aforo sobre el Río Frio, en el punto ubicado en las coordenadas geográficas N 02° 45' 28.4" - E 75° 12' 43,1"

(Ver Figura 4-34), del cual se obtuvo que al momento del aforo el día 14 de abril de 2023, tenía un caudal de 1756 LPS (Ver figura 4-35).

figura 7-24

Resultado Aforo



Nota. Resultado aforo 1.756 lps, fuente el Autor

Anexo resultados del diseño

En el presente anexo se exponen resultados colaterales del programa con el fin de señalar como se van a implementar los dibujos dinámicos realizados y observar a detalle el formato pdf que genera le programa.

Plantilla tipo para generar diseños

DATOS DE CARACTERÍSTICAS DESEÑADAS DE MEDIDOR PARALELO												DATOS DE DISEÑO						
NOMBRE DEL CANAL	TIPO DE MEDIDOR	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	Grav. (kg/m³)	Grav. (kg/m³)	h ₁ (m)	h ₂ (m)	h ₃ (m)	h ₄ (m)	
Ar. La Dama	Paralelo	1.272	1.344	0.01	0.045	0.015	0.010	0.015	0.015	0.015	0.015	1.272	1.344	0.01	0.045	0.015	0.010	0.015

REPÚBLICA DE COLOMBIA
 DEPARTAMENTO DEL HUILA
 MUNICIPIO DE RIVERA

DISEÑO HERRAJE DE LAS OBRAS DE CONTROL PARA LA
 CONSTRUCCIÓN DE AGUA DE LA GUERRA DEL HUILA
 ACORDA LA GUERRA EN EL MUNICIPIO DE RIVERA AGRA
 DESARROLLO EN 2017 DEL 15 DE AGOSTO DE 2014

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL
 ALTO MAGDALENA (CAM)
 19 DE JULIO DEL 2023

INFORMACIÓN DE REFERENCIA
 [Blank space for reference information]

Nota. La plantilla es un ejemplo del formato que podría tener los planos, fuente el Autor

El pdf obtenido al realizar click en el formulario es el siguiente, para efectos de verificación de los resultados obtenidos también se anexará el formato pdf del diseño ejemplo contemplado en el documento proyecto de grado práctica profesional en Corporación Autónoma Regional Del Alto Magdalena (CAM):



Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena

Obras Hidráulicas de Captación y Medición

Canaleta Pascharli

Pag 1 de 3

Municipio	
Nombre Acequia	
Nombre Canal y Resolución	
Caudal Consecionado	17,10

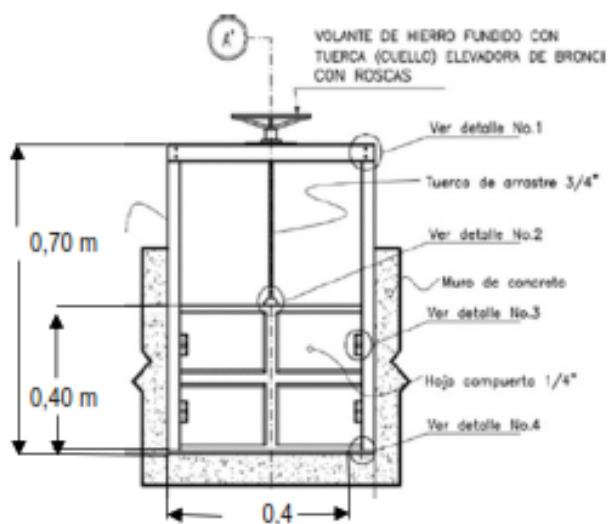
Criterios de Diseño	
Lamina de agua (h_a)	0,222 m
Canaleta Seccion de Medida (w_a)	0,198 m
Velocidad de la Seccion de Medida (v_h)	0,390 m/s
Energia en Seccion 1-1 (E_1)	0,286 m
Energia en Seccion 2-2 (E_2)	0,286 m
Velocidad antes del Resalto (v_2)	1,766 m/s
Lamina de agua en el resalto (h_b)	0,127 m
Numero de Froude	1,5790
Lamina de agua final del treho divergente (h_3)	0,228 m
Lamina de agua al final de la canaleta (h_4)	0,196 m
Velocidad (v_4)	0,490 m/s
Velocidad media (v_m)	0,739 m/s
Tiempo Media de Mezcla (T_h)	0,4128 seg

Dimensiones de la canaleta		
Long. Paredes seccion convergente	A	0,466 m
Long. seccion convergente	B	0,457 m
Ancho de la salida	C	0,178 m
Ancho entrada seccion convergente	D	0,259 m
Profundidad total	E	0,381 m
Longitud de la garganta	F	0,152 m
Longitud de la seccion divergente	G	0,305 m
Long. Paredes seccion divergente	K	0,025 m
Dif. De elevacion entre salida y cresta	N	0,057 m

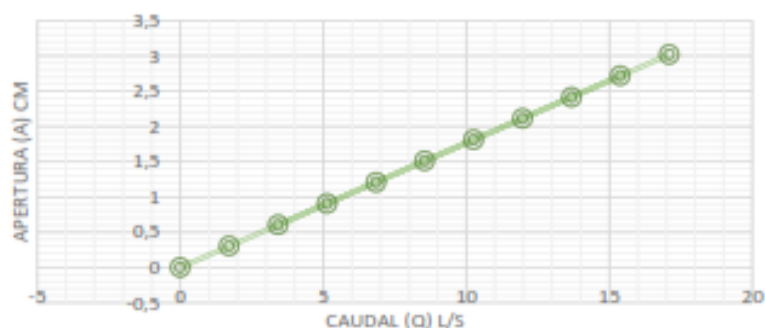
	Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena	Pag 2 de 3
	Obras Hidráulicas de Captación y Medición	
	Diseño Compuerta	

Municipio	
Nombre Acequia	
Nombre Canal y Resolución	
Caudal Consecionado	17,1

Criterios de Diseño	
Tirante (y1)	0,3
Coefficiente de gasto (Cd)	0,6
Ancho (b)	0,4
Coe. Contracción (Cc)	0,62
Abertura	2,94 cm
Y1/a	10,22
Recalcula (Cd)	0,58368964
Abertura Final (a)	3,02 cm
Coe. Velocidad (Cv)	0,96958377
Velocidad Teorica (V2)	2,35 m/s
Velocidad Real (V2)	2,28 m/s
y2	1,87 cm
Velocidad (V1)	0,14 m/s
Altura Compuerta (H)	0,40 m
Altura Total (HT)	0,70 m



Abertura de compuerta (cm) Vs Caudal de salida (L/s)



Abertura	Caudal
0,30 cm	1,71 L/s
2,72 cm	3,42 L/s
2,42 cm	5,13 L/s
2,11 cm	6,84 L/s
1,81 cm	8,55 L/s
1,51 cm	10,26 L/s
1,21 cm	11,97 L/s
0,91 cm	13,68 L/s
0,60 cm	15,39 L/s
3,02 cm	17,10 L/s



Municipio	
Nombre Acequia	
Nombre Canal y Resolución	
Caudal Consecionado	17,1

Criterios de Diseño	
Diametro de Barra	0,0254 m
Separacion de Barras	0,0200 m
Coe. Perdidas de Rejilla	2,295
Velocidad Efectiva de flujo	0,107 m/s
Area Neta de la rejilla	0,0697 m ²
Long de la rejilla	0,396 m
Area Total	0,0697 m ²
Cantidad de orificios	9
Area Neta recalculada	0,0720 m ²
Velocidad entre Barrotes	0,103 m/s
Long Final rejilla	0,41 m

