

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**T E S I S**

**Influencia de la pérdida de carga en la tubería de conducción horizontal  
de la poza 5 en el rendimiento de los aspersores de riego del plan de  
cierre de la desmontera Excelsior, Cerro De Pasco 2019**

**Para optar el título profesional de:**

**Ingeniero Ambiental**

**Autor: Bach. Mario Carlos SILES ESPINOZA**

**Asesor: Mg. Luis Villar REQUIS CARBAJAL**

**Cerro de Pasco – Perú - 2020**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**T E S I S**

**Influencia de la pérdida de carga en la tubería de conducción horizontal  
de la poza 5 en el rendimiento de los aspersores de riego del plan de  
cierre de la desmontera Excelsior, Cerro De Pasco 2019**

**Para optar el título profesional de:**

**Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:**

---

Mg. Julio Antonio ASTO LIÑAN  
PRESIDENTE

---

Mg. Luis Alberto PACHECO PEÑA  
MIEMBRO

---

Mg. David Jhonny CUYUBAMBA ZEVALLOS  
MIEMBRO

## **DEDICATORIA**

A mis padres y familiares, pero particularmente a mis docentes a quienes me apoyaron incondicionalmente al desarrollo de la presente investigación.

## **RECONOCIMIENTO**

Expreso mis reconocimientos a las personas que dedican su tiempo a la investigación particularmente en la temática de la mecánica de fluidos, Universidades y organizaciones dedicadas al desarrollo de modelos matemáticos para el cálculo de volúmenes de reservorios, pérdida de carga en los conductos o tuberías que son parte de proyectos civiles, ambientales entre otros. Estos sistemas de conducción son componentes para cumplir con la funcionalidad del riego de praderas, campos o pastizales.

A mi asesor, por encaminar la investigación al nivel analítico a siendo uso de la estadística inferencial, a mis jurados por su interés de mejorar el proyecto y aportar con sus conocimientos al desarrollo de la presente investigación.

## RESUMEN

La presente investigación se encuentra en la línea de investigación Biodiversidad y cuidado del medio ambiente, cuyo propósito es determinar la pérdida de carga en las tuberías de conducción y su efecto en el rendimiento de los aspersores de riego instalados a lo largo de los taludes del proyecto plan de cierre de la desmontera Excelsior, en nuestra investigación se inició con el cálculo del caudal a la salida del reservorio por un tubo de 4', seguidamente determinar los parámetros del fluido en la toma de agua por la tubería de conducción horizontal en la que están instaladas los aspersores.

El procedimiento a seguir empieza con la ubicación de los conductos de la poza N°5, descrito en los planos del proyecto para calcular la velocidad y el caudal en los puntos de la toma de agua, considerando el tipo de material y los elementos de acople como codos, uniones entre otros, obtener la pérdida de carga teórica, que al incorporar una constante de ajuste que presentan las válvulas, se determina el rendimiento de los aspersores.

Llegando a la conclusión que la pérdida de carga por la fricción de conducción, influye exponencialmente en el desempeño de los aspersores implicando que no puedan cubrir el área detallado en el expediente técnico, estudio de ingeniería de detalle para el abandono del depósito de desmontera Excelsior – Cerro de Pasco con fecha junio 2017.

**Palabra Clave:** aspersores, carga, pérdida, riego, tubería

## ABSTRACT

The present investigation is in the line of investigation Biodiversity and care of the environment, whose purpose is to determine the loss of load in the pipes of conduction and its effect in the yield of the sprinklers of irrigation installed along the slopes of the project plan of closing of the desmontera Excelsior, in our investigation it began with the calculation of the flow to the exit of the reservoir by a tube of 4', next to determine the parameters of the fluid in the intake of water by the horizontal pipe of conduction in which the sprinklers are installed.

The procedure to be followed begins with the location of the pipes in pool No. 5, described in the plans of the project to calculate the velocity and flow at the points of the water intake, considering the type of material and coupling elements such as elbows, joints, among others, to obtain the theoretical pressure loss, which by incorporating an adjustment constant presented by the valves, determines the performance of the sprinklers.

Reaching the conclusion that the loss of load by the conduction friction, influences exponentially in the performance of the sprinklers implying that they cannot cover the area detailed in the technical file, detailed engineering study for the abandonment of the deposit of desmontera Excelsior - Cerro de Pasco dated June 2017.

**Keyword:** sprinklers, load, loss, irrigation, piping

## INTRODUCCIÓN

La presente investigación está orientada a realizar los cálculos teóricos de energía y masa basada en los modelos matemáticos de la mecánica de fluidos, con la finalidad de determinar el rendimiento de los aspersores descrito en el estudio de la ingeniería de detalle del plan de cierre de la desmontera Excelsior.

Según marco teórico se tiene el empleo de las ecuaciones de Bernoulli, el principio de Torricelli, la ecuación de la continuidad de fluidos entre otros. Además, se tiene el detalle en las tablas técnicas de los tubos de conducción, la pérdida de carga según el tipo de material y su longitud, también se tiene los valores de pérdida generado por las válvulas instaladas a lo largo del sistema de riego con el propósito de controlar el sistema, con la recopilación de toda esa información validar la hipótesis y demostrar con el empleo de la estadística inferencial.

En el capítulo IV se menciona los resultados y discusión, acápite donde se demuestra por medio de cálculos la pérdida de carga y un gráfico donde se relaciona las variables de estudio.

Que al final se concluye con la crítica al estudio de ingeniería de detalle del proyecto, recomendando que, para el desarrollo de proyectos enmarcados en el tema, es importante considerar los cálculos desarrollados en la investigación para lograr el mejor desempeño de sus componentes.

## ÍNDICE

DEDICATORIA .....	I
RECONOCIMIENTO .....	II
RESUMEN.....	III
ABSTRACT.....	IV
INTRODUCCIÓN.....	V
ÍNDICE .....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
INDICE DE TABLAS .....	IX

### CAPITULO I

#### PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema.....	1
1.2. Delimitación de la investigación .....	3
1.3. Formulación del problema .....	4
1.3.1. Problema principal .....	4
1.3.2. Problemas específicos.....	5
1.4. Formulación de objetivos.....	5
1.4.1. Objetivo general.....	5
1.4.2. Objetivos específicos .....	5
1.5. Justificación de la investigación .....	5
1.6. Limitaciones de la investigación .....	6

### CAPÍTULO II

#### MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio .....	8
2.1.1. Investigaciones Internacionales.....	8
2.1.2. Investigaciones Nacionales .....	14
2.2. Bases teóricas - científicas.....	15
2.3. Definición de términos básicos.....	17
2.3.1. Aspensor .....	17
2.3.2. Conexiones de derivación.....	18
2.3.3. Policloruro de vinilo PVC .....	18
2.3.4. Pozo.....	19
2.3.5. Tubería de conducción .....	19
2.4. Formulación de hipótesis.....	20

2.4.1. Hipótesis general .....	20
2.4.2. Hipótesis Específicas.....	20
2.5. Identificación de variables .....	21
2.6. Definición operacional de variables e indicadores.....	21

### CAPÍTULO III

#### METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación.....	23
3.2. Métodos de investigación .....	23
3.3. Diseño de investigación .....	24
3.4. Población y muestra.....	24
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	27
3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos .....	28
3.7. Tratamiento estadístico .....	29
3.8. Selección y validación de los Instrumentos de Investigación .....	31
3.9. Orientación ética .....	33

### CAPÍTULO IV

#### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo .....	34
4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados .....	38
4.3. Prueba de hipótesis.....	40
4.4. Discusión de resultados .....	42

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Limitación Espacial .....	4
Figura 2 área de estudio desmontera Excelsior.....	25
Figura 3 Ramificación originado por una tubería .....	25
Figura 4 Instrumentos se tiene a los planos de la ingeniería.....	28
Figura 5 Operacional del comportamiento de las pérdidas de carga .....	28
Figura 6. Técnica para el Procesamiento y Análisis de Datos.....	29
Figura 7 Normal esperado vs Valor observado.....	32
Figura 8 Volumen de la poza y sus dimensiones.....	35
Figura 9 dimensionamiento de la forma de poza .....	35
Figura 10 Desarrollo del modelo integral .....	36
Figura 11 Comportamiento de la velocidad .....	38
Figura 12 Análisis de Rendimiento .....	40

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Definición operacional de variables e indicadores .....	21
Tabla 2 Puntos de la muestra .....	26
Tabla 3 perdida de caudal .....	31
Tabla 4 comportamiento de la velocidad .....	37
Tabla 5 velocidad y el caudal variante por la descarga de la poza.....	38
Tabla 6 Sistema de riego en función a la variación de la altura.....	39
Tabla 7 pérdidas de carga por derivación, conducción y distribución de las tuberías.....	43
Tabla 8 la velocidad de cabeza del fluido .....	44
Tabla 9 perdida de carga por fricción .....	44
Tabla 10 rendimiento de los aspersores .....	46

## **CAPITULO I**

### **PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.1. Identificación y determinación del problema**

La presente investigación se trata de la dotación del agua a las zonas revegetadas para la remediación del depósito de desmontes Excélsior (CECEL, 2017), tras la ejecución del proyecto los cálculos de pérdidas de carga en las tuberías del sistema de riego no se encuentran en la ingeniería de detalle, encontrando solamente la evaluación de las necesidades de riego en las cuales se describe la Determinación de las demandas hídricas y luego establecer un balance de almacenamiento, por lo que se plantea el cálculo de la evapotranspiración y determinar las demandas de cultivo y determinar el volumen de almacenamiento de agua que permita un sistema de riego de agua.

Es por eso que un aspecto importante a tener en cuenta es precisamente las pérdidas de energía ocasionadas en un sistema de tuberías, ya sea un fluido laminar cuando las partículas se mueven en direcciones paralelas

formando capas o láminas, caracterizado por que el fluido es uniforme y regular o turbulento cuando las partículas se mueven de forma desordenada en todas las direcciones; y se es imposible conocer la trayectoria individual de cada partícula, puesto que de este modo se estudia el comportamiento del flujo transportado (Chávez, Herazo, & Mercado, 2012).

Bajo rendimiento del flujo de agua para sistemas de riegos de pastizales por las longitudes generados por las distancias con la finalidad de traslado del líquido elemento a su destino final.

En estructuras largas, la pérdida por fricción es muy importante, por lo que es un objeto de constante estudio teórico experimental para obtener resultados técnicos aplicables. Es muy importante la diversidad actual de sistemas de transporte de fluidos se componen en tuberías y conductos tienen una extensa aplicación como en las plantas químicas y refinerías parecen un laberinto en tuberías, lo mismo que pasa con las plantas de producción de energía que contienen múltiples tuberías y conductos para transportar fluidos que intervienen en los procesos de conversión de energía.

Los sistemas de suministro de agua a las ciudades y de saneamiento consisten en muchos kilómetros de tubería además muchas máquinas están controladas por sistemas hidráulicos donde el fluido de control se transporta en mangueras y tubos al número de Reynolds a medida que el flujo fluye por un conducto u otro dispositivo, ocurren pérdidas de energía debido a la fricción de la tubería, cabe destacar que la importancia de la

determinación del líquido y su temperatura ya que la determinación del número de Reynold varía de acuerdo a la viscosidad del fluido. La importancia de esta radica en que es muy necesario tomar en cuenta las pérdidas de energía, por lo que esta puede dar como resultados daños en la misma, esto sucede por el flujo de fluidos y que esta acarrea sedimentos que pueden dañar el sistema de tuberías. Importante como ingenieros de procesos (Fernando, 2012).

## **1.2. Delimitación de la investigación**

La investigación se limita por la:

**Temática:** Influencia de la pérdida de carga en la tubería de conducción horizontal de la poza 5 en el rendimiento de los aspersores de riego del plan de cierre de la desmontera Excelsior, Cerro de Pasco.

**Espacio:** Localización geográfica en el distrito de Simón Bolívar, como se muestra en la Figura 1.

**Tiempo:** Por el periodo de duración, 2 meses como estipula el cronograma.

**Figura 1. Limitación Espacial**



**Fuente:** Google Earth  
Desmontera excelsior

Este	Norte	Altitud	Ubicación punto de Monitoreo
0361260	8818065	4295	Instalado en la Plataforma dentro de la ex I. E N° 34037 Champamarca.

### 1.3. Formulación del problema

#### 1.3.1. Problema principal

¿De qué manera Influye la perdida de carga en la tubería de conducción horizontal de la poza 5 en el rendimiento de los aspersores de riego del plan de cierre de la desmontera Excelsior, Cerro de Pasco 2019?

### **1.3.2. Problemas específicos**

¿Cómo obtener el dimensionamiento de la tubería para determinar el rendimiento de los aspersores de riego del plan de cierre de la desmontera Excelsior, Cerro de Pasco 2019?

¿Cómo determinar el caudal en la entrada de los aspersores para determinar el rendimiento de los aspersores de riego del plan de cierre de la desmontera Excelsior, Cerro de Pasco 2019?

## **1.4. Formulación de objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general**

Determinar la influencia de la pérdida de carga en la tubería de conducción horizontal de la poza 5 en el rendimiento de los aspersores de riego del plan de cierre de la desmontera Excelsior, Cerro de Pasco 2019.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

Obtener el dimensionamiento de la tubería para determinar el rendimiento de los aspersores de riego del plan de cierre de la desmontera Excelsior, Cerro de Pasco 2019.

Determinar el caudal en la entrada de los aspersores para determinar el rendimiento de los aspersores de riego del plan de cierre de la desmontera Excelsior, Cerro de Pasco 2019.

## **1.5. Justificación de la investigación**

La presente investigación se justifica por la forma de cálculo y experimentación en los ductos que generan variaciones de presiones

donde circula agua para regar los pastizales del proyecto Plan de cierre de los depósitos de Excelsior.

En los proyectos de construcción civil, remediación ambiental y otros se requiere de una tecnología que suministre el agua de manera permanente para lo cual se realizan cálculos teóricos de carga, sin considerar las energías externas demostrada en la presente de allí radica su importancia.

### **1.6. Limitaciones de la investigación**

La presente investigación se limita por la carencia de conocimientos concerniente a los temas de la dinámica de fluidos en las tuberías y su aplicación en los proyectos de sistemas de riego en la zona de Cerro de Pasco, que luego de realizar una búsqueda de bibliografía nos basamos en las investigaciones siguientes:

- Perdida de carga en tuberías, desarrollado en la asignatura de Mecánica de fluidos en la Universidad de Santiago de Chile 2018.
- Dificultades conceptuales para la comprensión de la ecuación de Bernoulli, publicada por la revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias 2017.
- Evaluación de ecuaciones de factor de fricción explícito para tuberías, publicada por la revista ingeniería química de la Universidad Autónoma de México año 2014.
- Manual de Instrucciones Venturi Apparatus ME – 8598 en el laboratorio de física de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.

Por lo que hace interesante el aporte científico a la comunidad y en especial a esta ciudad que presenta proyectos donde se emplean tuberías para sistemas de riegos.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes de estudio**

##### **2.1.1. Investigaciones Internacionales**

##### **E934 perdida de carga en tuberías**

###### **Resumen**

En esta experiencia se observó y analizó la pérdida de carga en 4 tuberías de cobre, las cuales tenían distintos diámetros y distintas singularidades. Se comprobó la pérdida de carga por singularidades y la relación de la pérdida de carga con el diámetro de la tubería.

El objetivo principal de esta experiencia es analizar la pérdida de carga en tuberías, analizando la pérdida de carga por la aspereza de las paredes de la tubería y por las singularidades que pueden tener (expansión brusca, contracción brusca y bridas).

Concluyendo que al analizar los resultados obtenidos se puede apreciar que la tubería 5 presentó un caudal de 0,0005 [m<sup>3</sup>/s] siendo

el menor caudal en todas las tuberías, pero con una mayor pérdida de carga de 81,5 [cm] ( en relación al caudal), si se compara estos valores con los valores de la tubería 2 y Tubería 4 (tuberías sin singularidades) se llega a la conclusión que en tuberías sin singularidades hay una mayor pérdida de carga en las tuberías de menor diámetro Al comparar los valores de la tubería 6 se puede apreciar que en el punto B presento en promedio un 17,07% de mayor pérdida de carga respecto al Punto A, la razón de esto es que el punto A solo considera la perdida de carga por las singularidades mientras que el Punto B considera la perdida de carga total (Singularidades, Brida y fricción). Finalmente, para estudiar el efecto de las singularidades en la perdida de carga se comparó la Tubería 2 con la Tubería 6, puesto que estas son similares en aspectos de dimensiones siendo la única diferencia entre ellas es la presencia de singularidades en la Tubería 6, se puede observar que la Tubería 2 presentó un caudal máximo de 0,00113 [m<sup>3</sup>/s] siendo 2,26 veces mayor al caudal máximo de la Tubería 6, además la Tubería 6 Presento un factor de fricción<sup>2</sup> 14,75 veces mayor que la Tubería 2, de esto se puede decir que las singularidades generan una pérdida de carga debido a que se ocasionan turbulencias lo cual se ve reflejado en la disminución del caudal (Rossi Toledo, 2018).

### **Pérdida de carga en tuberías**

### **Concluye**

Se determino de manera correcta las pérdidas de carga de manera experimental siguiendo atentamente el procedimiento de cálculos que indica el manual de guías de laboratorio de hidráulica

Aplicando las ecuaciones conocidas de Darcy-Weisbach y de Hazen-Williams se determinó de manera práctica los coeficientes de  $f$  y  $C$  obteniendo los resultados de  $f$  (0.329;0.195;0.008) y  $C$  (3.636;9.304;53.435) para los tres diferentes caudales.

Se da por concluida la práctica con resultados precisos de los caudales uno, dos y con alguna incertidumbre de parte de los resultados del caudal tres. Tras toda la práctica se da un buen desempeño y con calidad de resultados (Nieves, 2019).

### **Determinación de las pérdidas de energía en tuberías por fricción y accesorios**

#### **Resumen**

Antecedentes: el flujo de fluidos a través de tuberías siempre está acompañado por el rozamiento de las partículas del fluido entre sí, y por la fricción que el fluido experimenta al estar en contacto con las paredes rugosas internas del tubo por el cual es transportado. Del mismo modo se producen pérdidas ocasionadas por una serie de accesorios que pueden estar presentes o no en las tuberías, como lo son los codos, té, válvulas, entre otros. Objetivos: el propósito de esta experiencia fue observar y analizar los cambios de presión a través de un manómetro en U cuando un fluido es transportado en un sistema de tuberías, asimismo se buscó determinar las pérdidas generadas por fricción entre el fluido y la tubería y por la utilización

de accesorios dentro de este mismo sistema. Metodología: para la determinación de las pérdidas de energía generadas en el sistema integrado de tuberías se emplearon tres tramos de tuberías de este equipo de igual longitud 4.82m, utilizadas para determinar las magnitudes de las pérdidas por fricción y por accesorios. Se utilizó un tubo de recto, es decir, liso para calcular las pérdidas por fricción, y un tubo con válvulas de compuerta como accesorio; donde se tomaron cinco mediciones distintas de caudales. Resultados: las pérdidas de energía arrojadas por fricción del fluido en la tubería de  $\frac{3}{4}$  de diámetro para los diferentes caudales fueron: 2.45089m, 1.14367m, 0.62614m, 0.21269m y 0.03833m respectivamente, del mismo modo las pérdidas de energía generadas por los cambios graduados en la tubería para la ampliación fueron: 0.11805m, 0.09404m, 0.05702m, 0.02529m y 0.01016m respectivamente; asimismo las pérdidas en la reducción graduada fueron 1.87786m, 1.50478m, 0.91244m, 0.40468m y 0.16257m. Conclusión: de manera generalizada se concluye que las pérdidas producidas por los accesorios en las tuberías depende directamente del número de accesorios presentes en el tramo de tubería, asimismo las pérdidas de energía generadas por la fricción con el tubo es proporcional a la velocidad y a un factor que depende del pulimiento de la superficie de las paredes de la tubería sobre la que el fluido está fluyendo (Chavez, Herazo, & Mercado, 2012).

## **Informe, determinación de las pérdidas de energía en tuberías por fricción y accesorios**

### **Resumen**

Los sistemas de flujo de un fluido presentan ganancias de energías por bombas y pérdidas por fricción conforme el fluido que pasa por los ductos y tubos, pérdidas por cambios en el tamaño de la trayectoria de flujo y pérdidas de energía por las válvulas y accesorios. La realización de este informe de laboratorio tiene como propósito identificar, analizar y calcular las pérdidas por fricción de un fluido en un sistema con tuberías y accesorios. En estructuras largas y rectas de conductos redondos, tanto de flujo laminar como turbulento las pérdidas por fricción son muy importantes ya que permiten determinar por medio de la ecuación de Darcy calcular la pérdida de energía. Del mismo modo se producen pérdidas ocasionadas por una serie de accesorios que pueden estar presentes o no en las tuberías, como lo son los codos, válvulas, entre otros, así como la determinación del factor de fricción para flujos turbulentos utilizando el diagrama de moody. El propósito de esta experiencia fue observar y analizar los cambios de presión a través de un manómetro diferencial cuando un fluido es transportado en un sistema de tuberías, así mismo se buscó determinar las pérdidas generadas por fricción entre el fluido y la tubería y por la utilización de accesorios dentro de este mismo sistema. También en este informe se pudo determinar la longitud equivalente de diversos accesorios utilizados frecuente mente en el diseño de un sistema de

tuberías y además determinar el número de Reynolds (Aldana, Benitez, Morales, Medina, & Rivera)

## **Practica 8 Redes de tuberías**

### **Resumen**

En el presente informe se desarrollará el estudio de las pérdidas por fricción que se ocasionan en los diferentes arreglos de tubería (serie o paralelo), y la incidencia de la rugosidad absoluta del material, la longitud y diámetro de la tubería en las pérdidas por fricción en las mismas. Se observó según el modelo de Darcy las pérdidas en tuberías de distintos diámetros e igual material; en tuberías de igual diámetro y distinto material, y una red en paralelo, viéndose la elevación de las pérdidas cuando el largo de la tubería aumenta y cuando el diámetro de la misma disminuye ocasionando un aumento de velocidad. En la base del cálculo nos apoyamos en el número de Reynolds y rugosidad relativa del material para hallar el factor de fricción en el gráfico de Moody. Y por último analizamos también las llamadas pérdidas menores que se dan en los accesorios de las tuberías (Cadore, Sanchez, Sandova, & Vital).

### **Concluyendo:**

A medida que se aumente la longitud del tramo en donde se realizan las mediciones pertinentes a la caída de presión, estas van a ser mayores, por lo que se verifica la proporcionalidad que hay entre las pérdidas de energía y la longitud como lo muestra la expresión:

$$h_L = f * \frac{L}{D} * \frac{v^2}{2g}$$

Un aumento en el caudal produce una elevación en las caídas de presión, debido a que, en una sección de tubería de área constante, la velocidad va a ser mayor, por lo tanto, las pérdidas de energía se incrementaran en un factor cuadrático, pues:

$$h_L = \alpha v^2$$

En un flujo turbulento la rugosidad del material incide en las perdidas por carga, mientras que en un flujo laminar la rugosidad del material no lo hace.

### **2.1.2. Investigaciones Nacionales**

**“Determinación de la energía externa en la conducción del agua empleando el aparato de Venturi modelo ME-8598 para evitar daños en las tuberías de un sistema de riego, Cerro de Pasco 2019”**

#### **Resumen**

La presente investigación se encuentra en la línea de investigación Biodiversidad y cuidado del medio ambiente, cuyo propósito es determinar la energía externa generado por la conducción de un fluido, para nuestro caso los puntos se referenciaron en el punto de partida A hacia un punto final C, presentando como variables de estudio a la independiente cuya causa es la presencia de la energía

externa medida en Joule y su efecto la dependiente el daño en las tuberías de un sistema de riego.

El procedimiento a seguir empieza con el uso del equipo de Venturi para calcular la presión en el punto final considerando las dimensiones del reservorio y del capilar, como también la medida del nivel por medio de un sensor ultrasónico, Llegando a la conclusión que la energía externa está compuesta por la fricción del conductor, la viscosidad del fluido y las perturbaciones internas del fluido y no es constante, varía proporcionalmente a la altura del líquido en el reservorio o también a su presión hidrostática, Según las tablas de los fabricantes estas energías desgastan el conducto, en proporción al flujo y tiempo (Ambiental, 2019).

## 2.2. Bases teóricas - científicas

### Caída de Presión en la Tubería para Agua

$$\Delta p = \frac{\mu \cdot l \cdot v^2 \cdot \rho \cdot SG}{2d} \quad \rho: \text{density of water} \\ (1000 \text{ kg/m}^3)$$

d: Diámetro Interno Tubería (m)

l : Longitud de la Tubería (m)

v: Velocidad del Agua (m/s)

$\Delta p$  : Caída de Presión (Pa)

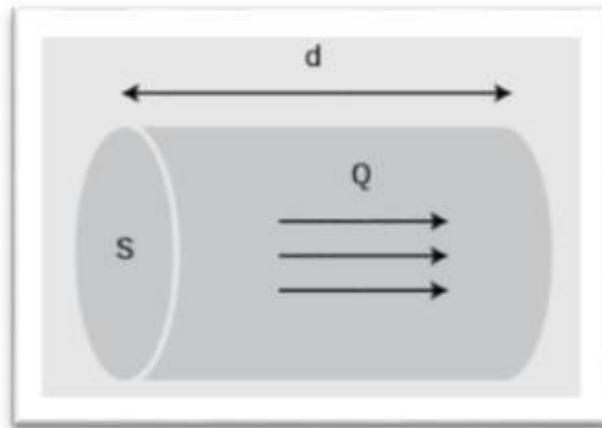
$\mu$ : Coeficiente de Fricción

SG : Gravedad específica del agua

Cálculo matemático extraído de (TLV, 2019).

### Velocidad del Agua en la Tubería

Existe otra expresión para el caudal. Supongamos que estamos midiendo el caudal que pasa por una tubería circular. El volumen de agua que pasará en un determinado tiempo tendrá la forma de un cilindro con una sección igual a la de la tubería (la sección S la medimos en metros cuadrados), y con una longitud d (medida en metros):



El volumen será por tanto equivalente al volumen del cilindro, es decir (Monge Redondo, 2017):

$$V = S \cdot d$$

d: Longitud del cilindro (m)

S: Superficie interno del cilindro (m<sup>2</sup>)

v: Velocidad del Agua (m/s)

$$v = \frac{Q_w}{3600\pi\left(\frac{d}{2}\right)^2}$$

d: Diámetro Interno Tubería (m)

Q<sub>w</sub>: Rango de Flujo del Líquido (m<sup>3</sup>/h)

v: Velocidad del Agua (m/s)

Cálculo matemático extraído de (TLV, 2019).

(insertar bases teóricas colebrook darcin)

Algoritmo de Colebrook para el agua se simplifica obteniéndose la fórmula de Darcy Weisbach.

$$H = \frac{fLV^2}{2dg}$$

Donde:

H: Perdida de carga en m.

f: Factor de fricción, su desarrollo se encuentra líneas abajo.

L: Longitud de la tubería, 0.4m.

d: Diámetro interno, 0.0063m.

V: Velocidad media, 8.928m/s.

g: Aceleración de la gravedad, 9.81m/s<sup>2</sup>.

## 2.3. Definición de términos básicos

### 2.3.1. Aspersor

Es un dispositivo mecánico que en la mayoría de los casos transforma un flujo líquido presurizado en rocío, asperjándolo para fines de riego.

Es necesario comprender que la ventaja de un aspersor es la de expulsar el agua por medio de una cortina hasta donde sus capacidades de presión de salida y tipo de boquilla se lo permitan.

Un chorro de agua asperjado es un conjunto aleatorio de gotas de agua que son expulsadas de un medio presurizado a otro con presión atmosférica, donde este conjunto de agua pulverizada guarda direcciones similares y velocidades diferentes (esto a causa de los tipos de boquilla) con el único objetivo de conseguir una cortina de agua lanzada al espacio de la manera más uniforme posible (Wikipedia, Aspersor, 2019).

### **2.3.2. Conexiones de derivación**

Las conexiones de derivación son indicadas cuando es necesario el desvío en la instalación de ramal predial en la red de distribución de agua. Fabricadas en PVC rígido, son resistentes y se adaptan a tubos de diversos diámetros. Menos rupturas de la tubería, menos fugas y pérdida de agua. Calidad Tigre para el sistema hidráulico de su residencia, comercio o industria. (Reformas, 2019).

### **2.3.3. Policloruro de vinilo PVC**

Es el producto de la polimerización del monómero de cloruro de vinilo<sup>2</sup>. Es el derivado del plástico más versátil. Se puede producir mediante cuatro procesos diferentes: suspensión, emulsión, masa y solución.

Se presenta como un material blanco que comienza a reblandecer alrededor de los 80 °C y se descompone sobre 140 °C. Es un

polímero por adición y además una resina que resulta de la polimerización del cloruro de vinilo o cloroetano. Tiene una muy buena resistencia eléctrica y a la llama (Wikipedia, Policloruro de vinilo (PVC), 2019).

#### **2.3.4. Pozo**

Un pozo es un agujero, excavación o túnel vertical que perfora la tierra, hasta una profundidad suficiente para alcanzar lo que se busca, sea la reserva de agua subterránea de una capa freática o fluidos como el petróleo. Construidos con desarrollo y forma cilíndrica —en la mayoría de los casos—, se suelen asegurar sus paredes con ladrillo, piedra, cemento o madera, para evitar su deterioro y derrumbe, que podrían causar el taponamiento del pozo (Wikipedia, Pozo, 2019)

#### **2.3.5. Tubería de conducción**

La línea de conducción en un sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad es el conjunto de tuberías, válvulas, accesorios, estructuras y obras de arte encargados de la conducción del agua desde la captación hasta el reservorio, aprovechando la carga estática existente. Debe utilizarse al máximo la energía disponible para conducir el gasto deseado, lo que en la mayoría de los casos nos llevará a la selección del diámetro mínimo que permita presiones iguales o menores a la resistencia física que el material de la tubería soporte. Las tuberías normalmente siguen el perfil del terreno, salvo el caso de que, a lo largo de la ruta por donde se debería realizar la instalación de las tuberías, existan zonas rocosas

insalvables, cruces de quebradas, terrenos erosionables, etc. que requieran de estructuras especiales. Para lograr un mejor funcionamiento del sistema, a lo largo de la línea de conducción puede requerirse cámaras rompe presión, válvulas de aire, válvulas de purga, etc. Cada uno de estos elementos precisa de un diseño de acuerdo a características particulares. Todas estas consideraciones serán desarrolladas en el presente capítulo y servirán para diseñar y definir los diámetros de las tuberías y la ubicación de las cámaras rompe-presión (SlideShare, 2015).

## **2.4. Formulación de hipótesis**

### **2.4.1. Hipótesis general**

Si determinamos la influencia de la pérdida de carga en la tubería de conducción horizontal de la poza 5 entonces obtendremos el rendimiento de los aspersores de riego del plan de cierre de la desmontera Excelsior, Cerro de Pasco 2019.

### **2.4.2. Hipótesis Específicas**

Si obtenemos el dimensionamiento de la tubería entonces se determina el rendimiento de los aspersores de riego del plan de cierre de la desmontera Excelsior, Cerro de Pasco 2019.

Si determinamos el caudal en la entrada de los aspersores entonces determinaremos el rendimiento de los aspersores de riego del plan de cierre de la desmontera Excelsior, Cerro de Pasco 2019.

## 2.5. Identificación de variables

En el proceso de la identificación de las variables se empleó el diagrama de Ishikawa (causa – efecto), por lo que las variables son:

### Variable Independiente:

Influencia de la pérdida de carga en la tubería de conducción horizontal de la poza 5.

### Variable dependiente:

Rendimiento de los aspersores de riego del plan de cierre de la desmontera Excelsior.

## 2.6. Definición operacional de variables e indicadores

Para la investigación se define como un proceso que se inicia con la definición de las variables de investigación en función de sus factores estrictamente medibles a los que se les llama indicadores los mismos que permiten realizar su medición de forma empírica y cuantitativa, al igual que cualitativa como se define en la Tabla.

**Tabla 1 Definición operacional de variables e indicadores**

VARIABLE	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
<b>Perdida de carga en la tubería de conducción horizontal de la poza 5</b>	Perdida primaria de energía en metros	Dimensionamiento de la tubería	¿Cuáles son las dimensiones del sistema de riego?	Planos
		Caudal en la entrada al aspersor	¿Cuál es el caudal de entrada en los aspersores?	Plano de aspersores

<b>Rendimiento de los aspersores de riego</b>	Cobertura del área sistema de riego	Metros cuadrados de riego.	¿Cubre el área de aspersión?	Hoja de calculo
---	-------------------------------------	----------------------------	------------------------------	-----------------

---

**Nota:** Elaboración propia.

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. Tipo de investigación**

La presente investigación por el grado de profundidad del conocimiento con que se aborda un fenómeno u objeto de estudio es de tipo descriptivo, porque no se ejerce ninguna manipulación de las variables (Areas, 2006).

#### **3.2. Métodos de investigación**

Por la naturaleza de la investigación se emplea el método analítico, porque consiste en descomponer el problema general de estudio separando en cada una de sus partes para estudiar en forma individual como se menciona en los objetivos.

Previo a la aplicación del método científico que es la que emplea en la presente, debe ocurrir el proceso de la medición e instalación de las tuberías en el sistema de riego lo que conlleva a la formulación del problema, hipótesis, verificación, análisis y conclusión de la presente (Areas, 2006).

### **3.3. Diseño de investigación**

El diseño de la investigación para relacionar los fenómenos causales como la radiación ultra violeta en la salud de la población, es de tipo no experimental transeccionales o transversal de tipo correlacional (Areas, 2006).

Presentando un nivel de investigación descriptiva lo cual consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento. Ubicado en el nivel intermedio en cuanto a la profundidad del conocimiento que a su vez se divide en investigación correlacional. Esta a su vez es determinar el grado de relación o asociación no causal existente entre dos variables, midiendo las dos variables y luego mediante pruebas de hipótesis correlacionales y la aplicación de técnicas estadísticas, estima la correlación, adoptando indicios sobre las posibles causas del problema (Areas, 2006).

### **3.4. Población y muestra**

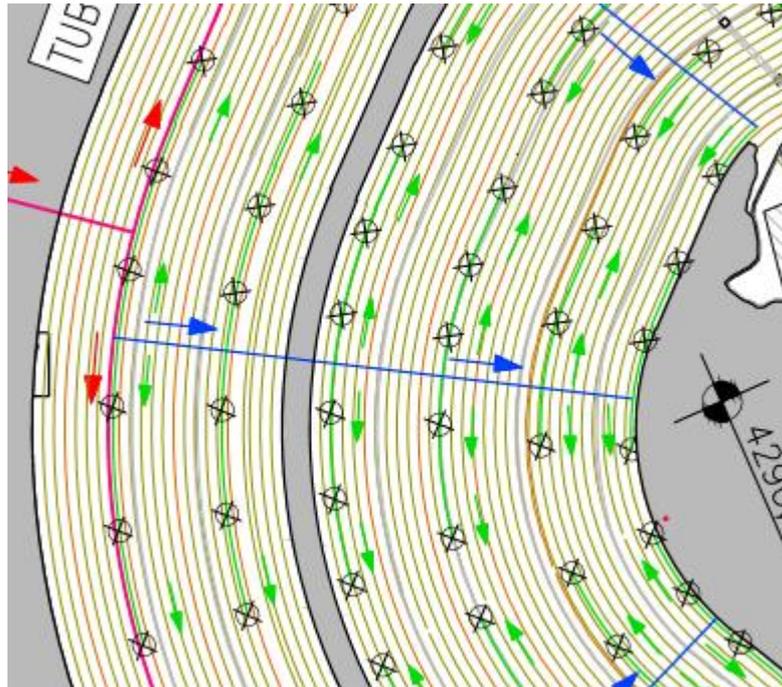
**Población:** Conjunto de datos obtenidos de los planos y cálculos adicionales, de toda el área de estudio, que viene hacer las componentes como tuberías, accesorios de conexión, válvulas entre otros del sistema de riego de la poza 5.

**Figura 2** área de estudio desmontera Excelsior



**Muestra:** Conjunto de datos extraídos de los estudios detallados en la ingeniería de detalle del plan de cierre de la desmontera Excelsior, que consta de la evaluación de una ramificación originado por una tubería de distribución de 2', para obtener la pérdida de carga e inferir de toda la población.

**Figura 3** Ramificación originado por una tubería



**Tabla 2 Puntos de la muestra**

<b>N° Ramales</b>	<b>N° aspersores</b>	<b>Demanda lps</b>
1	17	0.00391
2	30	0.0069
3	38	0.00874
4	33	0.00759
<b>5</b>	<b>29</b>	<b>0.00667</b>
6	15	0.00345
7	20	0.0046
8	24	0.00552
9	24	0.00552
10	24	0.00552
11	24	0.00552
12	12	0.00276
13	12	0.00276
14	9	0.00207
<b>TOTAL</b>	<b>311</b>	<b>0.07153</b>

Tamaño de muestra que se determina por el comportamiento del proceso es:

$$n = \frac{Z^2 pq}{e^2}$$

Donde:

Z= 1.96; Para un nivel de confianza del 95%.

P=0.955; Proporción de aciertos.

q=0.045; Proporción de fracasos.

e=0.1; Margen de error.

$$n = \frac{1.96^2 \times 0.955 \times 0.045}{0.1^2} = 16.5$$

### 3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Respecto a las técnicas extracción de los datos esta se realizó según especifica las dimensiones estipulada en los planos y las características resaltantes son:

- Cotas o niveles topográficos.
- Longitud de las líneas de derivación, distribución y conducción.

Como instrumentos se tiene a los planos de la ingeniería de detalle del plan de cierre de la desmontera Excelsior



**Figura 6. Técnica para el Procesamiento y Análisis de Datos**



- Primero la obtención de los datos
- Segundo procesando los datos
- Tercero la obtención de modelos de tendencia
- Cuarto análisis de resultados para generar las conclusiones de la investigación.

### 3.7. Tratamiento estadístico

Por la naturaleza de estudio, el proceso dinámico se soporta en la Inferencia estadística, por la razón que no se puede determinar la población, por lo tanto, empleamos los siguientes modelos:

Para la muestra.

$$n = \frac{Z^2 pq}{e^2}$$

Z= Para un nivel de confianza del 95%.

P= Proporción de aciertos.

q= Proporción de fracasos.

e= Margen de error

### **Para la prueba de normalidad.**

Cuando la muestra es como máximo de tamaño 50 se puede contrastar la normalidad con la prueba de shapiro Shapiro-Wilk. Para efectuarla se calcula la media y la varianza muestral,  $S^2$ , y se ordenan las observaciones de menor a mayor. A continuación, se calculan las diferencias entre: el primero y el último; el segundo y el penúltimo; el tercero y el antepenúltimo, etc. y se corrigen con unos coeficientes tabulados por Shapiro y Wilk. El estadístico de prueba es:

$$W = \frac{D^2}{nS^2}$$

donde D es la suma de las diferencias corregidas.

### **Para la prueba de hipótesis:**

En esta prueba se evalúa la hipótesis nula de que la media de la población estudiada es igual a un valor especificado  $\mu_0$ , se hace uso del estadístico:

$$t = \frac{\bar{x} - \mu_0}{s/\sqrt{n}},$$

Donde:  $\mu_0$  es la media muestral, s es la desviación estándar muestral y n es el tamaño de la muestra. Los grados de libertad utilizados en esta prueba se corresponden al valor  $n - 1$ .

### 3.8. Selección y validación de los Instrumentos de Investigación

En esta parte de la investigación procedemos a validar de instrumentos:

- Planos
- Hoja de calculo

Empleando el principio del indicador alfa de Crombach solo son corroborados los instrumentos para modelos probabilísticos.

Para modelos determinísticos no es posible emplear el alfa de Crombach por la sencilla razón que siempre obtienen un mismo valor para los valores de las variables iguales.

Concerniente a la prueba de normalidad de la variable caudal, se hace uso de las 16 pruebas, como se muestra en la tabla.

**Tabla 3 perdida de caudal**

N° Prueba	Q Perdida (m3/s)
1	0.0017798
2	0.0109898
3	0.01525937
4	0.01860778
5	0.02146309
6	0.02401987
7	0.02631767
8	0.02846073
9	0.03046058
10	0.03235136
11	0.03414629
12	0.03585459
13	0.03749417
14	0.03907139
15	0.04059118
16	0.04207042

Analizando los valores obtenidos por el software SPSS, se obtiene un p valor de 0.443, lo que demuestra que los datos de la muestra obedecen a un análisis de contrastación de hipótesis paramétrico.

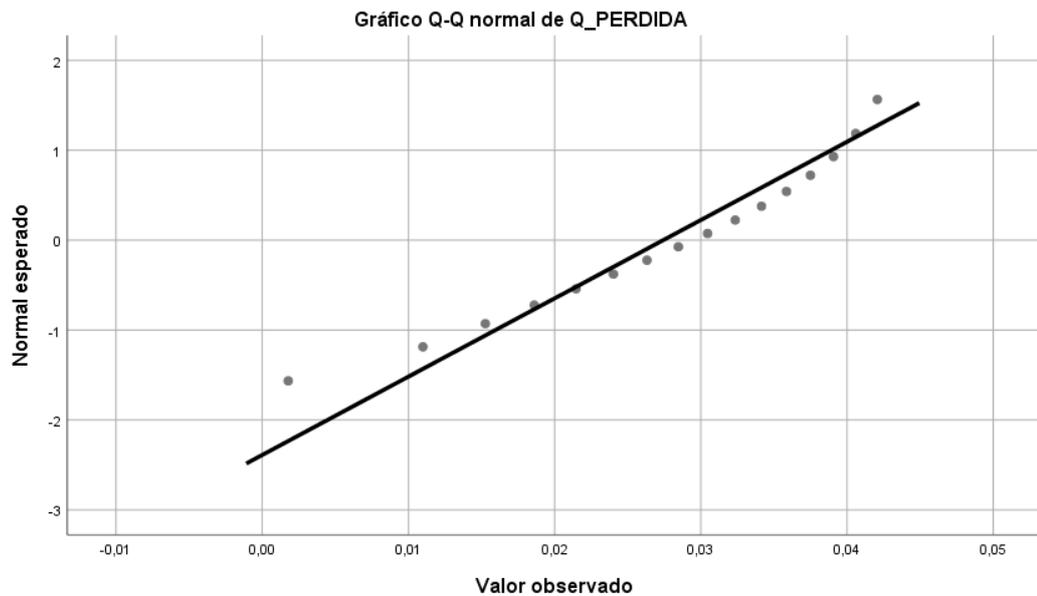
### Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Q_PERDIDA	,104	16	,200*	,947	16	,443

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

**Figura 7 Normal esperado vs Valor observado**



- Ho= Los datos de obtenidos por el instrumento presenta una distribución normal.
- H1= Los datos de obtenidos por el instrumento no presenta una distribución normal.

Por la cantidad de datos menor a 50, empleamos la prueba de shapiro-Wilk, y se concluye que  $0.443 > a 0.05$ , por lo tanto, se acepta la hipótesis nula, demostrando que los datos obtenidos de un muestreo al azar presentan una distribución normal.

### **3.9. Orientación ética**

Derecho de autor: El inciso 9) del artículo 2°, de la Ley sobre el Derecho de autor, hace referencia al derecho de divulgación. No obstante, en dicha ley, no se señala el momento que debe entenderse que se perfecciona la divulgación de la obra.

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **4.1. Descripción del trabajo de campo**

En el presente acápite, se explica el procedimiento que origino los resultados para cumplir con el objetivo del proyecto.

Como primera instancia se procede a determinar el volumen de la poza, considerando sus dimensiones descritas en el plano.

**Figura 8 Volumen de la poza y sus dimensiones**



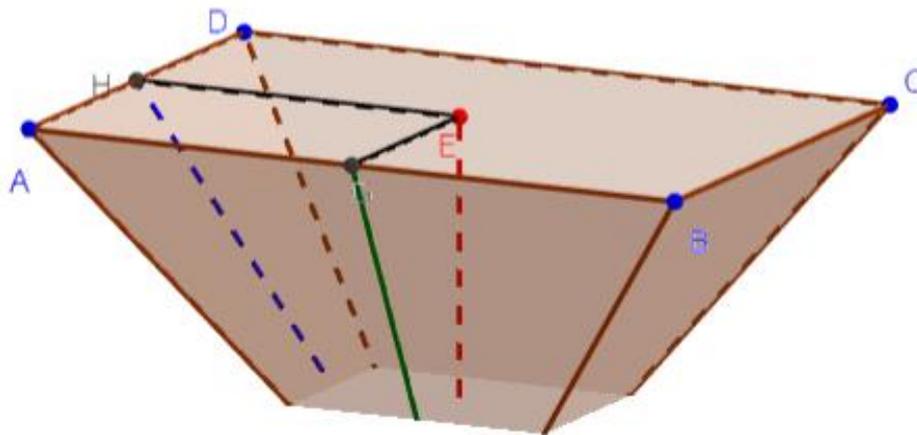
**DETALLE DEL DIMENSIONAMIENTO DE LAS POZAS**

POZA	$\alpha$ (m)	l (m)	A (m)	L (m)	$A1=\alpha*l$ (m <sup>2</sup> )	$A2=A*L$ (m <sup>2</sup> )	H (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )
1	80	80	440	440	6400	8836	3,50	26 663
2	84	48	444	408	4032	6076	3,50	17 889
3	30	90	390	450	2700	4576	3,50	12733,00
4	74	19 (*)	434	379	1406	2904	3,50	7542,50
5	80	120	440	480	9600	12596	3,50	38 843
6	20	20	380	380	400	1156	3,50	2723,00
VOLUMEN =								106 193,5

(\*) ANCHO PROMEDIO

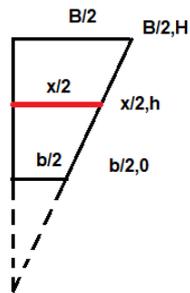
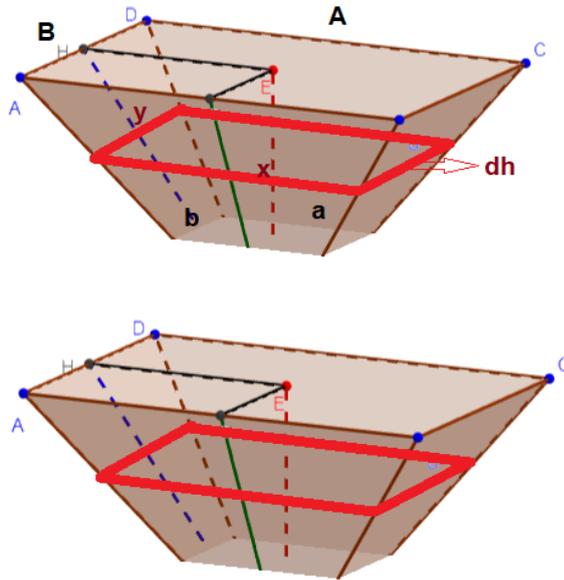
A través del dimensionamiento se procede a generar los sólidos que describe la forma de poza.

**Figura 9 dimensionamiento de la forma de poza**

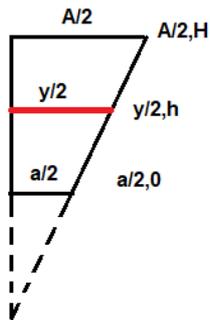


Seguidamente se procede a emplear el cálculo diferencial para obtener el volumen de la poza.

Figura 10 Desarrollo del modelo integral



$$\frac{H-0}{\frac{B}{2}-\frac{b}{2}} = \frac{h-0}{\frac{x}{2}-\frac{b}{2}} \quad x - b = \frac{h}{H}(B - b) \quad x = \frac{h}{H}(B - b) + b$$



$$\frac{H-0}{\frac{A}{2}-\frac{a}{2}} = \frac{h-0}{\frac{y}{2}-\frac{a}{2}} \quad y - a = \frac{h}{H}(A - a) \quad y = \frac{h}{H}(A - a) + a$$

$$dA = y * x$$

$$dV = \left( \frac{h}{H}(A - a) + a \right) \left( \frac{h}{H}(B - b) + b \right) dh$$

El modelamiento matemático implica emplear el método de la integración.

Para determinar la velocidad en la descarga del reservorio empleamos el principio de Torricelli, como describe la ecuación.

$$v = \sqrt{2gh} \rightarrow v = \sqrt{2 * 9.81 * h}$$

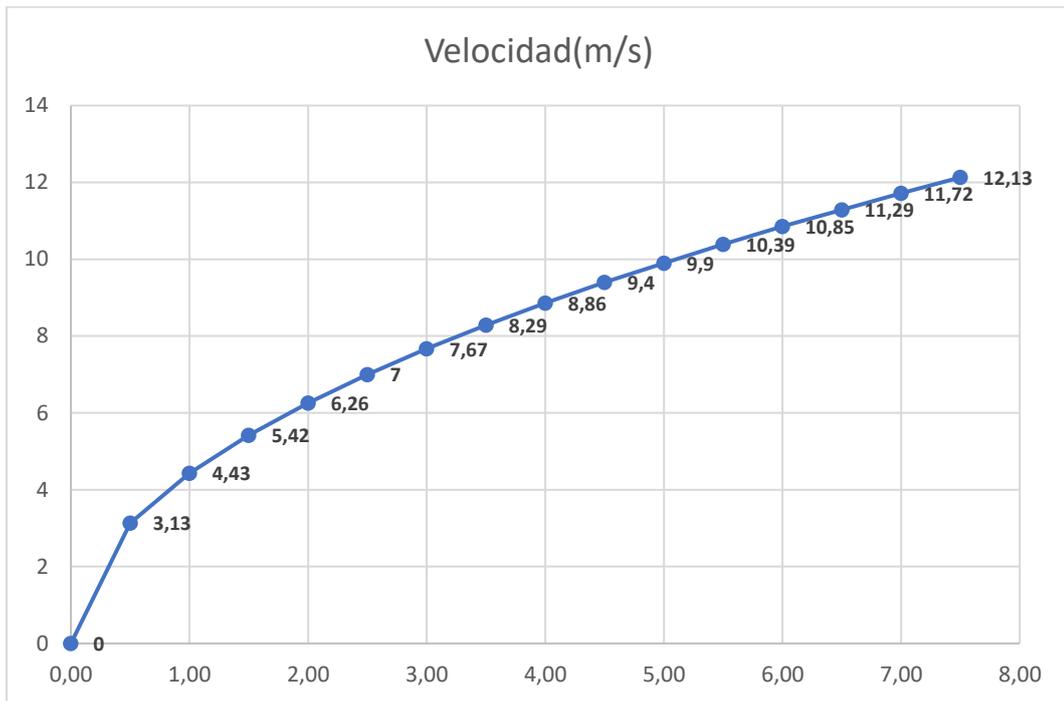
En la ecuación se evalúa el comportamiento de la velocidad, según la variación de la altura del reservorio, la altura h varía entre 0 a 3.5 metros por lo que el modelo es como se aprecia en la tabla.

**Tabla 4 comportamiento de la velocidad**

Item	h (m)	Velocidad(m/s)
1	0	0
2	0.15	1.72
3	0.3	2.43
4	0.45	2.97
5	0.6	3.43
6	0.75	3.84
7	0.9	4.2
8	1.05	4.54
9	1.2	4.85
10	1.35	5.15
11	1.5	5.42
12	1.65	5.69
13	1.8	5.94
14	1.95	6.19
15	2.1	6.42
16	2.25	6.64
17	2.4	6.86
18	2.55	7.07
19	2.7	7.28
20	2.85	7.48
21	3	7.67
22	3.15	7.86
23	3.3	8.05
24	3.45	8.23

Los mencionados resultados se vuelcan en una gráfica para determinar la forma de comportamiento del fluido, corroborando de esta manera la evolución no lineal.

**Figura 11 Comportamiento de la velocidad**



#### 4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

Los resultados se muestran en la tabla con sus respectivas referencias como se extrajo de la lectura de los planos, también se detalla la altura, la velocidad y el caudal variantes por la descarga de la poza.

**Tabla 5 velocidad y el caudal variante por la descarga de la poza**

Cota Sup. (m)	Cota Inf (m)	h (m)	Velocidad(m/s)	Q sin perdida (m3/s)
4335.50	4335.5	0	0	0
4336.00	4335.5	0.5	3.132092	0.02538
4336.50	4335.5	1	4.4294469	0.0358927
4337.00	4335.5	1.5	5.4249424	0.0439594
4337.50	4335.5	2	6.2641839	0.05076
4338.00	4335.5	2.5	7.0035705	0.0567514

4338.50	4335.5	3	7.6720271	0.062168
4339.00	4335.5	3.5	8.2867364	0.0671492
4339.50	4335.5	4	8.8588938	0.0717855
4340.00	4335.5	4.5	9.3962759	0.07614
4340.50	4335.5	5	9.9045444	0.0802586
4341.00	4335.5	5.5	10.387974	0.0841759
4341.50	4335.5	6	10.849885	0.0879189
4342.00	4335.5	6.5	11.292918	0.0915089
4342.50	4335.5	7	11.719215	0.0949633
4343.00	4335.5	7.5	12.13054	0.0982963

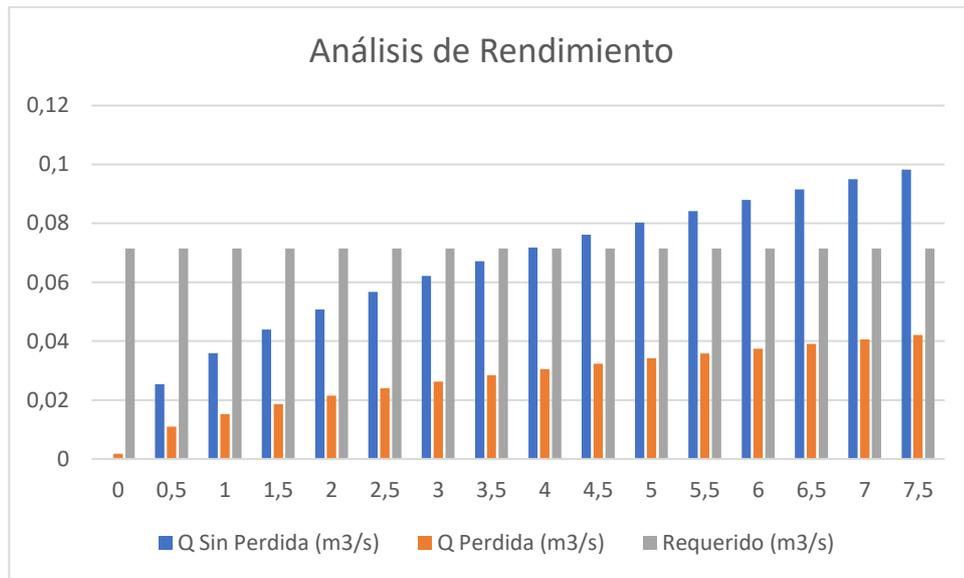
En la siguiente tabla se presenta los resultados resumidos, para comparar la influencia de las perdidas descarga en el sistema de riego **en función a** la variación de la altura.

**Tabla 6 Sistema de riego en función a la variación de la altura**

h (m)	Q Sin Perdida (m <sup>3</sup> /s)	Q Perdida (m <sup>3</sup> /s)	Requerido (m <sup>3</sup> /s)
0	0	0.0017798	0.07153
0.5	0.02538	0.0109898	0.07153
1	0.0358927	0.0152594	0.07153
1.5	0.0439594	0.0186078	0.07153
2	0.05076	0.0214631	0.07153
2.5	0.0567514	0.0240199	0.07153
3	0.062168	0.0263177	0.07153
3.5	0.0671492	0.0284607	0.07153
4	0.0717855	0.0304606	0.07153
4.5	0.07614	0.0323514	0.07153
5	0.0802586	0.0341463	0.07153
5.5	0.0841759	0.0358546	0.07153
6	0.0879189	0.0374942	0.07153
6.5	0.0915089	0.0390714	0.07153
7	0.0949633	0.0405912	0.07153
7.5	0.0982963	0.0420704	0.07153

Por último, en el grafico se muestra por distribución de barras las 3 variables importantes que determinan la influencia de las pérdidas de carga en el sistema de riego.

**Figura 12 Análisis de Rendimiento**



Las barras de color plomo muestran el mínimo caudal requerido para abastecer a los 311 aspersores instalados en las líneas de distribución de la poza 5, los de color azul muestran el comportamiento del caudal sin perdidas mientras los de color naranja con perdidas

#### 4.3. Prueba de hipótesis

La prueba de hipótesis es parte del procesamiento estadístico y es comparado con los datos de la muestra. El rendimiento de los aspersores se refleja por los cálculos del caudal, incluyendo las perdidas por fricción y acoplamiento.

En la tabla se aprecia una media de 0.027m<sup>3</sup>/s de caudal en las 16 tomas de datos que origina la variación de altura por descarga de la poza N°5.

**Estadísticas para una muestra**

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Q_PERDIDA	16	,027434	,0114820	,0028705

Para realizar la prueba de hipótesis nos basamos al modelo inferencia paramétrico T Student por muestras independientes, la media a comparar es de 0.07153 m<sup>3</sup>/s caudal mínimo requerido para abastecer a todos los aspersores que debe abastecer la poza.

Como nuestra hipótesis general es: Si determinamos la influencia de la pérdida de carga en la tubería de conducción horizontal de la poza 5 entonces obtendremos el rendimiento de los aspersores de riego del plan de cierre de la desmontera Excelsior, Cerro de Pasco 2019.

Entonces formulamos la:

**Hipótesis Nula (H<sub>0</sub>):**

$$\mu \geq 0.07153$$

**Hipótesis Alternativa (H<sub>1</sub>):**

$$\mu < 0.07153$$

## Prueba para una muestra

Valor de prueba = .07153						
95% de intervalo de confianza de la diferencia						
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Inferior	Superior
Q_PERDID A	-15,362	15	,000	-,0440964	-,050215	-,037978

### Estadístico de prueba

En la tabla el p valor o Sig de la columna Shapiro Wilk, determina para una muestra menor a 50 la normalidad de los datos, considerando el nivel de significancia de 0.05. Por lo que el  $Sig < 0.05$  es menor se rechaza la  $H_0$ , afirmando la hipótesis alternativa.

### Interpretación

Interpretando los datos se afirma que.

Existe evidencia que sí determinamos la influencia de la pérdida de carga en la tubería de conducción horizontal de la poza 5 entonces obtendremos el rendimiento de los aspersores de riego del plan de cierre de la desmontera Excelsior, Cerro de Pasco 2019.

## 4.4. Discusión de resultados

En esta sección del proyecto de investigación se discute la capacidad del sistema de riego, considerando las pérdidas de carga por derivación, conducción y distribución de las tuberías.

En el caso de la poza N° 5 se presenta un total de 14 ramales y en ellas 311 aspersores de impacto como se muestra en la tabla.

**Tabla 7 pérdidas de carga por derivación, conducción y distribución de las tuberías**

N° Ramales	N° aspersores	Demanda lps
1	17	0.00391
2	30	0.0069
3	38	0.00874
4	33	0.00759
5	29	0.00667
6	15	0.00345
7	20	0.0046
8	24	0.00552
9	24	0.00552
10	24	0.00552
11	24	0.00552
12	12	0.00276
13	12	0.00276
14	9	0.00207
<b>TOTAL</b>	<b>311</b>	<b>0.07153</b>

Con ello se realizan las operaciones matemáticas empleando la hoja de cálculo donde se obtiene la velocidad de cabeza del fluido, el coeficiente de resistencia de Darcy Weisbach y el número de Reynolds, con ello determinar los caudales por conducción en el caso de las tuberías de 3' y de derivación para el caso de 4', según se aprecia en la tabla.

**Tabla 8 la velocidad de cabeza del fluido**

Cota Sup.	Cota Inf	h (m)	4'	3'	Q perdida
4335.50	4335.50	0.00	0	0.0017798	0.0017798
4336.00	4335.50	0.50	0.00921	0.0017798	0.0109898
4336.50	4335.50	1.00	0.013479572	0.0017798	0.015259372
4337.00	4335.50	1.50	0.016827983	0.0017798	0.018607783
4337.50	4335.50	2.00	0.019683294	0.0017798	0.021463094
4338.00	4335.50	2.50	0.022240066	0.0017798	0.024019866
4338.50	4335.50	3.00	0.02453787	0.0017798	0.02631767
4339.00	4335.50	3.50	0.026680927	0.0017798	0.028460727
4339.50	4335.50	4.00	0.028680778	0.0017798	0.030460578
4340.00	4335.50	4.50	0.030571561	0.0017798	0.032351361
4340.50	4335.50	5.00	0.032366491	0.0017798	0.034146291
4341.00	4335.50	5.50	0.034074792	0.0017798	0.035854592
4341.50	4335.50	6.00	0.035714367	0.0017798	0.037494167
4342.00	4335.50	6.50	0.037291593	0.0017798	0.039071393
4342.50	4335.50	7.00	0.038811385	0.0017798	0.040591185
4343.00	4335.50	7.50	0.040290616	0.0017798	0.042070416

Para determinar el caudal sin perdidas se emplea el principio de Torricelli, acápite que determina la velocidad de cabeza de flujo en función a la altura, no considera perdida de carga por fricción entre otros, su resultado muestra el 100% de capacidad del sistema de riego como se muestra en la tabla.

**Tabla 9 perdida de carga por fricción**

TUBERIA	3'	RESUMEN		
		4'	Q M3/S	Porcentaje
Sin				
Perdidas			0.098296308	100%
Con				
perdidas	0.0017798	0.0420704	0.043850216	61%
<b>Total, perdida</b>			0.027679784	39%

$$N^{\circ} \text{Aspersores} = \frac{0.04385}{0.0023} \rightarrow 190.65$$

Obteniendo el caudal de con pérdidas a través de la hoja de cálculo, se determina mediante la ecuación, líneas arriba, la cantidad de aspersores que pueden ser abastecidos, si cada uno requiere  $0.0023 \text{ m}^3/\text{s}$ . Por lo que se puede abastecer el 61% del total 311 entonces mediante la marcación azul es posible considerar los 7 primeros ramales que demanda 182 aspersores ya que según la ecuación la capacidad es solo hasta 190.65 aspersores

Como se menciona en la tabla la media es de 0.2743, el valor máximo 0.421 el caudal requerido, nos damos cuenta por el coeficiente de asimetría negativa de -0.756 que demuestra una tendencia ala izquierda, lo que significa que no existe ninguna posibilidad de incrementar el rendimiento de los aspersores como se aprecia en la tabla.

**Tabla 10 Rendimiento de los aspersores**

**Descriptivos**

		Estadístico	Desv. Error
Q_PERDIDA	Media	,027434	,0028705
	95% de intervalo de confianza para la media		
	Límite inferior	,021315	
	Límite superior	,033552	
	Media recortada al 5%	,028046	
	Mediana	,029461	
	Varianza	,000	
	Desv. Desviación	,0114820	
	Mínimo	,0018	
	Máximo	,0421	
	Rango	,0403	
	Rango intercuartil	,0178	
	Asimetría	-,756	,564
	Curtosis	,005	1,091

-

## CONCLUSIONES

Se concluye que:

- La Influencia de las pérdidas de carga por fricción y accesorios de acople a la red primario y secundario reducen a un 39% del rendimiento al sistema de riego, implicando en la misma proporción al desempeño de los aspersores.
- Para controlar el caudal generado por las diferencias de presiones a determinados niveles, es indispensable el uso de válvulas para mantener controlado el flujo y de esa manera garantizar la cobertura del agua a los distintos ramales a las que están conectadas con unas mangueras PEBO de  $\frac{3}{4}$ ' los aspersores
- Realizando los cálculos de la conservación de energía mecánica, se determina el caudal total que es de  $0.098 \text{ m}^3/\text{s}$  para las características de la tubería de derivación, también el tiempo que es de 396357.14 segundos resultando 4 días 13 horas en promedio implicando de esta manera la capacidad que tiene de la poza.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda que:

- En las elaboraciones de los expedientes técnicos realizados por las consultoras especializadas en la formulación de proyectos ambientales, civiles entre otros, detallen las pérdidas de carga por derivación, conducción y distribución para que el área usuaria pueda saber la capacidad del sistema de riego y poder realizar las mejoras continuas del caso.
- Se maneje un formato de distribución de las aperturas de las válvulas proporcionada por la empresa consultora para realizar una gestión de mantenimiento apropiado y se pueda cumplir la cobertura del agua a todos los aspersores instaladas en el proyecto.
- Fortalecer los conocimientos en la materia matemática con los sistemas de cálculo diferencial en la materia de la dinámica de fluidos para determinar científicamente los fenómenos que existen en el proyecto y así entender el comportamiento que ocurre en los proyectos de esta magnitud,

## BIBLIOGRAFÍA

- Aldana, F., Benitez, M., Morales, C., Medina, D., & Rivera, L. (s.f.). DETERMINACIÓN DE LAS PÉRDIDAS DE ENERGIA EN TUBERIAS POR FRICCIÓN Y ACCESORIOS. Academia .
- Ambiental, I. (2019). Venturi. Cerro de Pasco: UNDAC.
- Areas, F. (2006). El proyecto de investigación. Caracas: Episteme.
- Cadore, E., Sanchez, J., Sandoval, F., & Vital, M. (s.f.). Practica 8 Redes de tuberías. Venezuela: Ministerio del Poder Popular para la Energía Eléctrica.
- CECEL, I. (28 de Junio de 2017). Estudio de ingeniería de detalle para el abandono del deposito de desmontes Excelsior - Cerro de Pasco. TOMO II. Lima, Lima, Perú: Activos Mineros.
- Chavez, D., Herazo, S., & Mercado, D. (2012). Determinación de las pérdidas de energia en tuberias por fricción y accesorios. vitae, revista de la facultad de quimica farmacéutica, 1-20.
- EuroRed. (2017). Ecuación de Bernoulli. Recuperado el 17 de Octubre de 2019, de [https://www.ecured.cu/Ecuaci%C3%B3n\\_de\\_Bernoulli](https://www.ecured.cu/Ecuaci%C3%B3n_de_Bernoulli)
- Fernando, J. (19 de Agosto de 2012). Pérdida de carga en tuberias - Apuntes - Ingeniería civil, Apuntes de Ingeniería Civil. Recuperado el 17 de Octubre de 2019, de <https://www.docsity.com/es/perdida-de-carga-en-tuberias-apuntes-ingenieria-civil/175536/>
- Grove. (2018). Grove - UV Sensor. Obtenido de [http://wiki.seeedstudio.com/Grove-UV\\_Sensor/](http://wiki.seeedstudio.com/Grove-UV_Sensor/)

- Monge Redondo, M. A. (9 de 10 de 2017). Fundamentos básicos de hidráulica (I). Recuperado el 16 de 10 de 2019, de <https://www.iagua.es/blogs/miguel-angel-monge-redondo/fundamentos-basicos-hidraulica-i>
- Nieves, C. (2019). PÉRDIDA DE CARGA EN TUBERIAS. Tarija: Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.
- Reformas, O. y. (2019). Conexiones de derivación. Obtenido de <https://www.tigre.com.br/es/union-predial/conexiones-derivacion>
- Rossi Toledo, M. (2018). Perdida de carga en tubería. Santiago: Universidad de Santiago de Chile.
- SlideShare. (29 de Abril de 2015). Lineas de conduccion. Obtenido de <https://es.slideshare.net/pool2014/linea-de-conduccion>
- TLV. (2019). Calculadora: Velocidad del Agua en la Tubería. Recuperado el 16 de 10 de 2019, de <https://www.tlv.com/global/LA/calculator/water-velocity-through-piping.html?advanced=on>
- Wikipedia. (31 de Agosto de 2019). Aspensor. Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/Aspensor>
- Wikipedia. (20 de Noviembre de 2019). Policloruro de vinilo (PVC). Obtenido de [https://es.wikipedia.org/wiki/Policloruro\\_de\\_vinilo](https://es.wikipedia.org/wiki/Policloruro_de_vinilo)
- Wikipedia. (27 de Noviembre de 2019). Pozo. Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/Pozo>
- Wikipedia. (19 de Octubre de 2019). Presión. Recuperado el 17 de Octubre de 2019, de <https://es.wikipedia.org/wiki/Presi%C3%B3n>

Wikipedia. (19 de Agosto de 2019). Tubería. Recuperado el 2019 de Octubre de 2019, de <https://es.wikipedia.org/wiki/Tuber%C3%ADa>

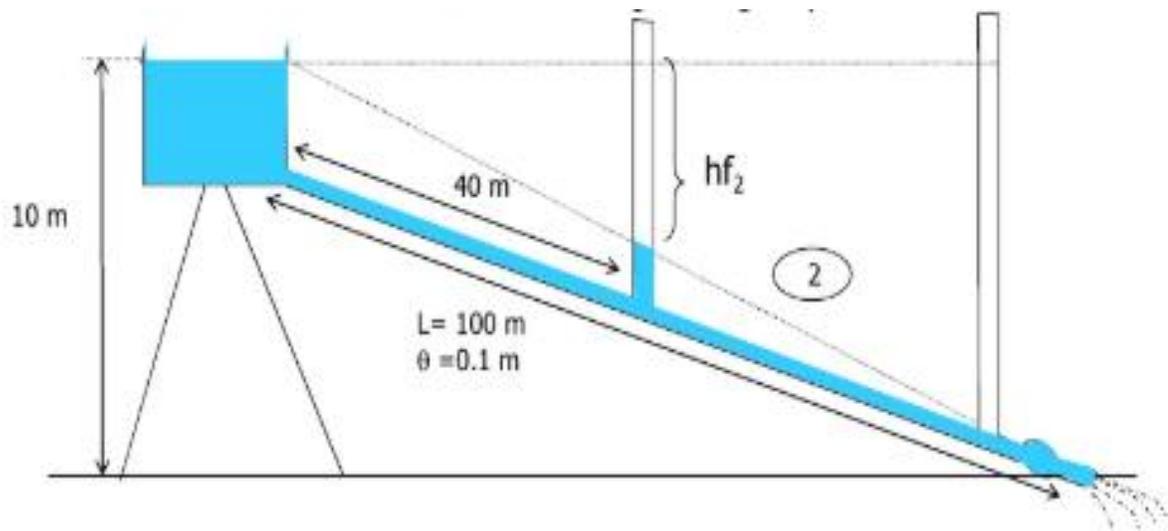
# **ANEXOS**

## ANEXOS

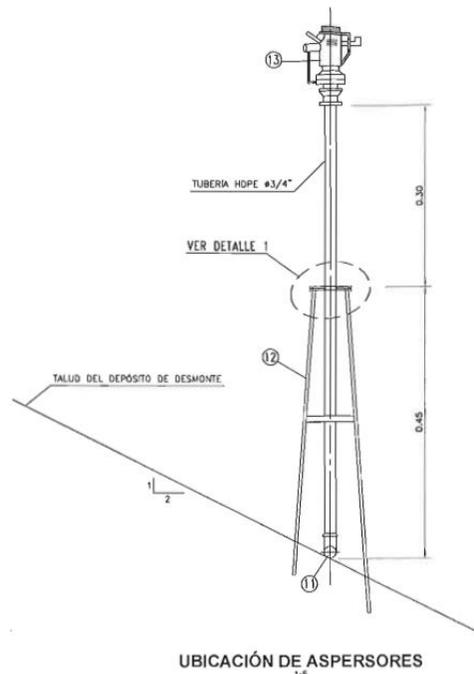
### TITULO: “Influencia de la perdida de carga en la tubería de conducción horizontal de la poza 5 en el rendimiento de los aspersores de riego del plan de cierre de la desmontera Excelsior, cerro de pasco 2019”

PROBLEMA GENERAL Y ESPECÍFICOS	OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS GENERAL Y ESPECÍFICOS	VARIABLES	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	DISEÑO METODOLÓGICO
<p><b>PROBLEMA GENERAL:</b> ¿De qué manera Influye la perdida de carga en la tubería de conducción horizontal de la poza 5 en el rendimiento de los aspersores de riego del plan de cierre de la desmontera Excelsior, Cerro de Pasco 2019?</p> <p><b>PROBLEMAS ESPECIFICOS:</b> ¿Cómo obtener el dimensionamiento de la tubería para determinar el rendimiento de los aspersores de riego del plan de cierre de la desmontera Excelsior, Cerro de Pasco 2019?</p> <p>¿Cómo determinar el caudal en la entrada de los aspersores para determinar el rendimiento de los aspersores de riego del plan de cierre de la desmontera Excelsior, Cerro de Pasco 2019?</p>	<p><b>OBJETIVO GENERAL:</b> Determinar la influencia de la perdida de carga en la tubería de conducción horizontal de la poza 5 en el rendimiento de los aspersores de riego del plan de cierre de la desmontera Excelsior, Cerro de Pasco 2019.</p> <p><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</b> Obtener el dimensionamiento de la tubería para determinar el rendimiento de los aspersores de riego del plan de cierre de la desmontera Excelsior, Cerro de Pasco 2019.</p> <p>Determinar el caudal en la entrada de los aspersores para determinar el rendimiento de los aspersores de riego del plan de cierre de la desmontera Excelsior, Cerro de Pasco 2019.</p>	<p><b>HIPÓTESIS GENERAL:</b> Si determinamos la influencia de la perdida de carga en la tubería de conducción horizontal de la poza 5 entonces obtendremos el rendimiento de los aspersores de riego del plan de cierre de la desmontera Excelsior, Cerro de Pasco 2019.</p> <p><b>HIPÓTESIS ESPECIFICAS:</b> Si obtenemos el dimensionamiento de la tubería entonces se determina el rendimiento de los aspersores de riego del plan de cierre de la desmontera Excelsior, Cerro de Pasco 2019.</p> <p>Si determinamos el caudal en la entrada de los aspersores entonces determinaremos el rendimiento de los aspersores de riego del plan de cierre de la desmontera Excelsior, Cerro de Pasco 2019.</p>	<p><b>Variable Independiente</b> Influencia de la perdida de carga en la tubería de conducción horizontal de la poza 5.</p> <p><b>Variable dependiente:</b> Rendimiento de los aspersores de riego del plan de cierre de la desmontera Excelsior.</p>	<p><b>Técnicas</b> Lectura de planos. Pruebas de laboratorio con el aparato de Venturi.</p> <p><b>Instrumentos</b> Sensores de presión y nivel en el reservorio.</p>	<p>De acuerdo a la naturaleza de nuestra temática de investigación, nuestro estudio es de <b>tipo descriptivo correlacional</b>.</p> <p>Se emplearon los métodos de análisis de datos de presión de agua en el aparato de Venturi y el <b>Diseño de investigación</b> es de tipo no experimental transeccionales o transversal de tipo correlacional.</p>

**ANEXO:** La altura en el piezómetro mide la pérdida de carga



### Características técnicas de los aspersores



#### Característica de los aspersores

Aspersores de impacto de  $\frac{1}{2}$  círculo y completo de plástico

Caudal: 0.23 lps

Presión de trabajo 1.0 atm

Radio de acción 10 m

## VALIDEZ DEL INSTRUMENTO

La prueba realizada en el laboratorio presenta como finalidad emplear el mismo modelo para una prueba piloto

Para nuestra investigación empleamos el alfa de Cronbach

### Resumen de procesamiento de casos

		N	%
Casos	Válido	16	100,0
	Excluido <sup>a</sup>	0	,0
	Total	16	100,0

a. La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.

En el cuadro se aprecia el coeficiente.

### Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
,999	2

Comparando la prueba piloto con los resultados, el coeficiente es de 0.99, concluyendo que es fiable el instrumento, dado que el criterio de comparación es mayor a 0.8 lo que significa una similitud en los datos

Nº Prueba	Q Perdida (m3/s)	Prueba Piloto
1	0.0017798	0.0018
2	0.0109898	0.00945
3	0.01525937	0.01496
4	0.01860778	0.01789
5	0.02146309	0.022
6	0.02401987	0.02378
7	0.02631767	0.02523
8	0.02846073	0.02821
9	0.03046058	0.0312
10	0.03235136	0.03247
11	0.03414629	0.03415
12	0.03585459	0.03584
13	0.03749417	0.03812

14	0.03907139	0.041
15	0.04059118	0.04186
16	0.04207042	0.04241

---



Figura: Análisis de laboratorio de la prueba piloto