



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA TOPOGRÁFICA Y**  
**AGRIMENSURA**



**ANÁLISIS ECONÓMICO DEL SISTEMA DE RIEGO POR**  
**ASPERSIÓN MEDIANTE EL USO DE TUBERIA PVC CLASE 10,**  
**CON TUBERIA POLIETILENO, SECTOR CHICHANACO -**  
**SANDIA PUNO**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**Bach. WASHINGTON MACHACA CCAHUA**

**Bach. VICTOR RAUL PHALA QUISPE**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**  
**INGENIERO TOPÓGRAFO Y AGRIMENSOR**

**PUNO – PERÚ**

**2019**



## DEDICATORIA

Al divino creador padre celestial todo poderoso, por facilitarme la oportunidad de vivir en el sendero del bien y guiarme en mi formación profesional.

A la eterna memoria de mi señor padre Alejandro Machaca Calsina e inmensa gratitud y cariño a mi señora madre Leonor C. Calsina Ccahua, quienes en todo momento de mi formación profesional fueron mi soporte y amigos ejemplares.

A mis hermanos: Agustín y Eusebia por darme fuerzas para poder lograr este objetivo en esta ansiada tesis profesional.

Con amor a Soledad, por darme valor e inspiración para seguir adelante en mi superación profesional y por ser la razón de mi vida.

*Washington Machaca Ccahua*



## DEDICATORIA

A la eterna memoria de mi ABUELA:  
Sebastiana Quispe Phala, mis PADRES:  
Juan Phala Phala y Juana Quispe Apaza,  
quienes en todo momento de mi formación  
profesional fueron mi soporte.

A mis HERMANOS: Walter Arturo, Alicia,  
Alfonso y Carlos por darme fuerzas para  
alcanzar mis metas en este ansiado trabajo  
profesional.

En honor a mi madre JUANA QUISPE  
APAZA quien desde la eternidad me cuida y  
protege guiándome siempre por el buen  
camino.

*Victor Raul Phala Quispe*



## AGRADECIMIENTOS

- Nuestros sinceros agradecimientos a todos los profesores de la Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Ingeniería Topográfica y Agrimensura de la Universidad Nacional del Altiplano, quienes supieron orientarnos acertadamente.
- Nuestros Reconocimientos sinceros al **Dr. NESTOR QUISPE CONDORI, Dr. VALERIANO CONDORI APAZA, Dr. VICTOR ANDRES GONZALES, Ing. M.Sc VICTOR MANUEL ESPINOZA PINEDO**, gracias a sus valiosas reflexiones y dirección en la ejecución del de este trabajo. Al **DR. WALTER TUDELA MAMANI**, por su invaluable apoyo incondicional.
- A nuestros compañeros y amigos de nuestra Facultad y también de otras carreras profesionales, quienes en cada momento fueron un apoyo muy valioso, por su aliento y apoyo moral.



# ÍNDICE GENERAL

	Pág.
<b>DEDICATORIA</b>	
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	
<b>ÍNDICE GENERAL</b>	
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	
<b>RESUMEN.....</b>	<b>10</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>11</b>
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>INTRODUCCIÓN</b>	
<b>1.1 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>12</b>
<b>1.2 ANTECEDENTES DEL PROYECTO .....</b>	<b>14</b>
<b>1.3 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....</b>	<b>16</b>
1.3.1 Justificación social .....	17
1.3.2 Justificación económica .....	18
1.3.3 Justificación ambiental.....	18
<b>1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>19</b>
1.4.1 Objetivo general .....	19
1.4.2 Objetivos específicos.....	19
<b>1.5 HIPÓTESIS .....</b>	<b>19</b>
<b>CAPÍTULO II</b>	
<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b>	
<b>2.1 DEFINICIÓN DE CONCEPTOS BÁSICOS EN SISTEMA DE RIEGO POR</b>	
<b>    ASPERSIÓN .....</b>	<b>20</b>
2.1.1 Sistemas de riego.....	20
2.1.2 Riego por aspersion .....	21



2.1.4	Componentes de los sistemas de riego por aspersión .....	23
2.1.5	Tipos de tubería .....	28
2.1.6	Tuberías de polietileno .....	30
2.1.7	Análisis de rentabilidad económica.....	32
2.1.8	Evaluación económica (VAN, TIR, RB/C).....	33
2.1.9	Producción del maíz .....	34
2.1.10	Aspectos topográficos .....	35
<b>2.2</b>	<b>ESTUDIO HIDROLÓGICO DE LA CUENCA – OFERTA HIDRICA .....</b>	<b>36</b>
<b>CAPÍTULO III</b>		
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>		
<b>3.1</b>	<b>CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO .....</b>	<b>38</b>
3.1.1	Ubicación política .....	38
3.1.2	Vías de acceso.....	40
3.1.3	Clima .....	40
3.1.4	Condiciones climáticas .....	40
3.1.5	Cultivos .....	42
3.1.6	Fuentes de agua .....	42
3.1.7	Relieve.....	43
<b>3.2</b>	<b>MATERIALES E INSTRUMENTOS .....</b>	<b>43</b>
3.2.1	Equipos y materiales .....	43
3.2.2	Herramientas informáticas .....	44
<b>3.3</b>	<b>METODOLOGÍA .....</b>	<b>44</b>
3.3.1	Tipo de investigación .....	44
3.3.2	Población .....	44
3.3.3	Muestra.....	45
3.3.4	Metodología por objetivos específico.....	45



## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>55</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>57</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>59</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>63</b>

**ÁREA :** Recursos Hídricos

**TEMA :** Irrigaciones

**FECHA DE SUSTENTACIÓN:** 23 de diciembre del 2019



## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1.</b> Ubicación .....	39
<b>Figura 2.</b> Instalación de tuberías de polietileno.....	52
<b>Figura 3.</b> Instalación de tuberías de polietileno.....	53





## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1.</b> Ruta Puno-Juliaca-San Antonio de Putina – Sandia- Chichanaco .....	40
<b>Tabla 2.</b> Precipitación total promedio anual.....	41
<b>Tabla 3.</b> Humedad relativa .....	41
<b>Tabla 4.</b> Velocidad del Viento.....	42
<b>Tabla 5.</b> Evaporación Tanque Tipo A .....	42
<b>Tabla 6.</b> Indicadores de evaluación económica.....	54



## RESUMEN

La utilización de materiales para aplicar riego presurizado está en función a costos que definen características económicas en el proceso constructivo planteándose la investigación titulado “Análisis Económico del Sistema de Riego por Aspersión mediante el uso de tubería PVC clase 10, frente a tubo Polietileno, desarrollado en el sector Chichanaco, distrito y provincia de Sandía, región - Puno”. El objetivo general es el análisis económico del sistema de riego presurizado, mediante la comparación del uso convencional de tubos PVC clase 10, con el sistema de tubería basado en el uso de polietileno, analizando la utilidad del proyecto, que nos indican que el polietileno es más práctico y se remite a costos bajos, siendo estos con tubería PVC S/. 17,040 soles y con tubería polietileno S/. 8,300 soles que representa el 48.70 % menos que el primero; la evaluación de las ventajas de este último es más práctico para el transporte, ya que su instalación se realiza en zonas con acceso difícil por la fisiografía de la zona, su instalación, manipulación, y menor peso específico, por tanto más barato, también, se determinó los índices de rentabilidad resultando para los tubos de material PVC un VAN=147,442.4 y para polietileno VAN=156,182.44: para el TIR con PVC = 87 % y TIR para polietileno de 176 %, ambos en función a los cultivo prevalentes maíz, papa, papayito, hortalizas, granadilla y yacón, sus costos de producción que es de la zona, lo que indica VAN > a 0 y el TIR > que la tasa de interés que es 14 %, por tanto se concluye que el material de polietileno es rentable; TIR > i 176 %, se acepta el sistema de riego 0or goteo empleando tubos de polietileno. La propuesta técnica se refiere a la mejora de la estructura para regar mediante un sistema de regulación con obras de arte asociadas y suministro de agua a las parcelas de riego. El precio del equipamiento de la estructura de riego: captadores de agua, desarenadores, tuberías, cámaras de presión, válvulas de control y módulos de riego se calcula en S/. 95.422,15 soles. Evidencia de que el cultivo en el área del proyecto se considera similar al plan de cultivo implementado por los pobladores del área durante el año, ofrece mejoras técnicas entre los mencionados del sistema convencional.

Palabras clave: Análisis económico, sistema de riego, tubería PVC, tubería polietileno.



## ABSTRACT

The use of materials to apply pressurized irrigation is based on costs that define economic characteristics in the construction process, considering the research entitled "Economic Analysis of the Sprinkler Irrigation System through the use of class 10 PVC pipe, compared to Polyethylene pipe, developed in the Chichanaco sector, district and province of Sandía, region - Puno". The general objective is the economic analysis of the pressurized irrigation system, by comparing the conventional use of class 10 PVC pipes, with the pipe system based on polyethylene, analyzing the usefulness of the project, which does not indicate that polyethylene is more practical and refers to low costs, these being with PVC pipe S/. 17,040 soles and with polyethylene pipe S/. 8,300 soles, which represents 48.70% less than the first; the evaluation of the advantages of the latter is more practical for transport, since its installation is carried out in areas with difficult access due to the physiography of the area, its installation, handling, and lower specific weight, therefore cheaper, too, The resulting profitability indices will be prolonged for PVC tubes with a NPV=147,442.4 and for polyethylene NPV=156,182.44: for the IRR with PVC = 87% and IRR for polyethylene of 176%, both depending on the prevailing crops: corn, potato, papayito, vegetables, granadilla and yacón, their production costs that are from the area, which indicates  $VAN > 0$  and the  $IRR > i$  that the interest rate is 14%, therefore it is concluded that the polyethylene material is leasable;  $IRR > i$  176%, the drip irrigation system using polyethylene pipes is accepted. The technical proposal refers to the improvement of the structure to observe through a regulation system with associated works of art and water supply to the irrigation plots. The price of the irrigation structure equipment: water collectors, grit traps, pipes, pressure chambers, control valves and irrigation modules is calculated at S/. 95,422.15 soles. Evidence that cultivation in the project area is considered similar to the cultivation plan implemented by the inhabitants of the area during the year, offers technical improvements among those mentioned in the conventional system.

Keywords: Economic analysis, irrigation system, pipe PVC, polyethylene pipe.



# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

El riego es el método natural de rociar la lluvia sobre la superficie de la tierra. El riego por aspersión como método para regar apareció a inicios de nuestro siglo, no obstante, cuando terminó de la Segunda Guerra Mundial los sistemas de riego aumentaron drásticamente gracias a la mejora de los aspersores de peso ligero de tubo de amalgama de aluminio y de mayor elevación. equipos de bombeo eficientes. El sector de la agricultura es consciente de este problema y, por lo tanto, se enfrenta a un agotamiento creciente de recursos limitados como el agua. Eficiencia en la producción de agua en las plantaciones es muy importante.

En la Provincia de Sandía, en gestiones Municipales anteriores se han ejecutados siete sistemas de riego por aspersión en andenes en sus diferentes comunidades y sectores, buscando mejorar el uso de las aguas y suelo, dentro de los cuales se encuentra el sistema para riego mediante aspersión Mororia, el sistema para riego mediante aspersión Amoyo, el sistema para riego mediante aspersión Sajuata, el sistema para riego mediante aspersión Chirihuaya Apallani, el sistema para riego mediante aspersión Sahuarani, el sistema de riego por aspersión Llamani y el sistema para riego mediante aspersión Quesñani.

En la actualidad, estos sistemas funcionan parcialmente, por lo que es imposible que puedan alcanzar sus objetivos en los plazos previstos.

En el caso específico del Sector Sahuarani de la Comunidad de Quiaca Ayllu del Distrito y Provincia de Sandia, en el año 2009 la Municipalidad Provincial de Sandia



instalo un sistema para riego mediante aspersion para el riego de 30 ha en andenes, con el objetivo de incrementar la productividad agrícola aprovechando el recurso agroclimático de la zona y con esto se pretende mejorar el estado social de toda la poblacion.

En la actualidad, de acuerdo a lo observado en campo y lo conversado con los propios agricultores, se tiene que el sistema solo riega 01 de las 10 há. Esto se debe a los problemas de tipo técnico, por ejemplo, en el sistema de captación, gracias a la topografía meticulosa del lugar de captación, se tiene problemas de sedimentación con frecuencia, que limita el volumen máximo a abastecer al sistema. La fuga en la red de distribución se produce principalmente en los portlaterales de riego, debido a una deficiente conexión de los accesorios en las construcciones civiles, los módulos de riego con que cuentan no son operados adecuadamente por la complejidad de sus áreas de riego las que se encuentran sobre andenes angostos.

En lo referente a los instrumentos de gestión para la distribución de agua, se ha constatado que la organización de usuarios no cuenta con ellos y tampoco tiene la capacidad para elaborarlos y aplicarlos. Esta situación ha limitado la incorporación del total del área de riego previsto; así mismo ha generado conflictos por el uso del agua, entre los usuarios actuales.

En ese sentido, el propósito de nuestra investigación es desarrollar una propuesta para revertir la situación problemática observada, planteando soluciones para los problemas técnicos y para el mejoramiento de capacidades de los usuarios en cuanto a la organización del sector.

El sector agrícola es consciente de este problema y, por lo tanto, se enfrenta a un agotamiento creciente de recursos limitados como el agua. Efecto La eficiencia del agua en las plantaciones es muy importante. Uno de los objetivos de los proyectos de riego



para expandir y mejorar los sistemas de riego es aumentar la capacidad de tener los recursos hídricos y aumentar la eficacia del suministro y distribución (a través de la construcción, expansión y pavimentación) de infraestructura de riego como cuencas, canales, obras de arte, etc.), sin indicar peso efectivo de aplicación en la tierra de cultivo, que tiene mucha importancia en el uso del agua.

La justificación de este proyecto es brindar una comprensión más amplia de las tecnologías recientes en el gobierno, para establecer lineamientos sobre características y procesos para la instalación; examinar el aumento de la aceptación de los tubos de polipropileno dentro del Perú, especialmente en lado agrícola, y comparar las ventajas entre ellas.

## **1.2 ANTECEDENTES DEL PROYECTO**

Por los años 40s en la ciudad de México, las investigaciones de Gordon (1958, 1964, 1981) y Karl (1966) propias de una civilización de riego: agricultura de regadío, obras hidráulicas de gran envergadura (para aquellos tiempos e incluso hasta ahora), estructuras gigantescas que aprovechan su capacidad comprobada de las grandes instituciones del sector de la plomería, lo que lleva a suponer que en la época prehispánica en México y la región andina, pudo haber tenido tal sociedad; Sugerente evidencia inicial: la existencia de estructuras masivas como pirámides.

La historia de la agricultura en el Perú viene desde hace 5000 años atrás, cuando la cultura Chavín construyó sencillos sistemas de riego y una red de acueductos al norte de Lima. Durante el siglo XVI, el Imperio Inca contaba con un avanzado sistema de riego que abastecía de para los cultivos en una fértil región costera.

En el siglo XX fue una época sin avances para la agricultura, especialmente en las décadas de 1970 y 1980. En estos treinta años anteriores, el estado del Perú ha invertido



alrededor de \$ 5 mil millones dedicados para potenciar la estructura hidrotécnica, también se incluyó a las represas, los sistemas de riego y drenaje, y ha llevado a una ampliación de la zona que está en riesgo.

Los proyectos de riego por aspersión en la Región Puno consideran prioritario, como producto de los requerimientos formulados y priorizados por las comunidades, por que tienen escasos recursos del agua que cuentan en la época de estiaje, en las diferentes comunidades se ha tenido intervención de algunas instituciones tales como, el Programa Regional de Riego y Drenaje PRORRIDRE - PRASTER del Gobierno Regional de Puno (1998), quien construyó sistemas de riego, con fuentes de agua acumulada por diferentes manantiales, infraestructuras de riego utilizada actualmente por los lugareños de Sandía.

Las familias de las comunidades, asumen el reto de aprovechamiento racional frente a la demanda creciente del agua, conscientes que en estos últimos años se sopesará un déficit de las aguas de lluvias, en las parcelas familiares y en terrenos de descanso. Para hacer frente a esta situación crítica, es requerido integrar infraestructuras de riego menor, alternativa que busca mitigar el déficit de agua de lluvia, corroborada por la “Administración Local de Agua – ALA”.

En el año 2011 el (ANA) aprobó los reglamentos de infraestructuras hidráulicas, este documento tiene un reglamento de los servicios básicos de administrar el agua las cuales están a cargo del proyecto especial y juntas de usuarios como son los operarios de la infraestructura hidráulica del país.

La Municipalidad Provincial de Sandía, a partir de 2013 que tienen como meta fundamental el contribuir al mejoramiento y poner fin a la pobreza, impulsando el desarrollo social especialmente en los valles interandinos y la selva de la región Puno, con el apoyo financiado temporalmente a las iniciativas del lugar donde viven los



ciudadanos organizados en áreas rurales que tienen mucha pobreza, para producir alimentos median proyectos relacionados al riego tecnificado en las cuencas y micro cuencas de la Provincia de Sandía.

En el Proyecto “Instalación del Sistema de Riego Tecnificado Amoyo”, en el AÑO 2016 en su propuesta justifica los caudales mediante el apoyo del MINAGRI a captar y los gastos cuando se presenten sequias en los meses húmedos pone en calma esta situación, con el constante aumento de la producción.

En el año 2016 (Alvites V.), explica que es necesario mejorar la eficiencia económica de la tierra convirtiendo el arroz en maíz e introduciendo un sistema de riego por goteo. ¿Por qué maíz? Debido a que requiere menos agua que el arroz, se adapta a otras condiciones locales. También, viene siendo un producto de mayor variedad de mercado y mejor rentabilidad económica. Esto porque ayuda a aumentar los rendimientos y, a diferencia del riego de estanques, tiene un 90% de efectividad.

### **1.3 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

El aumento de la sociedad acarrea con ella la implementación de tecnologías nuevas y actuales que están ligadas al desarrollo del cual se precisa en la sociedad de hoy, en la cual la meta es la aplicación de tuberías de polietileno en lugares accidentados con difícil acceso tal como es el proyecto del sector Chichanaco, Distrito y provincia de Sandía, región Puno. Cuando se trata de tuberías, la tecnología está propiciando el uso de sistemas plásticos que reemplazan todo tipo de materiales que se desgastan, contaminan el medio ambiente e incluso dañan la vida humana. Actualmente, los sistemas de tuberías plásticas son la solución que, además de economía y calidad, garantiza mayor seguridad en su transporte para diferentes propósitos y aplicaciones, lo que genera la necesidad de estudiar las ventajas, desventajas, beneficios y riesgos a los que está expuesta la estructura.





Varias situaciones de la vida real, como aspectos ambientales, sociales, geológicos y otros, conducen a una construcción satisfactoria para las partes interesadas.

La visión responsable de la Ingeniería tiene que estar orientado a la proporción de opciones que estén involucradas al uso racional y también a la constante estadía de la hidrología en calidad para las generaciones futuras. Este trabajo es importante porque se estudia los sistemas de riego que se aplican como tradición como el de gravedad no han sido efectivos y sin eficiencia por que se realiza uso de muchos volúmenes de agua y bajas uniformidades del riego y goteo comparando con los sistemas de riego por aspersión; con la utilización de tuberías de PVC de altas presiones con pendientes en partes accidentados. Este proyecto se encuentra justificado esencialmente por la orientación del perfeccionamiento en cuanto al aplicado del agua a las plantaciones mediante una forma del riego por aspersión con la utilización de tuberías y reservorios de polietileno para obtener bajos costos de implementación. En ese sentido, el propósito de nuestra investigación es desarrollar una propuesta para revertir la situación problemática observada, planteando soluciones para los problemas técnicos y para fortalecer las técnicas de organizaciones de usuarios del sector.

### **1.3.1 Justificación social**

Este trabajo tiene el propósito de hacer una comparación de los tipos de tuberías de lo corriente y lo de ahora en los sistemas de riego para tener una forma limpia de prestación de servicios en nuestras actividades de riego esto lleva a:

- Los ahorros del recurso en arreglar conductos de agua.
- Los ahorros de las pérdidas de agua para riego por escapes no controlados y para arreglar los conductos que están rotos o averiados.
- Mejorar la calidad de recaudación a nivel de parcela objetivo.



### **1.3.2 Justificación económica**

La economía política, sus cambios, la sociedad, el avance científico y la tecnológico han tenido grandes avances, por lo que la comparación entre el sistema tradicional (tubería de PVC) y el sistema de fusión (tubería de PP) en el sistema de Riego instalado en la provincia de Sandia es favorable para que los usuarios de la economía vivan del desarrollo y la producción agrícola, lo que reducirá el costo económico de su producción.

### **1.3.3 Justificación ambiental**

Al minimizar el uso de materiales tradicionales, se mejorará el impacto ambiental de la contaminación de ríos y vertederos con materiales residuales de materiales tradicionales. Para ayudar en el desarrollo del estudio, se presentó un argumento al considerar la instalación de riego y el examen técnico y económica entre el sistema convencional (tuberías de plástico) y el sistema de tuberías de polietileno. Este estudio se sustenta en la innovación tecnológica aplicada a los accesorios hidráulicos, tomando como modelo el sistema de riego Chichanaco para la aplicación de dichos accesorios, con el fin de reducir los costos de uso de tuberías en todos los sistemas de riego. La investigación es socialmente importante porque los resultados obtenidos después de aplicar la investigación contribuirán a promover el desarrollo agrícola. Metodológicamente este estudio desempeña como material bibliográfico para futuros estudios, así como para futuros investigadores en el tema relacionado con este tema, utilizando tubos convencionales o tubos de polietileno.

Por ello se realiza las siguientes preguntas.

- ¿Serán iguales las características de diseño hidráulico de tubería y reservorio de polietileno, que los obtenidos con tuberías de PVC clase 10?



- ¿Con la aplicación de tuberías de polietileno se reducirán los costos de la infraestructura?

## **1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.4.1 Objetivo general**

Análisis Económico del Sistema de Riego por Aspersión mediante el uso de tubería PVC clase 10, frente a Polietileno del sector Chichanaco, distrito Sandia-Puno.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Comparar económicamente el sistema de riego por aspersión con tuberías PVC clase 10 y el sistema por tuberías y reservorio de polietileno, mediante la obtención de costos y presupuestos y determinar ventajas y desventajas del sistema de riego por aspersión por el empleo de tuberías de polietileno.
- Evaluar económicamente la rentabilidad de la propuesta del sistema de riego por aspersión para cultivos de pan llevar en el área de estudio.

## **1.5 HIPÓTESIS**

El uso de tuberías de polietileno es técnica, económicamente eficiente y de bajos costos, frente al uso del sistema convencional de tubería PVC clase 10.



## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1 DEFINICIÓN DE CONCEPTOS BÁSICOS EN SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN

##### 2.1.1 Sistemas de riego

Según Broeks y Calderón (1996) “ es un conjunto en el que interactúan diferentes componentes técnicos, sociales y económicos-productivos”.

Tiene como parte técnica a la construcción para el tratamiento y aplicación del agua a las zonas de cultivo.

La parte social de esto es la administración como también el organizarse para distribuir el agua, los datos de registro, la conservación de la estructura y también el resolver problemas, el componente económico – productivo es la producción agrícola y/o pecuaria hechas en los lugares de riego.

Según Anten y Willet (2000) “El sistema consta de tres componentes: la infraestructura, la organización de operación y mantenimiento, y el sistema de producción agrícola irrigado.”.

Moya (2002) indica que “Los métodos de riego modernos utilizan el riego por goteo y el riego por microaspersión (riego local), que consiste en regar el suelo de manera local, es decir, mojar solo un área limitada del sistema radicular. Estos métodos son adecuados para áreas de escasez de agua porque se aplican en dosis pequeñas y frecuentes, lo que permite un mayor control sobre el uso del agua y otros beneficios agrícolas”.



### 2.1.2 Riego por aspersión

Por su parte Benites (2000) afirma “El enfoque del sistema de riego por aspersión implica seleccionar una red de tuberías para suministrar agua a los aspersores, a la presión adecuada, para mover el agua por encima del suelo, en forma de gotas, para simular la lluvia.”.

Castañón (2000) es un método para regar en donde se rocía el agua sobre tierra como imitando la lluvia esta agua es transportado muy sutilmente en tubos con poca presión mediante gotas al suelo. En cambio, viajan en un conducto forzado hasta el rociador, y desde allí descienden por el aire como la lluvia hasta su ubicación, filtrándose sin moverse por el suelo. Para una distribución efectiva, es necesario instalar suministros de riego en el lugar y también lograr una presión baja de agua.

Tarjuelo (1999) “los beneficios del riego por aspersión se deben principalmente a dos aspectos principales: el manejo del riego está limitado únicamente por las condiciones climáticas (pérdidas por evaporación o arrastre y efecto del viento en la distribución uniforme)”. La uniformidad de la aplicación es independiente de las propiedades hidrológicas del suelo.

Velasco (2013) indica el antecedente del riego por aspersión como un proceso para el riego que fue iniciado a inicios del presente siglo cuando fue terminando el conflicto mundial conocido como “La segunda Guerra mundial”, fue el momento de un auge de instalaciones de riego por aspersión e incremento porque fueron perfeccionaron los aspersores, por el peso ínfimo de los tubos de amalgama de aluminio y a las maquinas que bombean agua con mejor rendimiento.

Valverde (2007) indica que “un sistema de riego, al conjunto de estructuras, hace posible que una determinada área pueda ser cultivada con la aplicación del agua necesaria



a las plantas”.

Durango (2001) indica que este riesgo es una actividad de agronomía con mucha importancia que ayuda a adquirir potencialmente el desarrollo de la agricultura de las plantaciones exponenciando el rendimiento de estos.

FAO (2015) “El agua es la sustancia más abundante en la Tierra y el único líquido, sólido y gas presente en la atmósfera. La mayor fuente de agua se encuentra en los océanos, que contienen el 97% del agua de la Tierra. Es agua salada, donde solo vive vida marina. El resto es agua dulce, pero no toda está disponible: la mayor parte permanece permanentemente congelada, formando regiones polares y casquetes polares”.

“Aparte la modificación de las técnicas de irrigación, también es posible obtener mejoras en la eficacia del agua y una reducción de los costes mediante programas de formación e intercambio de conocimientos que adiestren a los agricultores en el uso de prácticas hídricas más eficientes” (Bolzan, Spatola, & Chiera, 2010).

### **2.1.3 Tipos de sistema de riego por aspersión**

Olarte (2003) los define según su punto de vista en:

- Por sus magnitudes.
- Por sus formas de operaciones.
- Por las presiones aplicadas al sistema.
- Por los niveles tecnológicos empleados.

Losada (2000) indica que es una actividad de gotear el suelo con el agua con tal que las plantas reciban los nutrientes que requieren, ayudando a crecer. Utilizado en agricultura y horticultura. Sistema de riego agrícola: Riego por goteo difuso Riego con



cinta Riego por microaspersión Riego con boquillas.

#### **2.1.4 Componentes de los sistemas de riego por aspersión**

Broeks y Calderón (1996) Un sistema de riego por aspersión consta de varios elementos: entrada de aire, manguera abierta o cerrada o manguera de presión barométrica, tubería de presión, válvula o colectores de entrada, rompedores de presión, grifos móviles y aspersores.

##### **a. Captación**

Monumento majestuoso que se encuentra en una fuente de agua, ya sea un manantial, un canal o un arroyo. Con el motivo de regar la tierra y cultivos se suelen utilizar pequeños manantiales con un caudal de 0,1 a 10 l/s o más. Las infraestructuras que se pueden utilizar como colectores son estructuras típicas que recogen agua para fines domésticos.

##### **b. Conducción**

La tubería principal, si es posible, comienza hacia la pendiente más pronunciada de la tierra. Esta carretera realiza el desviar la fluidez del agua y distribuye entre líneas, conocidas como gargantas laterales, y de ellas a través de tuberías de elevación para conectar a los rociadores.

En varios casos diferentes, por la ubicación de la fuente de agua y la topografía, en nuestras vertientes andinas, se da el caso de que las cabeceras (manantiales y manantiales) se ubican a mayor distancia que el jefe de hogar.

Una alternativa económica es suministrar agua a través de tuberías selladas a presión atmosférico en la zona de toma.



**c. Reservorio o Cámara de Carga**

Este diseño permite captar el caudal y distribuirlo proporcionalmente sobre la superficie regada del módulo, es decir, regula la fluidez de agua que ingresa en la red y empieza a llenar el sistema de rociadores para mantener el caudal completo en la tubería utilizando nivel hidráulico cargas Su tamaño se basa en el tiempo de llenado y la ausencia de carga en la cámara es igual al número de aspersores en funcionamiento.

**d. Red de Distribución**

Así es como se entrega y reparte agua para riego, esto muy amenudo se entierra a bajo la tierra a aproximadamente 0,80 m por debajo de la nivel de la tierra. Este material usará puntas que salen a la superficie a través de las mangueras de agua.

**e. Cámara de rompe presión**

Es utilizado en varias secciones de la tubería están bajo presión, muy a menudo en sistemas de nivel medio a niveles altos donde la tubería principal está ubicada en una pendiente. La presión excesiva hace que el golpe de ariete destruya las tuberías. De tal manera, esta zona con presión alta tiene la función de difuminar la sobrepresión de tal forma que se logra tener una presión adecuada. Existen casos en los cuales, dentro de la parcela, se presenta la sobre presión. Para derivar el caudal con una presión de trabajo, adecuado a la subparcela, aguas arriba, primero se disipa la sobre presión, con la cámara rompe presión.

Salcedo (2018) esta estructura tiene la función de controlar la presión en las líneas presurizadas, normalmente se ubican a menos de 50 mts de desnivel. En Unuraqui,

Media tuna, LLactamachacmarca, Racchy ayllu (Cusco), se disponen de estas estructuras. Durante la operación se ha detectado algunos rebales por la tubería de desfogue a causa de una inadecuada regulación dela válvula principal. Es decir se tiene





un excedente respecto al caudal requerido por los aspersores en operación.

**f. Hidrantes**

Broeks y Calderón (1996) Son pequeñas tomas de agua a presión situadas en el borde de la zona regada y conectadas a una red de distribución con una unidad de riego principal móvil conectada con una herramienta llamado acople simple. Este diseño se pondrá en la tubería principal y/o auxiliar de acuerdo al diseño preestablecido en cada módulo.

**g. Distancia y Superposición de Aspersores.**

El espaciamiento de un aspersor a otro está definido acorde al modelo del sistema, por este motivo el diseño del aspersor, el caudal y la presión operativa disponible, la superficie, la forma del sitio, etc. La presencia de viento, altas temperaturas y heladas afectan significativamente las condiciones climáticas de la zona.

Tipos de disposición que son utilizadas para tener un distanciamiento:.

- Disposición en cuadrado.- la distancia de un aspersor al otro es igual al del lateral.
- Disposición en rectángulo.- la distancia de un aspersor al otro es poca a la longitud entre laterales.
- Disposición en triángulo equilátero.- la distancia de un aspersor al otro es igual al de los laterales. Para el cumplimiento de distancia entre tres bolillos.

**h. Mangueras**

Broeks y Calderón (1996) son utilizadas en máquinas móviles de riego, a



menudo se usan de polietileno, los lugares donde se adhieren los elevadores mediante mecanismos de soporte o trípode y además se pueden conectar a los aspersores.

#### **i. Aspersores**

Olarte (2003) “son aparatos mecánico-hidráulicos que se encargan de llevar el agua al suelo en forma de lluvia continua con cierta uniformidad y precipitación suficiente, sin formar caudal. El resorte de expansión determina la fuerza de retorno del martillo que golpea el cuerpo del rociador, el martillo asegura el movimiento del cuerpo del rociador”.

#### **Tipos de Aspersores**

Hay gran variedad de aspersores, estas son clasificadas desde muchos perfiles:

#### **Por su ángulo de rotación**

Aspersores de círculo completo. Tiene la capacidad de giro en 360° alrededor de su eje al momento de su funcionamiento.

#### **Aspersores sectoriales**

Estos son aspersores pueden ajustar el ángulo de riego de 0° a 360°. Son utilizados en taludes para no causar una erosión del suelo en la parte superior de la tierra o en el límite del lote.

#### **Aspersores mixtos**

Algunos de estos tienen estas características de dar riego en un radio entero o también sectorialmente.



## **Por la presión de trabajo**

Rociador de baja presión, tipo operativo con una presión de trabajo promedio de 10 a 20 mca = 1 a 2 kgf/cm<sup>2</sup> o 14,22 - 28,44 psi. Son utilizados al momento de las cargas de compresión son limitadas. Como también, el diámetro mojado es poco, la uniformidad es buena, la fuerza de aplicación es amplia y es recomendado para suelos con grandes pendientes y parcelas muy débiles.

El rociador de presión media es el tipo operativo con una presión operativa promedio de 20 a 40 mca = 2 a 4 kg/cm<sup>2</sup> o 28,44 - 56,88 psi. Se adapta a diferentes tipos de parcelas y suelos, los diámetros de humectación son de 20 a 40 metros, y la intensidad de aplicación es diversa. Tienen buena homogeneidad. Son ampliamente utilizados en el terreno montañoso de la región andina.

Los rociadores de alta presión operan en el rango de 40 a 90 mca = 4 a 9 kg/cm<sup>2</sup> o 56,88 - 128 psi y cuentan con un diámetro de humectación mayor de 70 m, utilizando caudales altos, un espacio amplio y una fuerza de aplicación superior a 10 mm/hora El viento daña en gran medida a la aplicación uniforme. Recomendado para uso con provisiones para riego de terrenos con fuertes pendientes.

## **Accesorios Múltiples**

Son las herramientas necesarias para hacer la conexión entre los componentes y adaptar el sistema a la topografía del terreno, y suelen incluir: accesorios, codos, tees, válvulas, reductores, casquillos, conjuntos de compresión, etc.



### 2.1.5 Tipos de tubería

Ramos (2013) Señaló que “los materiales más comunes para la ingeniería de sistemas de riego son el PVC y el PE (polietileno) que tienen una mayor resistencia mecánica del PVC que del PE. Afirma que los tubos funcionan "bajo presión" permitiendo que el agua fluya, incluso en una pendiente inversa. Para ello necesitan una determinada cantidad de energía por unidad de peso, que es suministrada por el grupo motobomba”.

Ramírez (2010) indica que la tubería y conexiones son de polivinilo de cloruro PVC hidráulico RD-26 de diferentes diámetros, los que minimizan el precio de implementación del sistema de riego por aspersión.

Saldarriaga (2001) Tubo de pvc. Existe una gran variación de las características físicas y químicas de los plásticos más corrientes, lo que significa que hay muchos grados y calidades diferentes. El PVC viene en cuatro grados de diferentes calidades y hay tres de tubería de PVC: calibre 40, 80 y 120, que son utilizados para transportar agua a los sistemas de riego.

Astudillo (2007) la composición más corriente para la ingeniería de sistemas de riego son el PVC y polietileno, el PVC y el PE tienen propiedades mecánicas más altas que el PE. Otro tubo muy utilizado es el de aluminio que, por su peso ligero y de muy fácil acoplamiento, tiene un gran nivel de aceptación en los portátiles de riego por aspersión.

Israelsen (2011) tubo de PE. Los etilenos se obtienen de los polietilenos, lo que hace que se polimerice al someterlo al calor y presión. Los tubos de PE se obtienen por roscado; Este tipo tiene dos ventajas sobre el PVC: Se puede poner a la intemperie (debido al PVC, si se expone durante mucho tiempo a la luz del sol puede reducir su durabilidad). Es más adaptable y poco quebradizo.



Mataix (1994) especifica que la medida de la circunferencia de los tubos utilizados en el sistema se toma de acuerdo con el caudal y de acuerdo con los siguientes criterios: para pérdida mínima; Mayor diámetro de tubo. por costos mínimos; Diámetro de tubo más pequeño.

Ramirez (2015) Se menciona que los accesorios (accesorios) significan accesorios utilizados para conectar tuberías debido a la forma del accesorio. Están fabricados en materiales diversos (PVC, PE, cobre, aluminio, acero, fundición, hormigón, etc.) en un alto número de formas y tamaños. Para obtener más datos, simplemente use una categoría especializada donde se pueden encontrar sus propiedades físicas (diámetro, altura, peso, etc.).

Castañón (2000) Explica que una válvula de retención, está diseñada para hacer que el agua no regrese a la bomba, evitando quiebres o fisuras por la circulación regresivo de la bomba, así como evitando que los tubos se vacíen, lo que permite un arranque más rápido. y una instalación más segura del sistema, ya que protegen la bomba de una presión excesiva. Estas válvulas funcionan automáticamente por presión en ambos sentidos, permitiendo la apertura y el cierre.

Luque (2006) Denota válvulas de mariposa: “su mecanismo de cierre es un disco circular que gira en un ángulo de 90 grados para abrir y cerrar, como en las válvulas de bola, el volante indica su estado. Se fabrican en una variedad de estilos, materiales y diámetros superiores a 50 milisegundos. Este tipo de válvula suele fabricarse en PVC con diámetros que van desde los 75 mm hasta los 315 mm. Tienen la ventaja de tener muy poca progresión en la dirección del flujo en relación con su diámetro, lo que los hace muy útiles en lugares que ahorran espacio, como estaciones de bombeo y aspersores”.

Huamani & Ruiz (2016) Explica el diseño de la línea principal para los requisitos



del sistema completo para determinar los requisitos máximos de potencia y presión. La pérdida en punta de un trozo de tubo (de una sola medida de radio o formada por varias medidas de radio) se calcula según la ecuación de Hazen-Williams.

### 2.1.6 Tuberías de polietileno

Atkins y Jones (2012) describe a estas como “El polipropileno es un polímero termoplástico parcialmente amorfo obtenido por polimerización de propileno (o propeno). Pertenece al grupo de las poliolefinas y tiene muchas aplicaciones, entre las que se incluyen el envasado de alimentos, textiles, equipos de laboratorio, componentes de automoción y membranas.”.

Chang (2002) menciona que entre sus principales características distintivas:

- Incoloro y sólido.
- Es muy resistente al impacto y Varios estados químicos y térmicos.
- También es muy ligero.
- Tiene gran dureza.
- Al mismo tiempo muy flexible.

Ribas (2000) “El polietileno es quizás el polímero más común en la vida cotidiana. Es el tipo de plástico más común en el mundo. Es el polímero con el que se fabrican las bolsas de supermercado, las botellas de champú, los juguetes e incluso los chalecos antibalas. Debido a que es un material muy versátil, tiene una estructura muy simple y es el más simple de los polímeros comerciales”.

Masterton y Hurley (2003) Es un polímero sintético termoplástico adquirido mediante polimerización del etileno. Es una sustancia parcialmente cristalina y



parcialmente amorfa, de color blanco y transparente. En el mercado se encuentran diversos tipos de polietileno como consecuencia de las diferentes condiciones de funcionamiento que se realizan en la reacción de polimerización.

Atkins, Overton, Rourke y Weller (2006) Lo clasifica como un "termoplástico", y el nombre se relaciona con el molde en que el plástico reacciona al calor. Los termoplásticos se convierten en líquido en su punto de fusión. Una de las principales propiedades beneficiosas de los termoplásticos es que pueden calentarse hasta el punto de fusión, enfriarse y recalentarse sin un deterioro significativo. -.

Herring, Harwood y Petrucci (2003) idica que “Varias propiedades hacen del polietileno una materia prima adecuada para miles de materiales fabricados, entre las que se encuentran el bajo peso, la flexibilidad, la durabilidad, la alta resistencia química y las excepcionales propiedades eléctricas”.

Ramírez (2015) Aportó a nosotros cuando nos dijo que estar al día y utilizar la tecnología es muy importante en la ingeniería y la industria, a utilizar materiales nuevos y tecnologías que nos ayuden a prevenir o solucionar un problema si es necesario.

Masterton (2003) define “Las tuberías de paredes más gruesas se utilizan para transportar agua, generalmente en granjas y minas, donde la facilidad de instalación de los tubos, son resistentes a la corrosión del suelo también resistente al peso ligero son factores importantes. Otra aplicación de las tuberías de polietileno es en instalaciones de calefacción radiante”.

Casanova (2005) Análisis comparativo de fusión múltiple y cobre para instalaciones interiores de agua potable. Nos comentó que luego de culminar su investigación, pudimos notar lo siguiente: Las tuberías de plástico se introdujeron en el rápido desarrollo de los lugares (materias primas como: policloruro de vinilo (PVC)).



Fabián y Sandoval (2013) menciona que el polipropileno tiene origen a inicios de los años 50s en un intento de polimerizar olefinas, y Paul Hogan y Robert Banks lo polimerizaron con éxito por primera vez, no obstante ni el catalizador tampoco sus propiedades solían ser las adecuadas para industrializarlas. Luego, después de muchos intentos, el alemán Karl Ziegler obtuvo 28 polietilenos de muy buena densidad, con sus propios catalizadores. organometálico; Por sus excelentes usos se les llamó catalizadores Ziegler ya finalizando el año 1953 fue cuando se dio a conocer el polipropileno.

Añade Casanova (2005) “Recuérdese que el polipropileno es obtenido por polimerización de propileno (o propeno). Esta es parte del conjunto de las poliolefinas y tiene una gran variedad para poder ser aplicada, estas pueden ser empaques de alimentos, textiles, equipos de laboratorio, componentes automotrices y membranas.”.

### **2.1.7 Análisis de rentabilidad económica**

Alvites (2016) Explica la necesidad de aumentar la eficiencia económica de la tierra, a través de la conversión de arroz a maíz y la integración del sistema de riego por goteo. ¿Por qué maíz? Debido a que sus requerimientos de agua son menores que el arroz, se ajusta a los demás caracteres de la tierra. También, es un material dinámico de mercado. ¿Por qué riego por goteo? Promueve mayores rendimientos de los cultivos y, a diferencia del riego de estanques, tiene una eficiencia del 90%.

Mansilla (2009) Indica que se necesita información para la posibilidad económica y técnica de invertir en equipos de riego por aspersión en pastizales, dadas las opciones al sur de Chile. Lo anterior guiará las decisiones de los agricultores con respecto al riego.

Sapag (2007) Se realiza una evaluación económica para poder ver si es factible o no el proyecto, basado en características propias de los mercados, en la que son comparados las utilidades que están asociadas a las inversiones con los flujos de caja





proyectados del proyecto. Intercambio.

Ramírez (2010) Proporcionar un análisis general para diseñar los canales de riego; Así como crear condiciones operativas óptimas con las cuales sean eficaces los recursos naturales disponibles para aplicaciones de riego de cultivos..

### **2.1.8 Evaluación económica (VAN, TIR, RB/C)**

León (2004) El VAN y el TIR Explica la necesidad de aumentar la eficiencia económica de la tierra, a través de la conversión de arroz a maíz y la integración.

Beltrán y Cueva (1998) indica que estas son “instrumentos financieros derivados del conjunto de fórmulas de matemática las misma que nos ayudan a medir cuan rentable es un proyecto de inversión, también conocidas como las inversiones que podemos realizar en un negocio existente, como el desarrollo de un nuevo producto, la compra de nuevos equipos, la ingeniería, etc”.

Salvarredy, García y Rodríguez (2003) Indica que se necesita información de la factibilidad económica y técnica de invertir en equipos de riego por aspersión en pastizales, dadas según sea la índole al sur de Chile. Todo ello guiará las decisiones de los agricultores con respecto al riego.

Añade Sapag (2000) “Se realiza una evaluación económica Determinar la viabilidad de un proyecto en función de las características del mercado comparando los beneficios de las decisiones de inversión con los flujos de caja proyectados del proyecto. Intercambio”.

Court (2009) Proporcionar un estudio general para el diseño de canales de riego; tales como crear condiciones operativas óptimas para dar eficacia a los recursos naturales disponibles para aplicaciones de riego de cultivos.



### 2.1.9 Producción del maíz

El Programa Nacional de Innovación Agraria en Maíz del INIA (2012) Definiendo su rol en el panorama agropecuario nacional y de acuerdo con los objetivos del INIA, orientando sus actividades innovadoras hacia la creación de tecnologías apropiadas para el cultivo del maíz, incrementando el lado productivo y reduciendo el precio para producirlo, teniendo como eje las semillas y el manejo integrado del cultivo.

En Perú el cultivo con mayor predominio son dos tipos de maíz: la variedad blanca almidonada, casi en su mayoría en la sierra, y la variedad amarilla dura, en los valles costeros y valles entre los andes y bosques densos. La Sierra, por su agroecología, permite que la biodiversidad de cultivares de maíz, como coleb, paxo y violeta, sea aceptada en el mercado.

El Instituto de Cooperación para la Agricultura (IICA) (2004) establece que la producción promedio de maíz feculento es de 800 a 1000 kg/ha en la Sierra. El bajo rendimiento es por una defectuosa selección de semillas, la fertilidad del suelo y la labranza inadecuada.

Programa Desarrollo Rural Sostenible (2009). informa que el maíz se cultiva los 0 msnm hasta los 3900 msnm en las costas del lago Titicaca y Es uno de los cereales de mayor importancia que además son utilizados por los seres humanos como alimento o para los animales, ya sea directamente o mediante procesamiento.

Universidad Nacional Agraria La Molina (2010) El maíz utiliza normalmente 7000 m<sup>3</sup>/ha (según el método de autoflujo) y cuando se utiliza un sistema de riego por goteo, el consumo de agua es de 3000 a 3500 m<sup>3</sup>.



## 2.1.10 Aspectos topográficos

### 2.1.10.1 Topografía

Olarte (2003) La topografía del terreno es una de las consideraciones más importantes al decidir emprender un proyecto de rociadores. Cuando el suelo tiene una pendiente suave, se pueden realizar todos los métodos de riego, ya sea a chorro, aspersión, microrriego o riego por goteo. Pero, al momento que la pendiente aumenta a niveles superiores al 15%, lo mejor sería utilizar el riego por aspersión, microrriego, ya que son independientes de la topografía del suelo.

En las laderas está prohibido el riego por gravedad, ya que el riego en las laderas suele provocar una grave erosión del suelo, salvo que se hayan realizado obras anteriores, como construcción de escalera, encofrado de plataforma, etc.

En las parcelas del Valle Panandino, que se encuentran en la región andina, la ubicación de los manantiales se vuelven favorables, debido a la desigualdad natural entre los recursos hídricos y las tierras que pueden vincularse al riego por redes. de la tubería, que crea la presión necesaria para Cuando un sistema de riego presurizado está en funcionamiento, este factor clave permite la construcción de un sistema de rociadores de ladera de bajo costo.

Mc Cormac (2004) es la que manipula el tamaño y la circunferencia de la superficie terrestre que mide la tierra en su estado natural, y también identifica lugares y el nivel óptimo para realizar carreteras, puentes, canales, represas y demas estructuras. Se basan en la información recogida del mismo terreno y mediante procedimientos matemáticos básicos, se calcula la distancia, ángulo, dirección, coordenada, altura, superficie o volumen según las necesidades según sea el caso. Cabe señalar que esta misma trata la superficie terrestre como planicie, puesto que no se toma en cuenta la tierra



curveada.

Ballesteros (2011) Varios autores definen la topografía en dos partes principales, una como planicie y otra como altímetro, las cuales requieren una fácil y práctica descripción. Medida planetaria. Estas tienen en cuenta el terreno proyectado horizontalmente e imaginariamente supone que es la superficie media de la Tierra. Medida de altura. Tiene en cuenta la diferencia de grados entre diferentes puntos del terreno.

#### **2.1.10.2 Levantamiento topográfico planimétrico**

Mc Cormac (2004) *Planimetría*: Se discuten métodos para mostrar parcelas de tierra en una proyección horizontal en un plano o un mapa a una escala específica. Las mediciones de planitud se pueden realizar utilizando varios dispositivos topográficos, como cepilladoras, teodolitos mecánicos, telémetros, teodolitos electrónicos y estaciones totales.

#### **2.1.10.3 Levantamiento topográfico altimétrico**

Torres (2004) Un altímetro es una parte del terreno que determina y estima la elevación de puntos sobre una superficie plana. El altímetro tiene en cuenta la diferencia de nivel entre puntos de diferente estructura de ingeniería, esta solución se conoce como Nivelación. Luego se definió que es el arte de medir la diferencia de cota entre dos o más puntos, dependiendo la precisión de estas medidas del fin previsto y de los recursos disponibles.

## **2.2 ESTUDIO HIDROLÓGICO DE LA CUENCA – OFERTA HIDRICA**

Monsalve (1999) menciona que “La hidrología se ocupa del agua en la Tierra, su existencia y distribución, sus propiedades físicas y químicas y sus efectos sobre el medio ambiente, incluida su relación con los organismos vivos. El campo de la



hidrología abarca toda la historia de los mares de la Tierra”.

Ramos (2000) Una cuenca de flujo o un sistema de canales combinados es un área que facilita el flujo de modo que todo el flujo que ocurre en él se descargue a través de una salida.



## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

##### 3.1.1 Ubicación política

##### a) Ubicación Geográfica

Coordenadas: 14°14'54"S 69°25'52"O

Longitud: de O69°26'13.06"

Latitud: de S14°17'30.95"

##### COORDENADAS UTM

Norte : de 8416560.578

Este : de 449770.994

Altitud : 2260 a 2895 m.s.n.m. (área del proyecto)

##### b) Ubicación Política

Localidad : Chichanaco

Sector : Chichanaco

Distrito : Sandia

Provincia : Sandia

Región : Puno



**Figura 1.** Ubicación

Fuente: Municipalidad provincial

### 3.1.2 Vías de acceso

#### Accesibilidad ámbito del Proyecto de investigación

**Tabla 1.** Ruta Puno-Juliaca-San Antonio de Putina – Sandia - Chichanaco

N°	TRAMO	DISTANCIA (Km.)	TIEMPO (Min.)	TIPO DE VIA PRINCIPAL VIA	
1	Juliaca – San Antonio de Putina	70	90	Asfaltada	Juliaca – San Antonio de Putina
2	San Antonio de Putina – Sandia	116.31	250	Afirmada	San Antonio de Putina – Sandia
3	Sandia – Chichanaco	10.0	120	Herradura	Sandia - Chichanaco

### 3.1.3 Clima

La provincia de Sandia tiene un clima de más frío a más cálido, pero casi siempre es cálido y templado, con algunos estratos ecológicos entre los 500 y los 5.900 mm. sus valles son angostos, profundos y cerrados, con una temperatura promedio que oscila entre una mayor de 25°C y una menor de -3°C y una temperatura promedio de 7.5°C, que también varía según las estaciones de verano, invierno, primavera y otoño, las precipitaciones también varían pero en promedio fluctúan alrededor de 1800 mm. La cantidad de evaporación varía considerablemente de 1700 a 2500 mm/año.

### 3.1.4 Condiciones climáticas

Como indican la información que se obtuvo de la estación meteorológica de Cuyo Cuyo, el área de estudio presenta las siguientes características climáticas.

La precipitación total promedio anual es de 654.58 mm. registrándose los meses más lluviosos de diciembre a marzo con precipitaciones de 106.54 mm. 134.66 mm. 108.71 mm y 101.71 mm. Y respectivamente los meses con escasa precipitación pluvial



se presentan en los meses de mayo a setiembre.

Como se muestra en el siguiente cuadro.

**Tabla 2.** Precipitación total promedio anual

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL
NºAÑOS	42.00	42.00	42.00	42.00	42.00	42.00	42.00	42.00	42.00	42.00	42.00	42.00	42.00
PROM	134.56	108.71	101.71	40.19	11.69	5.20	4.01	10.41	28.19	42.70	60.67	106.54	654.58
PPMIN	25.00	20.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.00	5.00	27.00	392.00
PPMAX	326.00	237.00	270.00	166.00	75.00	51.00	30.00	72.00	104.00	106.00	131.00	195.00	958.00
D.STD.	54.84	52.54	49.79	32.88	14.17	10.86	6.11	12.96	23.84	23.71	32.06	43.18	135.03

Fuente: Senamhi Puno, Precipitación media anual.

La Humedad relativa promedio anual es de 893.67 mm, registrándose el mes de mayor humedad el mes de octubre, de menor humedad el mes de setiembre con 84.80 mm. Estos datos son promedios de los últimos seis años datos recogidos desde el año 2013 al 2018.

**Tabla 3.** Humedad relativa

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
Nº AÑOS	6.00	6.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	6.00
PROM	81.83	87.33	86.80	86.40	87.00	87.40	87.20	87.40	84.80	89.40	86.00	87.00	893.67

Fuente: Senamhi Puno, Humedad Relativa.

La velocidad del viento registrado en la estación meteorológica de Cuyo Cuyo. El promedio anual es de 38.36 m/seg, registrándose el mes con mayor viento el mes de agosto con 5.06 m/seg. El mes con menos viento es el mes de diciembre con 2.30 m/seg.

**Tabla 4.** Velocidad del Viento

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
Nº	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
AÑOS													
PRO	2.52	2.54	2.78	3.06	3.40	4.04	4.34	5.06	2.68	2.66	2.98	2.30	38.36

Fuente: SENAMHI Puno.

La evaporación registrada por el tanque tipo A, da como resultado un promedio total anual de 29.26 mm. Presentándose el valor máximo en el mes de agosto, que equivale a 2.84 mm/día, la evaporación mínima se registra en el mes de enero con 1.98 mm

**Tabla 5.** Evaporación Tanque Tipo A

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
NºAÑOS	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
PROM	1.98	2.02	2.12	2.48	2.60	2.58	2.62	2.84	2.58	2.50	2.82	2.12	29.26

Fuente: Senamhi Puno, Evaporación Tanque Clase "A".

### 3.1.5 Cultivos

Los cultivos sembrados en el área instalada con el sistema de riego por aspersión son cultivos de pan llevar (papa, maíz, yacón y otros), frutales (granadilla, papayita) y hortalizas en un área total de 10.00 has.

Los cultivos como papa y maíz son comercializados en la capital de provincia, distritos de toda la provincia de Sandía y también en los distritos de Ananea y aldeaños.

### 3.1.6 Fuentes de agua

La principal fuente hídrica que abastece el riego por aspersión es el manantial Pauchinta Quinray tiene un caudal justo del mes de agosto de 0.56 l/s.



### **3.1.7 Relieve**

El cauce principal de la cuenca del río Sandia comienza a una altura de más de 5.700 msnm y con una longitud de 109,25 kilómetros desde su inicio hasta su desembocadura del río Houari Houari. En la parte alta de la cuenca, a una altitud de 4.500 a 5.700 m sobre el nivel del mar, suele estar constituida por un suelo protector, constituido por la Cordillera Oriental de los Andes (Cordillera de Apollobamba), mientras que a altitudes entre 4.500 y 3800 m el terreno se utiliza como pasto natural para la cría de camellos, ya que la vegetación consiste en pasto buna.

En altitudes entre 2.100 y 3.800 msnm, la tierra de la cuenca se utiliza en parte para la agricultura. Cabe señalar que la topografía de la cuenca, a una altitud de 2100 a 5700 msnm, está formada por montañas cuyas pendientes muchas veces superan el 70%, aspecto que trunca las posibilidades del sector agrícola. Desde la parte central de la cuenca, cerca del pueblo de Sandia, hasta la desembocadura del río Inambari, las orillas del río Sandia están bordeadas por altas montañas y la pendiente es casi vertical. Donde árboles frutales, café, etc. Dormí en pequeños balcones. El canal principal en el camino a su desembocadura está conectado a un desagüe lateral de varias cuencas pequeñas. Los canales son básicamente plataformas.

## **3.2 MATERIALES E INSTRUMENTOS**

### **3.2.1 Equipos y materiales**

#### **Materiales utilizados en levantamiento topográfico – Planimetría**

- Estación total Leica y accesorios (trípode, prismas).
- GPS Garmin.
- Wincha de 50 mts.



- Flexometro de 5 mts.
- Calculadora de bolsillo
- Libreta de campo
- Eclímetro
- Estacas de madera.

### **3.2.2 Herramientas informáticas**

- Equipo de cómputo e impresión.
- Libreta de campo utilizado en el levantamiento topográfico.
- Equipos para dibujo.
- Software “Microsoft Word, Microsoft Excel, Microsoft Power Point”.
- Autocad 2013, Autocad Land 2009, Civil 3D y S10).
- Materiales bibliográficos Adquiridos y existentes.

## **3.3 METODOLOGÍA**

### **3.3.1 Tipo de investigación**

La metodología que se utiliza en el presente proyecto será; investigación aplicada – descriptiva. Se ha empleado la media que es el promedio para los costos de producción de la cedula de cultivo para la zona de Chichanaco.

### **3.3.2 Población**

Una población es un conjunto de individuos para los cuales los resultados de un estudio serán generalizados, limitados por sus características que tengan en comun y



definidos en el espacio y el tiempo, para este estudio se consideran población los 8 sistemas de riego, incluido el sistema de riego Chichanaco, que se han implementado en la zona de Sandia, los cuales tienen similitud en la fisiografía y la cedula de cultivo.

### **3.3.3 Muestra**

Se considera como parte de la selección de la población, y sirve para derivar las características comunes de la población, específicamente para este estudio el entorno es el sistema de riego Chichanaco.

### **3.3.4 Metodología por objetivos específico**

#### **a. Para el análisis comparativo económico entre el sistema de riego por tuberías PVC clase 10 y el sistema por tuberías de polietileno es la siguiente:**

- Primeramente, se realizó el levantamiento de los datos: quiere decir que se recopiló los datos básicos, temáticos y como también la información alfanumérica como registra, fichas catastrales y otros.
- Digitalización: quiere decir atrapar datos cartográficos en un formato analógico (cartas nacionales) en formato digital (computadora).
- Digitación: actividad que requiere digitar los datos alfanumérica con el propósito de guardar en sus bases de datos y hoja de cálculo.
- Manipulación de los datos: quiere decir realizar procesos en donde se requiera extraer o buscar la información útil para llegar a los objetivos planteados y también a los requerimientos de los usuarios. Estas pueden incluir:
- La extracción de información mediante especificaciones: geométricas, topográficas, comparativas, alfanuméricas, etc.



- La extracción de información con estas condiciones así introducir el dominio requerido y condiciones geométricas, topográficas, comparativas
- Diseñar la línea de conducción como también la red por donde serán distribuidos del plano de la digitalización de la base de datos, acorde con la información que presente.
- Diseño de redes, evaluados y optimizados con sus velocidades máximas y mínimas de acuerdo a la pendiente.
- Utilización del software S10 para el cálculo de costos y presupuestos del sistema de riego.

Para este trabajo se utilizó el tipo descriptivo y también el exploratorio, estas por que se establece características iniciando de la información adquirida del mercado objetivo. Exploratoria porque estos resultados nos dilucidaron de factores de importancia las cuales serán requeridas para tomar decisiones.

#### VARIABLES DE INVESTIGACIÓN

- Variable dependiente: costo
- Variable independiente: Tuberías de polietileno, tuberías de PVC clase 10.

#### **b.- Para el análisis de la rentabilidad de la propuesta del sistema de riego por aspersión en el área de estudio**

- Se a evaluado los costos de instalación del sistema de riego por aspersión utilizando tubos de polietileno y PVC C-10, en los cultivos del maíz, papa, yacon, papayita, granadilla y hortalizas.
- Se ha evaluado empleando los métodos de evaluación económica del



proyecto de riego por aspersión.

- Se ha calculado el flujo de caja para interpretar los costos e ingresos del proyecto, con la utilización de tubos de polietileno y PVC C-10
- Empleo de los métodos de evaluación mediante los indicadores económicos del Valor Actual Neto (VAN), empleando la fórmula:

$$VAN = \sum \frac{Bt - Ct}{(1 + i)^n} - I_0$$

Los criterios tomados en cuenta son :

- la Tasa Interna de Retorno (TIR) empleando la fórmula:

$$TIR = \sum_{T=0}^n \frac{Fn}{(1 + i)^n} = 0$$

Se tomarán según las siguientes:

Si  $TIR > COK$ , la tasa interna de retorno es mayor que el costo de oportunidad del capital, la tasa de retorno generada por el proyecto es mayor que el mínimo permitido por el proyecto, entonces el proyecto debe ser aprobado.

Cuando inviertes en un proyecto frente a la mejor opción de inversión porque ambas opciones dan la misma utilidad.

$TIR = COK$ . Si la TIR es igual al costo de oportunidades de los capitales, entonces la tasa de rendimiento que genera el proyecto es el rendimiento obtenido al invertir cierta cantidad de capital en la mejor alternativa, por lo que no importa el tema para los inversores.

$TIR < KOC$ . Si la TIR es inferior que el gasto de oportunidad del capital, el



proyecto es rechazado por que su rendimiento es inferior a la de las delas alternativas.

- Y la relación Beneficio Costo. Empleando la siguiente formula:

$$A = \text{Flujo } 1 / ( 1 + i ) 1 + \text{Flujo } 2 / ( 1 + i ) 2 + \dots + \text{Flujo } n / ( 1 + i ) n$$

tomaremos en cuenta los siguientes:

A es equivalente al valor de los flujos de caja netos, si A es similar a la inversión entonces la relación B/C es 1. Si A es superior a la inversión, entonces la relación B/C es superior a uno, arle vez sucede si A no es superior a la inversión, para este aspecto es inferior a 1.

Para dar prioridad a un proyecto es:  $B/C > 1$

- Par evaluar los costos de producción y rentabilidad se han considerado los valores promedios de la producción cuantificados para la población y la muestra:

$$Media(X) = \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N}$$

Es decir:  $(X_1, X_2, \dots, X_N)$  el conjunto de observaciones

$$Media(X) = \bar{x} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_N}{N}$$

Donde:

$X_1; X_2; \dots; X_n =$  Población.





## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El propósito de este análisis es caracterizar los sistemas de tuberías de polietileno y PVC contruidos para fines similares para transportar líquidos a presión a los sistemas de riego. Se tienen en cuenta las características de sus componentes, como también su valor monetario (el coste de todo el sistema: tuberías, accesorios, montajes, etc.).

- **Objetivo específico 1. Comparativo económico del sistema de riego por aspersión con el uso de tuberías polietileno y PVC clase 10, mediante la obtención de costos y presupuestos y determinar ventajas y desventajas**

Al emplear en el sistema de riego por aspersión con tuberías de polietileno, nos brinda una mejor ventaja monetaria que la PVC clase 10; produciendo un ahorro de 48.7% solamente es el precio del material, al mismo tiempo se tiene que tener prudencia al momento de la instalación.

#### **Características físicas de tubería PVC - CLASE 10**

Tubos de policloruro de vinilo macizo (PVC C-10): tubos cilíndricos, huecos, sin costura, que pueden conectarse a otros tubos similares mediante juntas del mismo o diferente material. El conjunto podrá conectarse a la red de distribución de otros equipos mediante accesorios adecuados a dichos equipos. Las materias primas se preparan a base de PVC para la producción de tuberías y accesorios que pueden transformarse en productos terminados. La fortaleza química del PVC son unas propiedades más valiosas. Cuando las tuberías hechas de materiales tradicionales son defectuosas, las tuberías de PVC tienen una capacidad de resistencia fuerte y diversa y Los pisos están tan corroídos que no necesitan pintarse o cubrirse con capas protectoras a menos que estén expuestos a la luz solar. Según sea el caso, los tubos pueden ser fabricados con materiales especiales que



tengan propiedades de resistencia a los rayos ultravioleta (UV) o se pueden pintar con una capa de vinilo.

### **Características físicas de tubería polietileno**

Estas son de uso común y abundante en sistemas para riego, principalmente en redes secundarias de fincas. En el presente trabajo se explica las características generales de los tubos de polietileno y los diferentes tipos que podemos utilizar para transportar agua en la agricultura.

Es el polímero más simple en términos de química. El método de su producción es la polimerización de etileno. Una de sus principales aplicaciones es la fabricación de redes de tuberías y accesorios.

### **Características principales generales de las tuberías de polietileno:**

**Durabilidad:** La duración del polietileno es de unos 50 años. Esto puede ser mayor o menor dependiendo de la condición a las que estén expuestos.

**Resistencia:** Es un material resistente a factores externos, como la corrosión, los productos químicos, las altas y bajas temperaturas, la luz solar y la rotura. Su aislamiento lo hace resistente a las heladas.

**Superficie:** Tiene un acabado liso en el interior que facilita el paso de los artículos sin fricción. Además, como resultado, hay menos atascos y esto evita la deposición de impurezas.



**Ligereza:** Esta propiedad facilita enormemente la instalación sobre cualquier tipo de lugares frente a otros materiales para impulsión de agua, como tuberías de PVC o principalmente fundición dúctil.

**Flexibilidad:** Su versatilidad, combinada con la facilidad de instalación, hace que el material sea muy duradero a los impactos que materiales más duros como el PVC. Además, se puede reducir o ampliar en la mayoría de sus tipografías.

**Atoxicidad:** Esta no es una sustancia tóxica, por lo que se puede utilizar para transportar agua potable a los humanos. Para trabajos de alimentación, el uso de PE40 o PE100 está regulado porque el polietileno agrícola, el PE32 está hecho de polietileno reciclado, y no garantiza una superficie completamente lisa y sin virutas dentro.

### **Comparación de instalaciones**

La instalación de polietileno es muy fácil y difiere de cada operador, pero a medida que los instaladores adquieran más experiencia con el material, podrán completar la tarea en mucho menos tiempo.

### **Instalación de tuberías de PVC clase 10**

Son una serie de pasos para poder instalar tuberías de PVC estas son:

Inicialmente ante cualquier conexión, es importante asegurarse de que los extremos de las tuberías no estén malogrados. En este caso, la pieza debe cortarse 5 cm por delante del área malograda. Los cortes tienen que ser rectos en (90°) con un cortatubos o una sierra para metales. Es necesario eliminar los residuos causados por el corte de tuberías o el polvo limpiando de adentro hacia afuera, puede usar una solución de limpieza para este propósito. Antes de aplicar el adhesivo, verifique que la manguera y el conector no estén sueltos durante la inserción en seco y que la manguera no se salga del conector. Aplique

una capa uniforme de pegamento a la tubería y al niple. Montar los tubos y las conexiones para el armado de las uniones secar aproximadamente 2 horas tiempo en el cual no se debe ejercer presión ni forzar los mecanismos de las uniones.



**Figura 2.** Instalación de tuberías de polietileno

### **Instalación de tuberías de polietileno**

Los procedimientos para la síntesis de polietileno se detallan en esta tesis y, de manera similar, se proporciona un resumen a continuación para comparar. Conecte la máquina de tratamiento térmico preestablecida y ajuste el molde fácilmente con la llave Allen. Se proporcionarán marcas en el tubo para la distancia completa del implante del molde de fusión, para esto hay una tabla de enrutamiento por diámetro. Al mismo tiempo, inserte el tubo y el acoplamiento en la boquilla de fusión o matriz de la máquina de tratamiento térmico, cuando esté entre 260 °C y 280 °C. Cuando se acabe el tiempo, separe las dos piezas y vuelva a juntarlas de forma lenta pero segura. Deje de insertar el tubo en el acoplamiento cuando se acerque a las marcas colocadas de acuerdo con la tabla de penetración del diámetro. Deja que cada mezcla se enfríe por completo. Para instalar el transformador de corriente se seguirá el mismo procedimiento. El proceso, debido a la presencia de accesorios de polipropileno con juntas roscadas, puede recibir trabajo mecánico después de que la temperatura de fusión se haya enfriado. De la misma manera

se realizan las uniones



**Figura 3.** Instalación de tuberías de polietileno

- **Objetivo específico 2. Evaluar económicamente la rentabilidad de la propuesta del sistema de riego por aspersión para cultivos de pan llevar en el área de estudio**

Para determinar la evaluación económica se ha considerado la cedula de cultivo de la zona (Papa, hortalizas, yacon, papayito, maíz y granadilla), utilizando el sistema de riego por aspersión:

Al hacer la evaluación económica del sistema de riego por aspersión empleando tubería de polietileno y PVC, nos proporcionan datos para los señalizador monetario para el VAN y el TIR:

### **Evaluación económica**

Costo de oportunidad del capital = 14 % anual

Horizonte del proyecto 12 años



**Tabla 6.** Indicadores de evaluación económica

INDICADOR	UNIDAD	POLIETILENO	PVC-C10
VAN	SOLES	156,182.44	147,442.40
TIR	%	87.00	176.00
RB/C		1,89	1.23

### Evaluación estadística

Empleando el estadístico de tendencia central que es el promedio, los costos de producción para 7 sistemas de riego 29,460.36 soles, que en promedio por ha., es de 3682.55 soles (Empleando tubería PVC.C10), y considerando al sistema de riego Chichanaco es de 19,905.65 soles, con una diferencia de S/. 9554.71 soles, lo que indica que el sistema de riego Chichanaco, que se emplea tubería de polietileno es menor el costo de producción, por tanto más rentable según se muestra y compara los costos de producción.

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$$

La media o el promedio de  $x$  de un grupo de valores  $(X_1, X_2, \dots, X_n)$  es un indicador que su característica es estar en el medio. Es definida como el valor de muchos resultados de muchas observaciones cortados por la cantidad total de los datos.



## V. CONCLUSIONES

Con los objetivos propuestos al inicio del trabajo de investigación logramos concluir lo siguiente.

- Al emplear en el sistema de riego por aspersión con tuberías de polietileno, nos brinda mejores ventajas económicas que el sistema convencional PVC clase 10; produciendo ahorros de 48.7 % solo como el precio del material, además se tiene que tener prudencia al momento de su instalación. Así mismo se debe considerar las redes de conducción y distribución de agua para el sistema de riego por aspersión son abrasivos tanto estructural como funcionalmente, por lo que aumentan las tasas de fallas, lo que reduce la potencia hidráulica y afecta la calidad del agua. Como mencionamos anteriormente, las limitaciones de recursos dificultan que los formuladores de políticas y los formuladores de políticas encuentren el equilibrio adecuado entre costos y beneficios al adoptar una estrategia de recuperación y regeneración.
- En las facilidades conductivas entre el PVC y el polietileno, se concluye que el Polietileno es superior en cuanto a la simpleza de construcción, gracias a su resistencia y flexibilidad; esta ayuda contra las fisuras u otros daños de los tubos, si acondicionamos a estos la durabilidad de las tuberías de Polietileno (50 años), con todo ello concluimos que las tuberías mencionadas nos brindan características constructivas superiores además una duración de tiempo de vida mayor que las tuberías de PVC.



- La parte económica tiene una singularidad por su importancia a la hora de escoger el tipo de componente a instalar en la edificación, por lo que este análisis debe hacerse con mucho cuidado. Como regla general, al comparar el costo de las tuberías de polietileno de diferentes marcas, cometen las fallas de hacer un análisis económico confrontar solo el coste de las tuberías de la marca "X" con el precio de las tuberías de la marca "Y". lo más barato es lo mejor, pero esto es incorrecto ya que no tiene en cuenta todas las situaciones integrados del sistema, tales como: calidad de la tubería, beneficios adicionales, mantenimiento preventivo y reparación.
- El uso de este material se debe a sus diversas ventajas y respeto al medio ambiente, así como a sus propiedades mecánicas durante el montaje (deslizamiento, desgarró, problemas de fatiga, pruebas hidrostáticas, fuerza, fugas, etc.). minimizado).





## VI. RECOMENDACIONES

- Seguir con la investigación considerando diferentes cédulas de cultivo, tomando en cuenta los diversos nichos ecológicos, ya que los procesos en los sistemas de riego por presión son dinámicos y constantemente son cambiados y necesitan que sean actualizados por tanto el presente trabajo de investigación debe ser replicado.
- No sólo se debe tomar en cuenta los costos de inversión inicial con tuberías, sino analizar y correlacionar los costos de operación con las capacidades económicas de los usuarios. Ello inducirá a diseñar obras sencillas y funcionales, duraderas y económicas.
- Realizar investigaciones con mayor profundidad acerca del comportamiento del rendimiento de la utilización de tubería de polietileno, mermando las inquietudes acerca de la factibilidad de los recursos hídricos en el futuro.
- Se recomienda al Ministerio de Agricultura y Riego, en conjunto con el Programa Subregional de Riego (PSI), a incluir “talleres de capacitación sobre operación y mantenimiento técnico de sistemas de riego” para agricultores, técnicos y otras partes interesadas. Para que su mantenimiento de las tuberías de polietileno sean duraderas.
- La organización del Comité de riego del Sector Chichanaco no cuenta con instrumentos de gestión como el reglamento de operación y mantenimiento, padrón actual de usuarios, solamente cuentan con un libro de actas en las que suscriben acuerdos en reuniones llevados por los mismos, por tanto debe legalizarse la gestión para la fase de operación y mantenimiento.



- Tener especial cuidado al manipular el termofusor ya que funciona a altas temperaturas, como obligación use gafas y guantes protectores (equipo de protección personal).



## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvites, V. (2016). Optimización de seis factores productivos para el maíz. *Tesis*. Universidad Pedro Ruiz Gallo, Perú.
- Anten, & Willet. (2000). *Guía para el Diagnóstico Enfocado de Sistemas de Riego DER* (Área de infraestructura Rural ed.). Perú.
- Astudillo, C. (2007). *Electrotecnia I*. Riobamba, Ecuador: 2da Ed.
- Atkins, J., & Jones, L. (2012). *Principios de Química. Los caminos del descubrimiento* (5ta Ed ed.). Madrid: Editorial Médica Panamericana.
- Ballesteros. (1990). *Topografía*. México: Editorial Limusa S.A.
- Beltrán, Arlette, & Cueva, H. (1998). *Ejercicios de evaluación privada de proyectos, en apuntes de estudio*. Lima, Perú.
- Benites, C. (2000). *Propuesta del diseño de riego por aspersión mediante bombeo*. Puno, Perú.
- Broeks, & Calderón . (1996). *Manual de riego por aspersión en los andes: diseño y operación para sistemas de riego presurizado por gravedad*. Instituto Nacional de Recursos Naturales.
- Casanova, V. (2005). *Análisis comparativo entre polifusión y cobre para instalaciones*. (F. d. Civil, Ed.) Chile: Universidad Austral Chile.
- Castañón, G. (2000). *Ingeniería del riego. Utilización racional del agua* (España: Thomson Learning ed.). Paraninfo S.A.
- Chang, R. (2002). *Físico Química con Aplicaciones a Sistemas Biológicos*. España: McGRAW- Hillinter Americana.
- Court, M. (2009). *Matemáticas Financieras*. Argentina: CENGAGE Learning.
- Durango, T. (2001). *Productividad del agua en el cultivo de nopal con riego por goteo*.



- México: Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal.
- Fabián, J., & Sandoval, B. (2013). Análisis comparativo Técnico – Económico entre el sistema convencional (tuberías Pvc) el sistema de termofusion (tuberías de polipropileno) en instalaciones interiores de agua potable para edificaciones en la Región de Lima. *Tesis*. Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Ambiental, Lima, Perú.
- FAO. (2004). *Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA)*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).
- FAO. (2015). *Roma. La evaluación de impactos en el medio ambiente, y el desarrollo agrícola*. IT.
- Forno, J. (2010). *Impacto de la utilización de nuevas tecnologías y materiales en los plazos y costos de construcción*. Universidad de Chile Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas departamento de Ingeniería Civil.
- Forno, M. (2010). *Impacto de la utilización de nuevas tecnologías y materiales en los plazos y costos de construcción*. Universidad de Chile, Chile.
- Herring, A., Harwood, S., & Petrucci, D. (2003). *Química General* (8° edición ed.). Prentice hall.
- Huamani, A., & Ruiz, C. (2016). *Mecánica de fluidos y maquinas hidráulicas*. Lima, Perú: DRAT.
- INIA. (2012). El Programa Nacional de Innovación Agraria en Maíz del INIA. Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA.
- INIA. (2012). *Programa Nacional de Innovación Agraria en Maíz del INIA*. Lima, Perú.
- Israelsen, H. (2011). *Principios y Aplicaciones del Riego*. Reverté S.A.
- León, C. (2004). *Costos de capital en países emergentes: un análisis para la industria de*



*alimentos peruana. USAT.*

Losada, A. (2000). *El riego y su tecnología*. Madrid: Mundi-Prensa.

Luque, J. (2006). *Proyectos agrícolas de riego*. Buenos Aires, Argentina: Hemisferio Sur.

Mansilla, M. (2009). *Factibilidad técnica y económica de implementar riego por aspersión en praderas, para lecherías del sur de Chile*. Universitaria.

Masterton, L., & Hurley, N. (2003). *Principios y reacciones* (Paraninfo ed.). Madrid.

Mataix, C. (1994). *Mecánica de fluidos y máquinas hidráulicas* (I.C.AI. ed.). La Paz.

Mc Cormac, J. (2004). *Topografía* (7ta Ed ed.). Limusa.

Monsalve, G. (1999). *Hidrología en la Ingeniería* (2da Edición ed.). (M. A. editor, Ed.)

Moya, T. (2002). *Coeficiente de uniformidad de riego por aspersión*. Puno, Perú: UNSAAC.

Olarte, W. (2003). *Plan de capacitación en gestión de sistemas de riego por aspersión*.

Cusco: UNSAAC.

Programa Desarrollo Rural Sostenible. (2009). *Cultivo del maíz*. Ecuador.

Ramírez, A. (2010). *Texto de Fluidos*. Riobamba, Ecuador.

Ramos. (2000). *Hidrología de cuencas*.

Ramos, R. (2013). Diseño y construcción de un sistema de riego por aspersión en una parcela demostrativa en el cantón Cevallos. *Tesis*. Escuela superior politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.

Ribas, J. (2000). *Química de Coordinación*. (Omega, Ed.) España: Barcelona .

Salcedo, C. (2018). *Riego por aspersión en los andes*. Perú, Lima.

Saldarriaga, V. (2001). *Hidráulica de tuberías*. Panamericana Formas e Impresos S.A.

Salvarredy, J., García, M., & Rodríguez, M. (2003). *Gestión económica y financiera de proyectos. Herramientas informáticas para la pequeña y mediana empresa*. Buenos Aires, Argentina: Omicron System S.A.

Sapag, J. (2000). *Preparación y evaluación de proyectos*. (6. Ed, Ed.) McGraw-Hill



Interamericana de España.

Sapag, N. (2007). *Proyectos de inversión formulación y evaluación*. México: Pearson Educación.

Tarjuelo, M. (1999). *El Riego por aspersión y su Tecnología* (Mundi-Prensa ed.).

Torres. (2004). *Mejora de la precisión planimétrica y altimétrica en levantamientos topográficos*. Bogotá, Colombia.

UNALM. (2010). *El maíz. Su producción*. Lima, Perú.

Valverde, J. (2007). *Riego y Drenaje. Tesis*. Universidad Estatal a Distancia, San José, Costa Rica.

Velasco, E. (2013). *Evaluación de uniformidad y eficiencia de riego en tres módulos de riego por aspersión en el cultivo del cacao, en el sector de Maranniyoc-Echarati. Tesis*. Universidad Nacional San Agustín de Cusco.



## **ANEXOS**