

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO PARA LA VEREDA BAJO ENCANTO
DEL MUNICIPIO DE ACEVEDO-HUILA.**

DIEGO ARMANDO CARDOZO QUINTERO

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA AGRICOLA
NEIVA-HUILA
2009**

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO PARA LA VEREDA BAJO ENCANTO
DEL MUNICIPIO DE ACEVEDO-HUILA.**

DIEGO ARMANDO CARDOZO QUINTERO

Proyecto de Grado Presentado como requisito Parcial para optar el Título de
Ingeniero Agrícola

Director, **Ing. JAIME IZQUIERDO BAUTISTA**

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA AGRICOLA
NEIVA -HUILA
2009**

Nota de aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Neiva, Noviembre 2008

DEDICATORIA

A Dios por estar siempre a mi lado, por ser mi guía y darme la oportunidad de alcanzar esta meta tan importante para mi vida.

A mis padres, Narciso Cardozo y Flor María Quintero, por ser las personas más importante en mi formación como persona y en mi formación profesional, por su esfuerzo y colaboración, por confiar en mí y prestarme su apoyo incondicional.

A la empresa Aguas del Huila, quienes me brindaron la oportunidad de aprender junto a ellos todo lo necesario para realizar mi trabajo final.

A los maestros del programa de Ingeniería Agrícola, quienes me aportaron su conocimiento y gracias a ellos logré conseguir una meta más en mi vida.



AGRADECIMIENTOS

El autor expresa sus agradecimientos:

Al Ingeniero Agrícola JAIME IZQUIERDO BAUTISTA, Director del Proyecto.

Profesor del Área de Estructuras Hidráulicas del Programa de Ingeniería Agrícola.

Universidad Surcolombiana, por la orientación y valioso apoyo intelectual prestado.

Al Gerente Aguas del Huila Doctor Enrique Omar Peña, por permitirme desarrollar mi proyecto de grado en la empresa.

Al ingeniero Daniel Cerquera por, por la orientación y valioso apoyo intelectual prestado.

Y a todas aquellas personas que de una u otra manera, mediante su ayuda y colaboración hicieron posible que este proyecto se llevara a cabo.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	
1.0 MARCO TEORICO	14
1.1. SISTEMAS DE ACUEDUCTOS	14
1.1.1 BOCATOMA	14
1.1.2 ADUCCIÓN BOCATOMA DESARENADOR	15
1.1.3 DESAREANDOR	15
1.1.4 CONDUCCIÓN	16
1.1.5 TANQUE DE ALMACENAMIENTO.	16
1.1.6 SISTEMA DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN	16
1.1.7 GOLPE DE ARIETE.	16
1.2 ANTECEDENTES	17
2.0 METODOLOGÍA	17
2.1.1 CLIMATOLOGÍA	18
2.1.2 ACCESO A LA LOCALIDAD	18
2.1.3 ASPECTOS URBANÍSTICOS	18
2.1.4 ASPECTOS DEMOGRÁFICOS	18
2.1.5 RECURSOS DE LA COMUNIDAD	18

2.1.7 ENERGÍA ELÉCTRICA	18
2.1.8 EDUCACIÓN	18
2.1.9 CONDICIONES SANITARIAS	18
2.1.9.1 ACUEDUCTO	18
2.2 TRABAJO DE CAMPO	
2.3 TRABAJO DE OFICINA	19
3.0 DISEÑO	20
3.1 NIVEL DE COMPLEJIDAD	20
3.1.2 DOTACIONES	21
3.1.3 DOTACIÓN NETA	21
3.1.4 DOTACIÓN BRUTA	22
3.2 CALCULO DE LA POBLACION	22
3.3 DEMANDA	23
3.4 DISEÑO DE LA CAPTACION	24
3.5 DISEÑO DE LA PRESA	24
3.5.1 ALTURA DE LA LÁMINA DE AGUA	25
3.5.2 CONTRACCIONES LATERALES (L).	25
3.6 DISEÑO DEL CANAL DEL CANAL DE ADUCCIÓN.	26
3.7 CALCULO DE LA REJILLA	26

3.8 NIVELES EN EL CANAL DE ADUCCIÓN	28
3.9 DISEÑO DE LA CAMARA DE RECOLECCION	30
4.0 CAMARA DERIVADORA	31
4.1 CÁLCULOS DE LOS MUROS DE CONTENCIÓN (HMC)	31
4.2 CALCULO DEL CAUDAL DE EXCESOS	32
4.3 DISEÑO LINEA DE CONDUCCIÓN BOCATOMA – DESARENADOR	33
4.4 DESARENADOR	35
4.4.1 VELOCIDAD DE SEDIMENTACIÓN:	35
4.4.2 PERÍODO DE RETENCIÓN HIDRÁULICO	35
4.4.3 DIMENSIONES DEL TANQUE:	36
4.4.4 CARGA HIDRÁULICA SUPERFICIAL PARA EL TANQUE SERA	36
4.4.5 VELOCIDAD CRÍTICA:	36
4.4.6 VELOCIDAD HORIZONTAL:	37
4.4.7 DIMENSIONES DEL DESARENADOR:	37
4.4.8 CÁLCULO DE ELEMENTOS DEL DESRENADOR	37
5.0 TANQUES DE LAMACENAMIENTO.	39
6.0 REDES DE DISTRIBUCION	40
7.0 DOMICILIARIAS	40

8.0 DISEÑO ESTRUCTURAL	41
8.1 MURO FRONTAL	42
8.1.2. CAMARA DERIVADORA	44
9.0 DISEÑO ESTRUCTURAL DEL DESARENADOR	45
9.1 MUROS LATERALES Y PRINCIPALES	45
9.2 MUROS (CARA INTERIOR)	46
9.3 CALCULO DE LA PLACA DE FONDO	47
9.4 CALCULO DE LA TAPA DEL TANQUE.	48
9.5 CAMARA DE AQUIETAMIENTO	49
10. CALCULO ESTRUCTURAL TANQUE DE ALMACENAMIENTO	50
10.1 MUROS EXTERIORES (CARA EXTERNA)	50
10.2 MUROS EXTERIORES (CARA INTERNA)	51
10.3 DISEÑO DE LA TAPA DEL TANQUE.	52
10.4 DISEÑO DE LA PLACA DE FONDO	54
11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	56
BIBLIOGRAFIA	
ANEXOS	

LISTA DE ABREVIATURAS

QAR	=Caudal de agua residual
bl	= Borde libre
h	= Profundidad
B	= Ancho
TRH	= Tiempo de Retención Hidráulica
As	= Área superficial
V	= Volumen
V	= Velocidad
VH	= Velocidad Horizontal
Vs	= Velocidad de sedimentación
PTAR	= Planta de Tratamiento de Aguas Residuales
SS	= Sólidos Suspendidos
CF	= Coliformes Fecales
m.s.n.m	= Metros sobre el nivel del mar
mm	= Milímetros
L	= Litros
Dn	= Dotación neta
Dm	= Dotación mínima
Db	= Dotación bruta
Pf	= población futura
Pa	= Población actual
Cmd	= caudal medio diario
CMD	= Caudal máximo diario
CMH	= Caudal máximo horario
Lr	= Longitud de la rejilla
K	= Coeficiente de construcción
Qd	= Caudal de diseño
Vb	= Velocidad atreves de los barrotes
An	= Área neta

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Asignación del nivel de complejidad.	18
Tabla 2. Período de diseño según el Nivel de Complejidad del Sistema	18
Tabla 3. Dotación neta según el Nivel de Complejidad del Sistema	19
Tabla 4. Variación a la dotación neta según el clima	21
Tabla 5. Coeficiente de consumo máximo diario, k1	22
Tabla 6. Porcentaje admisible de pérdidas técnicas	23
Tabla 7. Coeficiente de consumo máximo horario, k2.	23
Tabla 8. Tablas de flexión para $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ y $f'_c = 210 \text{ k/cm}^2$	61

LISTA DE FIGURAS

	PAGE
FIGURA 1. BOCATOMA	14
FIGURA 2. REJILLA	14
FIGURA 3. DESARENADOR	15
FIGURA 4. LOCALIZACION DEL PROYECTO 1	19
FIGURA 5. PERFIL DEL CANA DE ADUCCION	29
FIGURA 6. CORTE CAMARA DE RECOLECCION	32
FIGURA 7. ADUCCION BOCATOMA DESARENADOR	35

RESUMEN

Teniendo en cuenta la problemática existente con el suministro de agua potable en algunas comunidades rurales del Departamento del Huila, los pobladores de estas zonas buscan soluciones individuales al suministro de agua, aprovechando las aguas lluvias, pozos, quebradas cercanas y conduciéndola con manguera o de forma manual; prácticas inadecuadas e insuficientes que provocan dificultades en su desarrollo social y económico

Este proyecto busca solucionar el problema a una pequeña parte de la población del Departamento del Huila, por eso cuenta con los estudios, cálculos y reglamentos necesarios para la construcción de un acueducto rural para la vereda Bajo Encanto del Municipio de Acevedo (Huila), que beneficiará a 480 personas integradas en 80 familias, y poder así solucionar el problema del suministro de agua apta para el consumo humano.

Palabras claves: acueductos, Agua potable, prácticas inadecuadas

ABSTRACT

Keeping in mind the existent problem with the supply of drinkable water in some rural communities of the Department of the Huila, the residents of these areas look for individual solutions to the supply of water, taking advantage of the waters rains, wells, near gulches and driving her with hose or in a manual way; practical inadequate and insufficient that cause difficulties in their social and economic development.

This project looks for to solve the problem to a small part of the population of the Department of the Huila, for that reason bill with the studies, calculations and necessary regulations for the construction of a rural aqueduct for the sidewalk Vereda Bajo Encanto of the Municipality of Acevedo (Huila) that will benefit 480 people integrated in 80 families, and this way to be able to solve the problem of the supply of capable water for the human consumption.

Key words: aqueduct, Waters rains, and practice inadequate.

INTRODUCCION

Es bien sabido que la mayoría de los habitantes de Colombia no disponen de agua potable para beber, para su higiene y para regar sus campos si hubiera un solo síntoma que, por dramático y cruel, pudiera presentarse como única expresión penosa de la pobreza y de la marginación de la mayoría de la población, ese sería el de la falta de acceso a la necesidad mas primaria, más elemental y mas inaplazable: disponer de agua limpia

En Colombia, generalmente los pequeños municipios y el sector rural presentan problemas con el suministro de agua potable como consecuencia de la baja inversión en proyectos de acueductos y alcantarillados. Los sistemas de acueductos que se han diseñado y construido en el sector rural se caracterizan por ser de bajo costo y fácil operación y mantenimiento. Pero debido a la deficiente organización de estas comunidades rurales muchas veces se abandonan estos sistemas lo cual conlleva al deterioro del acueducto y por consiguiente a su mal funcionamiento.

Teniendo en cuenta la problemática existente con el suministro de agua potable en algunas comunidades rurales del Departamento del Huila, los pobladores de estas zonas buscan soluciones individuales al suministro de agua, aprovechando las aguas lluvias, pozos, quebradas cercanas y conduciéndola con manguera o de forma manual; prácticas inadecuadas e insuficientes que provocan dificultades en su desarrollo social y económico

Este proyecto busca solucionar el problema a una pequeña parte de la población del Departamento del Huila, por eso se realizaron estudios, cálculos y reglamentos necesarios para la construcción de un acueducto rural para la vereda Bajo Encanto del Municipio de Acevedo (Huila), que beneficiará a 432 personas integradas en 72 familias, y poder así solucionar el problema del suministro de agua apta para el consumo humano

1. MARCO TEORICO

1.1 SISTEMAS DE ACUEDUCTOS

El sistema de acueducto está constituido por diversos subsistemas (bocatoma, bombes, plantas de purificación, tanques de almacenamiento, aducciones y conducciones).

1.1.1 BOCATOMA

Una bocatoma, o captación, es una estructura hidráulica destinada a derivar desde unos cursos de agua, río, arroyo, o canal; o desde un lago, una parte del agua disponible en esta, para ser utilizada en un fin específico, como pueden ser abastecimiento de agua potable, riego, etc.

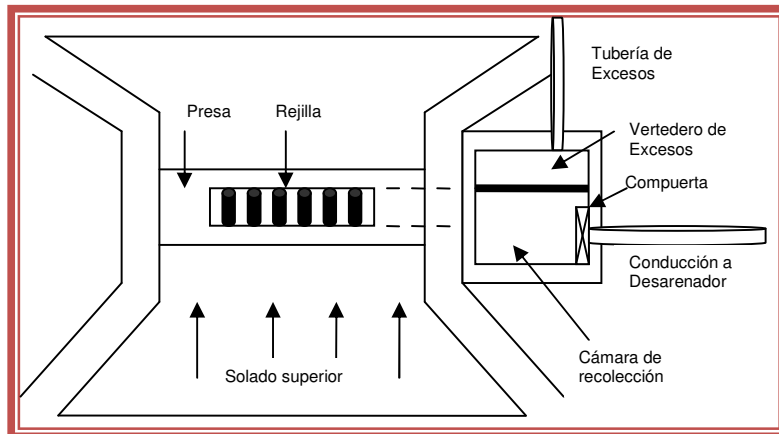


Figura N° 1 Bocatoma de fondo – Planta (adaptado por López Cualla).

El agua se capta a través de una rejilla colocada en la parte superior de una presa, que a su vez se dirige en sentido normal de la corriente. El ancho de la presa puede ser igual o menor que el ancho del río.

Rejilla:

Esta se coloca sobre el canal de aducción que se encuentra dentro de la presa. El ancho mínimo es 40cm y el largo mínimo es 70 cm.

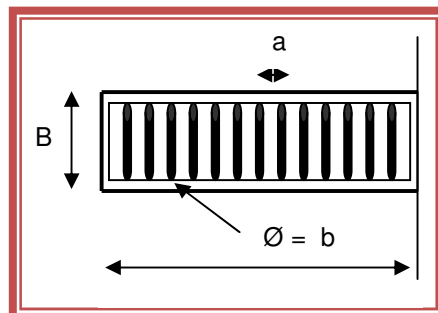


Figura N° 2 Rejilla – Planta (adaptado por López Cualla).

1.1.2 ADUCCIÓN BOCATOMA DESARENADOR

El canal de aducción conecta la bocatoma con el desarenador; tiene una transición de entrada, una curva horizontal y un tramo recto, paralelo a la corriente natural, hasta el desarenador. Es un canal de baja pendiente y régimen tranquilo que se diseña para recibir los caudales de aguas altas que pueden entrar por la toma. En la práctica es preferible que sea de corta longitud y en algunos casos, cuando las condiciones topográficas de la zona de captación lo permiten, se elimina el canal de aducción y el desarenador se incluye dentro de la estructura de la bocatoma.

1.1.3 DESARENADOR

El desarenador es una estructura hidráulica que tienen como función remover las partículas de cierto tamaño que la captación de una fuente superficial permite pasar.

Se utilizan en tomas para acueductos, en centrales hidroeléctricas (pequeñas), plantas de tratamiento y en sistemas industriales.

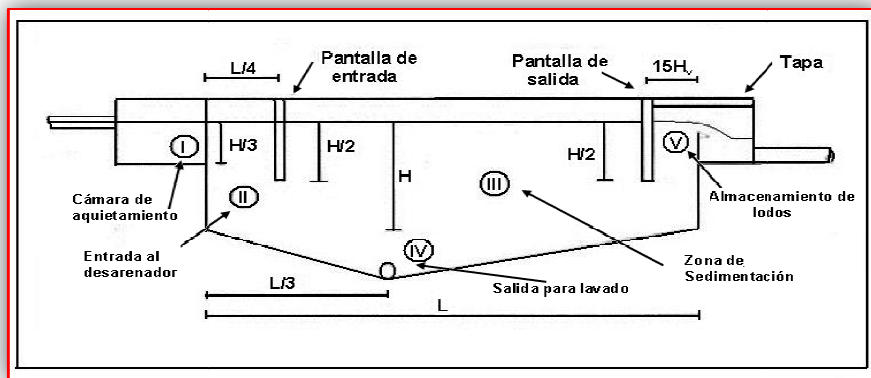


Figura N° 3 Desarenador (adaptado por López Cualla).

Zona de entrada

Cámara donde se disipa la energía del agua que llega con alguna velocidad de la captación. En esta zona se orientan las líneas de corriente mediante un dispositivo denominado pantalla deflectora, a fin de eliminar turbulencias en la zona de sedimentación, evitar chorros que puedan provocar movimientos rotacionales de la masa líquida y distribuir el afluente de la manera más uniforme posible en el área transversal.

Zona de sedimentación

Sus características de régimen de flujo permiten la remoción de los sólidos del agua. La teoría de funcionamiento de la zona de sedimentación se basa en las siguientes suposiciones:

Asentamiento sucede como lo haría en un recipiente con fluido en reposo de la misma profundidad.

Zona de lodos

Recibe y almacena los lodos sedimentados que se depositan en el fondo del desarenador. Entre el 60% y el 90% queda almacenado en el primer tercio de su longitud. En su diseño deben tenerse en cuenta dos aspectos: la forma de remoción de lodos y la velocidad horizontal del agua del fondo, pues si esta es grande las partículas asentadas pueden ser suspendidas de nuevo en el flujo y llevadas al afluente.

Zona de salida

Esta zona tiene por objeto mantener uniformemente distribuido el flujo a la salida de la zona de sedimentación, para mantener uniforme la velocidad.

El tipo de estructura de salida determina en buena parte la mayor o menor proporción de partículas que pueden ser puestas en suspensión en el flujo.

1.1.4 Conducción

Esta se considera una conducción a presión este tipo de conducción es más corta que a una conducción por escurrimiento libre, ya que no requiere seguir una línea de pendiente determinada. Al estudiar el trazado de la tubería, se debe tener en cuenta la posición de esta en relación con la línea piezométrica. De acuerdo con la topografía existente se obtendrán diferentes esquemas de trazados.

1.1.5 Tanque de Almacenamiento.

El volumen de almacenamiento del tanque debe calcularse con base en los datos de consumo de la población y su distribución horaria en poblaciones pequeñas, generalmente esta información no se conoce y habrá necesidad de estimar tales valores a partir de la extrapolación de datos conocidos en poblaciones semejantes.

1.1.6 Sistema de la red de distribución

El sistema de acueducto está constituido por diversos subsistemas (bocatoma bombeos, plantas de purificación, tanques de almacenamiento, aducciones y conducciones). El último de los cuales es la red de distribución esta se define como el conjunto de tuberías cuya función es suministrar el agua potable a los consumidores de la localidad en condiciones de cantidad y calidad aceptables.

1.1.7 Golpe de Ariete.

Una columna de líquido moviéndose tiene inercia, que es proporcional a su peso y su velocidad.

1.2 ANTECEDENTES

En la actualidad los habitantes de la vereda El Encanto, municipio de Acevedo, se están buscando soluciones individuales al suministro de agua, con el aprovechamiento de las aguas lluvias, pozos, quebradas cercanas y conduciéndola con manguera o de forma manual; prácticas inadecuadas e insuficientes que provocan dificultades en su desarrollo social y económico

La solución planteada para este déficit es la construcción de un sistema de acueducto eficiente de bajos costos y fácil operación para la población actual beneficiada (80 familias).

El sistema proyectado incluye bocatoma de fondo aguas arriba de la bocatoma actual, aducción, desarenador, conducción, tanque de almacenamiento, red de distribución para las familias y domiciliarias también para los usuarios.

En las zonas rurales, del departamento del Huila los acueductos y alcantarillados son sistemas imprescindibles para el desarrollo de la población y para evitar los altos índices de morbilidad causados por consumir el líquido sin ningún tipo de tratamiento

Presentándose un problema de tipo social, ambiental debido a que no se están dando los tratamientos adecuados a las aguas para el consumo humano.

Estas enfermedades se pueden prevenir con la mejora del saneamiento público, la provisión de agua limpia. La construcción de acueductos nos ayudará a contener las enfermedades causadas por el agua no tratada.

Se presenta una propuesta con el fin de implementar el sistemas de Acueducto rural para mejorara el estilo de vida de los habitantes de la zona y además será una sistema económico y de fácil operación.

2.0 METODOLOGÍA

2.1 CARACTERÍSTICAS DE LA LOCALIDAD

HUILA EN COLOMBIA



Figura N°4 Localización del proyecto. (adaptado por www.divisionpolitica.com)

2.1 Ubicación

La cobertura geográfica del servicio de abastecimiento de agua potable está previsto para atender mediante el sistema de acueducto por gravedad el cual se encuentra ubicado aproximadamente a 5 kilómetros del perímetro urbano del Municipio de Acevedo. Este, se ubica en el sur del Departamento del Huila a 123 kilómetros de Neiva en carretera pavimentada.

2.1.1 Climatología

La vereda el Encanto, presenta las siguientes características. Altitud de 1550 m.s.n.m, la temperatura promedio es de 21 °C, la Humedad relativa es de 53.9%, una precipitación promedio anual a los 1000 mm, y evaporación promedio anual de 2040 mm.

2.1.2 Acceso a la localidad

Desde Neiva se llega por carretera pavimentada al municipio de Acevedo, y de la cabecera municipal a la vereda se llega en carretera destapada que se encuentra en malas condiciones.

2.1.3 Aspectos urbanísticos

Las viviendas se encuentran dispersas a lo largo de la vía principal a lado y lado de la misma o muy cerca de ella, y están construidas en su gran mayoría de material resistente como ladrillo tolete y en bahareque.

2.1.4 Aspectos demográficos

La localidad a favorecer con este estudio cuenta actualmente con 72 viviendas con un promedio de 6 habitantes/vivienda, por lo cual se beneficiarán 432 personas, donde el 25% corresponde a la población infantil.

2.1.5 Recursos de la Comunidad

Esta zona rural es bastante pobre, sus actividades económicas son la agricultura, su sustento se deriva de la explotación de productos agrícolas, principalmente café y otros en menor escala, el maíz, cacao, plátano, yuca, Fríjol entre otros, por estas razones y para este proyecto la comunidad aportará la mano de obra no calificada que sea necesaria en el diseño y posteriormente en la construcción.

2.1.6 Energía Eléctrica

Las viviendas existentes cuentan con el servicio de energía eléctrica, para su funcionamiento, lo cual aumenta el nivel social y calidad de vida.

2.1.7 Educación

La comunidad de esta Vereda cuenta con una escuela rural, con los cinco niveles básicos de primaria, ubicada en la parte central de la vereda, y el nivel de bachillerato lo realizan en la cabecera del Municipio de Acevedo.

2.1.8 Condiciones Sanitarias

Por ser una zona rural dispersa no cuentan con un sistema de alcantarillado de aguas servidas, a causa de lo anterior disponen de unidades sanitarias individuales del cual carecen de unas condiciones sanitarias normales, y en algunos casos sus necesidades las realizan a campo abierto o mediante letrinas con tanque séptico.

2.1.9.1 Acueducto

Actualmente los habitantes de estas localidades cuentan con un sistema de acueducto individual, que proviene de pequeños arroyos o fuentes de escorrentía, donde utilizan mangueras de polietileno para conducir el agua a sus viviendas; los que carecen de este servicio, deben transportar su agua en forma manual.

2.2 TRABAJO DE CAMPO

Se realizaron visitas de campo, para tomar datos e información sobre, la población, caudales de la fuente el paraíso de la vereda bajo encanto específicamente en el sitio de ubicación de la bocatoma, reconocimiento del terreno para posibles viaductos y encofrados. Estas visitas se harán en la zona rural del municipio de Acevedo.

En el levantamiento topográfico se realizó (planimetría y altimetría) de toda la ruta de conducción de la tubería, se tomaron medidas específicas a la zona donde se propone la ubicación del tanque de almacenamiento y de cada uno de los beneficiarios del proyecto.

2.3 TRABAJO DE OFICINA

Se revisaron textos, la revisión y ajuste de los datos topográficos y documentos referentes a los diseños de acueductos “El Reglamento Técnico de Agua Potable y Saneamiento Básico”. Título B Y C

2.4 DISEÑO

- Con base en la información de campo se elaboraron los estudios preliminares del diseño teniendo en cuenta las normas RAS 2000 en los cuales se calcula población, dotación, y demanda.
- Se realizaron los cálculos hidráulicos y estructurales de la bocatoma, desarenador y tanque de almacenamiento teniendo en cuenta las normas RAS 2000, elaboración de planos y presupuesto.

3.0 DISEÑO DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO BAJO EN CANTO MUNICIPIO DE ACEVEDO.

3.1 NIVEL DE COMPLEJIDAD

Para la clasificación de este sistema de acueducto en uno de los niveles de complejidad se tuvo en cuenta el número de habitantes en la zona rural, su capacidad económica y el grado de exigencia técnica, de acuerdo a lo establecido en el reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS 2000 (TABLA A.3.1).

TABLA 1: Asignación del nivel de complejidad

Nivel de complejidad	Población en la zona urbana ⁽¹⁾ (habitantes)	Capacidad económica de los usuarios ⁽²⁾
Bajo	< 2500	Baja
Medio	2501 a 12500	Baja
Medio Alto	12501 a 60000	Media
Alto	> 60000	Alta

FUENTE: RAS 2000

Donde se clasificó este sistema de acueducto en un nivel de **complejidad BAJO**.

3.1.1 PERIODO DE DISEÑO

Para fijar el periodo de diseño de este sistema se tuvo en cuenta el nivel de complejidad (TABLA B.4.2) RAS-200 y la capacidad de la obra para atender la demanda futura. Para el caso de las obras de captación.

TABLA 2: Período de diseño según el Nivel de Complejidad del Sistema

Nivel de Complejidad del Sistema	Período de diseño
Bajo	15 años
Medio	20 años
Medio alto	25 años
Alto	30 años

FUENTE: RAS 2000

El periodo de diseño asignado es de **15 años**.

3.1.2 DOTACIONES

Este sistema de acueducto es diseñado solo para el consumo y uso humano, teniendo en cuenta los parámetros racionales; en los cuales hace referencia a los diferentes usos del agua, y que dependen del sector en el que se trabajará, ya sea el domestico, industrial o público. Con estos parámetros y características de la zona determinamos la dotación neta.

3.1.3 DOTACIÓN NETA

Corresponde a la cantidad de agua requerida para satisfacer las necesidades básicas de un habitante, sin considerar las pérdidas que ocurran en el acueducto. La dotación neta depende del nivel de complejidad, que para este caso es BAJO y su valor mínimo es establecido en la TABLA B.2.2 del RAS 2000

TABLA 3: Dotación neta según el Nivel de Complejidad del Sistema

Nivel de complejidad del sistema	Dotación neta mínima (L/hab-día)	Dotación neta máxima (L/hab-día)
Bajo	100	150
Medio	120	175
Medio alto	130	-
Alto	150	-

FUENTE: RAS 2000

$$Dotacion\ minima = 120\ lt/hab - dia$$

Teniendo en cuenta el clima predominante en el municipio, puede variar la dotación neta establecida anteriormente; la zona a beneficiar por encontrarse en un clima templado (21 °C) la variación según la TABLA B.2.3 del RAS 2000 es la siguiente:

Variación de la Dotación Neta = + 10% de la dotación neta mínima.

$$Dotacion\ Neta = 120 \times \frac{10}{100} = 12\ lt/hab - dia$$

TABLA 4: Variación a la dotación neta según el clima y el Nivel de Complejidad del Sistema

Nivel de complejidad del sistema	Clima cálido (Más de 28°C)	Clima templado (Entre 20°C y 28°C)	Clima frío (Menos de 20°C)
Bajo	+ 15 %	+ 10%	No se admite corrección por clima
Medio	+ 15 %	+ 10 %	
Medio alto	+ 20 %	+ 15 %	
Alto	+ 20 %	+ 15 %	

FUENTE: RAS 2000

Por lo tanto:

$$\text{Dotacion Neta} = 120 + 12 = 132 \text{ lt/hab} - \text{dia}$$

3.1.4 Dotación Bruta

La dotación bruta está afectada por las diferentes pérdidas que puedan afectar al sistema y que deben ser cuantificadas. El porcentaje de pérdidas técnicas para determinar la dotación bruta no debe ser superior al porcentaje de pérdidas establecidas en la TABLA B.2.4 - RAS 2000.

TABLA 5: Porcentaje admisible de pérdidas técnicas

Nivel de complejidad del sistema	Porcentaje de pérdidas admisibles para el cálculo de la dotación bruta
Bajo	40 %
Medio	30 %
Medio alto	25 %
Alto	20 %

FUENTE: RAS 2000

Pérdidas (% P) = 40%

$$\text{Dotacion Bruta} = \frac{\text{Dotacion Neta}}{1 - \frac{40}{100}} = 220 \text{ lt/hab} - \text{dia}$$

3.2 CALCULO DE LA POBLACION

- Población Actual: 80 viviendas con un promedio de 6 hab. /vivienda.
- Población Futura: Para seleccionar el método utilizado para el cálculo de la proyección de la población se tuvo en cuenta el nivel de complejidad tal como lo muestra la TABLA B.2.1, y el seleccionado fue el método de proyección geométrica.

Pf = Pa (1 + r%)
 Pf = Población futura
 Pa = 80 viviendas
 r% = 1.38% según datos del censo DANE por El Dpto. del Huila
 n = Periodo de diseño = 20 años
 Pa = No, viviendas x No. Hab. /viv.
 Pa = 80 x 6 = 480 habitantes.

Población futura: $pf = pa(1 + 1.38\%)^{20}$
 $pf = 480(1 + 0,0138)^{20}$
 $pf = 631 \text{ habitantes.}$

3.3 DEMANDA

3.3.1 CAUDAL MEDIO DIARIO: corresponde al promedio de los consumos diarios en un año.

$$cmd = \frac{pf \times Db}{86400} = \frac{631 \times 220}{86400}$$

$$cmd = 1,60 \text{ lt/s}$$

3.3.2 CAUDAL MAXIMO DIARIO: corresponde al consumo máximo registrado durante 24 horas durante un periodo de un año.

$$C.M.D = Qmd * K1 ; \quad K1 \text{ de tabla B.2.5.}$$

$$C.M.D = 1,60 * 1.30$$

$$C.M.D = 2,08 \text{ lt/s}$$

TABLA 6: Coeficiente de consumo máximo diario, k1

Nivel de complejidad del sistema	Coeficiente de consumo máximo diario - k1
Bajo	1.30
Medio	1.30
Medio alto	1.20
Alto	1.20

FUENTE: RAS 2000

3.3.3 CAUDAL MAXIMO HORARIO: corresponde al consumo máximo registrado durante 24 horas durante un periodo de un año.

$$C.M.H = C.M.D * K2; \quad K2 = 1.6 \text{ de tabla B.2.6. RAS}$$

$$C.M.H. = 3,3 \text{ lt/s}$$

$$C.M.H/V. = 0.041 \text{ Lts / s-vivienda}$$

TABLA 7: Coeficiente de consumo máximo horario, k2.

Nivel de complejidad del sistema	Red menor de distribución	Red secundaria	Red matriz
Bajo	1.60	-	-
Medio	1.60	1.50	-
Medio alto	1.50	1.45	1.40
Alto	1.50	1.45	1.40

FUENTE: RAS 2000

3.4 DISEÑO DE LA CAPTACION

La captación se realizara en la quebrada EL PARAISO, donde se ha considerado una bocatoma de fondo con rejilla sumergida como captación. El dique tiene un ancho de 2 mts adicionalmente, se construirán aletas de encausamiento, las cuales protegen al cauce natural y ayudan a que el agua entre a la rejilla. Se encuentra ubicada en el delta 001 (Abscisa K00+000 y cota 1620 m.s.n.m.), del levantamiento topográfico.

3.5 Diseño de la Presa

La capacidad de captación es de 3 veces el caudal máximo diario (C.M.D)

Periodo de Diseño	=	15 años
Población futura	=	713 Habitantes
Caudal de Diseño	=	$3 \times 2,08 = 6,24 \text{lt/s}$

Aforo de la Quebrada San Jerónimo

Para hallar el caudal de la quebrada la guadualeja se hizo un procedimiento por cuatro meses aforando una vez en la semana la quebrada dando como resultado los caudales mostrados. VER ANEXOS.

Caudal mínimo	=	2.5 L/s
Caudal medio	=	3.81 L/s
Caudal máximo	=	152 L/s

3.5.1 ALTURA DE LA LÁMINA DE AGUA

La altura de la lámina de agua sobre el vertedero para las condiciones de diseño y un ancho del dique B de 2.0 metros se calcula mediante la siguiente expresión (López Cualla).

$$H = \left(\frac{QD}{1.84 \times Lr} \right)^{2/3}$$

$$H = \left(\frac{0,0062}{1,84 \times 2} \right)^{2/3}$$

$$H = 0,014\text{mts} = 1,42 \text{ cm}$$

3.5.2 CONTRACCIONES LATERALES (L).

Para tener en cuenta la existencia de las contracciones laterales, se hace corrección de la longitud de vertimiento.

$$L' = L - 0,2H$$
$$L' = 2 - 0,2 * 0,013$$

$$L = 1.99 \text{ mts}$$

Velocidad de la fuente sobre la presa, según López Cualla.

$$V_r = \frac{Q}{L \times H}$$

$$V_r = \frac{0,0062}{1,99 \times 0,014}$$

$$V_r = 0,22 \text{ m/s}$$

Donde V_r cumple este criterio de diseño, según la relación V_r debe estar comprendida entre 0.3 m/s y 3 m/s, según López y como $0,22 \text{ m/s} < 0,3 \text{ m/s}$ se adopta un $v_r = 0,3 \text{ m/s}$.

3.6 DISEÑO DEL CANAL DEL CANAL DE ADUCCIÓN.

X_s = Alcance Filo Superior

$$X_s = 0,36V_r^{2/3} + 0,60H^{4/7}$$
$$X_s = 0,36(0,3)^{2/3} + 0,60(0,014)^{4/7}$$

$$X_s = 0.21\text{m}$$

X_i = Alcance Filo Inferior

$$X_i = 0,18V_r^{4/7} + 0,74H^{3/4}$$
$$X_i = 0,18(0,3)^{4/7} + 0,74(0,014)^{3/4}$$

$$X_i = 0.12\text{m}$$

B = Ancho del canal de Aduccion

$$B = X_s + 0,10\text{mts}$$

$$B = 0,21 + 0,10$$

$$B = 0,32 \approx 0,40\text{m}$$

3.7 Calculo de la rejilla

En la figura se muestra los parámetros requeridos para el diseño de la rejilla. El marco de la rejilla se construye de alas iguales de 1 ¼" x 1 ¼ x 3/16", 3 bisagras capsula para permitir abrirla, 6 anclajes y barras de 5/8 lisas para la captación.

a= Separación entre varillas (m) (Barrotes) = 0.01 m

b= Diámetro de la varilla (Ø = m) = 5/8" = 0.016m

Lr=Longitud de la rejilla (m)

K =Coeficiente contracción = 0.9

An= Área Neta de la Rejilla.

QD = Caudal de diseño (m³/seg)

vb = Velocidad a través de los Barrotes hasta 0.15 m/s RAS se asume 0,12 m³/s Segun Lopez Cualla)

$$An = \frac{QD}{0,9vb}$$

$$An = \frac{0,0062}{0,9 \times 0,12}$$

$$An = 0,057m^2$$

$$Lr = \frac{An(a + b)}{a \times B}$$

$$Lr = \frac{0,057 \times (0,01 + 0,016)}{0,01 \times 0,40}$$

$$Lr = 0.37m$$

$$An = B \times L \frac{a}{a + b}$$

$$An = 0,40 \times 0,70 \frac{0,01}{0,01 + 0,016}$$

$$An = 0,1076 m^2$$

Calculado del número de espacios de la rejilla (N)

$$N = \frac{An}{a \times B}$$

$$N = \frac{0,1076}{0,01 \times 0,40}$$

$$N = 26,92$$

La rejilla estará conformada con 27 orificios, separados cada 10 mm entre sí.

Condiciones finales de diseño de la rejilla

$$An = a \times B \times N$$

$$An = 0,01 \times 0,40 \times 27$$

$$An = 0,108\text{m}^2$$

$$Vb = \frac{Qd}{0,9 \times An}$$

$$Vb = \frac{0,0062}{0,9 \times 0,108} = 0,064 \text{ m/s}$$

$$Vb=0.064 \text{ m/s si cumple según RAS}$$

$$Lr = \frac{An(a + b)}{a \times B}$$

$$Lr = \frac{0,108 \times (0,01 + 0,016)}{0,01 \times 0,40}$$

$$Lr = 0,70\text{m}$$

3.8 NIVELES EN EL CANAL DE ADUCCIÓN.

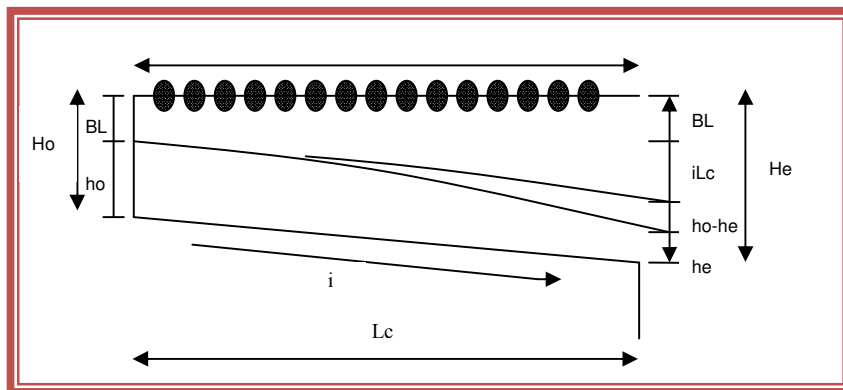


Figura N°5 Perfil del canal de aducción (López Cualla)

La entrega a la cámara de recolección se hace en descarga libre, se debe cumplir que:

$$h_e = h_c$$

$$h_c = \left(\frac{Qd^2}{g \times B^2} \right)^{1/3}$$

$$h_c = \left(\frac{0,0062^2}{9,81 \times 0,40^2} \right)^{1/3}$$

$$h_c = h_e = 0,029 \text{ m}$$

En donde:

h_0 = profundidad aguas arriba (m)

h_e = profundidad aguas abajo (m)

h_c = profundidad crítica (m)

i = pendiente del fondo del canal se adopta una de 3 %

g = aceleración de la gravedad (9.81 m/s²)

Y se debe dejar un borde libre de 15 centímetros.

L_c = longitud del canal de aducción

Aguas Arriba

$$Lc = Lrejilla + \text{ESPESOR MURO}$$

$$Lc = 0,70 + 0,30$$

$$Lc = 1,00\text{m}$$

Se adopta una pendiente de $i = 3.0\%$ aguas arriba (h_o) según López Caulla.

$$h_o = \left\{ 2 * hc^2 + \left(hc - \frac{i * Lc}{3} \right)^2 \right\}^{1/2} - \frac{2}{3} * i * Lc$$

$$h_o = \left\{ 2 * (0.029)^2 + \left[0.029 - \frac{0.03 * 1.00}{3} \right]^2 \right\}^{1/2} - \frac{2}{3} * 0.03 * 1.00$$

$$h_o = 0.025 \text{ m}$$

Profundidad normal a la entrada del canal (H_o) según López Cualla
Borde Libre: BL = 0, 15 m

$$H_o = h_o + BL$$

$$H_o = 0,025 + 0,15$$

$$H_o = 0,17 \text{ m}$$

$$H_c = hc + (h_o - hc) + i \times Lc + BL$$

$$H_c = 0,034 + (0,0228 - 0,034) + 0,03 \times 1,45 + 0,15$$

$$H_c = 0.20 \text{ m}$$

La velocidad del agua al final del canal será:

$$V_e = \frac{Qd}{B \times hc}$$

$$V_e = \frac{0,0062}{0,40 \times 0,029}$$

$$V_e = 0,53 \text{ m/s}$$

$$0,3 \text{ m/s} < 0,53 \text{ m/s} < 3,0 \text{ m/s}$$

3.9 DISEÑO DE LA CAMARA DE RECOLECCION

Ecuación del alcance de un chorro de agua:

Xs = Alcance Filo Superior

$$X_s = 0,36Ve^{2/3} + 0,60he^{4/7}$$
$$X_s = 0,36(0,53)^{2/3} + 0,60(0,029)^{4/7}$$

$$X_s = 0,31\text{m}$$

Xi = Alcance Filo Inferior

$$X_i = 0,18Ve^{4/7} + 0,74he^{3/4}$$
$$X_i = 0,18(0,53)^{4/7} + 0,74(0,029)^{3/4}$$

$$X_i = 0,17\text{m}$$

L = Ancho del canal de Aduccion

$$L = X_s + 0,30\text{mts}$$
$$L = 0,31 + 0,30$$

$$L = 0,61 \approx 0,80\text{m}$$

Luego se aproxima a la longitud mínima recomendada 0.80mts según López Cualla.

Se construirá una canaleta de recolección bajo la rejilla de captación, para el acceso y mantenimiento, se opta por una cámara de 0.80 * 0.80 de lado.

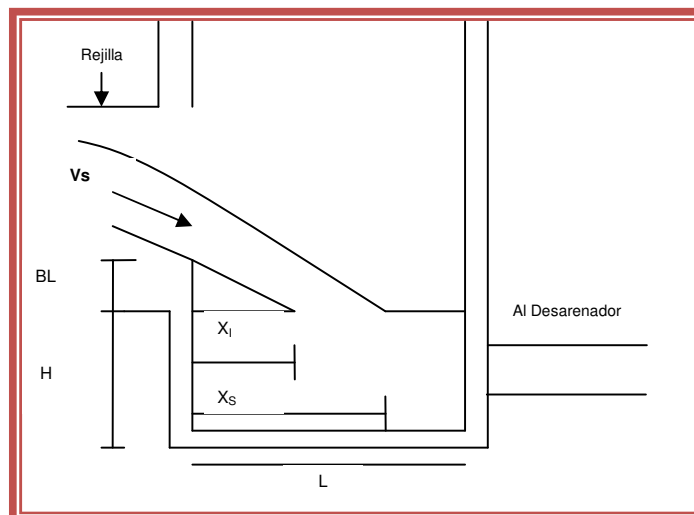


Figura N°6 Corte de la cámara de recolección (López Cualla)

4.0 CAMARA DERIVADORA

Se debe tener en cuenta que aunque los cálculos hidráulicos son necesarios para establecer las condiciones de la cámara de recolección, es importante que las dimensiones de la cámara sean las mínimas necesarias para realizar un adecuado mantenimiento de esta, se supone una cabeza 60 cms y un borde libre de 15 cms.

Q diseño aducción = QMAX = 2,5 M³/seg.

4.1 Cálculos de los muros de contención (Hmc)

Tomando el caudal máximo del rio de 0.152m³ agua en la garganta de la Bocatoma es

Borde libre (bl) = 0.46m

$$Hmc = (Qmx / (1.84 * L))^{2/3}$$

$$Hmc = (0.152m^3/s / (1.84 * 0,80 m))^{2/3} = 0.54 m$$

Altura del muro = Hmc + bl

$$Altura del muro = 0.54m + 0,46 m = 1m$$

Sobre el muro izquierdo aguas abajo se construye una cámara de derivación de caudales, donde se aportan el caudal de diseño de la aducción y el de excesos, se adopta por facilidad para maniobrar una cámara de dimensiones internos libres de 0.80 x 0.80 m.

4.2 CALCULO DEL CAUDAL DE EXCESOS

Dentro de las condiciones iniciales del diseño se ha supuesto un caudal medio del rio de 0,00381 m³/s la altura de la lamina de agua en la garganta y el caudal de

Excesos son:

$$Q_{excesos} = Q_{captado} - Q_{diseño}$$

$$H = \left(\frac{Q}{1.84 \times Lr} \right)^{2/3}$$

$$H = \left(\frac{0,00381}{1,84 \times 2.0} \right)^{2/3}$$

$$H = 0,025 \text{ mts}$$

$$Q_c = C_d \times A_n \times \sqrt{2 \times g \times H}$$

$$Q_c = 0,3 \times 0,108 \times \sqrt{2 \times 9,81 \times 0,025}$$

$$Q_c = 0,023 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{\text{excesos}} = Q_{\text{captado}} - Q_{\text{diseño}}$$

$$Q_{\text{excesos}} = 0,023 - 0,0062$$

$$Q_{\text{excesos}} = 0,017 \text{ m}^3/\text{s}$$

Las condiciones en el vertedero de excesos serán:

$$H_{exc} = \left(\frac{Q}{1,84 \times B_{camara}} \right)$$

$$H_{exc} = \left(\frac{0,017}{1,84 \times 0,80} \right)^{2/3}$$

$$H_{exc} = 0,038 \text{ m}$$

$$V_{exc} = \frac{Q_{exc}}{H_{exc} \times B_{camara}}$$

$$V_{exc} = \frac{0,017}{0,038 \times 0,8}$$

$$V_{exc} = 0,55 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$X_s = \text{Alcance Filo Superior}$$

$$X_s = 0,36V_{exc}^{2/3} + 0,60h_{exc}^{4/7}$$
$$X_s = 0,36(0,36)^{2/3} + 0,60(0,015)^{4/7}$$

$$X_s = 0,33 \text{ m}$$

4.3 DISEÑO LINEA DE CONDUCCIÓN BOCATOMA - DESARENADOR

Para la Conducción tendremos las siguientes características:

Cota salida de la bocatoma	=	1620 mts.
Cota llegada al desarenador	=	1616,56 mts.
Longitud de aducción	=	70 mts.
Diferencia de Altura	=	3.44mts.
Pendiente % =	=	4,9%
Caudal de diseño = 2* (CMD)	=	0,004162 M3

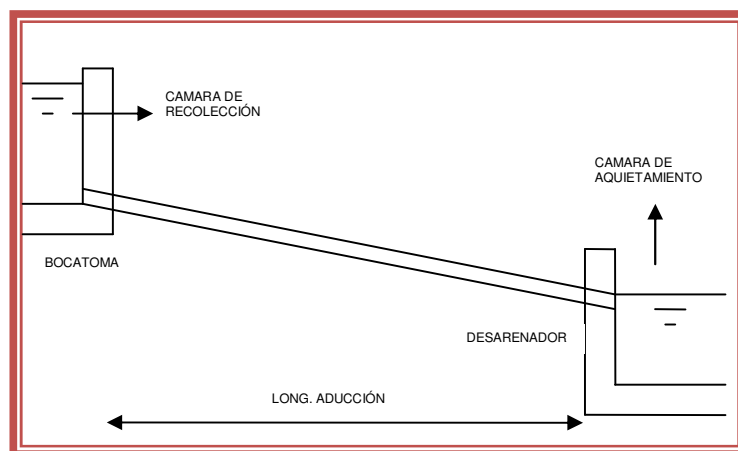


Figura N°7 Conducción Bocatoma-Desarenador (corte)

$$D = 1,548 \times \left(\frac{n \times Q}{S^{1/2}} \right)^{3/8}$$

En donde: n=nuero de manning.

S= Pendiente

Q= Caudal m^3/s

$$D = 1,548 \times \left(\frac{0,009 \times 0,004162}{0,049^{1/2}} \right)^{3/8} = 0,059m = 2.32'' \text{ (aprox. } 2 \frac{1}{2}'')$$

Según el cuadro hidráulico la tubería a instalar es de PVC RDE 21 de diámetro de 2 ½.

4.4 DESARENADOR

DATOS DE ENTRADA:

- $Q = 2,081 \text{ l/s} = 179,80 \text{ m}^3/\text{día}$
- Partículas: Arenas muy finas: diámetro=0,05 mm = 0,005 cm (según aguas del Huila)
- Relación Longitud/ancho $L/B = 4:1$ (Según López Cualla)
- T° promedio del agua en 4 meses de monitoreo : 16°C
- Viscosidad cinemática para 16°C $\mu = 0,01112 \text{ cm}^2 / \text{sg}$ (tabla 9.2 libro Ricardo López Cualla)
- Profundidad útil de sedimentación: $H = 1,5 \text{ m}$
- Porcentaje de remoción: 87,5%
- Grado del desarenador: $n=3$ (para deflectores buenos)
- Número de Hazen: $\theta/t = v_s / v_o$ para $n=3$ y 87,5% de remoción =2,75
- $K = 0,04$ para sedimentación de arenas
- $F = 0,03$ para sedimentación por acción de gravedad.
- Gravedad = 981 cm/sg^2
- Peso específico de la partícula arenas $\rho_s = 2,65$
- Peso específico del agua $\rho = 1.0 \text{ g/cm}^3$

El desarenador se diseña con el consumo máximo diario = C.M.D.

- $Q \text{ diseño} = \text{C.M.D.} = 2,081 \text{ l/s} = 179,80 \text{ m}^3/\text{día}$

4.4.1 VELOCIDAD DE SEDIMENTACIÓN:

$$v_s = \frac{g}{18} \frac{\rho_s - \rho}{\mu} d^2 = \frac{981}{18} \times \frac{(2,65 - 1)}{0,01112} \times (0,05)^2 = 0,202 \text{ cm/s}$$

Para $n = 3$ y remoción del 87.5%,

ERROR: syntaxerror
OFFENDING COMMAND: %ztokenexec_continue

STACK:

-filestream-
537
2644
7