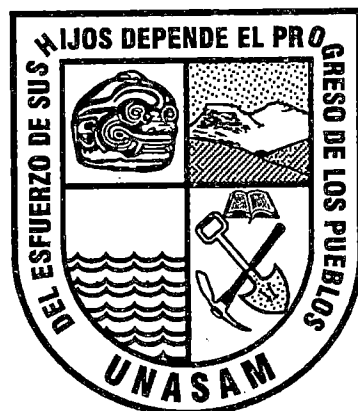


**UNIVERSIDAD NACIONAL
"SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**



**DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO PARA EL CULTIVO DE
ALFALFA EN LA LOCALIDAD DE COTAPARACO, PROVINCIA DE
RECUAY, REGIÓN ANCASH**

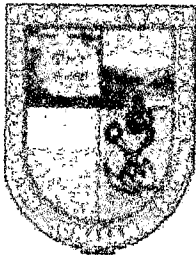
**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE:
INGENIERO AGRÍCOLA**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:
EBERTH IVAN RONDAN ULLOA**

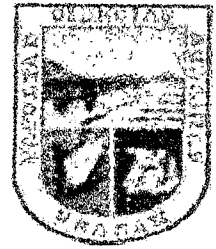
**ASESORADO POR:
ING. JOSÉ ALEJANDRO NARVAEZ SOTO**

HUARAZ - ANCASH - PERÚ

2016



**UNIVERSIDAD NACIONAL
"SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CIUDAD UNIVERSITARIA - SHANCAYAN
TELEFAX - 043426588 - 106
HUARAZ - PERU**



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los Miembros del jurado calificador que suscriben, reunidos para estudiar y escuchar la sustentación de tesis presentado por el Bachiller en Ciencias de la Ingeniería Agrícola **EBERTH IVAN RONDAN ULLOA**, Denominada: **"DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO PARA EL CULTIVO DE ALFALFA EN LA LOCALIDAD DE COTAPARACO, PROVINCIA DE RECUAY, REGIÓN ANCASH"**. Escuchada la sustentación y las respuestas a las preguntas y observaciones formuladas, lo declaramos:

Con el calificativo de (*)

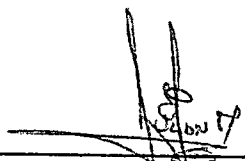
APROBADO
BUENO

En consecuencia queda en condición de ser calificado APTO por el consejo de Facultad de la Facultad de Ciencias Agrarias y por el Consejo Universitario de la Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayolo", y recibir el título de **INGENIERO AGRÍCOLA** de conformidad con la Ley Universitaria y el estatuto de la Universidad.

Huaraz, 07 de Mayo del 2015



Dr. TORIBIO MARCOS REYES RODRIGUEZ
Presidente



ING. EUGENIO JULIAN MEJÍA ZÚÑIGA
Secretario

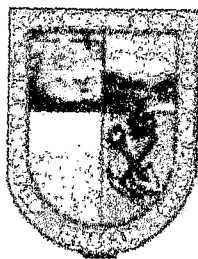


ING. M. Sc. JAVIER ALBERTO COTO VERA
Vocal



ING. JOSÉ ALEJANDRO NARVAEZ SOTO
Patrocinador

(*)De acuerdo con el reglamento de tesis, estas deben ser calificadas con términos de: **SOBRESALIENTE, MUY BUENO, BUENO O REGULAR**



UNIVERSIDAD NACIONAL
"SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CIUDAD UNIVERSITARIA - SHANCAYAN
TELEFAX - 043426588 - 106
HUARAZ - PERU



ACTA DE CONFORMIDAD DE TESIS

Los Miembros del jurado de Tesis que suscriben, se reunieron para revisar el informe de tesis, presentado por el Bachiller en Ciencias de la Ingeniería Agrícola **EBERTH IVAN RONDAN ULLOA**, denominada "**DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO PARA EL CULTIVO DE ALFALFA EN LA LOCALIDAD DE COTAPARACO, PROVINCIA DE RECUAY, REGIÓN ANCASH**", y sustentada el día 07 de Mayo de 2015, por Resolución Decanatural N° 238-2015-UNASAM-FCA/D de fecha 29 de abril del 2015, lo declaramos **CONFORME**.

En consecuencia queda en coordinación para ser calificado apto por el Consejo de Facultad y Consejo Universitario, Recibir el Título de Ingeniero Agrícola de conformidad con La Ley Universitaria y El Estatuto de la UNASAM.

Huaraz, 07 de mayo del 2015

Dr. TORIBIO MARCOS REYES RODRIGUEZ
Presidente

ING. EUGENIO JULIAN MEJÍA ZÚÑIGA
Secretario

ING. M. Sc. JAVIER ALBERTO COTO VERA
Vocal

ING. JOSÉ ALEJANDRO NARVAEZ SOTO
Patrocinador

DEDICATORIA

Con amor respeto y admiración a mis padres: Artemio F. Rondan Mejía y Celia L. Ulloa Nolasco, por brindarme su amor, cariño, estímulo y apoyo constante; gracias por guiar mi vida con principios y valores, cuyo resultado de su sacrificio y valentía se ve reflejado en esta realidad.

A mis hermanos Cornelio, Silvia, Elman y Charles, quienes comparten conmigo este triunfo al término de esta etapa de mi vida.

AGRADECIMIENTO

Al Ingeniero: José Alejandro Narváez Soto

*Por su apoyo incondicional como patrocinador
para realizar el presente trabajo, por su
ejemplo de profesionalismo, conocimiento y
liderazgo*

CONTENIDO

	PÁG.
CARÁTULA	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
CONTENIDO	iv
ÍNDICE GENERAL	v
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	x
ÍNDICE DE ANEXOS	xi
ÍNDICE DE PLANOS	xii
RESUMEN	xiii
CAPITULO I	
INTRODUCCIÓN	01
1.1. GENERALIDADES	01
1.2. LIMITACIONES	01
1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA	02
1.4. OBJETIVOS	02
CAPÍTULO II	
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	03
CAPITULO III	
MATERIALES Y MÉTODOS	47
CAPITULO IV	
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	66
CAPITULO V	
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	91
CAPÍTULO VI	
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	93
ANEXOS	95

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
CAPÍTULO I	
INTRODUCCIÓN	01
1.5. Generalidades	01
1.6. Limitaciones	01
1.7. Justificación e importancia	02
1.8. Objetivos	02
CAPÍTULO II	
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	03
2.1. El suelo	03
2.2. El riego	03
2.3. Adaptabilidad del sistema por aspersión	04
2.4. Ventajas y desventajas del sistema de riego por aspersión	06
2.5. Clasificación de los sistemas de riego por aspersión.	07
2.6. Uniformidad y eficiencia del riego por aspersión	09
2.7. Información necesaria para el diseño	10
2.8. Calidad de agua para riego	13
2.9. Factores que dependen del cultivo	14
2.10. Diseño del sistema de riego por aspersión	14
2.11. Diseño agronómico	15
2.12. Diseño hidráulico del sistema de riego por aspersión	27
2.13. Cultivo instalado	42
2.14. Obras complementarias.	43
2.15. Presupuesto	46
CAPITULO III	
MATERIALES Y MÉTODOS	47
3.1. Características generales del proyecto	47
3.1.1. Ubicación	47
3.1.2. Características geográficas	47
3.1.3. Vías de comunicación y acceso	47
3.1.4. Clima	48
3.1.5. Fisiografía	48

3.1.6. Suelo	48
3.2. Características propias del terreno y la fuente de agua	49
3.3. Cultivo a instalar	49
3.4. Sistemas de riego	49
3.5. Materiales , equipos y software utilizados	49
3.6. Procedimiento	50
3.6.1. Recopilación de la información	50
3.6.2. Trabajos de campo	50
3.6.3. Trabajos de gabinete	51
3.6.3.1. Diseño agronómico	52
3.6.3.2. Diseño hidráulico	63
CAPÍTULO IV	
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	66
4.1. RESULTADOS	66
4.1.1. Diseño agronómico	66
4.1.1.1. Necesidad de agua de los cultivos y la demanda del proyecto	66
4.1.1.2. El agua en el suelo	66
4.1.1.3. Infiltración en el suelo	72
4.1.1.4. Marco de riego y tipo de aspersor	72
4.1.1.5. Parámetros de riego	72
4.1.1.6. Caudal del sistema	73
4.1.1.7. Calidad físico químico del agua de riego	73
4.1.2. Diseño hidráulico	77
4.1.2.1. Línea de conducción	77
4.1.2.2. Laterales de riego	77
4.1.2.3. Obras complementarias	77
4.2. DISCUSIÓN	87
4.2.1. Diseño agronómico	87
4.2.2. Diseño hidráulico	89
CAPÍTULO V	
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
5.1. CONCLUSIONES.	91

5.2. RECOMENDACIONES	92
CAPÍTULO VI	
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	93
ANEXOS	95

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1:	Profundidad de la raíz de los cultivos.	20
Tabla 2.2:	Porcentaje de reducción para determinar el espaciamiento entre aspersores.	23
Tabla 2.3:	Coefficiente de Hazen y Williams.	29
Tabla 2.4:	Valores de β según tipo de tubería.	31
Tabla 2.5:	Características de elementos singulares (k).	33
Tabla 2.6:	Ecuaciones para el cálculo de un ramal porta aspersores para diámetro único en toda la conducción.	41
Tabla 3.1:	Vías de comunicación y acceso.	48
Tabla 4.1:	Determinación de la evapotranspiración potencial.	68
Tabla 4.2 :	Determinación de la precipitación efectiva.	69
Tabla 4.3 :	Cálculo de la necesidad de agua en los cultivos (DA) y la demanda del proyecto.	70
Tabla 4.4 :	Determinación del agua en el suelo.	71
Tabla 4.5 :	Elección del marco de riego y el tipo de aspersor.	72
Tabla 4.6 :	Cálculo de los parámetros de riego.	75
Tabla 4.7 :	Cálculo del caudal del sistema.	76
Tabla 4.8 :	Dimensionamiento de la línea de conducción.	79
Tabla 4.9 :	Datos generales para el dimensionamiento de los ramales porta aspersores.	78
Tabla 4.10:	Pérdida de carga de los ramales porta aspersores y la condición de diseño.	79
Tabla 4.11:	Diámetro de las tuberías.	86
Tabla A.1.1:	Humedad relativa media mensual en % de los años 1999 – 2010.	97
Tabla A.1.2:	Temperatura promedio mensual en °C de los años 1999 – 2010.	97
Tabla A.1.3:	Precipitación media mensual en mm de los años 1990 – 2009.	98
Tabla A.1.4:	Factor de evapotranspiración potencial (MF) en mm por mes.	99

Tabla A.1.5: Distribución de la precipitación efectiva.	99
Tabla A.1.6: Casos especiales (factor de cultivo).	100
Tabla A.1.7: Eficiencia de aplicación para diferentes sistemas de riego.	100
Tabla A.1.8: Profundidad de raíces (cm).	100
Tabla C.1.1: Datos obtenidos en campo para determinar la infiltración del suelo.	104
Tabla C.1.2: Determinación de la lámina infiltrada y la velocidad de infiltración.	104
Tabla C.1.3: Determinación de la ecuación de la velocidad de infiltración.	105
Tabla D.1.1: Datos obtenidos en campo para la determinación del caudal disponible.	106
Tabla F.1.1: Caudales de trabajo (m³/h) por unidad de filtro en función de la tasa de filtración.	109
Tabla F.1.2: Coeficiente de superficie y porosidad del suelo.	109
Tabla F.1.3: Granulometrías más usadas en los filtros.	110

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 2.1: Energía de posición, presión y velocidad.	27
Figura 2.2: Tubería con salidas múltiples.	32
Figura 2.3: Carga disponible en la línea de conducción.	34
Figura 2.4: Presión residual positiva y negativa.	36
Figura 2.5: Ramal horizontal.	39
Figura 2.6: Ramal ascendente.	39
Figura 2.7: Ramal descendente ($h > h_g$).	40
Figura 2.8: Ramal descendente ($h < h_g$).	40
Figura E.1.1: Análisis de agua para riego (clasificación)	108

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A: Datos hidrológicos y climáticos	96
Anexo B: Resultados de caracterización del análisis de suelo	101
Anexo C: Calculo de la infiltración del suelo	103
Anexo D: Calculo del caudal disponible	105
Anexo E: Determinación de la calidad físico químico del agua	106
Anexo F: Diseño de las estructuras hidráulicas	109
Anexo G: Diseño agronómico e hidráulico	111
Anexo H: Costos y presupuestos	117
Anexo I: Panel fotográfico	147
Anexo J: Planos del Proyecto	150

ÍNDICE DE PLANOS

PU: 01	Plano de ubicación.
PT: 02	Plano topográfico.
PD: 03	Plano de distribución del sistema de riego
PP: 04	Perfil longitudinal
PE: 05	Plano – Partidor – Desarenador
PE: 06	Plano – Cámara rompe presión – Hidrante – Boca de riego
PE: 07	Plano – Filtro de arena - Cámara de carga

RESUMEN

El presente trabajo, se desarrolló en la Cordillera Negra, en el distrito de Cotaparaco, Provincia de Recuay, localizado a 49 km del puente de Cátac, en el predio Uncay de la comunidad campesina San Pablo de Cotaparaco, este estudio contempla el diseño de un sistema de riego por aspersión del tipo fijo con aspersores móviles que abarca una superficie de trabajo de 3.65 ha, para el cultivo de alfalfa.

Este estudio se ejecutó en tres etapas, recopilación de información, trabajo de campo y trabajos de gabinete.

En el diseño agronómico se determinó que el mes más crítico es setiembre, siendo su evapotranspiración potencial de 2.82 mm/día, no existe precipitación efectiva, la necesidad de agua del cultivo es de 76.20 mm, la demanda de agua del proyecto es de 101.60 mm, la lámina neta es de 60 mm, la lámina bruta es de 80 mm, se eligió un marco de riego de 15 x 15 m², el aspersor seleccionado trabajará a 4.21 atmósferas para un caudal de 2.630 l/s con un radio de alcance de 13.16 m, se determinó que 6 aspersores estarán funcionando al mismo tiempo y que el caudal del sistema será de 2.10 l/s.

El diseño hidráulico comprende la línea de conducción, las tuberías secundarias, los laterales de riego y obras civiles (un partidador, un desarenador, un filtro de arena, una cámara de carga, 22 hidrantes de riego y 132 bocas de riego).

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. GENERALIDADES

Dada la creciente escasez del agua, debido a los cambios climáticos y al existir hoy una mayor demanda de los limitados recursos hídricos; el uso deficiente de las aguas superficiales y subterráneas disponibles, empieza a ser crucial.

El desarrollo de los pueblos está ligado estrechamente a la agricultura y ésta, al suelo y al agua, lo que obliga a potenciar la investigación y desarrollo de técnicas que permitan conservar los suelos, administrar, gestionar y utilizar en forma eficiente el agua, tanto desde la captación, conducción y distribución.

En las comunidades alto andinas no solo la escasez del agua en la época de estiaje con la que se enfrentan los pobladores para poder desarrollar la agricultura, sino es la inadecuada e insuficiente infraestructura de riego, un mal manejo de los cultivos, inadecuados diseños y la pérdida por infiltraciones, lo que ocasiona que el agua se pierda antes que llegue a los cultivos; en consecuencia la eficiencia de riego es baja.

Es por ello, que la localidad de Cotaparaco, opta por la transformación del riego de gravedad por un sistema de riego por aspersión y mejorar el riego del Centro Poblado de Cotaparaco (Uncay) para tener una mayor producción y productividad del cultivo de alfalfa.

Finalmente el estudio incentivara a los agricultores a organizarse.

1.2. LIMITACIONES

El presente trabajo tuvo como limitante la falta de datos climáticos para la zona en estudio, esto se debe a la falta de una estación meteorológica en la zona, pues solo se contaba con una estación pluviométrica.

1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

Este estudio tiene como propósito contribuir en el desarrollo del agro, implantando nuevas técnicas de riego.

Con el presente estudio se mejoraría el uso del suelo y la eficiencia del agua, pues este recurso hídrico es escaso sobre todo en la Cordillera Negra.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar un sistema de riego por aspersión, para el cultivo de alfalfa en la localidad de Cotaparaco, provincia de Recuay, región Ancash.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1) Desarrollar el diseño agronómico, para riego por aspersión en el cultivo de alfalfa.
- 2) Desarrollar el diseño hidráulico, para riego por aspersión en el cultivo de alfalfa.
- 3) Realizar el presupuesto, para el riego por aspersión en el cultivo de alfalfa.

CAPÍTULO II

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. EL SUELO

Barreiro (2004), define que la variabilidad espacial del suelo de cultivo es el resultado de la interacción compleja entre factores edáficos (salinidad, materia orgánica, textura, estructura y nutrientes), antropogénicos (compactación del suelo debido al tráfico de maquinaria agrícola, riego y drenaje, lixiviación de solutos aplicados por el hombre), biológicos (plagas, enfermedades), topográficos (pendiente y altitud) y climáticos (temperatura, humedad relativa y precipitaciones). Según datos del instituto mundial de recursos (world resources Institute) a principios de los años noventa del siglo XX el manejo inapropiado de los suelos agrícolas había derivado ya en la aparición de los síntomas de degradación en el 38% de los 1500 millones de hectáreas cultivables a nivel mundial. En este contexto el manejo sostenible del trinomio suelo-planta-agua resulta fundamental.

Vásquez (1992), define al suelo como un sistema heterogéneo conformado por elementos sólidos (minerales y orgánicos), líquidos y gaseosos que se caracteriza por tener propiedades específicas adquiridas durante su evolución y por el manejo recibido, esto le confiere la capacidad de poder satisfacer, en mayor o menor medida las necesidades vitales de las plantas durante su crecimiento y desarrollo.

2.2. EL RIEGO.

Dechmi Etal (1999), define al riego como un sistema importante a elección, he ahí en el análisis a las encuestas realizadas por Terejo en 1999, mostraron que debido al elevado precio del agua, los agricultores realizan riegos deficitarios que tienden a maximizar la producción por unidad de agua en lugar de por unidad de superficie. Si analizamos el efecto acumulativo de la baja uniformidad de riego (en las

coberturas), la baja reserva útil del suelo (en buena parte de la superficie), la dosis de riego altas, el gran intervalo entre los riegos y el riego deficitario se puede concluir que el agricultor no llega a maximizar la producción por unidad de agua aplicada en este regadío.

García Etal (1997), indica que es un sistema donde se aplica del agua a presión sobre la superficie del terreno simulando una lluvia que puede ser controlada en intensidad y tiempo de aplicación, una de las características que le diferencia de los demás sistemas de riego a presión es su dominio de la atmosfera, dominio de la superficie y dominio del sub suelo.

Ortega (2000), define al riego por aspersion como un método mecánico y presurizado, ya que necesita que generen presión para mover el agua. El riego por aspersion consiste en aplicar el agua en forma de lluvia, es decir se fracciona el caudal en innumerable cantidad de gotas que se infiltran en el terreno cuando llegan a la superficie del suelo.

Soto (2002), define al riego como la aplicación artificial del agua al perfil del suelo, en cantidades y oportunidades adecuadas, para proporcionar condiciones óptimas de humedad para el normal desarrollo del cultivo y producir cosechas rentables en el menor tiempo posible con el mínimo de sacrificio humano. Esto depende de la habilidad, experiencia y destreza del agricultor.

También menciona que el riego es una ciencia ya que se basa en los principios matemáticos e hidráulicos tanto para el transporte, como para aplicar en cantidad y oportunidad exacta, además relaciona conceptos, variables e hipótesis demostrables, sustentado en el conocimiento científico valido.

2.3. ADAPTABILIDAD DEL SISTEMA POR ASPERSIÓN

Alfaro (2006), menciona que un riego por aspersion resulta adecuado para la mayoría de los cultivos. Se adapta también a casi todos los suelos regables dado que los aspersores se encuentran disponibles en una amplia gama de caudales. Con un

espaciamiento adecuado, el agua se puede aplicar con cualquier intensidad por encima de 0,15 pulgadas por hora (pph) para sistemas de movimiento periódico.

En suelos de textura extremadamente fina con bajas velocidades de infiltración, se debe tener particular cuidado en seleccionar los tamaños apropiados de boquilla, presión de operación y espaciamiento del aspersor para aplicar agua uniformemente con intensidades bajas. Los sistemas de movimiento periódico también resultan adecuados para el riego en áreas donde la situación cultivo - clima no requiere de riego más frecuentes que cada 5 a 7 días. En suelos de baja capacidad de retención de agua y cultivos con raíces superficiales, se requiere hacer aplicaciones frecuentes y pequeñas. Para hacer tales aplicaciones los sistemas fijos o de movimiento continuo resultan más adaptables, sin embargo donde la permeabilidad es baja algunos de los sistemas de movimiento continuo tales como pivote central y cañones móviles pueden causar problemas de escurrimiento. Los sistemas fijos además de ser adecuados para todas las frecuencias de riego, se pueden diseñar y operar para protección contra heladas, retardo de floración y enfriamiento de cultivos.

Hoy en día, la flexibilidad de los equipos de aspersión y su control eficiente de aplicación hacen que este método resulte adaptable para la mayoría de las condiciones topográficas sin necesidad de preparación de terreno y sujeto a la capacidad de uso de la tierra y a los aspectos económicos.

El riego por aspersión se puede adaptar a la mayoría de las condiciones climáticas donde la agricultura bajo riego es factible. Sin embargo, temperaturas extremadamente altas y velocidades de viento altas presentan problemas en algunas áreas, especialmente donde el agua de riego contiene grandes cantidades de sales.

La aspersión se puede recomendar en los siguientes casos:

- Terreno con topografía muy ondulada. La sistematización del mismo para riego por gravedad puede resultar muy costosa.
- Terrenos pocos o muy permeables. La aspersión permite obtener una alta eficiencia de riego y apreciables ahorros de agua.
- Agua obtenida en pozos profundos. Son necesarias grandes elevaciones de agua con potencias de bombes importantes. El aumento de energía que requiere la aspersión no tiene grandes repercusiones económicas.

- Ausencia de mano de obra calificada que conozca el manejo del agua de riego. Esta circunstancia puede producirse en zonas de nuevas irrigaciones donde para riego por gravedad utilizado correctamente, es necesario formar al regante.

De igual manera, es importante en un sistema de riego por aspersión:

- El riego está sujeto a horarios o turnos, tiempos cortos de riego y gran caudal, que obliga instalaciones de aspersión muy grandes, con mucho equipo, o a la construcción de depósitos para regulación de agua.
- Agua con sustancias en suspensión. El material puede sufrir corrosión o erosión.

2.4. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN

2.4.1. Ventajas

- Se consigue una alta uniformidad en la aplicación del agua, sin pérdidas por percolación profunda, alcanzándose altas eficiencias de riego.
- Se elimina el peligro de erosión y escurrimiento.
- Es adaptable a todo tipo de terreno. Se puede regar eficientemente terrenos con demasiada pendiente, reduciendo el costo de nivelación de tierras.
- Se puede aplicar eficientemente riegos ligeros, menos de 5 cm.
- Se disminuye el costo de mano de obra en la aplicación del riego.
- Fácil operación y por lo tanto, rápida capacitación de los operadores, consiguiendo que sean capaces de operar el equipo en forma correcta.
- Medición de las cantidades de agua en forma cómoda y exacta.
- Es posible aplicar fertilizantes solubles a través del riego, regulando la penetración en el momento oportuno.
- Se puede utilizar para proteger cultivos contra las heladas y contra las temperaturas excesivas que pueden reducir la cantidad y calidad de la cosecha.

2.4.2. Desventajas

- Altos costos de instalación. Para el funcionamiento del sistema se requiere una alta presión, lo cual significa inversión en energía. Alto costo de las tuberías de conducción y de distribución del agua.
- El viento es el principal problema para aplicar este sistema. El riego bajo condiciones de vientos fuertes provoca una mala distribución del agua y el arrastre de las gotas hacia el exterior del terreno regado, consiguiendo un riego no uniforme.
- Pérdidas de agua por evaporación desde la superficie del terreno durante el riego.
- En regiones con vientos calientes no se pueden regar suelos con velocidades de infiltración muy bajas.
- Para un uso económico del equipo es necesario contar con un abastecimiento estable del agua limpia.
- Los suelos de baja velocidad de infiltración, menos de 3,8 mm/h, no son recomendables para riego por aspersión.
- Las líneas principales y laterales no enterradas pueden dificultar las operaciones agrícolas.
- Derroche de agua en los bordes, en especial en terrenos pequeños e irregulares.
- La aspersión por encima del follaje puede aumentar los daños de las plantas, causados por enfermedades y el lavado de los materiales fumigados.
- Requiere de una fuente continua de agua que proporcione con la presión y el desnivel necesario para garantizar el trabajo de los aspersores y además que tenga un caudal mínimo continuo de diseño.

2.5. CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE RIEGO POR ASPERSIÓN.

Tarjuelo (1999), los clasifica teniendo en cuenta la función de la movilidad de los diferentes elementos del sistema, ya que facilita la comprensión de sus funcionamientos y puede dar idea a los gastos de inversión necesarios. Los sistemas

de aspersión pueden agruparse en dos grandes familias: Los estacionarios que permanecen fijos mientras riegan y los de desplazamiento continuo mientras realizan la aplicación del agua.

2.5.1. Los sistemas estacionarios

Estos sistemas pueden ser semifijos con ramales móviles y sistemas fijos, se caracterizan por que todos los elementos de la instalación son móviles, incluso puede ser la bomba, también pueden tener fijo la red de tubería principal que normalmente va enterrada y las tomas o hidrantes, donde se conectan los ramales de riego, que son móviles. Estos ramales de riego pueden llevar directamente acoplado los aspersores o bien ir dotados de mangueras.

a) Sistemas fijos con ramales móviles

Consta en general de una tubería principal enterrada trazada por el centro de la parcela, que dispone de un conjunto de hidrantes o tomas donde se conectan los ramales y los aspersores ambos son móviles, los ramales pueden ser de tubería o mangueras.

b) Sistemas fijos

Normalmente se entiende por sistemas fijos aquel en que toda las tuberías que forman la red de riego permanecen fijas durante el ciclo de cultivo, dentro de estos sistemas tenemos a los **sistemas fijos aéreos** que constan de una red de tubería principal enterrada, con un conjunto de hidrantes, a los que se unen las tuberías secundarias y los ramales de riego que van dispuestos sobre el terreno normalmente estos se montan después de la siembra y se recogen y almacenan antes de la recolección de los cultivos, la red de tubería aérea suele ser de aluminio, polietileno o PVC, y los aspersores pueden estar fijos en cada posición o desplazarse de una posición a otra, en cuyo caso se trataría de un sistema semifijo. El otro sistema es el **sistema fijo enterrado**, este sistema puede ser con aspersores fijos o móviles, la primera generalmente está constituido por un tubería principal (TP) a las que

van unidos las tuberías secundarias (TS) y de estas salen las tuberías terciarias (TT) donde van conectados las bocas de riego (BR) con acople rápido para el tubo porta aspersor, tanto las tuberías principales, las secundarias y las terciarias van enterradas, los únicos que tienen movilidad son los aspersores, en la segunda las tuberías como los aspersores permanecen fijos.

2.5.2. Los sistemas de desplazamiento continuo

Estos sistemas pueden ser de ramales desplazables y con aspersores gigantes, el primero utiliza un pivote, el segundo puede ser con laterales de avance frontal, alas sobre carro, cañones viajeros y enrolladores.

2.6. UNIFORMIDAD Y EFICIENCIA DEL RIEGO POR ASPERSIÓN

2.6.1. Coeficiente de uniformidad (CU)

La uniformidad es un factor que la mayoría de las veces se asocia a la calidad del riego y relaciona la variabilidad de descarga de los emisores; es decir, la lámina de riego en toda el área.

La uniformidad es una magnitud que caracteriza a todo sistema de riego que además interviene en su diseño, tanto en el agronómico, pues afecta al cálculo de las necesidades totales de agua, como en el hidráulico, pues en función de ella se definen los límites entre los que se permite que varíen los caudales de los emisores. Cuanto mayor es el valor de coeficiente de uniformidad (CU) más cara es la instalación de riego, ya que para que haya menos dispersión de caudales, el régimen de presiones debe ser más uniforme, lo que exige mayores diámetros en las tuberías, laterales más cortos, mayor inversión en reguladores de presión, etc.

Los factores que intervienen en el CU son:

- **Constructivos.** Los procesos de fabricación de los aspersores y los materiales empleados hacen que los emisores de un mismo modelo no sean exactamente iguales entre sí, proporcionando caudales diferentes incluso para la misma presión de trabajo.

- Hidráulicos. Los distintos aspersores de una instalación están sometidos a presiones diferentes, debido a las pérdidas de carga y a los desniveles.
- Envejecimiento y obturaciones.
- Diferencias de temperatura.

2.6.2. Eficiencia de riego

- La eficiencia de riego es un concepto que está relacionado con el diseño y el manejo del sistema, debe ser capaz de proveer el caudal de agua suficiente para regar a la planta en forma adecuada. Una eficiencia alta se debe a una buena uniformidad de aplicación o a pérdidas pequeñas. Existen factores que afectan la eficiencia de los sistemas de riego por aspersión.
- Variación de los caudales a lo largo de la línea hidrante; esta puede minimizarse mediante un diseño apropiado.
- Variación en el contenido de humedad en el espaciamiento entre aspersores, debido al viento. Esto se puede compensar con sistemas de movimientos periódicos y fijos acercando los aspersores. La extensión de esta variabilidad depende de un buen diseño, presión al operar el sistema y rotación de los aspersores.
- Pérdidas de agua por evaporación directa; esta se incrementa a medida que la temperatura y velocidad del viento aumenten, y a medida que el tamaño de las gotas y la intensidad de aplicación disminuyen.
- Evaporación del agua a partir de la superficie del suelo antes que el agua alcance las plantas; ésta pérdida puede disminuir en la medida que se apliquen láminas grandes.

2.7. INFORMACIÓN NECESARIA PARA EL DISEÑO

Jerez (1992), considera los siguientes conceptos que se deben de tener en cuenta como necesarios para el diseño:

2.7.1. Factores climáticos

- **Viento**

El viento distorsiona el modelo de reparto de los aspersores, la magnitud de esta distorsión depende de la velocidad de viento ya que a mayor velocidad mayor distorsión y del tamaño de gotas.

- **Temperatura**

Las temperaturas altas acentúan las pérdidas por evaporación, especialmente si la lluvia es muy pulverizada. Para disminuir estos efectos negativos conviene utilizar aspersores de baja o mediana presión con boquillas de mayor diámetro.

2.7.2. Factores agronómicos

- **Topografía**

Cuando la topografía es accidentada no es aconsejable utilizar aspersores de baja presión, con los cuales sería difícil cumplir con la norma que la pérdida de carga existente entre los aspersores de la misma línea de riego sea inferior al 20% de la presión de trabajo. Además las pendientes fuertes favorecen la escorrentía por lo que se recomienda menor pluviométrica en el terreno llano.

- **Suelo**

La velocidad de infiltración del agua en el suelo limita la pluviometría. Las gotas gruesas provocan la compactación de determinados suelos, con lo consiguiente, disminución de la velocidad de infiltración.

- **Cultivo**

El tipo o los tipos de cultivos, su porte y su cobertura sobre el suelo condicionan el tipo de instalación. Algunos cultivos muy frágiles (flores, plantas hortícolas) necesitan pluviometrías débiles, con gran pulverización y una excelente uniformidad de riego, lo que exige poca separación entre aspersores. En cultivos de porte alto (maíz, girasol) se aconseja el riego con pluviometrías medias o elevadas.

- **Agua**

Con aguas sucias se utiliza aspersores con boquilla grande para evitar su obstrucción.

2.7.3. Factores técnicos

El tipo y el diámetro de las boquillas determinan el modelo de reparto del aspersor. Lo más general es que tenga dos boquillas, con cometidos diferentes y complementarios: una distribuye el agua en periferia del círculo mojado y la otra lo distribuye en adyacente de los aspersores. En caso de una sola boquilla (por lo general aspersores de baja presión y pequeño alcance) ésta ha de cumplir las dos misiones.

Cada aspersor se diseña para operar dentro de un rango de presiones, dentro de la cual la distribución de agua se acomoda a un modelo de reparto de agua normal. Cuando la presión es inferior, el chorro se fracciona en gotas grandes si esa disminución es excesiva la lluvia se concentra en dos círculos concéntricos, uno en la zona adyacente al aspersor y la otra en la periferia del diámetro mojado. En cambio cuando la presión es excesiva se produce una gran pulverización, lo que produce una disminución del alcance del chorro y un exceso de precipitación en la zona circundante del aspersor.

2.7.4. Factores económicos

Los altos costos de los equipos de un sistema de riego por aspersión limitan el nivel tecnológico, el tipo de automatización del sistema y el área a irrigar es un factor que se debe tener en cuenta antes de realizar el diseño y la elección de los equipos.

2.7.5. Factores prácticos

Es necesario que el fabricante suministre los datos del comportamiento real. De cualquier marco de riego, del aspersor elegido.

Siempre que sea posible se debe de hacer riego nocturno, debido a que es más barata la energía eléctrica, el viento es más suave y menos pérdidas de evaporación, tiene el inconveniente que se necesita cierta automatización.

Procurar que la pulverización sea baja, para compensar las distorsiones causadas por el viento, ya que duran más tiempo las posturas de riego.

Regar formando bloques de riego, pues al disminuir los bordes de la zona regada se logra una mayor uniformidad en el reparto y una disminución de las pérdidas por evaporación.

2.8. CALIDAD DE AGUA PARA RIEGO

Las aguas de riego aportan sales al suelo mientras que las aguas de drenaje las eliminan del suelo que aportan. Los problemas derivados de las sales contenidas en el agua de riego están relacionados con los efectos siguientes:

- **Salinidad**

Cuanto mayor sea el contenido de sales en el agua del suelo, tanto mayor es el esfuerzo que la planta tiene que hacer para absorber el agua. Por este motivo la capacidad de la planta para absorber el agua disminuye a medida que aumenta la cantidad de sales.

- **Toxicidad**

Algunas sales cuando se acumulan en cantidad suficiente resultan tóxicas para los cultivos u ocasionan desequilibrios en la absorción de los nutrientes.

- **Infiltración del agua en el suelo**

Un alto contenido de sodio y bajo de calcio en el suelo hace que sus partículas tiendan a disgregarse, lo que ocasiona disminución de la velocidad de infiltración del agua.

Palacios (1970), indica que el término calidad de agua para riego se utiliza para indicar la conveniencia o limitación del empleo de agua con fines de riego de cultivos agrícolas, para cuya determinación se toma generalmente como base las características químicas, pero actualmente al emplear riego por aspersión o goteo es relevante considerar características físicas y biológicas, así como la tolerancia de los cultivos a las sales, las propiedades del suelo, las condiciones de manejo de suelo y agua y las condiciones climatológicas.

2.9. FACTORES QUE DEPENDEN DEL CULTIVO

Los factores que dependen del tipo de cultivo que deben ser considerados para seleccionar un apropiado sistema de riego son:

- **Tolerancia a las sales**
La tolerancia a la concentración y el tipo de sales.
- **Tolerancia al humedecimiento**
La tolerancia al agua por la vegetación y el fruto en las varias etapas del crecimiento de la planta.
- **Tolerancia a la falta de aireación**
La tolerancia a soportar niveles freáticos altos o saturación dentro de la zona radicular por periodos prolongados.
- **Tipo de cultivo requerido**
En algunos cultivos se requiere de ciertos cuidados durante el proceso de crecimiento de la planta.
- **Hábitos de crecimiento**
Periodos de crecimiento y demanda de agua como una función del estado de crecimiento y profundidad normal de las raíces durante el crecimiento.
- **Remuneración económica esperada**
La cantidad invertida, los gastos de operación y mantenimiento en el sistema dependen de la remuneración económica esperada del cultivo.

2.10. DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN

La mayoría de los textos relacionados al riego por aspersión mencionan dos tipos de diseño como:

Tarjuelo (1999), indica que este sistema tiene dos partes bien diferenciadas como son: el diseño agronómico y el diseño hidráulico. Con el primero se elabora la adecuación del sistema a todos aquellos aspectos relacionados con las condicionantes del medio (suelo, cultivo, clima, parcelación, etc.) y con el segundo se realiza el dimensionamiento más económico de la red de tubería, con el objetivo de conseguir un reparto uniforme del agua de riego.

2.11. DISEÑO AGRONÓMICO

El diseño agronómico constituye una parte fundamental del proyecto de riego por el gran número de condiciones que ha de tener en cuenta, entre ellos, el suelo, el clima, los cultivos, la parcelación, la necesidad de agua de los cultivos, la precipitación efectiva, el factor de cultivo, la probabilidad de lluvia, el requerimiento de agua de los cultivos.

Fuentes (2003), Indica que el diseño agronómico tiene por finalidad garantizar que la instalación sea capaz de suministrar la cantidad suficiente de agua, con un control efectivo de las sales y una buena eficiencia en la aplicación del agua. Se desarrolla en dos fases:

- Cálculo de las necesidades de agua.
- Determinación de los parámetros de riego: dosis, frecuencia e intervalo entre, caudal necesario, duración del riego, número de emisores y disposición de los mismos.

2.11.1. Necesidad del agua en los cultivos

a. Evapotranspiración de referencia (ET_o)

Es similar al de ET_p, ya que igualmente depende exclusivamente de las condiciones climáticas, incluso en algunos estudios son considerados equivalentes, pero se diferencian en que la ET_o es aplicada a un cultivo específico, estándar o de referencia, habitualmente gramíneas y alfalfa de altura uniforme, de crecimiento activo, que cubre totalmente el suelo y que no se ve sometido a déficit hídrico.

Según Doorenbos Y Pruitt (1976), definen el concepto de Evapotranspiración de referencia como la correspondiente a un cultivo de pradera de bajo porte (7-15 cm), que cubre completamente el suelo y no sufre limitación de agua.

La evapotranspiración de referencia (ET_o), como el cultivo es siempre el mismo, variará según las condiciones del clima (radiación, temperatura, humedad, viento, etc.) y se expresa en mm de lámina de agua por día (mm/día).

b. Factor de cultivo (Kc)

En términos generales, el agua requerida por los cultivos es equivalente a la tasa de evapotranspiración necesaria para sostener un óptimo crecimiento de la planta. Más aún, el agua requerida es definida como la tasa de evapotranspiración de un cultivo libre de enfermedades, en una superficie no menor que una hectárea, bajo óptimas condiciones de suelo asumiéndose fertilidad adecuada, agua para alcanzar la máxima producción potencial bajo las condiciones predominantes del medio ambiente (FAO, 1976).

El coeficiente de cultivo depende de las características anatómicas, morfológicas y fisiológicas de cada especie y expresa la capacidad de la planta para extraer el agua del suelo en las distintas etapas del período vegetativo.

Vásquez (1992), menciona que el factor de cultivo (Kc), llamado también coeficiente de cultivo, es un factor que indica el grado de desarrollo o cobertura del suelo por el cultivo del cual se quiere evaluar su consumo de agua.

Este parámetro describe las variaciones de la cantidad de agua que las plantas extraen del suelo a medida que se van desarrollando, desde la siembra hasta la recolección.

En los cultivos anuales normalmente se diferencian 4 etapas o fases de cultivo, las cuales son:

Inicial.- Desde la siembra hasta un 10% de la cobertura del suelo aproximadamente.

Desarrollo.- Desde el 10% de cobertura y durante el crecimiento activo de la planta.

Media.- Entre floración y fructificación, correspondiente en la mayoría de los casos al 70-80% de cobertura máxima de cada cultivo.

Maduración.- Desde madurez hasta recolección.

c. Precipitación efectiva (Pe)

Vásquez (1992), indica que durante el proceso de almacenamiento hídrico del reservorio solo, la precipitación pluvial constituye un alto porcentaje del contenido de agua en el suelo. Parte de la lluvia que dispone la planta para su desarrollo es únicamente una fracción de ésta; la otra parte se pierde por escorrentía, percolación profunda o evaporación. En este sentido al volumen de lluvia parcial utilizado por las plantas para satisfacer sus correspondientes necesidades hídricas para su normal desarrollo se le ha definido como precipitación efectiva (Pe).

d. Requerimiento de agua de los cultivos

Es la lámina adicional de agua que se debe aplicar a un cultivo o determinados cultivos para que supla las necesidades. Se expresa como la diferencia entre la Evapotranspiración del cultivo (ETc) y la Precipitación Efectiva (PE).

Un buen riego es, la aplicación oportuna, uniforme y eficiente de agua al suelo para reponer el agua consumida por los cultivos y la que se evapora del suelo por acción del clima. Así todas las plantas del cultivo van a tener un desarrollo parejo y buen rendimiento.

e. Demanda del proyecto

La demanda del proyecto es la cantidad de agua que se tiene que dotar a la parcela esta dependerá de la eficiencia de riego (Er).

Anten (2000), menciona que para pequeños sistemas de riego por aspersión, y dado el hecho que las conducciones y distribuciones serán generalmente entubadas, se asume que las principales pérdidas ocurrirán a nivel parcelario, justamente en la aplicación del agua al cultivo, por eso en este caso se considera que la eficiencia de riego es prácticamente equivalente a la eficiencia de aplicación (Ea).

f. Módulo de riego (Mr)

El módulo de riego se calcula a través del razonamiento siguiente: para una altura de 1mm de agua por día (lámina de agua), el metro cuadrado contiene un volumen de: $0.001 \times 1 \times 1 = 0.001 \text{ m}^3 =$ litro/día, en esas mismas condiciones una hectárea contiene un volumen de agua de:

$$0.001 \times 100 \times 100 = 10 \text{m}^3 = 10000 \text{ litros/día}$$

Equivalente a 0.116 litros/segundo

Entonces una dotación de 1 mm/día equivale a un caudal fijo de 0.116 litros/segundo/hectárea, Para una dotación de Dp, el módulo de riego de una parcela (Mr) está dado por la fórmula (2.1):

$$\text{Mr} = \frac{10000}{86400} \text{DP} \quad (2.1)$$

Donde:

Mr : Módulo de riego (litros/segundo/hectárea)

DP : Demanda del proyecto

2.11.2. El agua en el suelo

Acevedo (1979), indica que mediante el riego se persigue restituir al suelo la cantidad de agua consumida y darle así al cultivo, apropiadas condiciones de humedad, para su buen desarrollo.

a. Expresiones del contenido de humedad

El contenido de humedad o cantidad de agua que tiene una muestra de suelo se puede expresar de diferentes maneras.

b. Disponibilidad del agua en el suelo

La cantidad de agua disponible en el suelo a ser utilizada por las plantas, está comprendida entre el rango de humedad a capacidad de campo (CC, 0.33bares) y el punto de marchitez permanente (PMP, 15 bares). Si se mantuviera la humedad del suelo a un nivel mayor que la capacidad de campo, existe peligro de que la falta de aire en el suelo sea un factor limitante para el normal desarrollo de las plantas. Mientras que a niveles de humedad cercanos al

punto de marchitez permanente, producirá daños irreversibles al cultivo, a nivel fisiológico.

b.1. Capacidad de campo (CC)

La capacidad de campo se define como la máxima capacidad de retención de agua de un suelo sin problemas de drenaje, y que se alcanza según la textura del suelo entre 12 y 72 horas después de un riego pesado.

b.2. Punto de marchitez permanente (PMP)

Es el punto en el cual la vegetación manifiesta síntomas de marchitamiento, caída de hojas, escaso desarrollo o fructificación, debido al flujo retardado de agua del suelo hacia la planta y que en promedio corresponde a un estado energético de 15 bares.

c. Humedad aprovechable total en el suelo (HAT)

Soto (2002), indica que es el agua que se encuentra entre la capacidad de campo y el punto de marchitez permanente, en otras palabras es el agua que queda en el suelo desde el momento en que el suelo deja de perder agua por gravedad hasta que, luego de consumirse por drenaje, evaporación y por la planta esta última no pueda extraer el agua.

Puede estar expresado en porcentaje o en lámina de agua, si se multiplica la diferencia de capacidad de campo y punto de marchitez permanente por la profundidad radicular.

2.11.3. Profundidad de raíces (z)

Vásquez (1992), indica que todo cultivo tiene un determinado patrón de distribución de raíces. Este varía según la edad, las condiciones de humedad a las que ha sido sometido durante su periodo vegetativo, la naturaleza física del suelo y las características intrínsecas del perfil del suelo.

Las características físicas y en especial la textura y el nivel de humedad del suelo tienen una gran influencia en la profundidad de enraizamiento. En forma general, se puede decir que los suelos de textura gruesa, permiten una mayor profundidad de raíces frente a los suelos de textura fina, que están en íntima relación con la capacidades diferentes de retención de agua de dichos suelos y a los niveles de humedad a que han sido sometido el cultivo durante su periodo vegetativo

La profundidad de la raíz según cultivo también depende de la profundidad de la capa arable, se puede apreciar en la tabla 2.1.

TABLA 2.1: Profundidad de la raíz de los cultivos.

Cultivo	cm	Cultivo	cm	Cultivo	cm
Alfalfa	90-180	Cítricos	120-130	Pastos	60-100'
Algodón	75 - 170	Fresas	20 - 30	Patatas	30-75
Berenjena	75-120	Frijoles	50-90	Pepino	75-125
Caña de Azúcar	75-180	Hortalizas	30-60	Tomate	40-100
Cereales	60-150	Leguminosas	50 -125	Uva	75-180
		Maíz	75-160		

Fuente: Gaete Vergara Leonardo, (2001).

2.11.4. Lámina neta de riego (Ln)

Tarjuelo (1999), es la aportación de humedad al suelo para satisfacer las necesidades del cultivo durante varios días. Suele expresarse en mm de lámina de agua o en m³/ha.

2.11.5. Lámina bruta (Lb)

Cuando se aplica un riego no toda el agua queda almacenada en la zona del suelo, sino que parte se pierde por evaporación, escorrentía y percolación profunda. La lámina bruta es la cantidad real de agua que ha de aplicarse durante el riego para satisfacer las necesidades netas de riego.

2.11.6. La infiltración en el suelo

Las características de infiltración de un suelo constituyen el elemento básico para poder efectuar un adecuado diseño del sistema de riego y determinar el tiempo de riego apropiado.

La infiltración puede ser definida como la entrada vertical (gravitacional) del agua en el perfil del suelo teniendo gran importancia durante la ejecución del riego.

Normalmente se mide en mm/h, y limita el ritmo de aplicación del agua al terreno para que no haya escorrentía. La infiltración puede implicar un movimiento del agua unidimensional (vertical) tal como ocurre en el riego por aspersión o por inundación, un movimiento de agua bidimensional como ocurre en el riego por surcos y un movimiento de agua tridimensional como ocurre en riego por goteo

Velocidad de infiltración

Puede ser definida como la velocidad de entrada vertical del agua en el perfil del suelo, cuando la superficie del terreno se cubre con una lámina delgada de agua. La función que describe la velocidad de infiltración en un punto cualquiera es un modelo exponencial dado por la fórmula (2.2):

$$i = at^b \quad (2.2)$$

Donde:

- i : Velocidad de infiltración instantánea. (cm/h)
- t : Tiempo (min)
- a : Constante que representa la velocidad de infiltración
- b : Pendiente de curva de velocidad de infiltración.

Lámina infiltrada

Representa la cantidad de agua que ha pasado a través de la superficie del suelo en un tiempo determinado generalmente se mide en mm. Se

obtiene integrando la ecuación de la velocidad de infiltración entre los límites 0 y t, esta expresión representa la fórmula (2.3):

$$I = At^B \quad (2.3)$$

Donde:

- I : Lámina infiltrada (cm)
- t : Tiempo (minutos)
- A : Lámina infiltrada en t = 1 min.
- B : Parámetro constante que es mayor que cero.

Velocidad de infiltración básica

La velocidad de infiltración básica se presenta cuando la variación de la velocidad en función del tiempo es mínimo, menor que el 10% cuyo valor se obtiene igualando la velocidad de infiltración con el 10% de su velocidad de infiltración anterior, esta se expresa según la fórmula (2.4):

$$\frac{di_b}{dt} = -10 \%i \quad (2.4)$$

Como:

$$i = at^b \quad (2.5)$$

Remplazando en (2.4).

$$\frac{d}{dt}(at^b) = -0.10(at^b) \quad (2.6)$$

Resolviendo se obtiene lo siguiente:

$$t = t_b = -10 b \text{ (horas)} \quad (2.7)$$

$$t = t_b = -600 b \text{ (min)} \quad (2.8)$$

Luego:

$$i_b = a(-10b)^b \text{ (horas)} \quad (2.9)$$

$$i_b = a(-600b)^b \text{ (min)} \quad (2.10)$$

Dónde:

- i_b : Infiltración básica
- t_b : Tiempo base.

2.11.7. Caracterización del funcionamiento del aspersor

Como factores prácticas a tener en cuenta en el funcionamiento de los aspersores pueden destacarse:

a. Marco de riego (l x l')

Tarjuelo (1999), indica que el marco de riego determina las interacciones o solapes entre los modelos de distribución de agua de los aspersores contiguos para lograr una buena uniformidad de reparto de agua. Los marcos normalmente adoptados como separación entre aspersores dentro del ramal y entre ramales suelen ser: 12 x 12, 12 x 15, 12 x 18, 15 x 15 y 18 x 18 en rectángulo, y 18 x 15 en triángulo, medidos todos ellos en metros. En general son múltiplos de 6 o 9 m para sistemas con tuberías en superficies y pueden tomar cualquier valor si se trata de tuberías enterradas.

Marco en rectángulo : $S = l * l'$

Marco en cuadrado : $S = l^2, l' = l$

Marco en triángulo : $S = 0.5 \sqrt{3} l^2$

b. Espaciamiento entre aspersores

Heerman y Kohl (1980), recomienda separaciones del 60% del diámetro efectivo del aspersor para marcos en cuadrado o en triángulo y el 40% y 75% para marcos en rectángulo, siempre que se trate de vientos menores de 2 m/s. este espaciamiento debe reducirse, al aumentar la velocidad del viento, según se indica en la tabla 2.2.

TABLA 2.2: Porcentaje de reducción para determinar el espaciamiento entre aspersores.

% de reducción	Velocidad del viento (m/s)
10 - 12	4 - 6
18 - 20	8 - 9
25 - 30	10 - 11

Fuente: Heerman y Kohl, (1980).

Se entiende por diámetro efectivo el 95% del diámetro mojado para aspersores con dos boquillas, y el 90% de este para aspersores con una boquilla.

Traslapes o solapes de un aspersor.

Tarjuelo (1999), indica que el traslape es la técnica general de combinar el patrón que sigue un aspersor en su deposición de agua sobre la superficie del suelo.

Lo define como la pluviosidad que se obtendría si se distribuyera uniformemente el caudal emitido por el aspersor en la superficie que teóricamente riega, de acuerdo con el marco adoptado. Este es el parámetro que más frecuente se utiliza en la práctica para definir la intensidad de lluvia.

Distribución del caudal sobre el suelo.

Tarjuelo (1999), indica que las rociadas emitidas por cada aspersor deben distribuirse de forma que el impacto de las gotas y la intensidad de lluvia no perjudiquen las condiciones físicas del cultivo o del suelo, logrando la máxima uniformidad posible.

Además la fricción con el aire de la vena líquida (chorro) constituye la principal causa de que el agua llegue pulverizada al suelo, aunque también influye el choque con el brazo oscilante y la acción del “rompe chorro”, que puede colocarse opcionalmente.

El tipo de chorro emitido depende principalmente del diseño geométrico del aspersor y la boquilla de supresión de trabajo y de las condiciones del viento. Al aumentar la presión disminuye el tamaño de gotas y un exceso de presión (normalmente por encima de 4bar. o 4kg/cm^2) produce una excesiva pulverización del chorro y una baja brusca de uniformidad de riego cuando hay viento.

2.11.8. Parámetros de riego

Revilla (2000), define los siguientes parámetros de riego:

a. Frecuencia de riego (Fr)

Indica el número de riegos por mes, resulta de dividir las necesidades totales o la demanda del proyecto entre la dosis máxima o lámina bruta, la expresión está dado por la fórmula (2.11):

$$Fr = \frac{Dp}{Lb} \quad (2.11)$$

Donde:

- Fr : Frecuencia de riego (riegos/mes)
Dp : Demanda del proyecto
Lb : Lámina bruta (cm)

b. Dosis real (Dr)

Es la cantidad de agua que se va aplicar en cada riego, sale de dividir la demanda del proyecto (Dp) entre el número de riegos (frecuencia de riego por mes) que vamos a dar cada mes pero ya redondeado. La expresión está dado por la fórmula (2.12):

$$Dr = \frac{Dp}{Fr} \quad (2.12)$$

Donde:

- Dr : Dosis real (mm)

c. Tiempo de riego (Tr)

Es el tiempo que se tarda en aplicar la dosis real. Resulta de la división entre la dosis real y la pluviometría del aspersor (Pms), se expresa en horas mediante la fórmula (2.13):

$$Tr = \frac{Dr}{Pms} \quad (2.13)$$

Donde:

- Tr : Tiempo de riego (horas)
Pms : Pluviometría del aspersor (horas)

d. Turno (T)

Es el espacio comprendido entre dos riegos se expresa en días, está dado por la fórmula (2.14):

$$T = \frac{DM}{Fr} \quad (2.14)$$

Donde:

T : Turno (días)
DM : Dosis mensual

e. Postura (P)

Es la cantidad de veces que puedo regar en un mismo día esto depende de lo que dure un riego y también del número de horas disponibles (Tdr) en el día para regar, está dado por la fórmula (2.15).

$$P = \frac{Tdr}{Tr} \quad (2.15)$$

Donde:

P : Postura (posturas/días)
Tdr : Número de horas disponibles (horas)

2.11.9. Caudal del sistema

El caudal del sistema dependerá del aspensor elegido, del marco de riego, de la dosis real del sistema, de las horas de riego, del tiempo disponible de riego así como del caudal disponible (oferta de agua), se debe tener en cuenta que este cálculo se realiza para el mes de máximas necesidades.

a) Caudal disponible (Qd)

La determinación del caudal disponible es importante, pues esta nos indica la disponibilidad de agua con la que contamos, para su determinación existen varios métodos (aforos), y los más utilizados son los métodos volumétricos y de velocidad área el primero es utilizado para calcular caudales hasta un máximo de 10 l/s y el segundo mayores a 10 l/s.

b) Caudal del sistema (Qs)

El caudal del sistema o caudal de diseño deberá ser menor al caudal disponible, para su determinación se deberá tener en cuenta

el número de aspersores que funcionaran simultáneamente y el caudal unitario de cada aspersor.

2.12. DISEÑO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE RÍEGO POR ASPERSIÓN

Consiste en el diseño de tuberías de la línea de conducción, de distribución, de los laterales y el requerimiento de presiones para que funcione óptimamente el sistema de riego por aspersión.

Para el diseño se tiene que tener en cuenta los siguientes conceptos:

2.12.1. Teorema de Bernoulli

El teorema de Bernoulli no es otra cosa que el principio de la conservación de energía, la energía que posee un fluido en movimiento, está integrado por la energía interna, la energía debido a las presiones, a la velocidad y a su posición en el espacio. En la dirección del flujo, el principio de la energía se traduce en la siguiente ecuación, donde cada uno de los términos representa una forma de energía. La figura 2.1 muestra este principio:

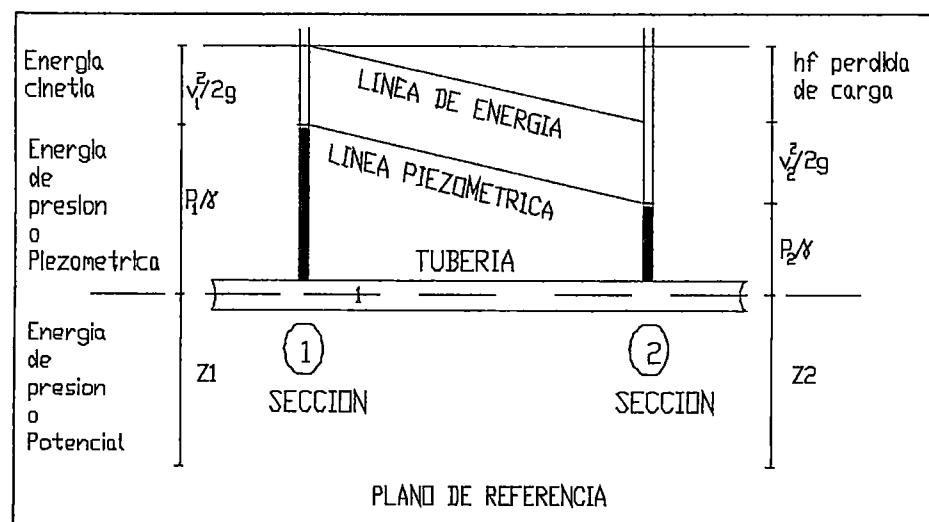


Figura 2.1: Energías de posición, presión y velocidad.

El teorema de Bernoulli, está dado por la fórmula (2.16):

$$Z1 + \frac{P1}{\gamma} + \frac{v1^2}{2g} = Z2 + \frac{P2}{\gamma} + \frac{v2^2}{2g} + hf \quad (2.16)$$

Donde:

Z : Cota del punto respecto a un nivel de referencia

	arbitrario (m)
P/γ :	Carga de presión “P es la presión y γ peso específico del fluido” (m)
h_f :	Perdida de carga que se produce en el tramo 1 - 2, esta magnitud es la carga de la caída de energía
V :	Velocidad media del punto considerado (m/s)
g :	Gravedad (m/s ²)

2.12.2. PÉRDIDA DE CARGA (h_f)

Agüero (1997), menciona que las pérdidas de carga son las pérdidas de presión que sufren los fluidos en su circulación a través de las tuberías y conductos. Se distinguen dos tipos de pérdidas de carga. La primera producida a lo largo de toda la tubería o conducto, al entrar en contacto el agua con las paredes de la tubería denominada **pérdida por rozamiento o pérdida de carga continúa (h_r)**, la segunda produce otro tipo de pérdidas debido a fenómenos de turbulencia que se origina al paso del líquidos por puntos singulares de las tuberías como cambios de dirección, codos, juntas, derivaciones, etc. y que se conocen como **pérdidas singulares o pérdidas de cargas accidentales (h_s)**. La suma de estas dos pérdidas de carga nos da la pérdida total en un tramo de una tubería (h_f), la expresión está dado por la fórmula (2.17):

$$h_f = h_r + h_s \quad (2.17)$$

Donde:

h_r : Pérdida de carga por rozamiento (m)

h_s : Pérdida de carga por singularidad (m)

2.12.3. PÉRDIDA DE CARGA POR ROZAMIENTO.

a) PÉRDIDA DE CARGA POR FRICCIÓN EN UNA TUBERÍA SIMPLE.

Fórmula de Hazen Williams

Esta fórmula es válida solamente para el agua que fluye en las temperaturas ordinarias (5 °C - 25 °C). La fórmula es sencilla y su

cálculo es simple debido a que el coeficiente de rugosidad C depende del material de construcción y del diámetro de la misma pudiendo deducirse de ábacos o tablas, es útil para el cálculo de pérdidas de carga en tuberías para redes de distribución de diversos materiales, especialmente de fundición y acero, es válido para diámetros mayores o iguales a 50 mm, es definido por la fórmula (2.18):

$$J = 10.62 C^{-1.85} D^{-4.87} Q^{1.85} = \frac{hf}{L} \quad (2.18)$$

Donde:

J	:	Pérdida de carga unitaria (m/m)
Q	:	Caudal que circula por la tubería (m ³ /s)
D	:	Diámetro interno en (m)
L	:	Longitud total de tubería (m)
hf	:	Pérdida de carga continua (m)
C	:	Coficiente de Hazen y Williams

El valor del Coeficiente de Hazen y Williams se indica en la tabla 2.3.

TABLA 2.3: Coeficiente de Hazen Williams.

Material	C
Fierro fundido	100
Concreto	110
Acero	120
Asbesto Cemento / PVC	140

Fuente: Roger Agüero Pittman, (1993).

b) PÉRDIDA DE CARGA POR FRICCIÓN EN TUBERÍAS CON SALIDAS MÚLTIPLES.

Las tuberías múltiples con salidas múltiples son utilizadas en distintos sistemas de riego a presión como el riego por aspersión o goteo. Las pérdidas de carga por fricción en una tubería con salidas múltiples, resulta ser menor que en una tubería simple (con la misma longitud, diámetro interno idéntico y transportando un caudal constante a lo largo de la tubería), ello debido a que el caudal va disminuyendo en la

dirección del flujo y por tanto la velocidad y la pérdida de carga por fricción se reduce en cada segmento de la tubería entre dos salidas consecutivas.

La evaluación estricta de las pérdidas de carga por fricción en este tipo de tuberías, requiere el cálculo de las pérdidas de carga por fricción en cada uno de los segmentos que la componen, sin embargo cuando el número de salidas es elevado, esta forma de cuantificar la pérdida de carga por fricción resulta impráctica.

Varios han sido los investigadores que han propuesto expresiones que agilicen la valorización de estas pérdidas de carga por fricción en una tubería de estas características como por ejemplo Christiansen (1942), Jensen y Fratini (1957), Escalopi (1988), entre otros. La manera tradicional de cuantificar la pérdida de carga por fricción en una tubería con salidas múltiples (Figura 2.3), consiste en afectar la pérdida de carga unitaria por fricción en una tubería simple por un factor F que tiene en cuenta el número de salidas.

Ecuación de Christiansen

Esta ecuación tiene en cuenta que la distancia entre las salidas consecutivas es constante ($l = \text{constante}$), el caudal que proporciona cada salida (q) es constante, la distancia del inicio de la tubería a la primera salida es igual ($l_0 = l$), no hay caudal aguas debajo de la última salida, y las características del tipo de material de la tubería (aspereza) y diámetro interno de la misma se mantiene constante, está dado por la ecuación (2.19):

$$F1 = \frac{1}{1+\beta} + \frac{1}{2n} + \frac{\sqrt{\beta-1}}{6n^2} \quad (2.19)$$

Ecuación de Scalopi

En muchas situaciones en el campo la primera salida no puede estar localizada a un espaciamiento de la entrada de la tubería igual a la que existe entre las salidas consecutivas ($l_0 \neq l$) dejándose de cumplir la

ecuación anterior. Scalopi derivó un factor F2 tomando como base la ecuación F1 propuesta por Christiansen, donde el espaciamiento desde el inicio de la tubería a la primera salida puede ser cualquier distancia, está dado por la ecuación (2.20):

$$F2 = \frac{r+nF-1}{r+n-1} \quad (2.20)$$

Donde:

- F1, F2 : Factor de salidas múltiples (F).
- R : l_0/l
- n : Número de salidas
- β : Constante que depende del tipo de material de tubería

En la tabla 2.4 se muestran los valores de la constante que depende del tipo de tubería.

TABLA 2.4: Valores de β según tipo de tubería.

	PE	$\beta = 1.75$
Para tuberías de	PVC	$\beta = 1.8$
	ALUMINIO	$\beta = 1.9$

Fuente: J.M. Tarjuelo Martín – Benito, (1999).

Por lo tanto la pérdida de carga continua o por rozamiento para una tubería con salidas múltiples estará dado por la fórmula (2.21):

$$h_r = F J L \quad (2.21)$$

Donde:

- h_r : Pérdida de carga continua.
- F : Factor de salida múltiple.
- J : Pérdida de carga unitaria en (m/m)
- L : Longitud de tubería (m)

La representación de la pérdida de carga por las tuberías con salidas múltiples se muestra en la figura 2.2.

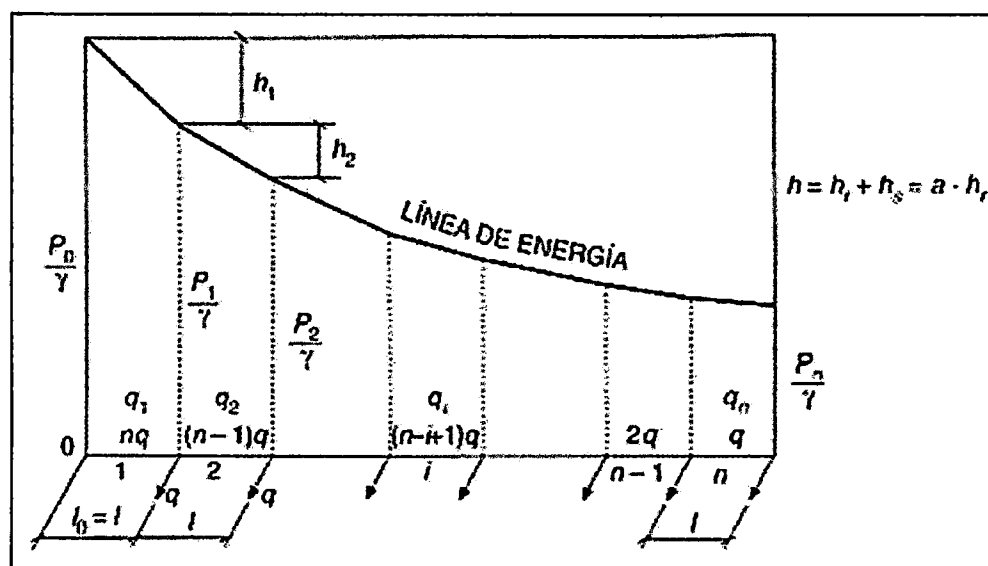


Figura 2.2: Tuberías con salidas múltiples.

Fuente: J.M. Tarjuelo Martín – Benito (1999).

2.12.4. PÉRDIDA DE CARGA LOCALIZADA

Normalmente las pérdidas de carga continua son más importantes que las singulares pudiendo estas despreciarse cuando supongan menos del 5% de las totales, y en la práctica, cuando la longitud entre las singularidades sea mayor de mil veces el diámetro interno de la tubería. Salvo casos excepcionales las pérdidas de carga localizada solo se pueden determinar de forma experimental, y puesto que son debido a una disipación de energía motivada por las turbulencias, pueden expresarse en función de la altura cinética corregida mediante un coeficiente empírico K , la pérdida de carga localizada (h_s) está dado por la siguiente fórmula (2.22):

$$h_s = K \frac{v^2}{2g} \quad (2.22)$$

Donde:

- K : Coeficiente a dimensional
- V : Velocidad media en el interior de la tubería (m/s)
- g : Gravedad (m/s^2)

En la práctica y para cálculos rápidos que no precisen de gran exactitud se suele adoptar los siguientes valores aproximados de K , indicados en la tabla 2.5.

Tabla 2.5: Características de elementos singulares (K)

Accesorios	K	L/D
Válvula esférica (totalmente abierta)	10.00	350
Válvula en ángulo recto (totalmente abierta)	5.00	175
Válvula de seguridad (totalmente abierta)	2.50	-
Válvula de retención (totalmente abierta)	2.00	135
Válvula de compuerta (Totalmente abierta)	0.20	13
Válvula de compuerta (abierta 3/4)	1.15	35
Válvula de compuerta (abierta 1/2)	5.60	160
Válvula de compuerta (abierta 1/4)	24.00	900
Válvula de mariposa (totalmente abierta)	-	40
“T” por la salida del lateral	1.80	67
Codo a 90° de radio corto (con bridas)	0.90	32
Codo a 90° de radio normal (con bridas)	0.75	27
Codo a 90° de radio grande (con bridas)	0.60	20
Codo a 45° de radio corto (con bridas)	0.45	-

Fuente: R. Arteaga Ramírez, M.A., (2007).

2.12.5. COEFICIENTE DE PROPORCIONALIDAD QUE ENGLOBA LAS PÉRDIDAS DE CARGA POR ROZAMIENTO Y LAS SINGULARES.

Se sabe que las pérdidas de cargas totales ($h = h_r + h_s$) están en función de las pérdidas por rozamiento y las pérdidas por singularidad que se explicó anteriormente, para efectos prácticos en muchos casos se simplifica el cálculo suponiendo que las pérdidas por singularidad suponen un porcentaje del orden 5 – 20 % de las pérdidas de carga por rozamiento según el número y tipo de singularidades. Si “x” es el porcentaje que supone las pérdidas por singularidad respecto de las pérdidas por rozamiento entonces se tiene la siguiente fórmula (2.23):

$$h_f = h_r + h_s = h_r + \frac{x}{100} h_r = \frac{x+100}{100} h_r = a h_r \quad (2.23)$$

Donde “a” viene a ser un coeficiente de proporcionalidad que engloba las pérdidas por rozamiento y las singulares, en este caso por lo tanto la

perdida de carga total será producida en una tubería por rozamiento incrementando su longitud entre un 5 – 20%.

2.12.6. CRITERIO DE DISEÑO PARA LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN

La línea de conducción es un sistema de abastecimiento de agua en este caso por gravedad, donde debe utilizarse al máximo la energía disponible para conducir el gasto deseado, lo que en la mayoría de los casos nos llevara a la selección del diámetro mínimo que permita presiones iguales o menores a la resistencia física que el material de la tubería soporta.

Las tuberías normalmente siguen el perfil del terreno, salvo el caso de que, a lo largo de la ruta por donde se debería realizar las instalaciones 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 purga etc. Cada uno de estos elementos precisa de un diseño de acuerdo a características particulares que se verá más adelante, la figura (2.3) muestra este criterio:

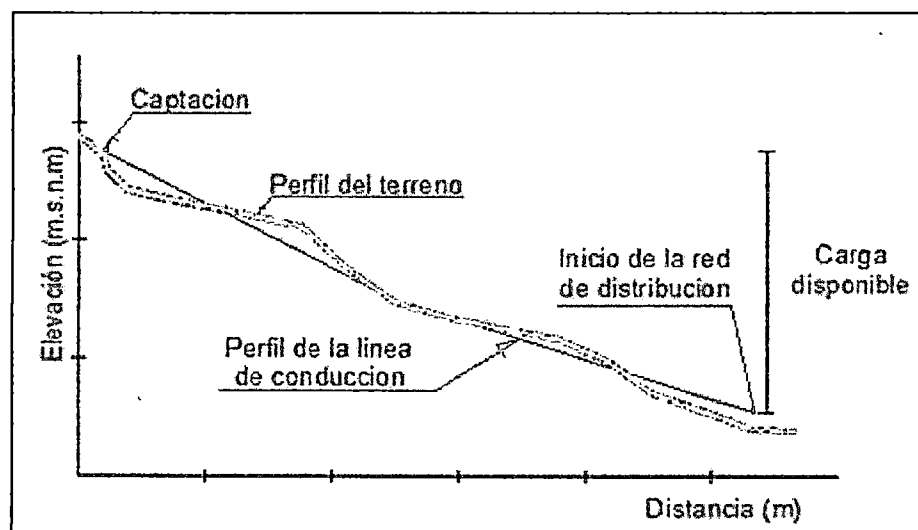


Figura 2.3: Carga disponible en la línea de conducción.

Definido el perfil de la línea de conducción, es necesario considerar criterios de diseño que permitan el planteamiento final en base a las siguientes consideraciones:

Carga disponible

Viene representada por la diferencia de elevación entre la obra de captación y la red de distribución.

Gasto de diseño

Se refiere al caudal de diseño (Q_d) que es necesario para el buen funcionamiento del sistema.

Clase de tubería

La clase de tubería a seleccionarse estará definido por las máximas presiones que ocurran en la línea representada por la línea estática, para la selección se debe considerar una tubería que resista las presiones más elevadas que pueda producirse, ya que la presión máxima no ocurre bajo condiciones de operación, sino cuando se presenta la presión estática, al cerrar las válvulas de control en la tubería.

Las tuberías usadas en los sistemas de riego por aspersión pueden ser de aluminio, de PE o de PVC. Esta última es la más usada por su excelente operatividad, traslado de posición de los ramales, además de su segura resistencia a los agentes atmosféricos externos: físicos, químicos, rajaduras de fragilidad del medio ambiente, envejecimiento termal y a los rayos ultravioletas por lo que es un material idóneo para el uso a la intemperie.

Diámetro

Para determinar los diámetros se consideran diferentes soluciones y se estudian diversas alternativas desde el punto de vista económico, considerando el máximo desnivel en toda la longitud del tramo, el diámetro seleccionado deberá tener la capacidad de conducir el gasto de diseño con velocidades comprendidas entre 0.6 y 3 m/s y las pérdidas de carga por tramo calculado deben ser menores o iguales a las cargas disponibles.

Existen varios criterios de diseño, entre los que se tienen:

- Seleccionar los diámetros internos de la tubería de manera que las pérdidas no excedan a 2,3 m en 100 m de tubería.

- Establecer o verificar que las velocidades límites máximas en la tubería principal estén dentro del rango entre 0,6 a 3,0 m/s. Siendo el valor más usual 2,5 m/s.
- Seleccionar los diámetros de la tubería principal de tal manera que las pérdidas no sobrepasen del 10% a 20% de la presión de operación de los aspersores.
- Tratar de escoger los diámetros en los cuales la suma de los costos fijos de la tubería y costos de energía sean los mínimos, por lo que se debe hacer una comparación de costos

Línea de gradiente hidráulica

La línea de gradiente hidráulica (L.G.H) indica la presión de agua a lo largo de la tubería bajo condiciones de operación, esta gradiente hidráulica puede ser positiva o negativa. Como se ilustra en la figura 2.4, si fuera positiva indica que hay un exceso de energía gravitacional quiere decir que hay energía suficiente para mover el flujo.

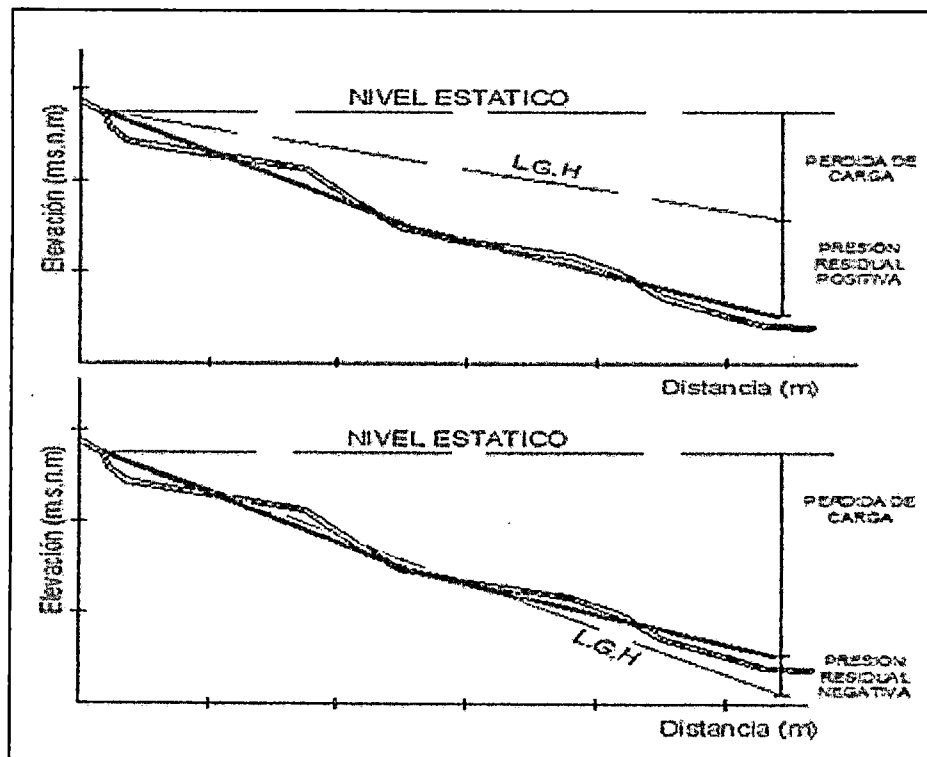


Figura 2.4: Presión residual positiva y negativa.

Si fuera negativa indica que no hay suficiente energía gravitacional para mover la cantidad deseada de agua, en este caso se puede volver a trazar la línea de gradiente hidráulico usando un menor caudal y/o un diámetro mayor de tubería, con la finalidad de tener en toda la longitud de la tubería una carga operativa de agua positiva.

2.12.7. CRITERIO PARA EL DIMENSIONAMIENTO DE UN RAMAL PORTA ASPERSOR Y LA TUBERÍA SECUNDARIA

La base principal para la determinación de los diámetros de los ramales porta aspersores se fundamenta en la uniformidad de distribución de caudales en los mismos, dándose como norma convencional, ratificada por la experiencia, que la diferencia de caudal descargado por dos aspersores cualesquiera de un ramal sea inferior al 10 % del caudal nominal. Este mismo criterio podría aplicarse al conjunto de ramales que constituyen un bloque de riego en los sistemas que llevan una sola válvula por bloque. Teniendo en cuenta lo dicho anteriormente sobre la ecuación de descarga de los aspersores, esta variación de caudal es equivalente a una variación de presión del 20 %, de esta manera se tendrá como condición de diseño, esta expresión está dado por la fórmula (2.24):

$$\frac{P_m}{\gamma} - \frac{P_n}{\gamma} \leq 0.2 \frac{P_a}{\gamma} \quad (2.24)$$

Donde:

P_m/γ : la máxima presión en aspersor de los conectados al ramal.

P_n/γ : la mínima presión en aspersor de los conectados al ramal.

P_a/γ : presión nominal del aspersor, que se hará coincidir con la presión media en el ramal.

Ahora para el cálculo del diámetro de un ramal se hará considerando una tubería simple sin salidas, de longitud $L = n.l$, $Q = n.q$, (Figura 2.4) que da lugar a una pérdida de carga h tal que se muestra en la siguiente fórmula (2.25):

$$hf = aJLF \quad (2.25)$$

Siendo hf la pérdida de carga máxima en el ramal porta aspersores, que vendrá limitada por la condición de diseño según se verá después; F el factor de Christiansen; J la pérdida de carga unitaria, y “ a ” el coeficiente de proporcionalidad que engloba las pérdidas por rozamiento y las singulares.

2.12.8. CÁLCULO DE UN RAMAL PORTA ASPERSOR

Definimos la presión media del ramal (Pm/γ) como aquella que proporciona el caudal medio q_m , la fórmula (2.26), es la siguiente:

$$qm = \frac{Q_o}{n} = \frac{1}{n} \sum q_i z \quad (2.26)$$

Siendo Q_o el caudal que entra por el origen, n el número de emisores y q_i el caudal descargado por cada uno de los emisores. (Figura 2.5), Se ha comprobado experimentalmente que en un ramal horizontal dicha presión media corresponde a un punto situado a $1/3 L$ del origen, y que en el tramo que va desde el origen hasta este punto se produce aproximadamente el 75 % de la pérdida de carga total del ramal. Para el diseño del ramal, la presión media en el mismo se hace coincidir con la presión nominal del aspersor (Pa/γ).

En la hipótesis de diámetro único en toda la conducción, analizaremos tres casos, para su determinación se tiene en cuenta las siguientes figuras: la figura 2.5, muestra el ramal horizontal, la figura 2.6 muestra el ramal ascendente, la figura 2.6, muestra el ramal descendente ($h > h_g$) y la figura 2.7, muestra el ramal descendente ($h < h_g$) para el cálculo de un ramal porta aspersor.

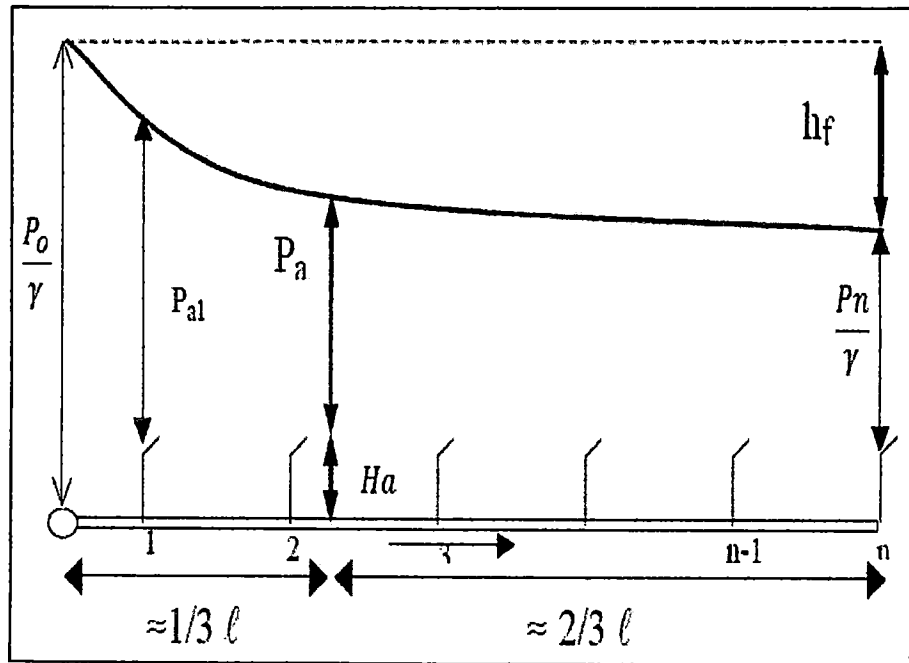


Figura 2.5: Ramal horizontal.
 Fuente: J.M. Tarjuelo Martin – Benito, (1999).

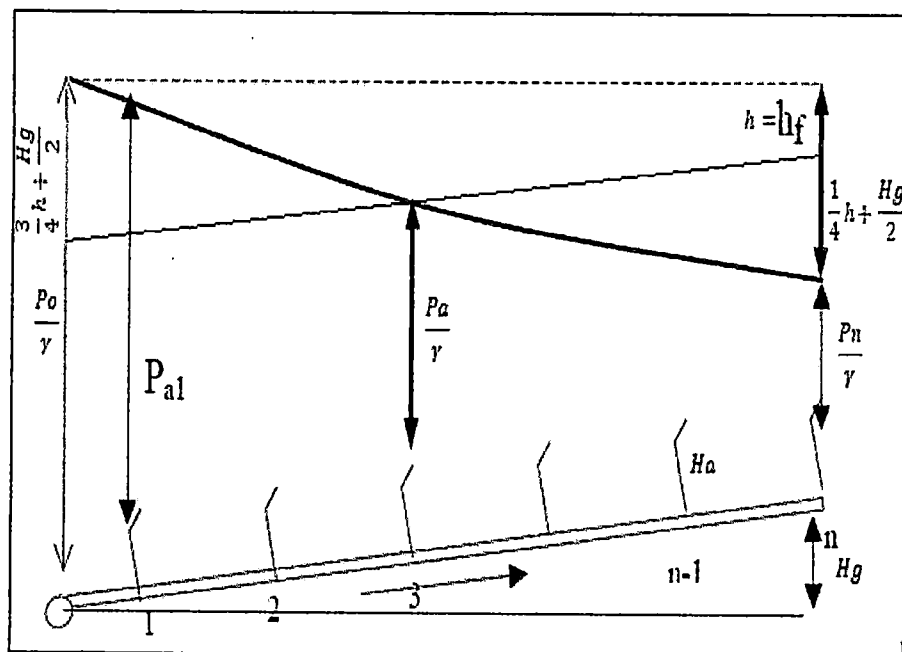


Figura 2.6: Ramal ascendente.
 Fuente: J.M. Tarjuelo Martin – Benito, (1999).

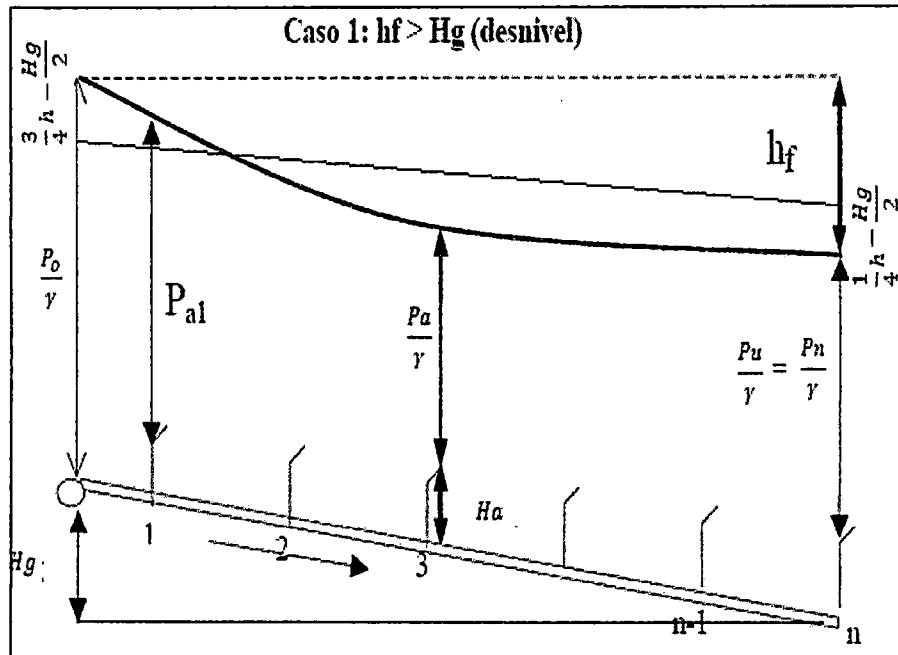


Figura 2.7: Ramal descendente ($h > h_g$).
Fuente: J.M. Tarjuelo Martin – Benito, (1999).

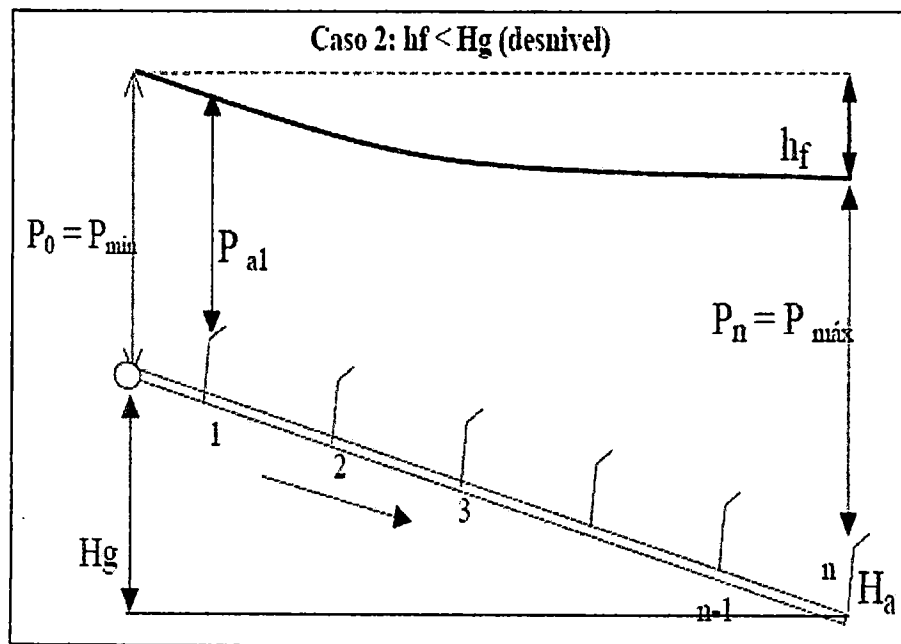


Figura 2.8: Ramal descendente ($h < h_g$).
Fuente: J.M. Tarjuelo Martin – Benito, (1999).

TABLA 2.6: Ecuaciones para el cálculo de un ramal porta aspersor para diámetro único en toda la conducción.

Dirección del Ramal	Caso	Ecuación de Funcionamiento	Condición de Diseño	Presión Media	Presión en el Origen del Ramal	Presión en el Aspersor del Extremo
RAMAL HORIZONTAL	-	$\frac{P_o}{\gamma} = H_a + \frac{P_n}{\gamma} + h$	$(\frac{P_o}{\gamma} - H_a) - \frac{P_n}{\gamma} = h \leq 0.2 \frac{P_a}{\gamma}$	$\frac{P_a}{\gamma} = (\frac{P_o}{\gamma} - H_a) - \frac{3}{4}h$	$\frac{P_o}{\gamma} = \frac{P_a}{\gamma} + \frac{3}{4}h + H_a$	$\frac{P_n}{\gamma} = \frac{P_a}{\gamma} - \frac{1}{4}h$
RAMAL ASCENDENTE	-	$\frac{P_o}{\gamma} = H_g + H_a + \frac{P_n}{\gamma} + h$	$(\frac{P_o}{\gamma} - H_a) - \frac{P_n}{\gamma} = h + H_g \leq 0.2 \frac{P_a}{\gamma}$	$\frac{P_a}{\gamma} + H_a = \frac{P_o}{\gamma} - \frac{3}{4}h - \frac{H_g}{2}$	$\frac{P_o}{\gamma} = \frac{P_a}{\gamma} + \frac{3}{4}h + \frac{H_g}{2} + H_a$	$\frac{P_n}{\gamma} = \frac{P_o}{\gamma} - h - H_g = \frac{P_a}{\gamma} - \frac{1}{4}h - \frac{H_g}{2}$
	$h > H_g$	$\frac{P_o}{\gamma} + H_g = H_a + \frac{P_u}{\gamma} + h$	$(\frac{P_o}{\gamma} - H_a) - \frac{P_n}{\gamma} = h - H_g \leq 0.2 \frac{P_a}{\gamma}$	$\frac{P_a}{\gamma} = \frac{P_o}{\gamma} - \frac{3}{4}h + \frac{H_g}{2} - H_a$	$\frac{P_o}{\gamma} = \frac{P_a}{\gamma} + \frac{3}{4}h - \frac{H_g}{2} + H_a$	$\frac{P_n}{\gamma} = \frac{P_a}{\gamma} - \frac{1}{4}h + \frac{H_g}{2}$
RAMAL DESCENDENTE	$h = H_g$	-	-	-	$\frac{P_o}{\gamma} = H_a - \frac{P_a}{\gamma}$	$\frac{P_n}{\gamma} = \frac{P_a}{\gamma}$
	$h < H_g$	$\frac{P_o}{\gamma} + H_g = H_a + \frac{P_u}{\gamma} + h$	$\frac{P_u}{\gamma} - (\frac{P_o}{\gamma} - H_a) = H_g - h \leq 0.2 \frac{P_a}{\gamma}$	$\frac{P_a}{\gamma} = \frac{P_o}{\gamma} - \frac{3}{4}h + \frac{H_g}{2} - H_a$	$\frac{P_o}{\gamma} = \frac{P_a}{\gamma} + \frac{3}{4}h - \frac{H_g}{2} + H_a$	$\frac{P_n}{\gamma} = \frac{P_a}{\gamma} - \frac{1}{4}h + \frac{H_g}{2}$

Fuente: J.M. Tarjuelo Martin – Benito, (1999).

2.13. CULTIVO INSTALADO

La alfalfa (*medicago sativa*) es una leguminosa perenne de crecimiento erecto que puede mantenerse productiva de 4 a 7 años. Su sistema radicular consistente con raíz principal que puede penetrar varios metros. Presenta abundantes tallos, que en su base tienen numerosas yemas basales que forman una corona. Esta corona dependiendo de la variedad, puede encontrarse sobre o bajo la superficie del suelo. Sus hojas son trifoliadas o multifoliadas. Generalmente las alfalfas se clasifican por su latencia invernal (que determina estacionalidad en la producción). De acuerdo a esto se clasifican en una clásica que va del Grupo 1 al Grupo 9, pero en la actualidad ya hay nuevas variedades que han sido ubicadas en un grupo de 10.

Existe un gran número de variedades que se adaptan a una gran diversidad de climas. Prefiere en general, climas cálidos con temperaturas óptimas de 22 a 26 °C pero con un buen suministro hídrico. Se desarrolla bien en suelos con textura media, buena fertilidad y drenaje con pH de 6,5 a 7,8. No resiste anegamiento prolongado pues sus raíces son muy susceptibles a la falta de oxígeno. En suelos ácidos disminuye su perennidad y rendimientos ya que la acidez afecta la simbiosis con las bacterias nitrificantes y disminuye la nodulación y por lo tanto la nutrición nitrogenada. Si bien su sistema radicular le confiere cierta resistencia a la sequía, la alfalfa es muy exigente en agua para la obtención para óptimos resultados. El establecimiento se puede realizar en otoño o primavera. Las siembras de otoño se recomiendan para zonas donde no hay riesgos de heladas. Las dosis de semillas por hectárea varían de 15 a 30 kg dependiendo de factores como el suelo, tipo de siembra, etc.

Es indispensable especialmente en suelos que no hayan sido sembrados con alfalfa, que la semilla sea inoculada con *Rhizobium meliloti* para asegurar una adecuada nodulación y por lo tanto buena nutrición nitrogenada de las plantas. Normalmente la alfalfa se siembra sola pero puede asociarse con trébol blanco, reygrass inglés o con *dactylis*.

Un buen manejo de la alfalfa debe considerar factores como el riego, la frecuencia de cortes, el control de malezas y la fertilización. Si estos factores se manejan adecuadamente se obtendrá la mayor producción y la máxima duración del cultivo.

Se puede utilizar para pastoreo, cortes o en heno, sin embargo dadas sus características es un cultivo especialmente apto para ser cosechado mediante cortes mecánicos para la alimentación en sistemas ganaderos intensivos. Cuando se usa en pastoreo directo se tiene el riesgo de dañar el alfalfar por pisoteo y compactación, además del problema de meteorismo que puede causar la muerte de los animales.

La alfalfa está considerada como una de las especies con mayor contenido de nutrientes digestibles, destacándose por su elevado contenido de proteínas y alta digestibilidad. Sin embargo, estos elevados contenidos van disminuyendo conforme la planta madura por lo que se debe establecer una adecuada estrategia de cortes para lograr su máximo aprovechamiento.

Entre las variedades de alfalfa que se adaptan a la sierra son la WL Rebound (dormancia 4) y la beacon (dormancia 9). La primera es una variedad que combina características excepcionales como una dormancia invernal intermedia larga (4), una muy rápida recuperación después del corte, una excepcional potencial de rendimiento y muy buena tolerancia a las condiciones invernales. Es una variedad con muy significativa resistencia invernal sobre cualquier otra variedad de la misma dormancia.

La calidad de su forraje es similar al de las alfalfas de calidad mejorada pero su rendimiento potencial es muy superior. Excelente resistencia a múltiples plagas y enfermedades, color verde oscuro muy atractivo, una muy rápida recuperación después del corte y dormancia intermedia larga, son factores que se combinan para darle a esta variedad un excelente impacto visual. Esta variedad se ha comportado bien en un amplio rango de medio ambiente y está muy adaptada para zonas andinas donde se siembran típicamente variedades de dormancia 3 y 4. Presenta 4 a 5 cortes al año, y por su contenido nutritivo en proteínas, minerales y vitaminas constituye el pilar de la alimentación del ganado de la mayor parte de la Región Ancash.

2.14. OBRAS COMPLEMENTARIAS

Los elementos que aquí se nombran no son únicos, las características particulares de cada sistema pueden incorporar algunos elementos que no se están incorporando en la presente descripción.

2.14.1. Captación

Esta estructura se ubica en la fuente de agua y esta puede ser un manantial, un canal o alguna quebrada, para el caso de captaciones en canales se puede hacer captaciones sencillas como por ejemplo una captación de tubería PVC que conectará al Desarenador o un partididor de agua que consta de dos compuertas una en la dirección del canal y la otra para el ingreso al Desarenador.

2.14.2. Desarenador

Son obras hidráulicas que tienen por objeto separar del agua cruda la arena y partículas en suspensión gruesa, con el fin de evitar se produzcan depósitos en las obras de conducción, proteger las bombas de la abrasión, los goteros, los aspersores y evitar sobrecargas en los procesos posteriores de tratamiento. El desarenado se refiere normalmente a la remoción de las partículas superiores a 0,2 mm.

2.14.3. Filtro Arena

El mayor problema en los sistemas de riego por aspersión son las obturaciones. Esto se debe a los pequeños diámetros de los emisores. Para evitar el paso de pequeños visitantes hacia la red, es necesario filtrar el agua. Existen numerosas formas de filtrar el agua, dependiendo de qué partículas queramos extraer. Para separar la arena del agua se utilizan filtros hidrociclones, para eliminar la arcilla y la materia orgánica se usan filtros de arena. Para aguas provenientes de pozos se utilizan filtros de malla. Los filtros de arena consisten en tanques metálicos o de poliéster, en cuyo interior se colocan una gruesa capa de arena a través de la cual circula el agua a filtrar. El agua entra en el filtro por la tubería superior y se distribuye en el interior del tanque por medio de un deflector que tiene por objeto evitar que el chorro de agua incidente sobre la arena y la remueva. La salida del agua filtrada es por una tubería inferior esta se prolonga en el interior del tanque en unos colectores perforados y revestidos de malla para evitar el arrastre de la arena. El tanque dispone de dos amplias bocas, una

para la carga y otra para la descarga de la arena. El depósito lleva un purgador para eliminar el aire.

La tubería de entrada suele llevar una derivación para eliminar el agua sucia durante la limpieza por el contra lavado. El filtrado se realiza a través de una capa de arena cuyo espesor no debe ser menor a 50 cm. La arena a utilizar puede ser rodada, de río o de mar, o procedente de chancado, presentando esta última el inconveniente de contener a veces demasiado polvo. Debe poseer la particularidad de no subsidiarse, con el objeto de que con el tiempo no se desintegre con el uso, y resistente al ataque de ácidos. El material más usado es la arena silícea cuando los filtros de arena están limpios provocan una pérdida de carga del orden de 1 a 2 m.c.a, dependiendo del tipo de arena y de la velocidad media del agua. A medida que se van colmatando, la pérdida aumenta llegando a los 4 a 6 m.c.a debiendo proceder a su limpieza. Una manera de conocer la cantidad de impurezas dentro del filtro es medir la presión antes de entrar el agua al tanque y luego a la salida.

La limpieza se realiza invirtiendo el sentido de circulación del agua para lo que hay que considerar las derivaciones necesarias en las tuberías de entrada y salida. Para el uso óptimo del filtro se recomienda una velocidad del agua de 40m³/h. La elección de un tipo de filtro de arena depende exclusivamente del caudal a filtrar por hora y se procede del mismo modo que en los filtros de grava.

2.14.4. Cámara de carga / reservorio

La cámara de carga sirve para dar presión a la red presurizada y permite regular el buen funcionamiento del sistema con caudales variables de entrada y salida. La regulación es necesaria por el hecho de que el sistema de riego está diseñado con un caudal máximo pero que debe poder funcionar con caudales más pequeños sin que la red presurizada aspire aire.

La construcción de los reservorios puede hacerse en concreto armado en mampostería, en concreto reforzado con malla galvanizada o con revestimiento de geomembranas de PVC o polietileno.

La forma trapezoidal da mayor estabilidad y una construcción menos costosa en el caso de concreto, para revestimientos con geomembranas esta forma es indispensable.

Los reservorios tiene que ser equipados con tubo de reboce y de limpia y un filtro para evitar el ingreso de partículas en la línea de presión, los filtros comerciales son de fácil instalación y son fáciles de limpiar pero tiene un costo algo elevado, también se pueden fabricar de PVC perforando y mallas de nylon un filtro artesanal.

2.14.5. Hidrantes y bocas de riego

Soto (2002), indica que los hidrantes son punto de toma de agua o conexión que se ubican en la parcela a irrigar y que conecta a la red de distribución que puede ser móvil y que puede estar conformado por mangueras o tuberías fijas. Estas estructuras son equipadas con válvulas.

Tarjuelo (1999), indica que las bocas de riego son estructuras que se ubican en las tuberías terciarias o laterales de riego, contienen a los aspersores y poseen acople rápido para el tubo porta aspersor, están estructura se utiliza en sistemas fijos con aspersores móviles.

2.15. PRESUPUESTO

El presupuesto de un proyecto es la suma total de dinero asignado con el propósito de cubrir todos los gastos del proyecto durante un periodo de tiempo específico. El fin de la gerencia del presupuesto es controlar los costos del proyecto dentro del presupuesto aprobado.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PROYECTO

3.1.1. Ubicación

a) Ubicación política

Departamento : Ancash
Provincia : Recuay
Distrito : Cotaparaco
Predio : Uncay

b) Ubicación hidrográfica

Cuenca : Río Huarmey

c) Ubicación en coordenadas UTM y en coordenadas geográfica

Coordenadas UTM (a nivel de distrito)

Este : 216368.15 m
Norte : 8894277.11 m

Coordenadas geográficas (a nivel de distrito)

Latitud Sur : 9°59'38"
Longitud Oeste : 77°35'09"

3.1.2. Características geográficas

Cordillera : Cordillera Negra.
Altitud : 3008.00 m.s.n.m. (a nivel de distrito)

3.1.3. Vías de comunicación y acceso

La zona del proyecto se localiza en la cordillera negra específicamente en el mismo distrito de Cotaparaco que pertenece a la provincia de Recuay en el departamento de Ancash, para llegar al

indicado distrito se realiza el siguiente recorrido, la cual se muestra en la siguiente tabla 3.1:

Tabla 3.1: Vías de comunicación y acceso al distrito de Cotaparaco.

De	a	Tiempo (horas)	Tipo de Vía	Distancia (km)	Frecuencia	Transporte
Huaraz	Cátac	1,0	Carretera asfaltada	36	Diario	Combi
Cátac	Cotaparaco	1,5	Carretera afirmada	49	Diario	Combi
TOTAL		2.5 Horas		85 Km		

Fuente: Elaboración propia, (2016).

3.1.4. Clima

La zona de estudio se encuentra ubicada en la Cordillera Negra, con clima característico de la sierra, con temperatura promedio anual de 9.96 °C que se muestra en la tabla A.1.2, la humedad relativa media mensual es casi constante siendo su distribución anual de 84.88 % que se muestra en la tabla A.1.1, con una velocidad de viento de 2m/s la cual se usó para el espaciamiento de aspersores y en la tabla A.1.3 se observa que las precipitaciones máximas se da en los meses de enero, febrero y marzo esta última alcanza una precipitación promedio de 97.93 mm.

3.1.5. Fisiografía

La zona en estudio corresponde fisiográficamente a un valle típico de la sierra peruana, desarrollado sobre el rio Grande, con pendiente relativamente empinada de 2 – 40% desarrollándose un suelo de naturaleza superficial.

3.1.6. Suelo

De acuerdo al estudio de suelos, se obtiene que es un suelo de textura franca arcillosa arenosa, que se caracteriza por tener una reacción ligeramente acida, medianamente rica en materia orgánica y nitrógeno, no tiene problemas de salinidad.

3.2. CARACTERÍSTICAS PROPIAS DEL TERRENO Y LA FUENTE DE AGUA

3.2.1. Características del terreno

El diseño de la propuesta del sistema de riego por aspersión para la producción de alfalfa, se realizó en el predio Uncay ubicado en el Distrito de Cotaparaco a una altura de 2980 m.s.n.m, a nivel de parcela, perteneciente a la Comunidad Campesina San Pablo de Cotaparaco, abarcando un área de terreno de 3.65 ha.

3.2.2. Fuente de agua

El agua para riego proviene del río Grande, la cual es captada, derivada y conducida por un canal, en ciertos tramos revestido con concreto y en otros tramos con canal de tierra, denominado Llacshapucha - Paltachacra, llegando este a la cabecera del área de diseño.

3.3. CULTIVO A INSTALAR

Se pretende instalar el cultivo de alfalfa (Medicago Sativa), variedad WL Rebound en toda la extensión del terreno (3.65 ha).

3.4. SISTEMA DE RIEGO

El sistema de riego que se ha diseñado para la producción de Alfalfa en el distrito de Cotaparaco predio Uncay, es el sistema de riego por aspersión, sobre un área de 3.65 Hectáreas, este sistema será del tipo fijo con aspersores móviles (ramales, secundarias y la tubería principal serán enterradas) donde se realizó el diseño agronómico e hidráulico y el presupuesto del sistema.

3.5. MATERIALES, EQUIPOS Y SOFTWARE UTILIZADOS

Los materiales, equipos y software utilizados para realizar el presente trabajo de investigación fueron:

3.5.1. Materiales

- Libreta de campo
- Wincha
- Cinta métrica
- Baldes
- Cilindros infiltrómetros
- Bolsas.

- Lapiceros
- Papeles
- CD'S
- Botellas
- Carta nacional de la provincia de Recuay escala 1 : 25000
- Datos meteorológicos.

3.5.2. Equipos

- Estación total, trípode, prisma
- GPS
- Cámara fotográfica
- Calculadora
- Cronómetro
- Una computadora I7.
- Plotters.
- Scanner.

3.5.3. Software

- Microsoft office
- Auto CAD Civil 3D 2015.
- S10, Costos y Presupuestos.

3.6. PROCEDIMIENTO

El presente estudio se desarrolló en tres etapas, recopilación de información, trabajo de campo y trabajo de gabinete.

3.6.1. Recopilación de la información

Se recopiló toda la información básica: ubicación, vías de acceso, fuentes de agua, además de información meteorológica y cartográfica de la zona.

3.6.2. Trabajo de campo

Los trabajos de campo para la recopilación de la información consistieron en lo siguiente:

- Levantamiento topográfico

El estudio topográfico se ha realizado con la finalidad de contar con la información detallada sobre el perfil del terreno natural, y toda información que nos permita realizar un análisis real y adecuado en el diseño geométrico y los cálculos de los metrados.

- **Toma de muestras de suelo**

Se realizó una calicata con una profundidad de un metro, donde se tomaron muestras de suelo a 30 cm, 60 cm y 100 cm, para su posterior análisis en el laboratorio. Esto permitió determinar ciertas propiedades físicas del suelo que son necesarias para el diseño.

- **Muestras de agua**

Se tomó una muestra de agua en la cabecera del área en estudio, para su análisis en el laboratorio, esto permitió determinar la calidad del agua de riego.

- **Medición del caudal**

El caudal que transporta el canal Llacshapucha - Paltachacra se determinó mediante el método del flotador.

- **Prueba de infiltración**

Esta prueba permitió determinar la velocidad de infiltración básica del suelo que es muy importante para el diseño de un sistema de riego por aspersión.

3.6.3. Trabajo de gabinete

El trabajo de gabinete consistió en ordenar y procesar la información obtenida, la metodología que se empleó en esta etapa del proyecto podemos clasificarlo en tres grupos, (diseño agronómico, diseño hidráulico y evaluación del proyecto), donde se realizaron las siguientes acciones:

- Diseño agronómico del sistema de riego por aspersión. (consistió en la determinación de la evapotranspiración potencial, determinación de la precipitación efectiva, determinación de la evapotranspiración real del cultivo de alfalfa, determinación de la demanda de agua, determinación de la demanda del proyecto, determinación de la lámina neta, determinación de la lámina bruta, elección del marco de riego y el tipo de aspersor, determinación de los parámetros de riego, determinación del caudal del sistema y análisis e interpretación de resultados de laboratorio de las muestras de agua y suelo).
- Diseño hidráulico del sistema de riego por aspersión. (consistió en la elaboración de los planos de planta y perfil y las obras de arte, diseño

de la línea de conducción, las secundarias y los ramales porta aspersores).

Para el trabajo de gabinete fue necesario el uso de tablas, métodos y fórmulas que se mencionan a continuación:

3.6.3.1. Diseño agronómico

a) Cálculo de la necesidad de agua en los cultivos (DA) y la demanda del proyecto (DP)

- Evapotranspiración potencial (ETp)

Se utilizó el método de Hargreaves, en base a datos de temperatura, humedad relativa y la altitud o elevación del lugar, las fórmulas (3.1), (3.2), (3.3) y (3.4) están dadas para el cálculo de la Evaporación potencial.

$$ETP = MF * TMF * CH * CE \quad (3.1)$$

$$TMF = \frac{9}{5} TMC + 32 \quad (3.2)$$

$$CH = 0.166(100 - HR)^{1/2} \quad (3.3)$$

$$CE = 1 + 0.04 \frac{E}{2000} \quad (3.4)$$

Donde:

ETP : Evapotranspiración potencial. (mm/mes)

MF : Factor mensual de latitud (Tabla A.1.4)

TMC : Temperatura media mensual (°C)

TMF : Temperatura media mensual (°F)

CH : Factor de corrección para la humedad relativa

HR : Humedad relativa (%)

CE : Factor de corrección para la altura

E : Altitud o elevación del lugar (m.s.n.m)

Se deberá tener en cuenta, si la humedad relativa es mayor del 64% se emplea la fórmula (3.3), en caso de que la humedad relativa sea menor al 64% se considera CH = 1.

- Determinación de la precipitación efectiva (Pe)

Para determinar la precipitación efectiva, se determinó la precipitación total mensual al 75% de probabilidad de ocurrencia para todo los meses del año utilizando la

fórmula de **Weibull**, luego se determinó la precipitación efectiva (P_e) para todo los meses del año por el método del **Water Power Resource Service**, a partir de la precipitación al 75% de probabilidad de ocurrencia y la tabla A.1.5. La fórmula de Weibull (3.5), está dado por:

Fórmula de Weibull

$$f = \frac{m}{N+1} \quad (3.5)$$

Donde:

f : Frecuencia o probabilidad de ocurrencia (adimensional)

m : Valor de posición de la lluvia ordenada en forma creciente (adimensional)

N : Número total de datos (adimensional)

Water Power Resource Service

Para determinar la precipitación efectiva (P_e) se considera la distribución de la precipitación efectiva que se muestra en la tabla A.1.5.

– Factor de cultivo (K)

Viene dado por la siguiente fórmula (3.6):

$$K = K_c \cdot K_s \cdot K_h \quad (3.6)$$

Donde:

K : Coeficiente que tiene en cuenta la relación agua suelo planta.

K_c : Factor de cultivo (adimensional)

K_s : Factor de suelo (adimensional)

K_h : Factor de humedad (adimensional)

Considerando un suelo profundo, con adecuadas condiciones físicas y buena disponibilidad de elementos nutritivos $K_s = 1.00$. Este mismo valor tiene K_h para condiciones de óptimo abastecimiento de agua; por lo tanto K depende fundamentalmente de K_c , entonces el factor de cultivo queda expresado por la siguiente fórmula (3.7):

$$K = Kc \quad (3.7)$$

El valor del coeficiente del cultivo de referencia Kc depende de las características de la planta y expresa la variación de su capacidad para extraer el agua del suelo durante su periodo vegetativo. Las fases que comprende el periodo vegetativo son cuatro, como se vio anteriormente, existen casos especiales, debido a que en algunos cultivos no se aprecia una diferencia clara en las fases de su periodo vegetativo, la alfalfa es una de ellas. (Ver anexo A, tabla A.1.6).

– **Evapotranspiración real o actual (ETc)**

La evapotranspiración real o actual o también llamado uso consuntivo se determina a partir de las fórmulas (3.8) y (3.9):

$$ETc = K \cdot ETP, \text{ donde } K = Kc \quad (3.8)$$

$$ETc = Kc \cdot ETP \quad (3.9)$$

Donde:

ETc: Evapotranspiración real o actual del cultivo de referencia (mm/mes)

– **Necesidad de agua de los cultivos (DA)**

Para la determinación de la necesidad de agua de los cultivos se tuvo en cuenta la fórmula (3.10):

$$DA = ETc - (Pe + Gw + \Delta w) \quad (3.10)$$

Donde:

DA : Necesidad de riego o demanda de agua de los cultivos (mm/mes)

ETc : Evapotranspiración real o actual (mm/mes)

Pe : Precipitación efectiva (mm/mes)

Gw : Aporte capilar por efecto del nivel freático (mm)

Δw : Cambio de almacenamiento de agua del suelo (mm)

Teniendo en cuenta que el aporte capilar en la zona no es importante por cuanto el nivel freático está muy profundo

($G_w=0$) y el cambio de almacenamiento de agua del suelo es cero ($\Delta w=0$) por cuanto el sistema de riego por aspersión es de alta frecuencia, la ecuación (3.10) queda resumida en la fórmula (3.11):

$$DA = ET_c - P_e \quad (3.11)$$

– **Demanda del proyecto (Dp)**

La demanda del proyecto (Dp) Será igual a la necesidad de riego del cultivo (DA) dividida por la eficiencia de riego del proyecto (Er), están dadas por las formulas (3.12) y (3.13):

$$D_p = \frac{DA}{E_r} \quad (3.12)$$

$$E_r = E_a E_d E_c \quad (3.13)$$

Donde:

Dp : Demanda de agua del proyecto (mm)

DA : Demanda de agua de los cultivos (mm)

Er : Eficiencia de riego (%)

Ea : Eficiencia de aplicación (%)

Ed : Eficiencia de distribución (%)

Ec : Eficiencia de conducción (%)

Para el sistema de riego por aspersión se toma en consideración las pérdidas que ocurren mayormente a nivel parcelario, porque la conducción esta entubada desde la fuente y minimiza las pérdidas a este nivel, lo mismo pasa con la distribución, por lo tanto se asume que las principales perdidas ocurrirán a nivel parcelario, justamente en la aplicación del agua al cultivo, entonces por lo mencionado la eficiencia de riego prácticamente equivale a la eficiencia de aplicación, está definido por la fórmula (3.14).

$$D_p = \frac{DA}{E_a} \quad (3.14)$$

En la tabla A.1.7, que se presenta en anexos, se observa las diferentes eficiencias de aplicación para los diferentes sistemas de riego.

- Módulo de riego.

La expresión que determina el módulo de riego es la siguiente fórmula (3.15):

$$Mr = \frac{10000}{86400} DP \quad (3.15)$$

Donde:

Mr : Módulo de riego (litros/segundo/hectárea)

DP : Demanda del proyecto (mm/día)

b) Determinación del agua en el suelo

- Determinación de las propiedades físicas del suelo

Dentro de este ítem encontramos la textura de suelo, la densidad aparente y la densidad real del suelo, que fueron calculados en el laboratorio de suelos y aguas de la Facultad de Ciencias Agrarias.

- Contenido de humedad del suelo

Los contenidos de humedad del suelo a capacidad de campo (CC) y el punto de marchitez permanente (PMP), fueron calculados en el laboratorio de suelos y aguas de la Facultad de Ciencias Agrarias.

- Determinación de la humedad aprovechable total (HAT)

Para la determinación de humedad fácilmente disponible o humedad aprovechable total del suelo en lámina, se utiliza la fórmula (3.16), siempre que la CC y PMP estén expresados en porcentaje de volumen.

$$HAT = \left(\frac{CC - PMP}{100} \right) Z \quad (3.16)$$

Donde:

HAT : Intervalo de humedad fácilmente disponible en lámina (cm)

- CC : Capacidad de campo (%)
- PMP : Punto de marchitez permanente (%)
- Z : Profundidad de raíces (cm)

- Profundidad de raíces Z

Para determinar la profundidad de raíces se tendrá en cuenta el tipo de cultivo, se tuvo en cuenta la tabla A.1.8 (ver anexo A).

- Determinación de la dosis neta (Ln)

Conocido como lámina neta, para su cálculo se debe tener en cuenta el criterio de riego (Cr), está definido por la fórmula (3.17):

$$Ln = HAT \cdot Cr \quad (3.17)$$

Donde:

- Ln : Dosis neta (mm)
- HAT : Intervalo de humedad disponible (mm)
- Cr : Criterio de riego (%)

- Determinación de la dosis bruta (Lb)

Conocido como lamina bruta, es la relación entre la lámina neta y la eficiencia de aplicación, está dado por la ecuación (3.18):

$$Db = \frac{Ln}{Ea} \quad (3.18)$$

Donde:

- Dn : Dosis neta (mm)
- Ea : Eficiencia de aplicación (%)

c) Determinación de la infiltración en el suelo

La mejor manera de determinar la infiltración de un suelo es mediante mediciones en situ, **utilizando los cilindros infiltrómetros**. Para determinar la ecuación de la velocidad infiltrada y la infiltración básica se utilizara el **método de Kostiakov**, para esto se harán uso de las formulas (2.3) y (2.10).

d) Elección del marco de riego y el tipo de aspersor

– Determinación del marco de riego ($S = e \cdot L$)

Lo normal en un riego es que hagamos primero la elección del marco y luego elijamos el aspersor, para la selección del marco de riego se selecciona una serie de marcos de riego y se optó por la mejor opción, claro que deberá satisfacer las comprobaciones que más adelante se indican.

– Determinación del caudal máximo de cada aspersor

Conociendo el marco de riego (S) y la Permeabilidad (I_b) a que está sujeto el suelo en estudio, se puede determinar el caudal máximo que puede recibir ese terreno de cada aspersor, para el cálculo se utilizó la fórmula (3.20):

$$Q_{\max \text{ Asp}} = S \times I_b \quad (3.20)$$

Donde:

$Q_{\max \text{ Asp}}$: Caudal máximo que puede recibir ese terreno de cada aspersor (l/h)

S : Marco de riego (m²)

I_b : Infiltración básica (mm/h)

– Elección del aspersor (catálogo VIRSA)

Para su elección se tendrá en cuenta el caudal máximo que puede arrojar el aspersor determinado en la ecuación anterior (45), el marco de riego (superficie asignada a regar por cada aspersor) y la permeabilidad del suelo I_B , conociendo lo mencionado anteriormente se selecciona el aspersor entre los modelos comerciales que presentan los fabricantes en los catálogos, en este trabajo se utilizó los catálogos VIRSA (aspersores agrícolas). Una vez seleccionado el aspersor se deberá tener en cuenta ciertas especificaciones técnicas de los aspersores para el diseño como:

Caudal de un aspersor (q)

Este caudal se determina directamente a partir de las especificaciones técnicas del aspersor, depende de los diámetros de las boquillas y la presión de trabajo.

Alcance de un aspersor

Este parámetro (radio de mojadura) se determina directamente de las especificaciones técnicas.

Pluviometría o precipitación

Teniendo el caudal emitido por cada aspersor (q) y el marco de riego adecuado, la pluviosidad media del sistema queda definida por la formula (3.20):

$$Pms = \frac{q}{s} \quad (3.20)$$

Donde:

- Pms : Pluviometría del aspersor (mm/h)
q : Caudal unitario de cada aspersor (l/s)
S : Marco de riego (m²)

- Espaciamiento entre aspersores

Para la determinación de los espaciamientos entre aspersores se tendrá en cuenta lo que menciona Heerman y Kohl, (1980).

- Comprobaciones.

Primero.- Que el caudal del aspersor seleccionado (q) sea inferior al caudal máximo del aspersor, según la ecuación (3.21):

$$q < Q_{max\ Asp.} \quad (3.21)$$

Segundo.- La pluviosidad del sistema (Pms) debe ser menor que la permeabilidad del terreno (Ib), está dado según la ecuación (3.22):

$$Pms < Ib \quad (3.22)$$

e) Determinación de los parámetros de riego

– Información técnica relativa

Para la determinación de los parámetros de riego es necesario tener una información técnica relativa como:

El área total a regar (A)

El área total a regar se determina a partir del levantamiento topográfico, generalmente se expresa en hectáreas.

Caudal disponible (Qd)

El caudal disponible expresado generalmente en l/s, se determina a partir de los aforos realizados a la fuente, en este caso al canal.

Tiempo de riego disponible al día (Trd)

El tiempo de riego disponible expresado en h/día, no es más que la cantidad de horas que se regara en un día, se determina teniendo en cuenta que deben existir horas que permitan solucionar ciertas averías del sistema así como para el tratamiento de las plantas en cuanto a fitosanitarios, henificación, etc. quedando a criterio del proyectista.

Días libres de riego durante un ciclo de riego (DI)

Este parámetro expresado en días, queda a criterio del proyectista, nos permitirá determinar el número de días realmente utilizados para regar. El criterio para su determinación es similar a lo mencionado en el ítem anterior.

– Parámetros de riego

Los parámetros de riego se determinaran teniendo en cuenta las ecuaciones que se mencionan anteriormente.

f) Determinación del caudal del sistema

Normalmente un terreno se riega por partes (Bloques), de tal manera que se va regando poco a poco. En esos bloques de riego hay un número determinado de aspersores que funcionan simultáneamente. Conociendo la superficie que tengo que regar, las horas de que dispongo al mes para regar, el tiempo que dura el riego, el turno y el marco de riego,

todo ello en el mes de máxima necesidades, se puede determinar el número de aspersores totales, el número de aspersores funcionando simultáneamente los bloques de riego y el caudal del sistema que deberá ser menor al caudal disponible.

– **Número de aspersores totales**

Está dado por la ecuación (3.23):

$$N^{\circ} \text{ Asp T} = \frac{A}{S} \quad (3.23)$$

– **Número de aspersores funcionando al mismo tiempo**

Está dado por la ecuación (3.24):

$$N^{\circ} \text{ Asp FAT} = \frac{A}{S \cdot \text{Postura} \cdot \text{Turno}} \quad (3.24)$$

– **Bloques de riego**

Está dado por la ecuación (3.25):

$$B = \frac{N^{\circ} \text{ Asp T}}{N^{\circ} \text{ Asp FAT}} \quad (3.25)$$

Donde:

$N^{\circ} \text{ Asp.Tot.}$: Número de aspersores totales

A : Área total del terreno (m^2)

S : Marco de riego (m^2)

$N^{\circ} \text{ Asp FAT}$: Número de aspersores funcionando al mismo tiempo

B : Bloques

Se debe tener presente que los valores obtenidos por las expresiones anteriores deberán ser corregidas de acuerdo al plano topográfico esto debido a la irregularidad del terreno.

– **Caudal disponible**

Para determinar el caudal disponible (Q_D) se utilizó el método **Velocidad – Área**, que consiste en medir la velocidad del agua superficial que discurre del canal tomando el tiempo que demora un objeto flotante en llegar de un punto a otro en una sección uniforme, habiéndose previamente definido la distancia entre ambos. Cuando la

profundidad del agua es menor a un metro, la velocidad promedio del flujo se considera un 80 % de la velocidad superficial. Las fórmulas (3.26), (3.27) y (3.28), que rigen este método son:

$$Q_D = 800 \times V \times A \quad (3.26)$$

$$V = \text{Longitud} / \text{tiempo promedio} \quad (3.27)$$

$$A = \text{Ancho} \times \text{Altura} \quad (3.28)$$

Donde:

Q_D : Caudal en l/s

V : Velocidad superficial m/s

A : Área de la sección transversal m^2

– Caudal del sistema (Q_s)

Para su cálculo se tiene en cuenta el caudal del aspersor (q) obtenido al seleccionar el tipo de aspersor y el número total de aspersores funcionando al mismo tiempo, se determina mediante la siguiente fórmula (3.29):

$$Q_s = q \times N^{\circ} \text{ de Asp FAT} \quad (3.29)$$

Donde:

Q_s : Caudal de diseño (l/s)

q : Caudal unitario de cada aspersor

N° Asp FAT: Número de aspersores funcionando al mismo tiempo

Se deberá tener presente que el caudal del sistema calculado (Q_s) deberá ser menor al caudal disponible (Q_D) que se obtiene a partir de aforos.

g) Análisis químico del agua de riego

Se ha tomado la muestra de agua sobre la cabecera y punto de entrega del canal de riego denominado Llacshapucha – Paltachacra, que considera el proyecto para el riego del área en estudio. El análisis químico se llevó a cabo en el laboratorio de riego y suelo de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mávalo.

3.6.3.2. Diseño hidráulico

a) Diseño hidráulico de la línea de conducción

Una vez desarrollado el perfil del terreno, se procede a trazar la línea de conducción que deberá seguir el perfil del terreno, su dimensionamiento se realizó a partir de los siguientes datos: El caudal del sistema (Q_s), El diámetro de tubería (D), la longitud de la tubería (L), la cota de inicio y fin de la línea de conducción. Para la determinación del diámetro de tubería se determinó primero la carga disponible que no es más que la diferencia de cotas tanto inicial como final de la línea de conducción, para luego calcular una pérdida de carga unitaria inicial (J'), que vendrá hacer la división entre la carga disponible y la longitud total de la tubería (L), conociendo esta pérdida de carga inicial y el caudal del sistema se reemplaza en este caso en la ecuación número (2.18) de Hazen Williams, despejando se obtiene el diámetro interno de la tubería (D), este valor obtenido en metros se transforma a pulgadas y se selecciona un diámetro comercial.

Finalmente con el diámetro comercial obtenido, y el caudal del sistema se vuelve a reemplazar en la ecuación número (18) de Hazen Williams, y se calcula la pérdida de carga unitaria (J), y a su vez se determina la velocidad del flujo con la fórmula (3.30):

$$Q = 448 \frac{v^{4.174}}{s^{1.714}} \quad (3.30)$$

De Hazen Williams donde el caudal está en l/s, la velocidad en m/s y la pendiente en milésimos.

Esta velocidad debe ser verificada pues deberá estar en el rango de 0.6 m/s y 3 m/s, verificado la velocidad se calcula la pérdida de carga total (h_f), siendo esta la multiplicación de la longitud de la tubería (L) y la pérdida de carga unitaria (J), esta pérdida de carga deberá ser menor o igual a la carga disponible.

Finalmente se deberá determinar las presiones tanto al inicio como al final de la tubería de la línea de conducción para esto se utilizó la ecuación número (3.16).

El coeficiente de Hazen Williams depende del material a usar en este caso usaremos tuberías de PVC, por lo que $C = 140$.

b) Diseño hidráulico de las tuberías secundarias y los laterales de riego

La metodología para el diseño hidráulico de las tuberías secundarias y los laterales de riego es la misma, pues ambas son tuberías con salidas múltiples. Para el diseño es necesario tener como datos el caudal del sistema, las longitudes y cotas tanto de las secundarias como de los ramales que se obtienen a partir del plano topográfico, el número de ramales, el número de aspersores por ramal y la presión de trabajo de los aspersores.

Cálculo de la pérdida de carga unitaria (J): se calculó usando la ecuación (3.18).

Cálculo del factor de salida ($F1$ y $F2$)

Para determinar la pérdida de carga total se debe calcular previamente un factor de salida ($F1$ y $F2$), debido a que las tuberías secundarias y los ramales porta aspersores son tuberías con salidas múltiples y su comportamiento es diferente a las tuberías simples, en este proyecto se considera tuberías de PVC, siendo $\beta = 1.8$ y considerando $l_0 = d/2$, se determina los factores de salida a partir de las ecuaciones (3.19) y (3.20).

Cálculo de la pérdida de carga total (h_f)

Conociendo la pérdida de carga unitaria (J), el factor de salida ($F2$), la longitud de la tubería (L) y considerando un coeficiente de proporcionalidad que engloba las pérdidas por rozamiento y las singulares (a) igual 1.20, se puede determinar la pérdida de carga total utilizando la ecuación (3.24).

Cálculo de la presión en el origen y al final de la tubería (secundaria y ramal)

Para la determinación de la presión tanto en el origen (P_0/γ) y al final de la tubería (P_n/γ) se tendrá en cuenta las ecuaciones que se muestran en la tabla 2.6, el uso de estas ecuaciones dependerá de la dirección tanto de los ramales como de las secundarias.

Determinación de los diámetros de tubería

Para la determinación de los diámetros de tubería se tuvo en cuenta la condición de diseño ($\frac{P_m}{\gamma} - \frac{P_n}{\gamma} \leq 0.2 \frac{P_a}{\gamma}$), que limita la máxima diferencia de presión entre dos orificios y que deberá ser menor al 20% de la presión de trabajo del aspersor.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

4.1.1. Diseño agronómico

4.1.1.1. Necesidad de agua de los cultivos y la demanda del proyecto

La tabla 4.1 describe que el mes con mayor evapotranspiración potencial es **Setiembre** siendo su valor de **84.67 mm**. La determinación de la precipitación efectiva se muestra en la tabla 4.2, estos resultados indican que en los meses de mayo junio, julio, agosto y setiembre no presenta precipitación y en el mes de marzo se obtiene un máximo de **46.92 mm**. Para determinar las necesidades de agua y la demanda del proyecto para la producción del cultivo de alfalfa variedad **WL Ribaud** se ha considerado como datos de partida un coeficiente de cultivo para la alfalfa de 0.9 (ver tabla A.1.6, Anexo A) y una eficiencia de aplicación del 75%, con lo cual se obtiene en el mes de máxima necesidad, setiembre, una necesidad de agua del cultivo de **76.20 mm** y una demanda del proyecto de **101.60 mm**. Estos resultados se muestran en la tabla 4.3.

4.1.1.2. El agua en el suelo

Los resultados de laboratorio muestran que el suelo posee una textura **Franco Arcillosa Arenosa**, con una densidad aparente de **1.45 g/cm³** y contenidos de humedad en volumen a Capacidad de Campo y Punto de Marchites Permanente promedio de **26.5 %** y **11.5 %** respectivamente (**Ver anexo B**).

Para el cálculo de la lámina neta y la dosis bruta se ha considerado como datos de partida, un criterio de riego del 40%, una eficiencia de aplicación del 75% y una profundidad radicular de 100 cm (ver tabla A.1.8) obteniéndose así, una lámina neta de **60 mm** y una lámina bruta de **80 mm**, siendo esta la cantidad de lámina de agua que se necesita aplicar al cultivo de alfalfa, estos resultados se muestran en la tabla 4.4.

Tabla 4.1: Determinación de la evapotranspiración potencial.

Variable	Unidad	Meses											
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Número de días del mes (DM)		31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Temperatura media °C (TMC)	°C	9.41	9.82	9.57	10.04	10.57	9.99	9.94	10.25	10.37	9.98	9.98	9.54
Temperatura media °F (TMF)	°F	48.94	49.68	49.23	50.07	51.02	49.99	49.89	50.45	50.66	49.96	49.96	49.17
Humedad relativa media mensual (HR)	%	89.32	90.33	91.42	89.56	83.09	79.55	76.81	79.07	81.21	84.95	85.06	88.14
Factor de corrección para la humedad relativa (CH)	-	0.54	0.52	0.49	0.54	0.68	0.75	0.80	0.76	0.72	0.64	0.64	0.57
Factor de corrección para la elevación del lugar (CE)	-	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06
Factor mensual de latitud (MF)	-	2.57	2.27	2.36	2.04	1.86	1.68	1.79	2.00	2.19	2.46	2.47	2.58
Evapotranspiración Potencial (ETp)	mm/mes	72.23	61.60	59.80	58.19	68.85	66.83	75.68	81.38	84.67	83.97	84.03	76.79
Evapotranspiración Potencial (ETp)	mm/día	2.33	2.20	1.93	1.94	2.22	2.23	2.44	2.63	2.82	2.71	2.80	2.48

Fuente: Elaboración propia, (2016).

Tabla 4.2: Determinación de la precipitación efectiva.

m	F	Precipitación ordenada de mayor a menor (mm/mes)											
		Meses											
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1	5	146.30	243.90	218.30	84.60	21.10	0.90	1.50	6.50	38.70	61.10	104.40	159.80
2	10	133.60	186.10	171.30	79.50	13.70	0.00	0.00	0.00	15.00	36.70	48.60	79.00
3	14	124.00	154.20	162.30	62.80	12.60	0.00	0.00	0.00	11.80	33.90	41.70	71.70
4	19	81.80	113.50	160.90	55.90	10.20	0.00	0.00	0.00	10.40	33.60	40.90	62.10
5	24	81.80	109.00	151.80	51.40	10.10	0.00	0.00	0.00	7.00	28.40	35.00	59.50
6	29	81.30	108.80	149.00	49.90	9.60	0.00	0.00	0.00	6.20	26.40	32.60	57.40
7	33	80.70	106.60	100.60	46.10	7.00	0.00	0.00	0.00	3.00	23.50	28.30	53.50
8	38	73.80	88.60	98.90	40.80	5.70	0.00	0.00	0.00	2.50	21.00	28.10	43.40
9	43	70.40	88.10	92.60	40.60	4.40	0.00	0.00	0.00	2.10	20.40	26.30	41.10
10	48	63.10	83.10	89.50	36.10	2.50	0.00	0.00	0.00	2.00	19.60	23.70	37.50
11	52	61.90	82.70	88.30	35.80	2.25	0.00	0.00	0.00	1.60	18.60	21.40	37.30
12	57	40.30	82.10	76.80	33.70	1.90	0.00	0.00	0.00	1.00	17.40	16.40	26.60
13	62	38.20	68.00	72.00	33.40	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	12.40	15.40	26.30
14	67	38.10	47.30	65.80	31.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.20	13.30	24.70
15	71	23.00	46.90	64.10	27.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	7.20	20.70
16	76	18.50	34.90	61.60	26.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.60	5.10	17.30
17	81	17.70	27.20	49.80	26.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.50	3.80	12.60
18	86	12.80	15.70	37.10	24.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.60	3.50	10.00
19	90	9.00	15.50	24.80	20.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.70	2.60	8.20
20	95	0.00	0.00	23.00	12.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.00	0.00	7.30
Precipitación (mm/mes)													
m	F	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Precipitación total mensual al 75 % de probabilidad de ocurrencia													
-	75	19.63	37.90	62.23	26.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.70	5.63	18.15
Precipitación efectiva													
-	-	13.894	29.61	46.925	20.473	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.025	4.2188	12.493

Fuente: Elaboración propia, (2016).

Tabla 4.3: Cálculo de la necesidad de agua en los cultivos (da) y la demanda del proyecto (dp)

Variable	Símbolo	Unidad	Meses												
			E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Número de días del mes	Dm	Días	31	28	31	30	31	30	31	31	31	30	31	30	31
Evapotranspiración potencial	Etp	Mm/mes	72.23	61.60	59.80	58.19	68.85	66.83	75.68	81.38	84.67	83.97	84.03	76.79	
Coefficiente de cultivo	Kc	-	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	
Evapotranspiración del cultivo de referencia	Etc	mm/mes	65.01	55.44	53.82	52.37	61.97	60.15	68.11	73.24	76.20	75.57	75.63	69.11	
Precipitación efectiva	Pe	mm/mes	13.89	29.61	46.92	20.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.03	4.22	12.49	
Necesidad de agua de los cultivos	Da	mm/mes	51.11	25.83	6.90	31.90	61.97	60.15	68.11	73.24	76.20	70.55	71.41	56.62	
Eficiencia de riego	Er	%	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	
Demanda de agua del proyecto	Dp	mm/mes	68.15	34.44	9.20	42.53	82.62	80.20	90.81	97.66	101.60	94.07	95.21	75.49	
Demanda de agua del proyecto	Dp	m ³ /ha	681.5	344.4	92.0	425.3	826.2	802.0	908.1	976.6	1016.0	940.7	952.1	754.9	
Módulo de riego	Mr	l/seg/ha	0.25	0.14	0.03	0.16	0.31	0.31	0.34	0.36	0.39	0.35	0.37	0.28	

Fuente: Elaboración propia, (2016).

Tabla 4.4: Determinación del agua en el suelo.

Estrato (cm)	Textura	Capacidad de campo (%) (volumen)	Punto de marchitez permanente (%) (volumen)	Densidad aparente (g/cm ³)	Intervalo de humedad disponible por estrato (cm)
0 - 30	Franco arcillosa arenosa	<u>26.00</u>	<u>11.00</u>	1.45	4.50
30 - 60	Franco arcillosa arenosa	<u>27.00</u>	<u>12.00</u>	1.45	4.50
60 - 100	Franco arcillosa arenosa	<u>26.50</u>	<u>11.50</u>	1.45	6.00
Humedad aprovechable total (hat)		= 15.00	cm		
Considerando un cr para la alfalfa		= 40.00	%		
Eficiencia de aplicación (ea)		= 75.00	%		
Lamina neta (ln)		= 6.00	cm		
Lamina bruta (lb)		= 8.00	cm		

Fuente: Elaboración propia, (2016).

4.1.1.3. Infiltración en el suelo

A partir de los datos obtenidos en campo se determinó la velocidad de infiltración básica que es **1.605 cm/h**. Estos resultados se muestran en el **Anexo C**.

4.1.1.4. Marco de riego y tipo de aspersor

De una serie de marcos de riego se seleccionó un marco adecuado de riego siendo esta de **15x15 m²** y para la selección del tipo de aspersor se recurrió a los catálogos VIRSA, donde se seleccionó un aspersor de impacto agrícola de medio caudal de sector circular, siendo sus especificaciones técnicas: aspersor con dos boquillas de **3/16" x 1/8"**, presión de trabajo del aspersor igual a **4.21 atmósfera**, caudal de trabajo de **2630 l/h**, radio mojado de **13.16 m** y una pluviometría de **11.69 mm/h**. Estos resultados se muestran en la tabla 4.5.

Tabla 4.5: Elección del marco de riego y el tipo de aspersor.

Marco de riego $S = e \times l$	Pluviometría del aspersor (condición inicial) $p = i$	Caudal máximo de cada aspersor ($q_{\text{máx. Asp}}$)	Elección del aspersor (catálogos VIRSA)
15 x 15 m ²	16.05 mm/h	3612.0383 l/h	Presión de Trabajo = 4.21 atmósferas
			Caudal de trabajo (q) = 2630 l/h
			Alcance (D) = 26.32 m
			Pluviometría (P) = 11.69 mm/h
Comprobación	Caudal de trabajo sea inferior al caudal máximo del Aspersor	$q < Q_{\text{máx. Asp}}$, Entonces 2630.00 < 3612 OK	
	La pluviometría debe ser menor la permeabilidad	$P_{ms} < I$, Entonces 11.69 < 16.05 OK	

Fuente: Elaboración propia, (2016).

4.1.1.5. Parámetros de riego

Para el cálculo de los parámetros de riego se tuvo en cuenta un tiempo de riego (T_{dr}) de **16 hora/día**. En el mes de máximas demandas se obtuvo una frecuencia de **2 riegos** por mes, una dosis real de **50.80 mm**, un tiempo de riego de **4.35 horas**, un turno de

riego como máximo de 15 días y 2 posturas por día. Estos resultados se muestran en la tabla 4.6.

4.1.1.6. Caudal del sistema

Para determinar el caudal del sistema es necesario conocer el caudal disponible, que se determinó mediante pruebas de aforo (ver anexo D), donde se obtuvo un caudal disponible de **53.35 l/s**.

Teniendo en cuenta una área a irrigar de 3.65 ha, un marco de riego de 15 x 15 m², un caudal unitario del aspersor de 2630 l/h, el tiempo de riego por postura de 4.35 h y el turno de riego de 15 días como máximo, se determinó el número de aspersores que debe haber en la parcela y el número de aspersores que funcionan simultáneamente siendo estas 132 aspersores y 6 aspersores respectivamente y con un ángulo de giro en función del viento de 25°-27°.

Conociendo el número de aspersores que funcionan simultáneamente y el caudal unitario del aspersor se determinó un caudal de sistema (Qs) igual a **4.38 l/s**. estos resultados se muestran en la tabla 4.7.

4.1.1.7. Calidad físico químico del agua de riego

Los parámetros obtenidos en el laboratorio de suelos y aguas de la Facultad de Ciencias Agrarias UNASAM (ver anexo E), son:

Relación de adsorción de Sodio (RAS)

Según los resultados obtenidos a través del análisis de laboratorio no se encuentra ni trazas de Na⁺⁺, siendo equivalente a cero, lo que demuestra que **el agua es apta para el uso agrícola.**

Conductividad eléctrica (CE) – (pH)

No existe la concentración de sales solubles, pues el valor de 0.25 ds/m a 25°C nos revela que no existe peligro de salinidad y posterior efecto en riego a presión, en cuanto al PH cuyo valor es de 6.865, **no representa peligro alguno en el sistema de riego por aspersión.**

Clasificación de las aguas y su aptitud para el riego agrícola

Los resultados han sido ploteados y tabulados de acuerdo al diagrama para la clasificación de las aguas de riego (según laboratorio de REVERSIDE DE EEUU), según se indica en la figura E.1.1 del anexo E, donde la evaluación del análisis de esta agua de riego pertenece a la clase C1 – S1 que son aptas para la irrigación por gravedad y a presión en cultivos.

Tabla 4.6: Cálculo de los parámetros de riego

Lámina bruta (dn) = **8.0 Cm**
Pluviometría del aspersor (p) = **11.69 Mm/h**
Marco de riego = **15x15 M²**
Tiempo disponible de riego al día = **12.00 H/día**

Variable	Símbolo	Unidad	Meses												
			E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Número de días del mes	DM	Días	31	28	31	30	31	30	31	31	31	30	31	30	31
Demanda de agua del proyecto	DP	mm/mes	68.15	34.44	9.20	42.53	82.62	80.20	90.81	97.66	101.60	94.07	95.21	75.49	
Frecuencia de riego	Fr	riegos/mes	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	
Dosis real	Dr	mm	68.15	34.44	9.20	42.53	41.31	40.10	45.41	48.83	50.80	47.03	47.61	75.49	
Tiempo de riego	Tr	h	5.83	2.95	0.79	3.64	3.53	3.43	3.88	4.18	4.35	4.02	4.07	6.46	
Turno (como máximo)	T	días	31.00	28.00	31.00	30.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	31.00	
Postura	Pst	post/día	1.0	2.0	11.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	1.0	

Fuente: Elaboración propia, (2016).

Tabla 4.7: Cálculo del caudal del sistema

Área del proyecto	=	3.65	ha	
Postura	=	2.00	/día	
Turno	=	13.00	días	
Caudal de cada aspersor (q)	=	0.35	l/s	
Caudal disponible (q disponible)	=	53.35	l/s	
Marco de riego (s= exl)	=	15x15	m ²	
Número de aspersores totales	=	132		
Número de aspersores f.m.t	=	6		En el mes de setiembre, cada vez que hago una postura de riego arranco de manera simultánea 6 aspersores, doy 2 posturas de riego por día al cabo de 11 días (22 posturas) abre regado toda la parcela (3.65 ha) y se empezare a dar el siguiente riego.
Bloques de riego	=	22		
Caudal necesario	=	2.1	l/s	

Condición: Caudal del sistema (Qs) < caudal disponible (Qd) ----- OK

Fuente: Elaboración propia, (2016).

Nota: de acuerdo al plano topográfico se ha contabilizado un total 132 aspersores que deberán estar disponibles en el terreno lo cual corrige a los 162 aspersores que se determinó, esta variación es debido a la irregularidad del terreno.

4.1.2. Diseño hidráulico

4.1.2.1 Línea de conducción.

Se instalara una línea de conducción de diámetro variable de tubería PVC SAP clase 10 la que conducirá un caudal de 7500 l/h desde la cámara de carga hasta la parcela en estudio, estos resultados se muestran en las tablas 4.8 y 4.11.

4.1.2.2 Laterales de riego

Los resultados del dimensionamiento de los laterales de riego se muestran en las tablas 4.9, 4.10 y 4.11, se instalaran 23 cajas de válvulas, 22 hidrantes y 132 bocas de riego, según distribución de plano topográfico.

4.1.2.3 Obras complementarias

El dimensionamiento de las obras complementarias se muestra en el anexo F y anexo J (planos del proyecto).

Partidor

Esta obra de arte es necesaria para captar y partir el agua hacia la parcela en estudio, se encontrara ubicado en el canal Llacshapucha Palta Chacra, en la progresiva 0+000 km según el plano topográfico, será de concreto simple $F'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ y constara de dos compuertas tipo izaje con volante, sus dimensiones se muestran en el plano de detalles de estructuras.

Desarenador

Esta estructura se encontrara inmediatamente después del partidor, será de concreto armado $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, siendo sus dimensiones internas de 1.35m de largo por 0.90 m de ancho con una altura de 0.70m, el espesor de muro y losa es de 0.10 m.

Filtro de arena

Esta obra de arte se ubicara inmediatamente después del desarenador, tendrá la función de retener las partículas más pequeñas que pasaron el desarenador, para evitar así obstrucciones en los aspersores la cámara de filtro será construido de concreto armado $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, esta estructura tiene las dimensiones de $3 \times 1.95 \text{ m}^2$ con una profundidad efectiva de 1.85 m, esta

estructura tiene una tapa metálica de 1.10 m x 1.10 m x 3/16", en su interior se aloja el cilindro de arena, su diámetro calculado es de 24", y será llenada con arena de 56 mm, además dispondrá de válvulas de control tanto para el funcionamiento del sistema como el retro lavado.

Cámara de carga

Esta obra de arte se encontrara después del filtro, será de concreto simple con una malla de refuerzo, de sección trapezoidal (para obtener mayor estabilidad), constara de una tubería de rebose, un filtro y una caja de válvulas, siendo sus dimensiones externas de 4m por lado, una altura de 1.70m y un espesor de 0.15 m, con lo cual se almacenará un volumen de 7 m³, para el funcionamiento del sistema de riego por aspersión esta estructura deberá estar constantemente abastecida por el caudal del sistema.

Cajas de válvula e hidrantes

Estas estructuras se construirán en las líneas de las tuberías primarias y secundarias, serán de concreto simple $f_c=175\text{kg/cm}^2$, sus dimensiones externas son de 0.80 m por 0.80 m por 0.65 m con un espesor de 0.1 m, constara de tapa metálica, válvulas de control y accesorios. Esta estructura conectara a los ramales de riego (laterales de riego), se construirán un total de 23 cajas, 22 hidrantes y su distribución será según plano topográfico.

Bocas de riego

Estas estructuras se encontraran enterradas y serán de concreto simple, contendrán a las válvulas de acople rápido y a los aspersores de riego, su distribución será según plano topográfico, el número de bocas de riego a construir será de 132.

Tabla 4.8: Dimensionamiento de la línea de conducción

TRAMO	LONGITUD (m)	CAUDA DE SISTEMA (Q) EN m ³ /s	COTA (m s.n.m.)		COEFICIENTE DE HAZEN WILLIAMS	PERDIDA DE CARGA UNITARIA (l) EN m/m	DIAMETRO (D) EN mm	DIAMETRO COMERCIAL (PULGADAS)	PERDIDA DE CARGA UNITARIA CORREIDA (U) (m/m)	VELOCIDAD (V) EN m/s	CARGA DISPONIBLE	PERDIDA DE CARGA EN EL TRAMO (H=1)	COTA PIEZOMÉTRICA (m s.n.m.)	PRESION FINAL DEL TRAMO (m.c.a.)
			INICIAL	FINAL										
A-B	50.627	0.0021	3013.977	2991.426	140.000	0.445	28.120	2	0.0250	1.04	22.55	1.266	3014.112	22.686
A-C	61.9156	0.0021	3013.977	2989.764	140.000	0.391	28.882	2	0.0250	1.04	24.21	1.548	3013.829	24.065
A-D	84.5426	0.0021	3013.977	2987.052	140.000	0.318	30.425	2	0.0250	1.04	26.93	2.114	3013.264	26.212
A-E	107.17	0.0021	3013.977	2983.389	140.000	0.285	30.811	2	0.0250	1.04	30.59	2.679	3012.698	29.309
A-F	123.662	0.0021	3013.977	2980.935	140.000	0.267	31.231	2	0.0250	1.04	33.04	3.092	3012.286	31.351
A-G	139.662	0.0010	3013.977	2976.618	140.000	0.267	23.996	1 1/2	0.0282	0.92	37.36	3.932	3011.446	34.827
A-H	162.29	0.0010	3013.977	2970.920	140.000	0.265	24.036	1 1/2	0.0282	0.92	43.06	4.568	3010.809	39.889
A-I	178.29	0.0010	3013.977	2968.236	140.000	0.257	24.202	1 1/2	0.0282	0.92	45.74	5.019	3010.358	42.123
A-J	200.917	0.0007	3013.977	2966.952	140.000	0.234	21.142	3/4	0.0323	0.88	47.03	6.491	3008.886	41.934
A-K	223.545	0.0003	3013.977	2964.555	140.000	0.221	16.439	2	0.0379	1.23	49.42	24.109	2991.268	26.713
A-B'	70.645	0.0021	3013.977	2990.516	140.000	0.332	29.868	2	0.0250	1.04	23.46	1.766	3013.611	23.095
A-L	126.627	0.0021	3013.977	2975.483	140.000	0.304	30.415	2	0.0250	1.04	38.49	3.166	3012.212	36.729
A-M	149.255	0.0021	3013.977	2972.470	140.000	0.278	30.976	2	0.0250	1.04	41.51	3.731	3011.646	39.176
A-N	165.255	0.0021	3013.977	2970.258	140.000	0.265	31.295	2	0.0250	1.04	43.72	4.131	3011.246	40.988
A-O	181.255	0.0021	3013.977	2970.219	140.000	0.241	31.889	2	0.0250	1.04	43.76	4.531	3010.846	40.627
A-P	197.255	0.0021	3013.977	2968.128	140.000	0.232	32.138	2	0.0250	1.04	45.85	4.931	3010.446	42.318
A-Q	219.882	0.0021	3013.977	2961.854	140.000	0.228	32.267	2	0.0250	1.04	50.12	5.497	3009.880	46.026
A-R	235.882	0.0021	3013.977	2961.552	140.000	0.222	32.435	2	0.0250	1.04	52.43	5.897	3009.480	47.929
A-S	251.882	0.0014	3013.977	2959.717	140.000	0.215	27.984	1 1/2	0.0479	1.23	54.26	12.073	3003.304	43.587
A-T	274.509	0.0007	3013.977	2957.542	140.000	0.206	21.713	1	0.0958	1.38	56.44	26.293	2989.085	31.543
A-B'	70.645	0.0021	3013.977	2990.516	140.000	0.332	29.868	2	0.0250	1.04	23.46	1.766	3013.611	23.095
A-U	211.398	0.0021	3013.977	2975.579	140.000	0.182	33.807	2	0.0250	1.04	38.40	5.285	3010.092	34.514
A-V	227.398	0.0021	3013.977	2972.367	140.000	0.183	33.756	2	0.0250	1.04	41.61	5.685	3009.692	37.326
A-W	243.398	0.0021	3013.977	2969.716	140.000	0.182	33.799	2	0.0250	1.04	44.26	6.085	3009.292	39.576
A-X	259.398	0.0021	3013.977	2967.058	140.000	0.181	33.836	2	0.0250	1.04	46.92	6.485	3008.892	41.885
A-Y	282.025	0.0021	3013.977	2963.630	140.000	0.179	33.928	2	0.0250	1.04	50.35	7.051	3008.327	44.697
A-Z	298.025	0.0021	3013.977	2960.673	140.000	0.179	33.915	2	0.0250	1.04	53.30	7.451	3007.927	47.254

Fuente: Elaboración propia, (2016).

Tabla 4.9: Datos generales para el dimensionamiento de los ramales porta aspersores

TRAMO DE LA LÍNEA SECUNDARIA	RAMALES	COTA (m.s.n.m)		LONGITUD (m)	N° DE ASPERSORES (n)	PARA TUBERIA PVC, $\beta=1.80$	DISTANCIA ENTRE EL PRIMER EMISOR Y EL ORIGEN DE LA TUBERIA (m)	COEFICIENTE DE PROPORCIONALIDAD (a)	PRESION NOMINAL DEL ASPERSOR (P_a y), EN m.c.a	ALTURA DEL ASPERSOR SOBRE EL TERRENO (Ha), EN m.	CAUDAL DE CADA ASPERSOR (q), EN m ³ /s	CAUDAL EN EL RAMALE (Q_a) EN m ³ /s
		INICIAL	FINAL									
A - C	1	2989.764	2981.755	84.000	6	1.8000	4	1.2000	42.100	1.0000	0.00035	0.0021
A - D	2	2987.052	2978.422	90.627	6	1.8000	4	1.2000	42.100	1.0000	0.0003	0.0021
A - E	3	2983.389	2978.472	84.000	6	1.8000	4	1.2000	42.100	1.0000	0.0003	0.0021
A - F	4	2980.935	2972.499	88.000	6	1.8000	8	1.2000	42.100	1.0000	0.0003	0.0021
A - G	5	2976.618	2973.444	40.000	3	1.8000	8	1.2000	42.100	1.0000	0.0003	0.0010
A - H	6	2970.920	2970.734	40.000	3	1.8000	8	1.2000	42.100	1.0000	0.0003	0.0010
A - I	7	2968.236	2968.595	40.000	3	1.8000	8	1.2000	42.100	1.0000	0.0003	0.0010
A - J	8	2966.952	2966.615	24.000	2	1.8000	8	1.2000	42.100	1.0000	0.0003	0.0007
A - K	9	2964.555	2964.486	8.000	1	1.8000	8	1.2000	42.100	1.0000	0.0003	0.0003
A - L	10	2975.483	2977.279	88.000	6	1.8000	8	1.2000	42.100	1.0000	0.0003	0.0021
A - M	11	2972.470	2975.112	88.000	6	1.8000	8	1.2000	42.100	1.0000	0.0003	0.0021
A - N	12	2970.258	2972.147	88.000	6	1.8000	8	1.2000	42.100	1.0000	0.0003	0.0021
A - N	13	2970.258	2961.399	88.000	6	1.8000	8	1.2000	42.100	1.0000	0.0003	0.0021
A - O	14	2970.219	2969.485	88.000	6	1.8000	8	1.2000	42.100	1.0000	0.0003	0.0021
A - P	15	2968.128	2969.999	88.000	6	1.8000	8	1.2000	42.100	1.0000	0.0003	0.0021
A - Q	16	2963.854	2960.949	88.000	6	1.8000	8	1.2000	42.100	1.0000	0.0003	0.0021
A - R	17	2961.552	2960.949	88.000	6	1.8000	8	1.2000	42.100	1.0000	0.0003	0.0021
A - S	18	2959.717	2959.578	56.000	4	1.8000	8	1.2000	42.100	1.0000	0.0003	0.0014
A - T	19	2957.542	2957.646	24.000	2	1.8000	8	1.2000	42.100	1.0000	0.0003	0.0007
A - U	20	2975.579	2975.637	88.000	6	1.8000	8	1.2000	42.100	1.0000	0.0003	0.0021
A - V	21	2972.367	2971.849	88.000	6	1.8000	8	1.2000	42.100	1.0000	0.0003	0.0021
A - W	22	2969.716	2968.849	88.000	6	1.8000	8	1.2000	42.100	1.0000	0.0003	0.0021
A - X	23	2967.058	2965.637	88.000	6	1.8000	8	1.2000	42.100	1.0000	0.0003	0.0021
A - Y	24	2963.630	2961.836	88.000	6	1.8000	8	1.2000	42.100	1.0000	0.0003	0.0021
A - Z	25	2960.673	2958.232	88.000	6	1.8000	8	1.2000	42.100	1.0000	0.0003	0.0021

Fuente: Elaboración propia, (2016).

Tabla 4.10: Pérdida de carga de los ramales porta aspersores y la condición de diseño

DIAMETRO (mm)		LONGITUD (m)	COTA (m.s.n.m)		PERDIDA DE CARGA UNITARIA MEDIDO EN m POR CADA METRO DE TUBERIA (j)	FACTOR DE CHRISTIANSEN		PERDIDA DE CARGA TOTAL (h), EN m.c.a	DESNIVEL GEOMETRICO ENTRE LOS EXTREMOS DEL RAMAL (Hg), en m	PRESION EN EL ORIGEN DEL RAMAL (P _o /γ), EN m.c.a	PRESION MEDIA EN EL RAMAL	PRESION EN EL ASPERSOR DEL EXTREMO (P _e /γ), EN m.c.a	DIFERENCIA DE PRESIONES (P _m /γ - P _n /γ), EN m.c.a	CONDICION DE DISEÑO (0.2P _e /γ), (m.c.a)
Ø EXT.	Ø INT.		INICIAL	FINAL		F1	F2							
RAMAL 1														
26.7	23.5	84.000	2989.764	2981.755	1.0675565	0.444617057	0.365276637	39.30730782	8.009	24.065	-2.410753312	-8.232880268	32.297908	8.4
33.4	30.4	84.000	2989.764	2981.755	0.3047172	0.444617057	0.365276637	11.2196533	8.009	24.065	18.65498758	19.85477426	4.210253	8.4
42.2	38.9	84.000	2989.764	2981.755	0.0917142	0.444617057	0.365276637	3.376908013	8.009	24.065	24.53704655	27.69751954	-3.632492	8.4
48.3	43.9	84.000	2989.764	2981.755	0.0508966	0.444617057	0.365276637	1.874008582	8.009	24.065	25.66422112	29.20041897	-5.135391	8.4
60.3	55.2	84.000	2989.764	2981.755	0.0166820	0.444617057	0.365276637	0.614229231	8.009	24.065	26.60905563	30.46019833	-6.395171	8.4
RAMAL 2														
26.7	23.5	90.627	2987.052	2978.422	1.0675565	0.444617057	0.365276637	42.40837364	8.630	26.212	-2.279621261	-8.566614672	34.778174	8.4
33.4	30.4	90.627	2987.052	2978.422	0.3047172	0.444617057	0.365276637	12.1048038	8.630	26.212	20.44805612	21.73695517	4.474604	8.4
42.2	38.9	90.627	2987.052	2978.422	0.0917142	0.444617057	0.365276637	3.643321934	8.630	26.212	26.79416752	30.19843704	-3.986878	8.4
48.3	43.9	90.627	2987.052	2978.422	0.0508966	0.444617057	0.365276637	2.021854474	8.630	26.212	28.01026812	31.8199045	-5.608346	8.4
60.3	55.2	90.627	2987.052	2978.422	0.0166820	0.444617057	0.365276637	0.66268753	8.630	26.212	29.02964333	33.17907144	-6.967512	8.4
RAMAL 3														
26.7	23.5	84.000	2983.389	2978.472	1.0675565	0.444617057	0.365276637	39.30730782	4.917	29.309	1.287049521	-6.081227435	35.390208	8.4
33.4	30.4	84.000	2983.389	2978.472	0.3047172	0.444617057	0.365276637	11.2196533	4.917	29.309	22.35279041	22.00642709	7.302553	8.4
42.2	38.9	84.000	2983.389	2978.472	0.0917142	0.444617057	0.365276637	3.376908013	4.917	29.309	28.23484938	29.84917238	-0.540192	8.4
48.3	43.9	84.000	2983.389	2978.472	0.0508966	0.444617057	0.365276637	1.874008582	4.917	29.309	29.36202395	31.35207181	-2.043091	8.4
60.3	55.2	84.000	2983.389	2978.472	0.0166820	0.444617057	0.365276637	0.614229231	4.917	29.309	30.30685847	32.61185116	-3.302871	8.4
RAMAL 4														
26.7	23.5	88.000	2980.935	2972.499	1.0675565	0.444617057	0.394127699	44.43157906	8.436	31.351	1.245140769	-5.644803996	36.995679	8.4
33.4	30.4	88.000	2980.935	2972.499	0.3047172	0.444617057	0.394127699	12.682296	8.436	31.351	25.05710307	26.10447907	5.246396	8.4
42.2	38.9	88.000	2980.935	2972.499	0.0917142	0.444617057	0.394127699	3.817136397	8.436	31.351	31.70597277	34.96963867	-3.618764	8.4
48.3	43.9	88.000	2980.935	2972.499	0.0508966	0.444617057	0.394127699	2.118312474	8.436	31.351	32.98009071	36.66846259	-5.317588	8.4
60.3	55.2	88.000	2980.935	2972.499	0.0166820	0.444617057	0.394127699	0.694302819	8.436	31.351	34.04809795	38.09247225	-6.741597	8.4
RAMAL 5														
26.7	23.5	40.000	2976.618	2973.444	0.2961320	0.54037299	0.448447588	6.374385295	3.174	34.827	30.63378877	30.62739245	4.199985	8.4
33.4	30.4	40.000	2976.618	2973.444	0.0845262	0.54037299	0.498588717	2.022903663	3.174	34.827	33.89739999	34.97887408	-0.151496	8.4
42.2	38.9	40.000	2976.618	2973.444	0.0254408	0.54037299	0.498588717	0.608856567	3.174	34.827	34.95793532	36.39292117	-1.565543	8.4
48.3	43.9	40.000	2976.618	2973.444	0.0141183	0.54037299	0.498588717	0.337883776	3.174	34.827	35.16116491	36.66389396	-1.836516	8.4
60.3	55.2	40.000	2976.618	2973.444	0.0046275	0.54037299	0.498588717	0.11074554	3.174	34.827	35.33151859	36.8910322	-2.063654	8.4
RAMAL 6														
26.7	23.5	40.000	2970.920	2970.734	0.2961320	0.54037299	0.448447588	6.374385295	0.186	39.889	34.2010733	32.70042697	7.188485	8.4
33.4	30.4	40.000	2970.920	2970.734	0.0845262	0.54037299	0.448447588	1.819468108	0.186	39.889	37.61726119	37.25534416	2.633568	8.4
42.2	38.9	40.000	2970.920	2970.734	0.0254408	0.54037299	0.448447588	0.54762623	0.186	39.889	38.57114259	38.52718604	1.361726	8.4
48.3	43.9	40.000	2970.920	2970.734	0.0141183	0.54037299	0.448447588	0.303904119	0.186	39.889	38.75393418	38.77090815	1.118004	8.4
60.3	55.2	40.000	2970.920	2970.734	0.0046275	0.54037299	0.448447588	0.099608292	0.186	39.889	38.90715605	38.97520398	0.913708	8.4

Fuente: Elaboración propia, (2016).

Tabla 4.10: Pérdida de carga de los ramales porta aspersores y la condición de diseño.

DIAMETRO (mm)		LONGITUD (m)	COTA (m.s.n.m)		PERDIDA DE CARGA UNITARIA MEDIDA EN m POR CADA METRO DE TUBERIA (J)	FACTOR DE CHRISTIANSEN		PERDIDA DE CARGA TOTAL (h) EN m.c.a	DESNIVEL GEOMETRICO ENTRE LOS EXTREMOS DEL RAMAL (Hg) en m	PRESION EN EL ORIGEN DEL RAMAL (P _o /y) EN m.c.a	PRESION MEDIA EN EL RAMAL	PRESION EN EL ASPERSOR DEL EXTREMO (P _a /y) EN m.c.a	DIFERENCIA DE PRESIONES (Pm/y Pn/y) EN m.c.a	CONDICION DE DISEÑO (0.2P _a /y) (m.c.a)	
Ø EXT.	Ø INT.		INICIAL	FINAL		F1	F2								
RAMAL 7															
26.7	23.5	40.000	2968.236	2968.595	0.2961320	0.54037299	0.448447588	6.374385295	0.360	42.123	36.16237035	34.38902403	7.733885	8.4	
33.4	30.4	40.000	2968.236	2968.595	0.0845262	0.54037299	0.448447588	1.819468108	0.360	42.123	39.57855824	38.94394121	3.178968	8.4	
42.2	38.9	40.000	2968.236	2968.595	0.0254408	0.54037299	0.448447588	0.54762623	0.360	42.123	40.53243965	40.21578309	1.907126	8.4	
48.3	43.9	40.000	2968.236	2968.595	0.0141183	0.54037299	0.448447588	0.303904119	0.360	42.123	40.71523123	40.4595052	1.663404	8.4	
60.3	55.2	40.000	2968.236	2968.595	0.0046275	0.54037299	0.448447588	0.099608292	0.360	42.123	40.8684531	40.66380103	1.459108	8.4	
RAMAL 8															
26.7	23.5	24.000	2966.952	2966.615	0.1398674	0.644410657	0.525880876	2.118343655	0.337	41.934	39.51383512	39.1524992	2.781844	8.4	
33.4	30.4	24.000	2966.952	2966.615	0.0399230	0.644410657	0.525880876	0.604647906	0.337	41.934	40.64910693	40.66619495	1.268148	8.4	
42.2	38.9	24.000	2966.952	2966.615	0.0120161	0.644410657	0.525880876	0.18198783	0.337	41.934	40.96610198	41.08885503	0.845488	8.4	
48.3	43.9	24.000	2966.952	2966.615	0.0066683	0.644410657	0.525880876	0.100993795	0.337	41.934	41.02684751	41.16984906	0.764494	8.4	
60.3	55.2	24.000	2966.952	2966.615	0.0021856	0.644410657	0.525880876	0.033101951	0.337	41.934	41.07776639	41.23774091	0.696602	8.4	
RAMAL 9															
26.7	23.5	8.000	2964.555	2964.486	0.0387982	1.006214056	1.012428111	0.377091278	0.069	26.713	25.46453842	25.4047656	1.308091	8.4	
33.4	30.4	8.000	2964.555	2964.486	0.0110743	1.006214056	1.012428111	0.107634779	0.069	26.713	25.6666308	25.6742221	1.038635	8.4	
42.2	38.9	8.000	2964.555	2964.486	0.0033332	1.006214056	1.012428111	0.032396077	0.069	26.713	25.72305982	25.7494608	0.963396	8.4	
48.3	43.9	8.000	2964.555	2964.486	0.0018497	1.006214056	1.012428111	0.01797814	0.069	26.713	25.73387328	25.76387874	0.948978	8.4	
60.3	55.2	8.000	2964.555	2964.486	0.0006063	1.006214056	1.012428111	0.005892555	0.069	26.713	25.74293746	25.77596433	0.936893	8.4	
RAMAL 10															
26.7	23.5	88.000	2975.483	2977.279	1.0675565	0.444617057	0.394127699	44.43157906	1.796	36.729	1.50716911	-10.49892566	47.227979	8.4	
33.4	30.4	88.000	2975.483	2977.279	0.3047172	0.444617057	0.394127699	12.682296	1.796	36.729	25.31913141	21.25035741	15.478696	8.4	
42.2	38.9	88.000	2975.483	2977.279	0.0917142	0.444617057	0.394127699	3.817136397	1.796	36.729	31.96800111	30.11551701	6.613536	8.4	
48.3	43.9	88.000	2975.483	2977.279	0.0508966	0.444617057	0.394127699	2.118312474	1.796	36.729	33.24211905	31.81434093	4.914712	8.4	
60.3	55.2	88.000	2975.483	2977.279	0.0166820	0.444617057	0.394127699	0.694302819	1.796	36.729	34.31012629	33.23835059	3.490703	8.4	
RAMAL 11															
26.7	23.5	88.000	2972.470	2975.112	1.0675565	0.444617057	0.394127699	44.43157906	2.642	39.176	3.531490526	-8.897604239	48.073979	8.4	
33.4	30.4	88.000	2972.470	2975.112	0.3047172	0.444617057	0.394127699	12.682296	2.642	39.176	27.34345283	22.85167883	16.324696	8.4	
42.2	38.9	88.000	2972.470	2975.112	0.0917142	0.444617057	0.394127699	3.817136397	2.642	39.176	33.99232252	31.71683843	7.459536	8.4	
48.3	43.9	88.000	2972.470	2975.112	0.0508966	0.444617057	0.394127699	2.118312474	2.642	39.176	35.26644047	33.41566235	5.760712	8.4	
60.3	55.2	88.000	2972.470	2975.112	0.0166820	0.444617057	0.394127699	0.694302819	2.642	39.176	36.33444771	34.839672	4.336703	8.4	
RAMAL 12															
26.7	23.5	88.000	2970.258	2972.147	1.0675565	0.444617057	0.394127699	44.43157906	1.889	40.988	5.719795063	-6.332599703	47.320579	8.4	
33.4	30.4	88.000	2970.258	2972.147	0.3047172	0.444617057	0.394127699	12.682296	1.889	40.988	29.53175736	25.41668336	15.571296	8.4	
42.2	38.9	88.000	2970.258	2972.147	0.0917142	0.444617057	0.394127699	3.817136397	1.889	40.988	36.18062706	34.28184296	6.706136	8.4	
48.3	43.9	88.000	2970.258	2972.147	0.0508966	0.444617057	0.394127699	2.118312474	1.889	40.988	37.454745	35.98066688	5.007312	8.4	
60.3	55.2	88.000	2970.258	2972.147	0.0166820	0.444617057	0.394127699	0.694302819	1.889	40.988	38.52275224	37.40467654	3.583303	8.4	

Fuente: Elaboración propia, (2016).

Tabla 4.10: Pérdida de carga de los ramales porta aspersores y la condición de diseño.

DIAMETRO (mm)		LONGITUD (m)	COTA (m.s.n.m)		PERDIDA DE CARGA UNITARIA MEDIDO EN m POR CADA METRO DE TUBERIA (j)	FACTOR DE CHRISTIANSEN		PERDIDA DE CARGA TOTAL (h), EN m.c.a	DESNIVEL GEOMETRICO ENTRE LOS EXTREMOS DEL RAMAL (Hg), en m	PRESION EN EL ORIGEN DEL RAMAL (P _o /γ), EN m.c.a	PRESION MEDIA EN EL RAMAL	PRESION EN EL ASPERSOR DEL EXTREMO (P _a /γ), EN m.c.a	DIFERENCIA DE PRESIONES (P _m /γ - P _a /γ), EN m.c.a	CONDICION DE DISEÑO (0.2 P _a /γ), (m.c.a)	
Ø EXT.	Ø INT.		INICIAL	FINAL		F1	F2								
RAMAL 13															
26.7	23.5	88.000	2970.258	2961.399	1.0675565	0.444617057	0.394127699	44.43157906	8.859	40.988	11.09379506	4.415400297	36.572579	8.4	
33.4	30.4	88.000	2970.258	2961.399	0.3047172	0.444617057	0.394127699	12.682296	8.859	40.988	34.90575736	36.16468336	4.823296	8.4	
42.2	38.9	88.000	2970.258	2961.399	0.0917142	0.444617057	0.394127699	3.817136397	8.859	40.988	41.55462706	45.02984296	-4.041864	8.4	
48.3	43.9	88.000	2970.258	2961.399	0.0508966	0.444617057	0.394127699	2.118312474	8.859	40.988	42.828745	46.72866688	-5.740688	8.4	
60.3	55.2	88.000	2970.258	2961.399	0.0166820	0.444617057	0.394127699	0.694302819	8.859	40.988	43.89675224	48.15267654	-7.164697	8.4	
RAMAL 14															
26.7	23.5	88.000	2970.219	2969.485	1.0675565	0.444617057	0.394127699	44.43157906	0.734	40.627	6.6703996	-4.070595166	44.697779	8.4	
33.4	30.4	88.000	2970.258	2969.485	0.3047172	0.444617057	0.394127699	12.682296	0.773	40.627	30.5019619	27.7178879	12.909296	8.4	
42.2	38.9	88.000	2970.258	2969.485	0.0917142	0.444617057	0.394127699	3.817136397	0.773	40.627	37.1508316	36.5830475	4.044136	8.4	
48.3	43.9	88.000	2970.258	2969.485	0.0508966	0.444617057	0.394127699	2.118312474	0.773	40.627	38.42494954	38.28187142	2.345312	8.4	
60.3	55.2	88.000	2970.258	2969.485	0.0166820	0.444617057	0.394127699	0.694302819	0.773	40.627	39.49295678	39.70588108	0.921303	8.4	
RAMAL 15															
26.7	23.5	88.000	2968.128	2969.999	1.0675565	0.444617057	0.394127699	44.43157906	1.871	42.318	7.058904137	-4.984590629	47.302779	8.4	
33.4	30.4	88.000	2968.128	2969.999	0.3047172	0.444617057	0.394127699	12.682296	1.871	42.318	30.87086644	26.76469244	15.553496	8.4	
42.2	38.9	88.000	2968.128	2969.999	0.0917142	0.444617057	0.394127699	3.817136397	1.871	42.318	37.51973613	35.62985204	6.688336	8.4	
48.3	43.9	88.000	2968.128	2969.999	0.0508966	0.444617057	0.394127699	2.118312474	1.871	42.318	38.79385408	37.32867596	4.989512	8.4	
60.3	55.2	88.000	2968.128	2969.999	0.0166820	0.444617057	0.394127699	0.694302819	1.871	42.318	39.86186132	38.75268561	3.565503	8.4	
RAMAL 16															
26.7	23.5	88.000	2963.854	2960.949	1.0675565	0.444617057	0.394127699	44.43157906	2.905	46.026	13.15508555	3.499740787	42.526479	8.4	
33.4	30.4	88.000	2963.854	2960.949	0.3047172	0.444617057	0.394127699	12.682296	2.905	46.026	36.96704785	35.24902385	10.777196	8.4	
42.2	38.9	88.000	2963.854	2960.949	0.0917142	0.444617057	0.394127699	3.817136397	2.905	46.026	43.61591755	44.11418345	1.912036	8.4	
48.3	43.9	88.000	2963.854	2960.949	0.0508966	0.444617057	0.394127699	2.118312474	2.905	46.026	44.89003549	45.81300737	0.213212	8.4	
60.3	55.2	88.000	2963.854	2960.949	0.0166820	0.444617057	0.394127699	0.694302819	2.905	46.026	45.95804273	47.23701703	-1.210797	8.4	
RAMAL 17															
26.7	23.5	88.000	2961.552	2960.949	1.0675565	0.444617057	0.394127699	44.43157906	0.603	47.929	13.90629009	3.099745324	44.828879	8.4	
33.4	30.4	88.000	2961.552	2960.949	0.3047172	0.444617057	0.394127699	12.682296	0.603	47.929	37.71825239	34.84902839	13.079596	8.4	
42.2	38.9	88.000	2961.552	2960.949	0.0917142	0.444617057	0.394127699	3.817136397	0.603	47.929	44.36712209	43.71418799	4.214436	8.4	
48.3	43.9	88.000	2961.552	2960.949	0.0508966	0.444617057	0.394127699	2.118312474	0.603	47.929	45.64124003	45.41301191	2.515612	8.4	
60.3	55.2	88.000	2961.552	2960.949	0.0166820	0.444617057	0.394127699	0.694302819	0.603	47.929	46.70924727	46.83702157	1.091603	8.4	
RAMAL 18															
26.7	23.5	56.000	2959.717	2959.578	0.5042223	0.491459807	0.418811208	14.19088928	0.139	43.587	32.01345205	28.53542973	15.051489	8.4	
33.4	30.4	56.000	2959.717	2959.578	0.1439223	0.491459807	0.418811208	4.050566334	0.139	43.587	39.61869427	38.67575268	4.911166	8.4	
42.2	38.9	56.000	2959.717	2959.578	0.0433180	0.491459807	0.418811208	1.219145507	0.139	43.587	41.74225989	41.50717351	2.079746	8.4	
48.3	43.9	56.000	2959.717	2959.578	0.0240392	0.491459807	0.418811208	0.676562446	0.139	43.587	42.14919718	42.04975657	1.537162	8.4	
60.3	55.2	56.000	2959.717	2959.578	0.0078791	0.491459807	0.418811208	0.221751616	0.139	43.587	42.4903053	42.5045674	1.082352	8.4	

Fuente: Elaboración propia, (2016).

Tabla 4.10: Pérdida de carga de los ramales porta aspersores y la condición de diseño.

DIAMETRO (mm)		LONGITUD (m)	COTA (m.s.n.m)		PERDIDA DE CARGA UNITARIA MEDIDO EN m POR CADA METRO DE TUBERIA (i)	FACTOR DE CHRISTIANSEN		PERDIDA DE CARGA TOTAL (h) EN m.c.a	DÉSNIVEL GEOMETRICO ENTRE LOS EXTREMOS DEL RAMAL (Hg) en m	PRESION EN EL ORIGEN DEL RAMAL (P _o /y) EN m.c.a	PRESION MEDIA EN EL RAMAL	PRESION EN EL ASPERSOR DEL EXTREMO (P _a /y) EN m.c.a	DIFERENCIA DE PRESIONES (P _m /y - P _n /y) EN m.c.a	CONDICION DE DISEÑO (0.2P _a /y) (m.c.a)	
Ø EXT.	Ø INT.		INICIAL	FINAL		F1	F2								
RAMAL 19															
26.7	23.5	24.000	2957.542	2957.646	0.1398674	0.644410657	0.525880876	2.118343655	0.104	31.543	28.90193911	28.3203532	3.222344	8.4	
33.4	30.4	24.000	2957.542	2957.646	0.0399230	0.644410657	0.525880876	0.604647906	0.104	31.543	30.03721092	29.83404895	1.708648	8.4	
42.2	38.9	24.000	2957.542	2957.646	0.0120161	0.644410657	0.525880876	0.18198783	0.104	31.543	30.35420598	30.25670902	1.285988	8.4	
48.3	43.9	24.000	2957.542	2957.646	0.0066683	0.644410657	0.525880876	0.100993795	0.104	31.543	30.41495151	30.33770306	1.204994	8.4	
60.3	55.2	24.000	2957.542	2957.646	0.0021856	0.644410657	0.525880876	0.033101951	0.104	31.543	30.46587039	30.4055949	1.137102	8.4	
RAMAL 20															
26.7	23.5	88.000	2975.579	2975.637	1.0675565	0.444617057	0.394127699	44.43157906	0.058	34.514	0.160825647	-10.97616912	45.489779	8.4	
33.4	30.4	88.000	2975.579	2975.637	0.3047172	0.444617057	0.394127699	12.682296	0.058	34.514	23.97278795	20.77311395	13.740496	8.4	
42.2	38.9	88.000	2975.579	2975.637	0.0917142	0.444617057	0.394127699	3.817136397	0.058	34.514	30.62165765	29.63827355	4.875336	8.4	
48.3	43.9	88.000	2975.579	2975.637	0.0508966	0.444617057	0.394127699	2.118312474	0.058	34.514	31.89577559	31.33709747	3.176512	8.4	
60.3	55.2	88.000	2975.579	2975.637	0.0166820	0.444617057	0.394127699	0.694302819	0.058	34.514	32.96378283	32.76110712	1.752503	8.4	
RAMAL 21															
26.7	23.5	88.000	2972.367	2971.849	1.0675565	0.444617057	0.394127699	44.43157906	0.517	37.326	3.260980184	-7.588164581	44.914079	8.4	
33.4	30.4	88.000	2972.367	2971.849	0.3047172	0.444617057	0.394127699	12.682296	0.517	37.326	27.07294248	24.16111848	13.164796	8.4	
42.2	38.9	88.000	2972.367	2971.849	0.0917142	0.444617057	0.394127699	3.817136397	0.517	37.326	33.72181218	33.02627808	4.299636	8.4	
48.3	43.9	88.000	2972.367	2971.849	0.0508966	0.444617057	0.394127699	2.118312474	0.517	37.326	34.99593012	34.72510201	2.600812	8.4	
60.3	55.2	88.000	2972.367	2971.849	0.0166820	0.444617057	0.394127699	0.694302819	0.517	37.326	36.06393737	36.14911166	1.176803	8.4	
RAMAL 22															
26.7	23.5	88.000	2969.716	2968.849	1.0675565	0.444617057	0.394127699	44.43157906	0.867	39.576	5.686034721	-4.988160045	44.564179	8.4	
33.4	30.4	88.000	2969.716	2968.849	0.3047172	0.444617057	0.394127699	12.682296	0.867	39.576	29.49799702	26.76112302	12.814896	8.4	
42.2	38.9	88.000	2969.716	2968.849	0.0917142	0.444617057	0.394127699	3.817136397	0.867	39.576	36.14686672	35.62628262	3.949736	8.4	
48.3	43.9	88.000	2969.716	2968.849	0.0508966	0.444617057	0.394127699	2.118312474	0.867	39.576	37.42098466	37.32510654	2.250912	8.4	
60.3	55.2	88.000	2969.716	2968.849	0.0166820	0.444617057	0.394127699	0.694302819	0.867	39.576	38.4889919	38.74911162	0.826903	8.4	
RAMAL 23															
26.7	23.5	88.000	2967.058	2965.637	1.0675565	0.444617057	0.394127699	44.43157906	1.421	41.835	8.221339258	-2.176155508	44.010779	8.4	
33.4	30.4	88.000	2967.058	2965.637	0.3047172	0.444617057	0.394127699	12.682296	1.421	41.835	32.03330156	29.57312756	12.261496	8.4	
42.2	38.9	88.000	2967.058	2965.637	0.0917142	0.444617057	0.394127699	3.817136397	1.421	41.835	38.68217126	38.43828716	3.396336	8.4	
48.3	43.9	88.000	2967.058	2965.637	0.0508966	0.444617057	0.394127699	2.118312474	1.421	41.835	39.9562892	40.13711108	1.697512	8.4	
60.3	55.2	88.000	2967.058	2965.637	0.0166820	0.444617057	0.394127699	0.694302819	1.421	41.835	41.02429644	41.56112073	0.273503	8.4	

Fuente: Elaboración propia, (2016).

Tabla 4.10: Pérdida de carga de los ramales porta aspersores y la condición de diseño.

DIAMETRO (mm)		LONGITUD (m)	COTA (m.s.n.m)		PERDIDA DE CARGA UNITARIA MEDIDO EN m POR CADA METRO DE TUBERIA (j)	FACTOR DE CHRISTIANSEN		PÉRDIDA DE CARGA TOTAL (h) EN m.c.a	DESNIVEL GEOMETRICO ENTRE LOS EXTREMOS DEL RAMAL (Hg), en m	PRESION EN EL ORIGEN DEL RAMAL (P _o /γ), EN m.c.a	PRESION MEDIA EN EL RAMAL	PRESION EN EL ASPERSOR DEL EXTREMO (P _a /γ), EN m.c.a	DIFERENCIA DE PRESIONES (P _m /γ - P _a /γ), EN m.c.a	CONDICION DE DISEÑO (0.2P _a /γ), (m.c.a)	
Ø EXT.	Ø INT.		INICIAL	FINAL		F1	F2								
RAMAL 24															
26.7	23.5	88.000	2963.630	2961.836	1.0675565	0.444617057	0.394127699	44.43157906	1.794	44.697	11.27001067	1.059165909	43.637479	8.4	
33.4	30.4	88.000	2963.630	2961.836	0.3047172	0.444617057	0.394127699	12.682296	1.794	44.697	35.08197297	32.80844897	11.888196	8.4	
42.2	38.9	88.000	2963.630	2961.836	0.0917142	0.444617057	0.394127699	3.817136397	1.794	44.697	41.73084267	41.67360857	3.023036	8.4	
48.3	43.9	88.000	2963.630	2961.836	0.0508966	0.444617057	0.394127699	2.118312474	1.794	44.697	43.00496061	43.3724325	1.324212	8.4	
60.3	55.2	88.000	2963.630	2961.836	0.0166820	0.444617057	0.394127699	0.694302819	1.794	44.697	44.07296786	44.79644215	-0.099797	8.4	
RAMAL 25															
26.7	23.5	88.000	2960.673	2958.232	1.0675565	0.444617057	0.394127699	44.43157906	2.441	47.254	14.15066521	4.263170445	42.990779	8.4	
33.4	30.4	88.000	2960.673	2958.232	0.3047172	0.444617057	0.394127699	12.682296	2.441	47.254	37.96262751	36.01245351	11.241496	8.4	
42.2	38.9	88.000	2960.673	2958.232	0.0917142	0.444617057	0.394127699	3.817136397	2.441	47.254	44.61149721	44.87761311	2.376336	8.4	
48.3	43.9	88.000	2960.673	2958.232	0.0508966	0.444617057	0.394127699	2.118312474	2.441	47.254	45.88561515	46.57643703	0.677512	8.4	
60.3	55.2	88.000	2960.673	2958.232	0.0166820	0.444617057	0.394127699	0.694302819	2.441	47.254	46.95362239	48.00044669	-0.746497	8.4	

Fuente: Elaboración propia, (2016).

Tabla 4.11: Diámetros de tuberías.

Descripción	Diámetro comercial (pulgadas)	Diámetro externo (mm)	Longitud (m)
Línea de conducción de A-F	2	60.3	123.6624
Línea de conducción de F-J	1 1/2	48.3	77.2548
Línea de conducción de J-K	1 1/4	42.2	22.6274
Línea de conducción de B-B'	2	60.3	20.0180
Línea de conducción de B'-L	2	60.3	55.9823
Línea de conducción de L-M	2	60.3	22.6274
Línea de conducción de M-N	2	60.3	16.0000
Línea de conducción de N-O	2	60.3	16.0000
Línea de conducción de O-P	2	60.3	16.0000
Línea de conducción de P-Q	2	60.3	22.6270
Línea de conducción de Q-R	2	60.3	16.0000
Línea de conducción de R-S	1 1/2	48.3	16.0000
Línea de conducción de S-T	1	26.7	22.6274
Línea de conducción de B'-Z	2	60.3	227.3804
Ramal 1	1	33.4	84.00
Ramal 2	1	33.4	90.63
Ramal 3	1	33.4	84.00
Ramal 4	1	33.4	88.00
Ramal 5	3/4	26.70	40.00
Ramal 6	1	33.40	40.00
Ramal 7	1	33.40	40.00
Ramal 8	3/4	26.70	24.00
Ramal 9	3/4	26.70	8.00
Ramal 10	1 1/4	42.20	88.00
Ramal 11	1 1/2	48.30	88.00
Ramal 12	1 1/4	42.20	88.00
Ramal 13	1	33.40	88.00
Ramal 14	1 1/4	42.20	88.00
Ramal 15	1 1/4	42.20	88.00
Ramal 16	1 1/4	42.20	88.00
Ramal 17	1 1/4	42.20	88.00
Ramal 18	1	33.40	56.00
Ramal 19	1	33.40	24.00
Ramal 20	1 1/4	42.20	88.00
Ramal 21	1 1/4	42.20	88.00
Ramal 22	1 1/4	42.20	88.00
Ramal 23	1 1/4	42.20	88.00
Ramal 24	1 1/4	42.20	88.00
Ramal 25	1 1/4	42.20	88.00

Fuente: Elaboración propia, (2016).

4.2. DISCUSIÓN

4.2.1. Diseño agronómico

➤ Necesidad de agua en los cultivos y la demanda del proyecto.

El cultivo a instalar es la alfalfa variedad **WL Ribaund (dormancia 4)**, para el diseño se tuvo en cuenta el mes más crítico que es setiembre.

La estación meteorológica del distrito de Cotaparaco sólo cuenta con datos pluviométricos y no con datos climatológicos, por lo que se recurrió a los datos de la estación meteorológica de Aija que si cuenta con estos datos y es la más cercana, con estos datos y para el mes más crítico setiembre se determinó la evapotranspiración potencial de 84.67 mm/mes, una precipitación efectiva de cero, una necesidad de agua de los cultivos de 76.20 mm/mes y una demanda de agua del proyecto de 101.60 mm/mes.

➤ Del agua en el suelo

El análisis de suelo indica que la textura de suelo es franco arcillosa arenosa, según la tabla 2.3, los suelos con textura franca son en términos generales, los más adecuados para la práctica de la agricultura, además se determinó que no tiene problemas de salinidad, presenta una densidad aparente de 1.45 g/cm³ y una densidad real de 2.44 g/cm³, este suelo es ideal para el cultivo de alfalfa.

En cuanto al contenido de humedad, el suelo presenta una capacidad de campo promedio de 26.5 % y un punto de marchitamiento promedio del 11.5 % como se observa en el anexo B. Para determinar la humedad aprovechable total del suelo (HAT= 150 mm) se relaciona la Capacidad de Campo, el Punto de Marchites Permanente y la profundidad de raíces que depende del tipo de cultivo (Ver Tabla A.1.8) en el anexo A).

Los resultados me indican que la lámina neta es el producto de la humedad aprovechable total por el criterio de riego (Cr = 40%), resultando así 60 mm de agua, que sería la lámina de agua que se requiere dar al suelo cuando el cultivo ha extraído el criterio de riego de sus zona de raíces.

La lámina bruta relaciona a la lámina neta con la eficiencia de aplicación, esta eficiencia de aplicación se obtiene a partir de la tabla

A.1.7, consideramos para el diseño una eficiencia de aplicación del 75%, esta lámina bruta es igual a 80 mm, esta lámina deberá ser asegurada por los aspersores y es mayor que la lámina neta, porque parte de la lámina de riego aplicado es perdida como consecuencia de la disformidad de la lámina aplicada y otros factores.

➤ **De la velocidad de infiltración básica**

La infiltración en el suelo se determinó mediante mediciones insitu utilizando los cilindros infiltrómetros. La infiltración básica es de 16.05 mm/h, el cual asegura trabajar con normalidad ya que es mayor que la pluviometría del aspersor que es de 11.69 mm/h., esto permite que no exista encharcamiento en los suelos.

➤ **Del marco de riego y tipo de aspersor**

Se seleccionó un marco de riego de 15 x 15 m², para un aspersor que tiene un caudal de trabajo de 2630 l/h con una presión de trabajo de 4.21 atmósferas y un diámetro de alcance de 26.32 m, estos resultados son aceptables pues satisfacen las condiciones siguientes: el caudal de trabajo es inferior al caudal máximo de cada aspersor (3612.04 l/h) y la pluviometría es menor que la permeabilidad.

➤ **De los parámetros de riego.**

Los parámetros de riego indican que el mes de máximas demandas es septiembre, se regara cada 15 días como máximo, dándose 2 riegos al mes a razón de 4.35 horas cada vez, con 2 posturas por día, así se aportara en cada riego 50.80 mm de agua y se cubrirá la necesidad de agua de ese mes de 101.60 mm.

➤ **Del caudal del sistema**

El caudal disponible es de 53.35 l/s determinado por el método del flotador que vendría ser el caudal disponible, el caudal del sistema es de 2.10 l/s, si se compara estos dos resultados el caudal disponible es mayor que el caudal del sistema, esto nos indica la disponibilidad de agua y se acepta el diseño.

➤ **Del análisis de agua**

Las condiciones del agua de acuerdo al análisis químico en el laboratorio resultan adecuadas para el desarrollo de la planta, donde el agua tiene un reacción neutra, que se encuentra ubicado en la clase C1 y S1, que indican en el primer caso bajo peligro de salinidad donde no se espera efectos dañinos sobre las plantas y los suelos, en el segundo caso indica que el agua se puede usar para riego de casi todos los suelos sin peligro de la destrucción de la estructura.

4.2.2. Diseño hidráulico

➤ De la línea de conducción

Para su dimensionamiento se ha verificado que las velocidades límites máximas en la tubería principal estén dentro del rango entre 0,6 a 3,0 m/s y que las pérdidas de carga por tramos calculados deben ser menores o iguales a la carga disponible.

➤ De la tuberías secundarias y laterales de riego

El diseño se realizó para cada uno de los laterales de riego, esto se debe al terreno, que presenta pendientes y longitudes variables.

Para el diseño de las tuberías se consideró tuberías de PVC clase 10 de diámetros variables como se indicó anteriormente.

Para su dimensionamiento tanto de las tuberías secundarias como los laterales de riego, se tuvo en cuenta que las pérdidas en las tuberías no sobrepasen del 20% de la presión de operación de los aspersores.

➤ De las obras complementarias

Dentro de las obras complementarias tenemos el partididor que permitirá desviar el agua hacia la parcela, el desarenador que se encargara de sedimentar las partículas más gruesas con la finalidad de evitar se produzcan depósitos en las obras de conducción, el filtro de arena con la finalidad de retener las partículas más finas del agua que hayan pasado del desarenador, una cámara de carga que deberá estar abastecido constantemente con agua, 22 hidrantes que controlaran el agua de riego a los laterales de riego y 132 bocas de riego las que conectaran a los aspersores móviles.

Todas estas estructuras son necesarias para el buen funcionamiento del sistema que se pretende instalar.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

a) Diseño agronómico

- 1) El suelo estudiado es de textura franca - arcillosa arenosa, rica en materia orgánica y en nitrógeno, rico en fósforo y medianamente rico en potasio, no tiene problema de salinidad, por lo que es apto para el cultivo de alfalfa.
- 2) La velocidad de infiltración (16.05 mm/h) garantiza que no habría encharcamiento ya que es mayor que la pluviometría del aspersor (11.69 mm/h)
- 3) El agua para riego es adecuado tanto para el suelo como para cualquier cultivo, pues no presenta problemas de salinidad.
- 4) El caudal disponible es de 53.35 l/s el cual es mayor que el caudal del sistema (2.1 l/s) por lo que es aceptable el diseño.
- 5) El diseño planteado garantiza el riego de 3.65 ha mediante el sistema de riego por aspersión fijo con aspersores móviles, donde se utilizará 6 aspersores móviles simultáneamente, dando 2 posturas por día con lo cual al cabo de 11 días se habrá regado todo el predio y se empezará a dar el siguiente riego.

b) Diseño hidráulico

- 1) Se cuenta con una línea de conducción de 840.93 m lineales de tubería PVC SAP C – 10 de 2” de diámetro.
- 2) Se diseñaron un total de 25 ramales o laterales de riego que abarcan de forma uniforme todo el terreno siendo sus diámetros de $\frac{3}{4}$ ”, 1”, 1 $\frac{1}{4}$ ”, y 1 $\frac{1}{2}$ ” de tubería PVC SAP C – 10, sus longitudes se muestran en la tabla 4.8.

- 3) Para el buen funcionamiento del sistema se diseñaron las siguientes obras civiles: un partididor, un desarenador, un filtro de arena, una cámara de carga, 23 cajas para válvulas de control, 22 hidrantes y 132 bocas de riego.

5.2. RECOMENDACIONES

- 1) Para la determinación de la evapotranspiración es recomendable trabajar insitu con lisímetros o con el tanque evaporímetro clase "A" dentro del área del proyecto.
- 2) Antes de implementar un sistema de riego tecnificado el agricultor debe tener muy claro todas las ventajas y desventajas de los sistemas, especialmente estas últimas, ya que el no estar enterado de ellas puede llevar a actitudes negativas de desánimo ya que siempre lo estará comparando con el sistema de riego tradicional.
- 3) Se implemente el sistema por las ventajas que implica para la población de la zona, sus beneficios económicos, usos racional del agua y la posibilidad de ampliar la zona agrícola.
- 4) Si se implementara este sistema la etapa de operación y mantenimiento del proyecto debería estar acompañada de una asistencia técnica a fin de garantizar el éxito del mismo.
- 5) Para el buen funcionamiento del sistema el reservorio deberá estar abastecido constantemente con el caudal del sistema.

CAPÍTULO VI

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Acebedo, Edmundo. “*Interacciones suelo-agua-raíz en el proceso de absorción de agua por las plantas*”. *Fac. Agron. Univ. Chile* 44, (1979): 17-25. Consultado 06 de junio de 2014.

<https://accounts.google.com/Logi?star>.

Alfaro, Martínez P. y Castañón S. “*Fundamentos de hidrogeología*”. Madrid-España: Mundí Prensa, 2006.

Anten, M. y Has Willet. “*Diseño de pequeños sistemas de riego por aspersión en ladera*”. Cajamarca: 2000.

Agüero Pittman, Roger. “*Agua potable para poblaciones rurales. Sistema de alcantarillado por gravedad sin tratamiento*”. Lima: Asociación de servicios educativos rurales, 1997.

Barreiro, Pilar. “*Sensores para la caracterización del suelo agrícola usados en la agricultura de precisión*”. *Ets/Agronomos* 87, (2004): 13-18. Consultado 07 de junio de 2014.

http://oa.upm.es/6209/1/Barreiro_87.pdf.

Dechmi, F., Jubillar, Faci y Bercero A. “*Uniformidad de los sistemas de riego en el polígono de la Loma de Quinto*”. (1999): 28-35. Consultado 08 de junio de 2014.

http://digital.csic.es/bitstream/10261/5697/1/PlayanE_Cong2000_UniformidadSistemasRiego.pdf.

Fuentes, J. “*Técnicas de riego*”. Madrid-España: Mundi-prensa. Cuarta edición, 2003.

García, Ignacio y Gregorio Briones. “*Sistema de riego por aspersión y goteo*”. México: Editorial trillas. 1ra edición, 1997.

Jerez, b. y Jorge. “*Riego por aspersión y curso de riego para agentes de extensión*”. Chile: Carillanca, 1992.

Ortega, Leopoldo J. “*Riego por aspersión*”. Chile, 2000.

Palacios y Aceves. “*Calidad de agua para riego agrícola*”. (1970): 8-16. Consultado 07 de junio de 2014.

<http://www.funprover.org/formatos/manualTomate/Calidad%20de%20agua%20para%20riego%20agricola.pdf>.

Revilla, Félix A. “*Riego por aspersión*”. Valladolid: INEA, 2000.

Soto, Juan F. “*Manual para el diseño y gestión de pequeños sistemas de riego por aspersión en laderas*”. Cuzco: Agencia Suiza para el desarrollo y la cooperación – COSUDE, 2002.

Tarjuelo, Martin B. “*El riego por aspersión y su tecnología*”. México: Mundi prensa 2da edición, 1999.

Vásquez, Absalón y Chang Lorenzo. “*el riego*”. Lima, 1992.

ANEXOS

ANEXO A.

A.1 Lista de tablas.

- Tabla A.1.1: Humedad relativa media mensual en % de los años 1999 – 2010.
- Tabla A.1.2: Temperatura promedio mensual en °C de los Años 1999 – 2010.
- Tabla A.1.3: Precipitación media mensual en mm de los años 1990 – 2009.
- Tabla A.1.4. Factor de evapotranspiración potencial (Mf) en mm por mes.
- Tabla A.1.5. Distribución de la precipitación efectiva.
- Tabla A.1.6. Casos especiales (factor de cultivo).
- Tabla A.1.7. Eficiencia de aplicación para diferentes sistemas de riego.
- Tabla A.1.8. Profundidad de raíces (cm).

Tabla A.1.1: Humedad relativa media mensual en % de los años 1999 – 2010.

Estación : Estación Climatológica Aija
 Latitud : 9°46' S
 Longitud : 77°36 W
 Altitud : 3360 m.s.n.m

Año	MESES											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1999											75.49	83.48
2000	81.6	85.44	86.56	86.27	81.52	71.8	72.91	78.25	83.53	84.2	80.26	86.65
2001	90.97	88.93	92.33	86.1	80.51	79.33	81.06	79.75	84.51	84.09	88.28	85.96
2002	87.46	89.75	90.23	87.69	76.52	71.13	65.85	65.68	71.93	83.25	83.46	81.38
2003	85.03	86.66	88.96	84.91	84.18	75.91	72.19	70.56	71.95	77.92	77.81	82.65
2004	78.51	82.43	79.16	82.53	78.12	79.13	83.11	78.9	81.47	79.44	84.38	82.8
2005	84.18	84.08	86.15	81.43	81.09	80.96	71.72	77.44	77.69	82.57	80.22	90.57
2006	93.37	95.32	97.44	95.54	83.06	85.75	80.85	86.84	85.46	85.91	88.79	95.31
2007	96.42	94.43	97.03	94.62	91.31	84.00	85.66	83.48	84.59	86.79	89.92	88.07
2008	96.03	96.19	95.51	95.57	87.88	82.75	82.46	89.29	84.93	93.77	95.07	93.65
2009	95.46	96.84	96.22	95.7	83.8	83.38	75.33	82.96	83.06	93.46	90.01	93.95
2010	93.53	93.56	96.06	94.76	85.99	80.86	73.75	76.65	84.24	83.04	87.03	93.18
PROMEDIO	89.32	90.33	91.42	89.56	83.09	79.55	76.81	79.07	81.21	84.95	85.06	88.14

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI).

Tabla A.1.2: Temperatura promedio mensual en °C de los años 1999 – 2010.

Estación : Estación Climatológica Aija
 Latitud : 9°46' S
 Longitud : 77°36 W
 Altitud : 3360 m.s.n.m

Año/Mes	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1999											9.28	8.94
2000	8.80	8.11	8.56	9.13	9.59	9.35	8.96	9.60	9.37	9.75	9.31	9.27
2001	8.72	9.49	8.94	9.81	10.13	9.58	9.45	9.74	9.76	10.55	9.72	10.44
2002	10.03	9.95	9.78	9.80	10.62	10.22	9.92	10.27	10.18	9.04	9.79	10.52
2003	9.74	9.99	9.46	10.23	10.54	9.90	9.69	10.08	10.61	10.10	9.83	9.43
2004	9.80	9.87	10.69	9.71	10.26	10.21	9.16	9.65	9.77	9.26	9.89	9.38
2005	9.57	10.37	9.37	11.02	10.42	10.05	10.87	10.03	10.70	9.70	10.12	9.19
2006	9.37	9.84	9.19	9.76	9.13	9.53	10.72	11.30	11.07	10.45	10.15	9.69
2007	10.72	10.63	10.11	9.80	11.00	10.12	9.56	10.18	11.39	10.69	11.84	11.27
2008	8.20	10.23	10.59	11.82	12.64	12.19	12.11	13.12	14.10	13.31	13.30	8.75
2009	7.54	8.51	7.93	8.72	11.43	9.65	10.20	10.00	8.48	8.35	8.46	9.75
2010	11.05	11.05	10.66	10.65	10.48	9.14	8.70	8.81	8.59	8.55	8.06	7.85
PROMEDIO	9.413	9.822	9.571	10.04	10.57	9.995	9.94	10.25	10.37	9.977	9.979	9.54

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI).

Tabla A.1.3: Precipitación media mensual en mm de los años 1990 – 2009.

Estación : Estación Meteorológica Cotaparaco
 Latitud : 9°59' S
 Longitud : 77°35' W
 Altitud : 3008 m.s.n.m

AÑO/MES	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1990	0.00	0.00	61.60	31.90	21.10	0.00	0.00	0.00	38.70	33.60	41.70	41.10
1991	9.00	27.20	64.10	26.10	1.90	0.00	0.00	0.00	0.00	61.10	13.30	26.30
1992	18.50	15.70	49.80	26.40	0.60	0.00	0.00	0.00	1.00	17.40	5.10	8.20
1993	38.20	83.10	24.80	79.50	10.10	0.00	0.00	0.00	15.00	26.40	28.10	57.40
1994	73.80	88.60	88.30	24.90	0.00	0.00	0.00	0.00	2.10	5.60	16.40	37.30
1995	81.30	34.90	37.10	27.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.60	20.40	32.60	43.40
1996	80.70	109.00	100.60	33.70	13.70	0.00	0.00	0.00	0.00	12.20	3.50	12.60
1997	23.00	106.60	23.00	12.50	12.60	0.00	0.00	0.00	2.50	10.00	48.60	159.80
1998	146.30	186.10	218.30	46.10	5.70	0.90	0.00	0.00	0.00	33.90	7.20	26.60
1999	81.80	243.90	76.80	40.80	2.25	0.00	0.00	0.00	10.40	12.40	23.70	37.50
2000	61.90	154.20	92.60	49.90	10.20	0.00	0.00	6.50	11.80	21.00	15.40	62.10
2001	133.60	82.10	171.30	40.60	7.00	0.00	0.00	0.00	7.00	23.50	26.30	7.30
2002	12.80	113.50	89.50	84.60	0.00	0.00	0.00	0.00	6.20	19.60	104.40	24.70
2003	81.80	47.30	98.90	35.80	4.40	0.00	1.50	0.00	0.00	4.60	3.80	71.70
2004	17.70	68.00	72.00	33.40	0.00	0.00	0.00	0.00	3.00	18.60	21.40	59.50
2005	40.30	15.50	65.80	20.40	2.50	0.00	0.00	0.00	0.00	3.70	0.00	53.50
2006	70.40	82.70	162.30	62.80	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	3.00	28.30	79.00
2007	38.10	46.90	151.80	51.40	9.60	0.00	0.00	0.00	0.00	36.70	2.60	10.00
2008	63.10	88.10	160.90	36.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.50	40.90	17.30
2009	124.00	108.80	149.00	55.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	28.40	35.00	20.70
PROMEDIO	59.82	85.11	97.93	40.99	5.08	0.05	0.08	0.33	5.07	19.88	24.92	42.80

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI).

Tabla A.1.4: Factor de evapotranspiración potencial (mf) en mm por mes.

Lat. Sur	MESES											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agg	Sep.	Oct	Nov	Dic
1	2.788	2.117	2.354	2.197	2.137	1.990	2.091	2.216	2.256	2.358	2.234	2.265
2	2.371	2.136	2.357	2.182	2.108	1.956	2.050	2.194	2.251	2.372	2.263	2.301
3	2.353	2.154	2.360	2.167	2.079	1.922	2.026	2.172	2.246	2.386	2.290	2.337
4	2.385	2.172	2.362	2.151	2.050	1.888	1.995	2.150	2.240	2.398	2.318	2.372
5	2.416	2.189	2.363	2.134	2.020	1.854	1.960	2.196	2.234	2.411	2.345	2.407
6	2.447	2.050	2.363	2.117	1.980	1.820	1.986	2.103	2.226	2.422	2.371	2.442
7	2.478	2.221	2.363	2.099	1.959	1.785	1.893	2.078	2.218	2.233	2.397	2.476
8	2.508	2.237	2.362	2.081	1.927	1.750	1.858	2.054	2.210	2.443	2.423	2.510
9	2.538	2.251	2.360	2.062	1.896	1.715	1.824	2.028	2.201	2.453	2.448	2.544
10	2.567	2.266	2.357	2.043	1.864	1.679	1.789	2.003	2.191	2.462	2.473	2.577
11	2.559	2.279	2.354	2.023	1.832	1.644	1.754	1.976	2.180	2.470	2.493	2.610
12	2.625	2.292	2.350	2.002	1.799	1.608	1.719	1.950	2.169	2.477	2.497	2.643
13	2.652	2.305	2.345	1.981	1.767	1.572	1.684	1.922	2.157	2.464	2.520	2.675
14	2.680	2.317	2.340	1.959	1.733	1.536	1.648	1.895	2.144	2.490	2.543	2.706
15	2.707	2.326	2.334	1.937	1.700	1.500	1.612	1.867	2.131	2.496	2.566	2.738
16	2.734	2.339	2.317	1.914	1.660	1.464	1.576	1.834	2.117	2.500	2.588	2.769
17	2.760	2.349	2.319	1.891	1.632	1.427	1.540	1.809	2.103	2.504	2.310	2.799
18	2.785	2.359	2.311	1.867	1.598	1.391	1.504	1.780	2.068	2.508	2.631	2.830
19	2.811	2.368	2.301	1.843	1.564	1.354	1.467	1.750	2.072	2.510	2.671	2.859

Fuente: Estudio agro climatológico de la zona andina, informe técnico fao/unesco/omm.

Tabla A.1.5: Distribución de la precipitación efectiva.

Incremento de la precipitación (mm)	Porcentaje de la precipitación Efectiva (%)
5	0
30	95
55	90
80	82
105	65
130	45
155	25
Más de 155	5

Fuente: Water Power Resource Service.

Tabla A.1.6: Casos especiales (factor de cultivo).

Cultivo	Factor de cultivo
Alfalfa	Durante todo el periodo de crecimiento: 0.9
Trébol	Durante todo el periodo de crecimiento: 1.0
Pastos	Durante todo el periodo de crecimiento: 1.0
Cítricos	Cultivo sin hierba con hierba: 0.7 – 0.9
Arroz	Durante todo el periodo de crecimiento: 1.1

Fuente: Yague J.L, ministerio de agricultura, pesca y alimentación
i.r.y.d.a – España 1992 en base a c. brouwer y m. heibloem.

Tabla A.1.7: eficiencia de aplicación para diferentes sistemas de riego.

Sistema de riego	Eficiencia de aplicación
Riego por surcos	0.50 – 0.70
Riego por inundación	0.60 – 0.80
Riego por inundación permanente	0.30 – 0.40
Riego por aspersión	0.65 – 0.85
Riego por goteo	0.75 – 0.90

Fuente: Yague José Luis, 1992.

Tabla A.1.8: Profundidad de raíces (cm).

Cultivo	Z (cm)	Cultivo	Z (cm)
Alfalfa	90 - 180	Judía	50 - 90
Alverja	45 - 60	Lechuga	15 - 45
Algodón	75 - 170	Leguminosas	50 - 125
Berenjena	75 - 120	Maíz	75 - 160
Caña de azúcar	75 - 180	Olivo	100 - 150
Cártamo	90 - 180	Pastos	60 - 150
Cebada	1.25	Patata	30 - 75
Cebolla	30 - 75	Pimiento	40 - 100
Cereales	60 - 150	Remolacha azucarera	60 - 125
Cítricos	120 - 150	Soja	60 - 125
Crucíferas	30 - 60	Tabaco	45 - 90
Cucurbitáceas	75 - 125	Tomate	40 - 100
Fresa	20 - 30	Trigo	75 - 105
Frijol	45 - 60	Vid	75 - 100
Hortalizas	30 - 60	Zanahoria	45 - 60

Fuente: La FAO.

ANEXO B.

**B.1 Resultados de caracterización del análisis de suelo.
(Laboratorio de suelos y agua de la facultad de ciencias agrarias
de la UNASAM).**



UNIVERSIDAD NACIONAL
"Santiago Antúnez de Mayolo"
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CIUDAD UNIVERSITARIA - SHANCAYAN
 Telefax. 043-426588-- 106
HUARAZ - REGIÓN CHAVÍN



RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN

INSTITUCION Y/O AGRICULTOR: Eberth Rondan Ulloa.
 MUESTRA : Uncay
 UBICACIÓN : Cotapáraco - Recuay - Ancash

Prof cm.	Textura			Clase Textural	pH	M.O%	Nt. %	P ppm	K ppm	C.E dS/m.
	Arena	Limo	Arcilla							
00-30	58	21	21	Fr-Ar-Ao	6.37	2.948	0.147	33	152	0.165
30-60	60	20	20	FrArAo	6.40	2.430	0.122	32	150	0.160
60-100	60	18	22	FrArAo	6.42	2.120	0.106	30	149	0.160

CATIONES CAMBIABLES

Profundidad cm.	Ca ⁺² me/100gr.	Mg ⁺² me/100gr.	K ⁺ me/100gr.	Na ⁺ me/100gr.	H+Al me/100gr.	CIC me/100gr.
00-30	5.96	1.10	0.44	0.04	0.08	7.62
30-60	5.74	1.05	0.43	0.05	0.09	7.27
60-100	5.69	1.03	0.40	0.06	0.10	7.28

CATIONES SOLUBLES⁹

Profundidad cm.	Ca ⁺² me/100gr.	Mg ⁺² me/100gr.	K ⁺ me/100gr.	Na ⁺ me/100gr.	Suma me/100gr.
00-30	3.20	0.92	0.19	0.02	4.33
30-60	3.18	0.90	0.20	0.02	4.30
60-100	3.19	0.91	0.20	0.02	4.32

ANIONES

Profundidad cm.	Ca CO ₃ %	SO ₄ me/100gr.	Cl me/100gr.	Suma me/100gr.
00-30	0.00	0.12	3.99	4.11
30-60	0.00	0.10	3.96	4.06
60-100	0.00	0.10	3.96	4.06

PARAMETROS FISICOS:

Profundidad cm.	Da gr/cm ³	Dr. gr/cm ³	C.C. %	P.M. %
00-30	1.45	2.44	26	11
30-60	1.45	2.44	27	12
60-100	1.45	2.44	26.5	11.5

RECOMENDACIONES Y OBSERVACIONES ESPECIALES:

El suelo son de textura franca arcillosa arenosa, se caracterizan por tener una reacción ligeramente ácida, medianamente ricas en materia orgánica y en nitrógeno, ricos en fosforo y medianamente ricos en potasio, no tiene problemas de salinidad.

Huaraz, 04 de Julio del 2011

JEFATURA-LABORATORIO DE SUELOS Y AGUAS
 F.C.A.
 M.Sc. Guillermo Castillo Romero
 JEFE DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS Y AGUAS

ANEXO C.

C.1 Cálculo de la infiltración del suelo.

Tabla C.1.1: Datos obtenidos en campo para determinar la infiltración del suelo

Ubicación	: Cotaparaco - Recuay - Ancash		Operador	: Rondan Ulloa Everth.			
Muestra	: Cajacpara		N° de pruebas	: 1			
Fecha	: 20/10/2011		Observación	: Ninguna			
Método	: Cilindros Infiltrómetros/ Kostiakov		Uso anterior	: Siembra de Maíz			
Textura	: Franco Arcillosa Arenosa		Uso actual	: Terreno Cosechado			

N°	Tiempo (t) minutos		Lectura/Observaciones (cm)		Lamina Infiltrada L (cm)	
	Parcial	Acumulado	Inicial	Observación	Parcial	Acumulado
1.00	0.00	0.00	27.00	-	0.00	0.00
2.00	2.00	2.00	25.50	-	1.50	1.50
3.00	4.00	6.00	22.50	-	3.00	4.50
4.00	6.00	12.00	21.00	-	1.50	6.00
5.00	8.00	20.00	19.50	-	1.50	7.50
6.00	10.00	30.00	18.20	-	1.30	8.80
7.00	12.00	42.00	17.10	-	1.10	9.90
8.00	15.00	57.00	15.50	-	1.60	11.50
9.00	20.00	77.00	13.00	-	2.50	14.00
10.00	25.00	102.00	11.10	-	1.90	15.90
11.00	30.00	132.00	9.30	-	1.80	17.70
12.00	40.00	172.00	6.20	-	3.10	20.80
13.00	50.00	222.00	3.50	-	2.70	23.50
14.00	60.00	282.00	1.10	-	2.40	25.90
15.00	80.00	362.00	10.40	*	2.10	28.00
16.00	100.00	462.00	8.60	-	1.80	29.80
17.00	120.00	582.00	7.00	-	1.60	31.40

Fuente: Elaboración propia, (2016).

* Al cabo de una hora se llenó nuevamente con agua a los cilindros infiltrómetros teniendo como lectura inicial 12.50 cm de columna de agua

Tabla C.1.2: Determinación de la lámina infiltrada y la velocidad de infiltración.

N°	Tiempo (t) minutos		Lamina Infiltrada L (cm)		Velocidad de Infiltración i (cm/hora)	
	Parcial	Acumulado	Parcial	Acumulado	Instantánea	Promedio
1	0	0	0.0	0.0	-	-
2	2	2	1.5	1.5	45.00	45.00
3	4	6	3.0	4.5	45.00	45.00
4	6	12	1.5	6.0	15.00	30.00
5	8	20	1.5	7.5	11.25	22.50
6	10	30	1.3	8.8	7.80	17.60
7	12	42	1.1	9.9	5.50	14.14
8	15	57	1.6	11.5	6.40	12.11
9	20	77	2.5	14.0	7.50	10.91
10	25	102	1.9	15.9	4.56	9.35
11	30	132	1.8	17.7	3.60	8.05
12	40	172	3.1	20.8	4.65	7.26
13	50	222	2.7	23.5	3.24	6.35
14	60	282	2.4	25.9	2.40	5.51
15	80	362	2.1	28.0	1.58	4.64
16	100	462	1.8	29.8	1.08	3.87
17	120	582	1.6	31.4	0.80	3.24

Fuente: Elaboración propia, (2016).

Tabla C.1.3: Determinación de la ecuación de la velocidad de infiltración.

Tiempo acumulado (t _{acumulado})	Velocidad de Infiltración Instantánea	X = Log (t _{acum})	Y = Log (I _{inst})	XY	X ²	Y ²
2.00	45.00	0.301029996	1.653212514	0.497666556	0.090619058	2.733111616
6.00	45.00	0.77815125	1.653212514	1.286449385	0.605519368	2.733111616
12.00	15.00	1.079181246	1.176091259	1.26921563	1.164632162	1.38319065
20.00	11.25	1.301029996	1.051152522	1.367580962	1.69267905	1.104921625
30.00	7.80	1.477121255	0.892094603	1.317731899	2.181887201	0.79583278
42.00	5.50	1.62324929	0.740362689	1.20179321	2.634938259	0.548136912
57.00	6.40	1.755874856	0.806179974	1.415551145	3.083096509	0.64992615
77.00	7.50	1.886490725	0.875061263	1.650794957	3.558847256	0.765732215
102.00	4.56	2.008600172	0.658964843	1.323596896	4.03447465	0.434234664
132.00	3.60	2.120573931	0.556302501	1.179680581	4.496833798	0.309472472
172.00	4.65	2.235528447	0.667452953	1.492110063	4.997587437	0.445493444
222.00	3.24	2.346352974	0.51054501	1.197918803	5.505372281	0.260656207
282.00	2.40	2.450249108	0.380211242	0.931612256	6.003720693	0.144560588
362.00	1.58	2.558708571	0.197280558	0.504783455	6.546989549	0.038919619
462.00	1.08	2.664641976	0.033423755	0.089062342	7.100316858	0.001117147
582.00	0.80	2.764922985	-0.096910013	-0.267948722	7.644799111	0.009391551
Σ		29.35170678	11.75463819	16.45759942	61.34231324	12.35780926

Fuente: Elaboración propia, (2016).

Remplazando valores:

De la expresión:

$$i = a t^b \quad \text{Velocidad de infiltración en cm/h}$$

Linealizamos la ecuación:

$$\log i = \log a + b \log t \quad \text{-----b}$$

Si:

$$\left. \begin{aligned} y &= \log i \\ X &= \log t \\ A &= \log a \\ b &= B \end{aligned} \right\} \quad \text{Remplazando en b}$$

Tenemos:

$$Y = A + B X \quad \text{-----a}$$

De a por el método de mínimos cuadrados tenemos

$$B = \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{n \sum X^2 - (\sum X)^2} \quad A = \frac{\sum Y - B \sum X}{n}$$

Cálculo de la velocidad de infiltración Básica (i_b)

De:

$$t_b = -600 b \quad (\text{min})$$

Donde:

$$b = -0.681$$

$$B = \frac{16 \cdot 16.46 - 29.35 \cdot 11.75}{16 \cdot 61.34 - (29.35)^2}$$

$$B = -0.6811$$

$$A = \frac{11.75 - (-0.6811) \cdot 29.35}{16.00}$$

$$A = 1.9841$$

como:

$$b = B \quad \text{Tenemos: } B = -0.6811$$

$$a = 10^A \quad \text{Tenemos: } A = 96.40$$

Por lo tanto la Ecuación de la Infiltración

$$I = 96.40 t^{-0.681} \quad \text{----- } \theta 2$$

Remplazando en la ecuación $\theta 2$ tenemos

$$i_b = 96.40 (-600.0)^{-0.681}$$

$$i_b = 1.605 \text{ cm/h}$$

ANEXO D.

D.1 Cálculo del caudal disponible

Tabla D.1.1: Datos obtenidos en campo para la determinación del caudal disponible.

Ubicación	: Cotaparaco - Recuay - Ancash	Observador	: Rondan Ulloa E.
Muestra	: Canal Llachapucha - Paltachacra	Nº de pruebas	: 7
Fecha	: 20/10/2011	Observación	: Ninguna
Método	: Velocidad Área		

Nº de pruebas	Longitud del Tramo (m)	Tiempo (s)	Características del canal	
1	8.20	13.9	Material	: Canal de tierra en algunos casos es revestido con concreto siendo este último donde se hizo la prueba
2	8.20	14		
3	8.20	13.7		
4	8.20	13.3	Sección	: Rectangular
5	8.20	13.8	Altura (H)	: 0.260 m
6	8.20	14.1	Tirante (y)	: 0.200 m
7	8.20	13.6	Base (b)	: 0.560 m

Fuente: Elaboración propia, (2016).

Determinación del tiempo promedio y el área de la sección transversal

$$\text{El tiempo Promedio (t)} = \frac{96}{7} = 13.771 \text{ seg.}$$

$$\text{Área de la secc. Trans. (A)} = 0.560 \times 0.200 = 0.11 \text{ m}^2$$

Determinación de la velocidad y el caudal disponible.

$$\text{Velocidad Superficial (V)} = \frac{8.200}{13.771} = 0.595 \text{ m/s}$$

$$\text{Caudal Disponible (Qd)} = 0.595 \times 0.112 = 0.06 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{Caudal Disponible (Qd)} = \boxed{53.35} \text{ l/s}$$

ANEXO E.

**E.1 Determinación de la calidad físico-químico del agua de riego.
(Laboratorio de Suelos y Agua de la Facultad de Ciencias
Agrarias de la UNASAM).**

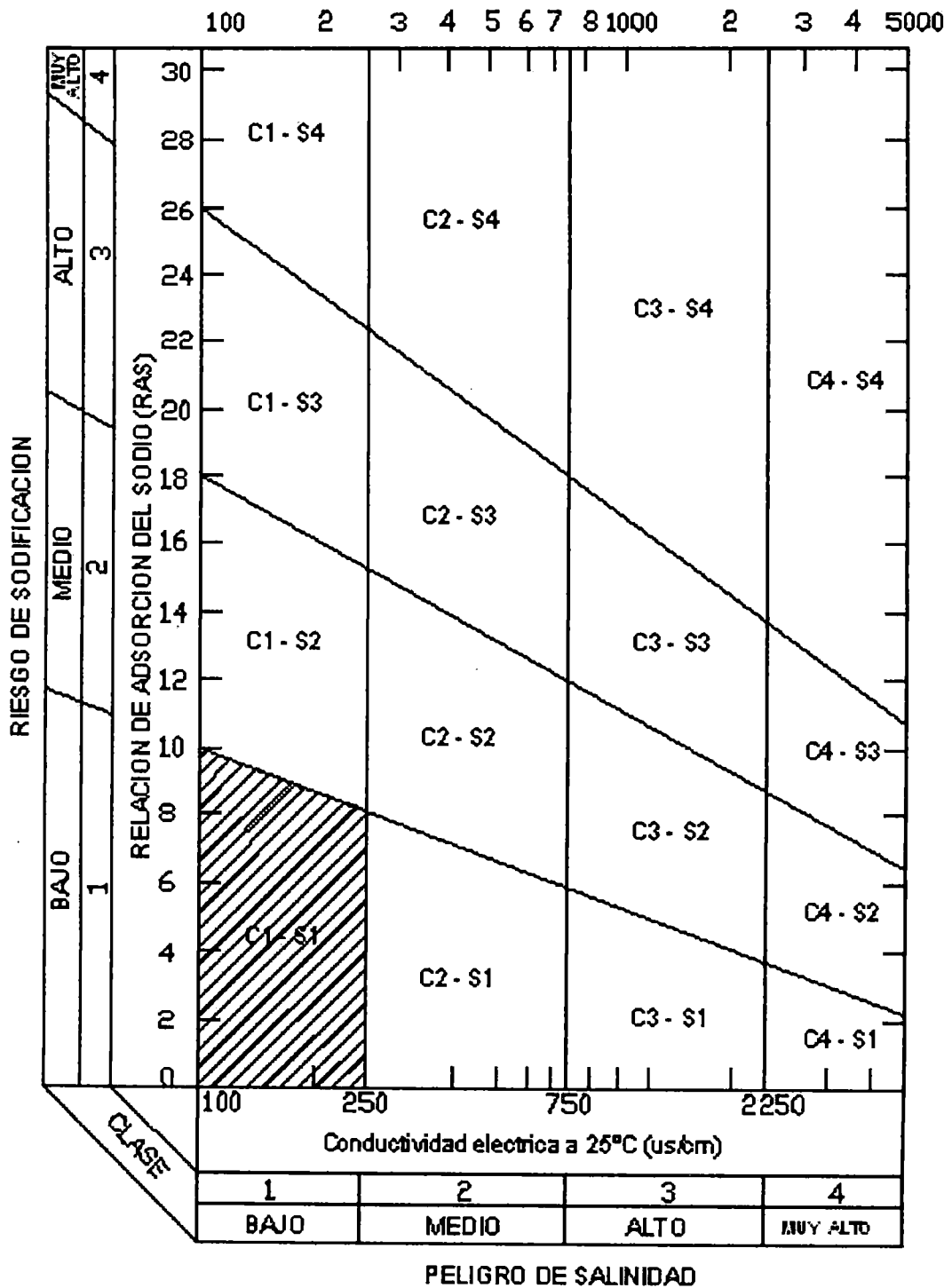


Figura E.1.1: Resultado del análisis de agua para riego (clasificación).



RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE AGUAS

SOLICITA : Eberth Rondan Ulloa.

FUENTE : Cotaparaco

UBICACIÓN: Cotaparaco - Recuay - Ancash

Nº MUESTRA		238
TIPO DE DEPENDENCIA		IRIEGO
pH		6.86
C.E.	dS/m	0.25
Calcio	me/l	1.75
Magnesio	me/l	0.56
Potasio	me/l	1.44
Sodio	me/l	0.02
SUMA DE CATIONES		3.77
Nitratos	me/l	ND
Carbonatos	me/l	0.00
Bicarbonatos	me/l	0.10
Sulfatos	me/l	0.10
Cloruros	me/l	2.96
SUMA DE ANIONES		3.16
Sodio	%	0.53
RAS		0.01
Boro	ppm	N.D
Clasificación		C ₁ S ₁

- N.D. (NO DETERMINADO)

CONCLUSIONES: La muestra se caracteriza por tener una reacción neutra, se encuentra ubicado en la clase (C₁ y S₁), (ver tabla de Interpretación).

Huaraz, 25 Octubre del 2011



M.Sc. Guillermo Castillo Romero
JEFE DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS
DE SUELOS Y AGUAS

ANEXO F.

F.1 Diseño del filtro invertido.

DATO:

$$Q = 15.768 \text{ m}^3/\text{h}$$

Tabla F.1.1: Caudales de trabajo (m³/h) por unidad de filtro en función de la tasa de filtración.

Tasa de filtración		Diámetro de filtro (pulgadas)				
gpm/pie ²	m ³ /hora/m ²	18	24	30	36	48
15	36.67	6.13	10.67	16.81	24.08	42.93
20	48.89	7.95	14.31	22.26	32.02	57.01
25	61.11	9.99	17.94	27.94	40.2	71.01
30	73.34	12.04	21.35	33.39	48.15	85.63

Fuente: Instituto de investigación agropecuaria, centro regional de investigación Intihuasi.

DETERMINACIÓN DEL DIÁMETRO Y LA TASA DE FILTRACIÓN

Teniendo en cuenta la tabla F.1.1 seleccionamos una "D" de filtro de 24" con lo cual se obtiene una tasa de filtración De 61.11 m²/hora/m².

DETERMINACIÓN DE LA PÉRDIDA DE CARGA EN EL FILTRO

De:

$$\Delta H = \frac{1}{2} V \left(\phi \frac{6}{D} \right)^2 \left(\frac{1-P}{P} \right)^2 L$$

Donde

- Δh : Pérdida de carga en el filtro
- V : Velocidad aparente del filtro en m/s
- ϕ : Coeficiente de superficie específica (Tabla)
- D : Diámetro de partícula en mm
- L : Longitud del filtro (mm)
- P : Porosidad del medio

Tabla F.1.2: Coeficiente de superficie y porosidad del medio.

Grano	ϕ	P
Esférico	1	0.38
Redondeado con aristas	1.06	0.39
Triturado	1.43	0.48

Fuente: Instituto de investigación agropecuaria INIA, centro regional de investigación Intihuasi.

Tabla F.1.3: Granulometrías más usadas en los filtros.

Material	Clase	Ø Efectivo	Ø poros	Equivalente en mesh
Granito molido	Nº 8	1.5	0.214	70
Granito molido	Nº 11	0.78	0.111	140
Arena sílice	Nº 16	0.66	0.094	170
Arena sílice	Nº 18	0.56	0.08	200
Arena sílice	Nº 20	0.46	0.066	230
Arena sílice	Nº 30	0.27	0.039	400

Fuente: Instituto de investigación agropecuaria INIA, centro regional de investigación Intihuasi.

Considerando una longitud de filtro igual a 0.50 m y la velocidad
igual:

$$v = 0.016975 \text{ m/s}$$

Reemplazando en la ecuación anterior se obtiene:

$$\Delta h = 1.33 \text{ m}$$

F.2 Diseño de la cámara de carga.

DATOS:

Talud (Z)	0.5
Altura mayor del agua (h)	1.40 m
Borde Libre (bl)	0.30 m
Caudal de entrada (Qe)	2.08 l/s
Ø tubería de descarga	2.5 Pulg
Pendiente transversal a L del fondo (S)	0 %
Ancho del borde de anclaje	0.40 m
Longitud del Anclaje Subterráneo	0.00 m
Tiempo de embalse	0.95 h

DIMENSIONAMIENTO Y CAL. HIDRAULICOS

Volumen neto de diseño	7.11 m ³
Largo del fondo (L)	1.50 m
Ancho del fondo (A)	1.50 m
Area del fondo (b)	2.25 m ²
Area del espejo de agua (B)	8.41 m ²
Altura menor del agua (h')	1.40 m
Reduc. Volumen por pendiente (Vp)	0.00 m ³
Volumen Neto calculado	7.00 m³
Tiempo de embalse (min)	57.00
Tiempo mínimo de descarga (min)	17.48
Caudal máximo de descarga	10.79 l/s

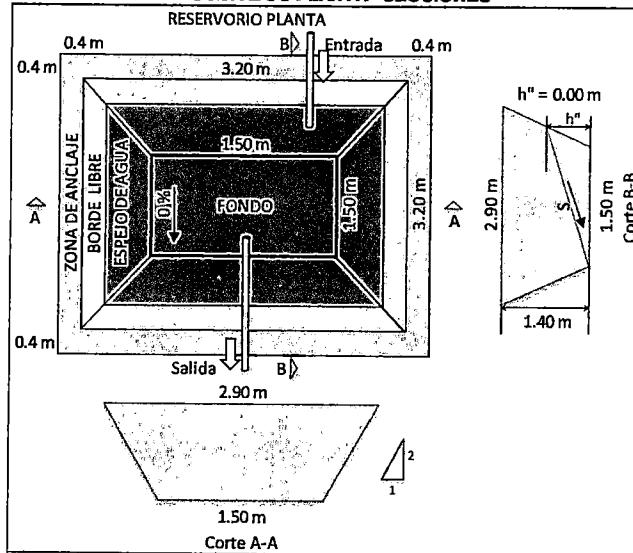
CALCULO DE AREAS

Longitud de Talud	1.90 m
Area del Fondo	2.25 m ²
Area de taludes	17.87 m ²
Area de bordes	5.76 m ²
Area de Anclajes	0.00 m ²
Area neta geomembrana/malla de Galina	25.88 m²

NOTA:

Las cámaras de carga se requieren cuando se utiliza un canal o cuando se recoge agua de más de una fuente. Para dar presión a la red presurizada y garantizar un caudal continuo al sistema o a la línea de conducción, manteniendo una altura de agua suficiente que evite a toda costa la entrada de aire al sistema.

RESULTADOS PLANTA- SECCIONES



Tiempo de embalse te (h)

$$te = V/Q$$

0.95000

Tiempo mínimo de descarga td (horas)

$$td = \frac{1}{CdA\sqrt{2g}} \int_0^y A r y^{-1/2} dy$$

0.29

Caudal máximo de descarga Qd (l/s)

Cd	A (m ²)	g (m/s ²)	Q _d = C _d * A * √(2gh)
0.65	0.00317	9.81	10.79

ANEXO G.

G.1 Diseño agronómico.

Los cálculos que se presentan a continuación se realizaron para el mes de setiembre por ser el mes de máxima demanda.

a) Determinación de la evapotranspiración potencial (ETP)

Datos:

$$Mf = 2.19$$

$$TMC = 10.37 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$HR = 81.21 \%$$

$$E = 3008 \text{ m.s.n.m}$$

Remplazando en las ecuaciones respectivas se tiene :

$$TMF = (9/5) \times (10.37) + 32 = 50.666 \text{ }^\circ\text{F}$$

$$CH = 0.166 \times (100 - 81.21)^{0.5} = 0.720$$

$$CE = 1 + 0.04 \times (3008/2000) = 1.060$$

Luego

$$ETP = 2.191 \times 50.66 \times 0.719 \times 1.06$$

$$ETP = 84.68 \text{ mm/mes}$$

b) Determinación de la precipitación efectiva (Pe)

Teniendo en cuenta la tabla 4.2, no existe precipitación efectiva para el mes de setiembre

$$Pe = 0.00 \text{ mm}$$

c) Determinación de la necesidad de agua en los cultivos (Da), la demanda del proyecto (Dp) y el módulo de riego (Mr)

Datos:

$$Kc = 0.90$$

$$Pe = 0.00 \text{ mm}$$

$$Ea = 75.00 \%$$

$$DM = 30.00 \text{ Días}$$

Remplazando en las ecuaciones respectivas se tiene :

$$Etc = (0.9 \times 86.68) = 76.216 \text{ mm/mes}$$

$$DA = (76.21 - 0.00)$$

$$DA = 76.22 \text{ mm/mes}$$

$$DP = (76.22/0.75)$$

$$DP = 101.6 \text{ mm/mes}$$

$$MR = (10000/86400) \times (101.60/30)$$

$$MR = 0.039 \text{ l/s/Ha}$$

d) Determinación del agua en el suelo

Datos:

$$C.C = 26 \%$$

$$P.M.P = 11 \%$$

$$Z = 25 \text{ cm}$$

$$Cr = 40 \%$$

$$Ea = 75 \%$$

Remplazando estos valores se tiene:

Para Z, (0.0 cm - 30 cm)

$$HAT1 = ((26-11)/100) \times 30 = 4.500 \text{ cm}$$

Para Z, (30 cm - 60 cm)

$$HAT2 = ((27-12)/100) \times 30 = 4.500 \text{ cm}$$

Para Z, (60 cm - 100 cm)

$$HAT3 = ((26.5-11.5)/100) \times 40 = 6.00 \text{ cm}$$

Por lo tanto la Humedad aprovechable total es:

$$HAT = 15.0 \text{ cm}$$

Luego:

$$Ln = (15 \times 0.40)$$

$$Ln = 6.00 \text{ cm}$$

$$Lb = (6/0.75)$$

$$Lb = 8.00 \text{ cm}$$

e) Elección del marco de riego y tipo de aspersor

Se seleccionó un marco de riego de 15 x 15 m². La elección del aspersor fue de acuerdo a lo que menciona el catalogo VIRSA, donde se determinó la presión de trabajo de 4.21 atmosferas, caudal de trabajo 2630 l/h un diámetro de alcance de 26.32m y la pluviosidad del sistema (Pbs) 11.69 mm/h que está en función del marco de riego.

Para la conformidad del caso se tiene en cuenta las comprobaciones que se muestra en la tabla 2.7, siendo estas aceptables.

f) Cálculo de los parámetros de riego:

Datos:

$$Lb = 80 \text{ mm}$$

$$Pbs = 11.69 \text{ mm/h}$$

$$M.R = 15 \times 15 \text{ m}^2$$

$$Tdr = 12 \text{ h/día} \quad (\text{Criterio del Proyectista})$$

$$Dp = 101.6 \text{ mm/mes}$$

Remplazando valores:

$$Fr = (101.6/80)$$

$$Fr = 2.0 \text{ Riegos/mes}$$

$$Dr = (101.6/2)$$

$$Dr = 50.8 \text{ mm}$$

$$Tr = (50.8/11.69)$$

$$Tr = 4.35 \text{ horas}$$

$$T = (30/2)$$

$$T = 15.0 \text{ días}$$

$$P = (12/4.35)$$

$$P = 2.0 \text{ Postura./día}$$

g) Determinación del caudal del sistema.

Datos:

$$\text{Área} = 3.65 \text{ Ha} \quad (\text{Plano topográfico})$$

$$\text{Postura} = 2 \text{ Posturas/días}$$

$$\text{Turno} = 13 \text{ días} \quad (\text{Considerando 2 días libres})$$

$$q = 0.35 \text{ l/s}$$

$$Qd = 53.4 \text{ l/s}$$

$$M.R = 15 \times 15 \text{ m}^2$$

Remplazando valores

$$N^{\circ} \text{ Asp} = (3.65 \times 10\,000)/(15 \times 15) = 162 \text{ Aspersores}$$

$$N^{\circ} \text{ Asp} = 132 \text{ Aspersores de acuerdo al plano topográfico}$$

$$N^{\circ} \text{ Asf} = (3.65 \times 10\,000)/(15 \times 15 \times 2 \times 13)$$

$$N^{\circ} \text{ Asf} = 6 \text{ Aspersores}$$

$$B = (132/6)$$

$$B = 22 \text{ Bloques de riego}$$

Determinación del caudal del sistema:

$$Q_s = (0.35 \times 6)$$

$$Q_s = 2.1 \text{ l/s}$$

G.2 Diseño hidráulico.

a) Dimensionamiento de la línea de conducción (tabla 4.5)

Para el tramo A-B

Datos:

$$L = 50.627 \text{ m} \quad (\text{Plano topográfico})$$

$$Q_s = 0.0021 \text{ m}^3/\text{s} \quad (\text{Caudal del sistema})$$

$$\text{Cota inicial} = 3013.967 \text{ m.s.n.m} \quad (\text{Plano topográfico})$$

$$\text{Cota final} = 2991.426 \text{ m.s.n.m} \quad (\text{Plano topográfico})$$

$$C = 140.0 \quad (\text{Tabla 7.1.4})$$

Cálculo de la pérdida de carga unitaria a partir de la ecuación:

$$j' = \left(\frac{\text{Cota inicial} - \text{Cota final}}{L} \right) = 0.4550 \text{ m/m}$$

Cálculo del diámetro de tubería a partir de la ecuación:

$$D = \left(\frac{j'}{10.62 \cdot C^{-1.85} Q^{1.85}} \right)^{1/4.87} = 28.12 \text{ mm}$$

Diámetro comercial en pulgadas:

$$D = 2 \text{ Pulgadas}$$

Cálculo de la pérdida de carga unitaria corregida según:

$$j' = 10.62 C^{-1.85} D^{-4.87} Q^{1.85} = 0.0250 \text{ m/m}$$

Cálculo de la velocidad en la tubería:

$$V = \left(\frac{Qj^{1.714}}{448} \right)^{1/4.177}$$

Remplazando:

$$V = ((0.0021 \times 1000 \times (0.0250 \times 1000))^{1.714})/448)^{(1/4.177)}$$

$$V = 1.04 \text{ m/s}$$

Cálculo de la pérdida de carga en el tramo A - B:

$$hf = jL$$

$$hf = 1.26 \text{ m}$$

Cota piezométrica y Presión final del tramo:

$$\text{Cota Pzm} - \text{Cota final} = 3014.11 \text{ m.s.n.m}$$

$$P. \text{ final} = \text{cota Pzm} - \text{Cota Final} = 22.68 \text{ m.c.a}$$

Comprobación:

La velocidad debe estar entre 0.6m/s y 3 m/s

$$0.6 \text{ m/s} \leq 1.04 \text{ m/s} \leq 3 \text{ m/s} \quad \text{OK}$$

La pérdida de carga por tramo \leq a la carga disponible

$$1.26 \text{ m} \leq 22.5 \text{ m.s.n.m} \quad \text{OK}$$

Para el dimensionamiento del resto de los tramos se sigue el mismo procedimiento

b) Dimensionamiento de los ramales porta aspersores

Para el ramal 1, cuadro 09, 10 y plano de distribución

Datos:

Cota inicial	=	2989.76	m.s.n.m	(Plano 04)
Cota final	=	2981.75	m.s.n.m	(Plano 04)
L	=	84.00	m	(Plano 04)
Nº Aspers.	=	6.00		(Plano 04)
β	=	1.80		(Tabla 7.1.5)
a	=	1.20		(Considerando)
Pa/γ	=	42.1.00	m.c.a	(Presión de trabajo del aspersor)
Ha	=	1.00	m	(Altura de aspersor)
q	=	0.00035	m ³ /s	(Caudal de cada aspersor)
Q en ramal	=	0.0021	m ³ /s	(Caudal de cada aspersor x3)
D interno	=	26.32	mm	(Diámetro interno tubería)

Cálculo de la pérdida de carga, ecuación N° 18:

$$J = 10.62 C^{-1.85} D^{-4.87} Q^{1.85} = (10.62 \times 140^{-1.85} \times (30.40/1000)^{-4.87} \times 0.0021^{1.85})$$

$$J = 0.3092 \text{ m/m}$$

Cálculo del factor de salida F1 y F2 a partir de las ecuaciones:

$$F1 = \frac{1}{1 + \beta} + \frac{1}{2n} + \frac{\sqrt{\beta - 1}}{6n^2}$$

$$F1 = 0.444$$

$$F2 = \frac{r + nF - 1}{r + n - 1}$$

$$F2 = 0.3652$$

Cálculo de la pérdida de carga total hf:

$$hf = ajLF$$

$$= (1.20 \times 0.3092 \times 84.00 \times 0.3652)$$

$$hf = 11.219 \text{ m.c.a}$$

Cálculo del desnivel geométrico entre los extremos del ramal

$$Hg = (2979.76 - 2981.75)$$

$$Hg = 8.009 \text{ m}$$

Cálculo de la presión en el origen del ramal (presión en el punto "C")

$$\frac{P_o}{\gamma} = \frac{P_a}{\gamma} + \frac{3}{4}h + \frac{Hg}{2} + H_a$$

$$P_o/\gamma = 24.065 \text{ m.c.a}$$

Cálculo de la presión media (Ramal Descendente)

$$P_a = \frac{P_o}{\gamma} - \frac{3}{4}h + \frac{Hg}{2} - H_a$$

$$P_a/\gamma = 18.654$$

Cálculo de la presión en el extremo del ramal (Ramal Descendente)

$$\frac{P_n}{\gamma} = \frac{P_a}{\gamma} - \frac{1}{4}h + \frac{Hg}{2}$$

$$P_n/\gamma = 19.85 \text{ m.c.a}$$

Condición de Diseño

$$\frac{P_m}{\gamma} - \frac{P_n}{\gamma} \leq 0.2 \frac{P_a}{\gamma} = (24.065 - 19.854) \leq 0.2 \times 42.1.00$$

$$4.21 \leq 8.4.00 \text{ Ok}$$

ANEXO H.

H.1 Planilla de Metrados.

H.2 Presupuesto de obra

H.3 Análisis de precios unitarios

H.4 Insumos

H.1. Planilla de Metrados

PLANILLA DE METRADOS

PROYECTO: "DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO, PARA EL CULTIVO DE ALFALFA EN LA LOCALIDAD DE COTAPARACO, PROVINCIA DE RECUAY, REGIÓN ANCASH"

UBICACIÓN: COTAPARACO - RECUAY - ANCASH

ITEM	PARTIDA	Und.	Nº VECES	LARGO	ANCHO	ALTO	FACTOR	AREA	PARCIAL	TOTAL
01.00	OBRAS PRELIMINARES									
01.01	OBRAS PROVISIONALES									
01.01.01	CARTEL DE OBRA	und	1.00							1.00
01.01.02	CAMPAMENTO DE OBRA	m2	1.00	6.00	5.00				30.00	30.00
02.00	PARTIDOR - CAPTACION (01 UNIDAD)									
02.01	TRABAJOS PRELIMINARES									
02.01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	1.00	1.88	1.80				3.38	3.38
02.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS									
02.02.01	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO	m3	1.00	1.88	0.60	0.30			0.34	0.34
02.02.02	REFINE Y NIVELACION DEL TERRENO EXCAVADO	m2	1.00	1.88		0.30			0.56	0.56
02.02.03	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO	m3	1.00	1.88	0.60	0.05			0.06	0.06
02.03	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE									
02.03.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN OBRA DE ARTE	m2								5.68
	MURO LADO DERECHO INTERIOR - EXTERIOR		2.00	1.88		0.45			1.69	
	MURO LADO IZQUIERDO INTERIOR		2.00	0.79		0.45			0.71	
	MURO LADO IZQUIERDO EXTERIOR		2.00	0.64		0.45			0.58	
	MURO SALIDA AL DESARENADOR INTERIOR		2.00	1.35		0.45			1.22	
	MURO SALIDA AL DESARENADOR EXTERNA		2.00	1.20		0.45			1.08	
	TAPAS		6.00		0.15	0.45			0.41	
02.03.02	CONCRETO f _c =175 kg/cm ²	m3								0.68
	MURO LADO DERECHO		1.00	1.88	0.15	0.45			0.13	
	MURO LADO IZQUIERDO		2.00	0.79	0.15	0.45			0.11	
	MURO SALIDA AL DESARENADOR		2.00	1.20	0.15	0.45			0.16	
	PISO PARTIDOR		1.00		0.60			0.35	0.21	
	PISO SALIDA AL DESARENADOR		1.00	1.20	0.60	0.10			0.07	
02.04	ACCESORIOS									
02.04.01	COMPUERTA METALICA TIPO IZAJE (0.30X0.65)	und	2.00							2.00
03.00	DESARENADOR (01 UNIDAD)									
03.01	TRABAJOS PRELIMINARES									
03.01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	1.00	2.70	1.10				2.97	2.97
03.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS									
03.02.01	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO	m3								1.43
	ENTRADA Y SALIDA		2.00	0.40	0.40	0.15			0.05	
	DESARENADOR		1.00	1.93	1.10	0.65			1.38	
03.02.02	REFINE Y NIVELACION DEL TERRENO EXCAVADO	m2								3.11
	ENTRADA Y SALIDA		4.00	0.40		0.15			0.60	
	DESARENADOR		2.00	1.93		0.65			2.51	
03.02.03	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO	m3								0.12
	ENTRADA Y SALIDA		2.00	0.40	0.50	0.05			0.02	
	DESARENADOR PARTE MEDIA		1.00	1.45	1.10	0.05			0.08	
	DESARENADOR TRANSICION		1.00			0.05		0.39	0.02	
03.03	OBRAS DE CONCRETO ARMADO									
03.03.01	SOLADO c=2", f'c=100KG/CM2	m2								2.39
	ENTRADA Y SALIDA		2.00	0.40	0.50				0.40	
	DESARENADOR PARTE MEDIA		1.00	1.45	1.10				1.60	
	DESARENADOR TRANSICION		1.00					0.39	0.39	
03.03.02	ACERO DE REFUERZO f _y =4,200 kg/cm ²	kg	1.00							132.19
03.03.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN OBRA DE ARTE	m2								7.61
	ENTRADA Y SALIDA PARTE INTERNA		4.00	0.50		0.30			0.60	
	ENTRADA Y SALIDA PARTE EXTERNA		4.00	0.40		0.40			0.64	
	PARTE MEDIA INTERNO		2.00	1.65		0.70			2.31	
	PARTE MEDIA EXTERNO		2.00	1.78		0.80			2.85	
	TRANSICION INTERNA		2.00					0.23	0.45	
	TRANSICION EXTERNA		2.00					0.30	0.60	
	TAPAS		4.00		0.10	0.40			0.16	
03.03.04	CONCRETO f'c=175 kg/cm ²	m3								0.63
	MURO ENTRADA SALIDA		4.00	0.40	0.10	0.30			0.05	
	LOSA ENTRADA SALIDA		2.00	0.50	0.40	0.10			0.04	
	MURO DESARENADOR SALIDA PARTE MEDIA		1.00	0.30	0.10	0.40			0.01	
	MURO DESARENADOR SALIDA PARTE COSTADOS		2.00	0.40	0.10	0.70			0.06	
	MURO DESARENADOR LADOS IZQUIERDO Y DERECHO		2.00	1.35	0.10	0.70			0.19	
	MURO DESARENADOR TRANSICION		2.00	0.54	0.10	0.70			0.08	
	LOSA DESARENADOR PARTE MEDIA		1.00	1.48	1.10	0.10			0.16	
	LOSA DESARENADOR PARTE TRANSICION		1.00	1.10	0.40	0.10			0.04	
04.00	FILTRO DE ARENA (01 UNIDAD)									
4.01	TRABAJOS PRELIMINARES									
04.01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	1.00	3.00	1.95				5.85	5.85
4.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS									
04.02.01	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO	m3	1.00	3.00	1.95	1.50				8.78
04.02.02	REFINE Y NIVELACION DEL TERRENO EXCAVADO	m2	1.00	3.00	1.95					5.85

PLANILLA DE METRADOS

PROYECTO: "DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO, PARA EL CULTIVO DE ALFALFA EN LA LOCALIDAD DE COTAPARACO, PROVINCIA DE RECUAY, REGIÓN ANCASH"

UBICACIÓN: COTAPARACO - RECUAY - ANCASH

ITEM	PARTIDA	Und.	Nº VECES	LARGO	ANCHO	ALTO	FACTOR	ÁREA	PARCIAL	TOTAL
4.03	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE									
04.03.01	SOLADO $e=2"$, $F'c=100\text{KG}/\text{CM}^2$	m2	1.00	3.00	1.95					5.85
04.03.02	ACERO DE REFUERZO $f_y=4,200\text{ kg}/\text{cm}^2$	kg	1.00							373.25
04.03.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN OBRA DE ARTE	m2								38.99
	MURO PARTE EXTERNA LONGITUD		2.00	3.00		2.00			12.00	
	MURO PARTE INTERNA LONGITUD		2.00	2.50		2.15			10.75	
	MURO PARTE EXTERNA TRANSVERSAL		2.00	1.95		2.00			7.80	
	MURO PARTE INTERNA TRANSVERSAL		2.00	1.45		2.00			5.80	
	TECHO		1.00					2.64	2.64	
04.03.04	CONCRETO $f_c = 210\text{ kg}/\text{cm}^2$	m3								5.93
	MURO LONGITUDINAL		2.00	1.55	0.25	2.00			1.55	
	MURO TRANSVERSAL		2.00	1.25	0.25	2.00			1.25	
	PISO		1.00	3.00	1.95	0.15			0.88	
	VIGA		1.00	1.95	0.20	0.25			0.10	
	COLUMNA		2.00	0.20	0.25	1.75			0.18	
	TECHO					0.20		2.64	0.53	
04.03.05	TARRAJEO CON MORTERO, MEZCLA 1:3 E = 1.5 CM	m2								30.38
	CARA INTERIOR MURO		2.00	2.50		1.80			9.00	
	CARA EXTERIOR MURO		2.00	1.45		1.80			5.22	
	PISO ENLUCIDO		2.00	3.00		1.00			6.00	
	TECHO ENLUCIDO		2.00	1.95		1.00			3.90	
	TECHO ENLUCIDO		1.00	2.50		1.45			3.63	
	TECHO ENLUCIDO		1.00					2.64	2.64	
4.04	ACCESORIOS									
04.04.01	SUMINISTRO Y COLOCACION DE TAPA METALICA 1.10 M	und	1.00							1.00
04.04.02	SUMINISTRO Y COLOCACION DE ACCESORIOS CAMAR.	und	1.00							1.00
05.00	CAMARA DE CARGA (01 UNIDAD)									
05.01	TRABAJOS PRELIMINARES									
05.01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2								16.36
	RESERVORIO		1.00	4.00	4.00				16.00	
	CAJA DE VALVULAS		1.00	0.60	0.60				0.36	
05.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS									
05.02.01	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO	m3								11.72
	RESERVORIO SECCION TRAPEZOIDAL		1.00						9.79	
	RESERVORIO SALIDA				1.00			1.75	1.75	
	CAJA DE VALVULAS		1.00	0.60	0.60	0.50			0.18	
05.02.02	REFINE Y NIVELACION DEL TERRENO EXCAVADO	m2								27.08
	RESERVORIO		1.00					25.88	25.88	
	CAJA DE VALVULAS		4.00		0.60	0.50			1.20	
05.02.03	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO	m3								8.46
	EN RESERVORIO		1.00				1.30	1.75	2.28	
	EN CAJA DE VALVULAS		1.00	0.60	0.60	10.00			3.60	
	EN RESERVORIO (2 CAPAS, E=0.10M)		1.00			0.10		25.88	2.59	
05.03	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE									
05.03.01	SOLADO $e=2"$, $F'c=100\text{KG}/\text{CM}^2$	m2	1.00					25.88	25.88	25.88
05.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN OBRA DE ARTE	m2	1.00	4.00	1.90				7.60	7.60
05.03.03	CONCRETO SIMPLE $f_c = 210\text{ kg}/\text{cm}^2$	m3								4.00
	RESERVORIO		1.00			0.15		25.88	3.88	
	CAJA DE VALVULAS									
	MURO		4.00	0.50	0.10	0.40			0.08	
	PISO		1.00	0.60	0.60	0.10			0.04	
05.03.04	REFUERZO	m2	1.00					32.28	32.28	32.28
05.04	ACCESORIOS									
05.04.01	TAPA METALICA DE 0.45 X 0.45 C/LLAVE TIPO RUJIA	und	1.00						1.00	1.00
05.04.02	ACCESORIOS DE SALIDA, REBOSE Y VALVULAS	und	1.00						1.00	1.00
06.00	LINEA DE CONDUCCION (L = 674.81m)									
06.01	TRABAJOS PRELIMINARES									
06.01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	1.00	674.81	0.60				404.89	404.89
06.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS									
06.02.01	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO	m3	1.00	674.81	0.50	0.50			168.70	168.70
06.02.02	CAMA DE APOYO PARA TUBERIAS	m	1.00	674.81					674.81	674.81
06.02.03	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO	m3	1.00	674.81	0.50	0.50			168.70	168.70
06.03	PROVOCION E INSTALACION DE TUBERIAS									
06.03.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIAS PVC SAP C-	m	1.00	536.30					536.30	536.30
06.03.02	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIAS PVC SAP C-	m	1.00	93.25					93.25	93.25
06.03.03	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIAS PVC SAP C-	m	1.00	22.63					22.63	22.63
06.03.04	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIAS PVC SAP C-	m	1.00	22.63					22.63	22.63
06.04	PRUEBAS HIDRAULICAS									
06.04.01	PRUEBA HIDRAULICA EN TUBERIA INSTALADA	m	1.00	674.81					674.81	674.81

H.2. Presupuesto de obra

Presupuesto

Presupuesto 1102001 "DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO, PARA EL CULTIVO DE ALFALFA EN LA LOCALIDAD DE COTAPARACO, PROVINCIA DE RECUAY, REGIÓN ANCASH"
 Subpresupuesto 001 SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSION
 Cliente S10 S.A.C. Costo al 07/05/2015
 Lugar ANCASH - RECUAY - COTAPARACO

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	OBRAS PRELIMINARES				2,494.07
01.01	OBRAS PROVISIONALES				2,494.07
01.01.01	CARTEL DE OBRA	und	1.00	230.57	230.57
01.01.02	CAMPAMENTO DE OBRA	m2	30.00	75.45	2,263.50
02	PARTIDOR - CAPTACION (01 UNIDAD)				980.74
02.01	TRABAJOS PRELIMINARES				4.16
02.01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	3.38	1.23	4.16
02.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				5.19
02.02.01	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO	m3	0.34	12.03	4.09
02.02.02	REFINE Y NIVELACION DEL TERRENO EXCAVADO	m2	0.56	0.99	0.55
02.02.03	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO	m3	0.06	9.15	0.55
02.03	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				388.91
02.03.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN OBRA DE ARTE	m2	5.68	44.18	250.94
02.03.02	CONCRETO f _c =175 kg/cm ²	m3	0.68	202.89	137.97
02.04	ACCESORIOS				582.48
02.04.01	COMPUERTA METALICA TIPO IZAJE (0.30X0.65)	und	2.00	291.24	582.48
03	DESARENADOR (01 UNIDAD)				1,121.55
03.01	TRABAJOS PRELIMINARES				3.65
03.01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	2.97	1.23	3.65
03.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				21.38
03.02.01	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO	m3	1.43	12.03	17.20
03.02.02	REFINE Y NIVELACION DEL TERRENO EXCAVADO	m2	3.11	0.99	3.08
03.02.03	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO	m3	0.12	9.15	1.10
03.03	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				1,096.52
03.03.01	SOLADO e=2", F' C=100 KG/CM2	m2	2.39	9.66	23.09
03.03.02	ACERO DE REFUERZO f _y =4,200 kg/cm ²	kg	132.19	4.61	609.40
03.03.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN OBRA DE ARTE	m2	7.61	44.18	336.21
03.03.04	CONCRETO f _c =175 kg/cm ²	m3	0.63	202.89	127.82
04	FILTRO INVERTIDO (01 UNIDAD)				7,512.88
04.01	TRABAJOS PRELIMINARES				7.20
04.01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	5.85	1.23	7.20
04.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				111.41
04.02.01	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO	m3	8.78	12.03	105.62
04.02.02	REFINE Y NIVELACION DEL TERRENO EXCAVADO	m2	5.85	0.99	5.79
04.03	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				4,941.70
04.03.01	SOLADO e=2", F' C=100 KG/CM2	m2	5.85	9.66	56.51
04.03.02	ACERO DE REFUERZO f _y =4,200 kg/cm ²	kg	373.25	4.61	1,720.68
04.03.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN OBRA DE ARTE	m2	38.99	44.18	1,722.58
04.03.04	CONCRETO f _c =175 kg/cm ²	m3	5.93	202.89	1,203.14
04.03.05	TARRAJEO CON MORTERO, MEZCLA 1:3 e=1.5cm	m2	30.38	7.86	238.79
04.04	ACCESORIOS				2,452.57
04.04.01	SUMINISTRO Y COLOCACION DE TAPA METALICA 1.10 X 1.10 M X 1/16"	und	1.00	166.50	166.50
04.04.02	SUMINISTRO Y COLOCACION DE ACCESORIOS EN CAMARA DE FILTRO	und	1.00	2,286.07	2,286.07
05	CAMARA DE CARGA (01 UNIDAD)				2,801.77
05.01	TRABAJOS PRELIMINARES				20.12
05.01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	16.36	1.23	20.12
05.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				245.21
05.02.01	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO	m3	11.72	12.03	140.99
05.02.02	REFINE Y NIVELACION DEL TERRENO EXCAVADO	m2	27.08	0.99	26.81
05.02.03	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO	m3	8.46	9.15	77.41
05.03	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				1,920.72

Presupuesto

Presupuesto	1102001	"DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO, PARA EL CULTIVO DE ALFALFA EN LA LOCALIDAD DE COTAPARACO, PROVINCIA DE RECUAY, REGIÓN ANCASH"		
Subpresupuesto	001	SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSION		
Ciente	S10 S.A.C.		Costo al	07/05/2015
Lugar	ANCASH - RECUAY - COTAPARACO			

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
05.03.01	SOLADO e=2", F' C=100 KG/CM2	m2	25.88	9.66	250.00
05.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN OBRA DE ARTE	m2	7.60	44.18	335.77
05.03.03	CONCRETO f'c= 210 kg/cm2	m3	4.00	245.21	980.84
05.03.04	REFUERZO	m2	32.28	10.97	354.11
05.04	ACCESORIOS				615.72
05.04.01	TAPA METALICA DE 0.45 X 0.45 OLLAVE TIPO BUJIA	und	1.00	80.05	80.05
05.04.02	ACCESORIOS DE SALIDA, REBOSE Y VALVULAS	und	1.00	535.67	535.67
06	LINEA DE CONDUCCION (L = 674.81m)				24,186.58
06.01	TRABAJOS PRELIMINARES				498.01
06.01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	404.89	1.23	498.01
06.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				5,516.52
06.02.01	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO	m3	168.70	12.03	2,029.46
06.02.02	CAMA DE APOYO PARA TUBERIAS	m	674.81	2.88	1,943.45
06.02.03	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO	m3	168.70	9.15	1,543.61
06.03	PROVICION E INSTALACION DE TUBERIAS				18,017.05
06.03.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIAS PVC SAP C-10, D= 2"	m	536.30	28.27	15,161.20
06.03.02	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIAS PVC SAP C-10, D= 1 1/2"	m	93.25	23.02	2,146.62
06.03.03	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIAS PVC SAP C-10, D= 1 1/4"	m	22.63	17.77	402.14
06.03.04	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIAS PVC SAP C-10, D= 1"	m	22.63	13.57	307.09
06.04	PRUEBAS HIDRAULICAS				155.00
06.04.01	PRUEBA HIDRAULICA EN TUBERIA INSTALADA	m	620.00	0.25	155.00
07	INSTALACION DE LATERALES DE RIEGO				39,000.54
07.01	TRABAJOS PRELIMINARES				1,215.86
07.01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	988.50	1.23	1,215.86
07.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				6,978.82
07.02.01	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO	m3	329.50	12.03	3,963.89
07.02.02	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO	m3	329.50	9.15	3,014.93
07.03	PROVICION E INSTALACION DE TUBERIAS				30,353.20
07.03.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIAS PVC SAP C-7.5, D= 3/4"	m	72.00	9.24	665.28
07.03.02	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIAS PVC SAP C-7.5, D= 1"	m	594.63	15.39	9,151.36
07.03.03	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIAS PVC SAP C-7.5, D= 1 1/4"	m	1,056.00	17.54	18,522.24
07.03.04	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIAS PVC SAP C-7.5, D= 1 1/2"	m	88.00	22.89	2,014.32
07.04	PRUEBAS HIDRAULICAS				452.66
07.04.01	PRUEBA HIDRAULICA EN TUBERIA INSTALADA	m	1,810.63	0.25	452.66
08	INSTALACION DE BOCAS DE RIEGO (126 UND) E HIDRANTES (24 UND)				14,731.72
08.01	TRABAJOS PRELIMINARES				32.84
08.01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	26.70	1.23	32.84
08.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				167.82
08.02.01	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO	m3	13.95	12.03	167.82
08.03	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				5,572.67
08.03.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN OBRA DE ARTE	m2	87.36	44.18	3,859.56
08.03.02	CONCRETO f'c=175 kg/cm2, PARA CAJAS DE VALVULA Y BOCAS DE RIEGO	m3	8.76	195.56	1,713.11
08.04	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACCESORIOS				8,958.39
08.04.01	ACCESORIOS EN HIDRANTES	und	1.00	3,106.80	3,106.80
08.04.02	ACCESORIOS EN BOCAS DE RIEGO	und	1.00	2,800.83	2,800.83
08.04.03	EMISORES DE RIEGO	und	12.00	43.13	517.56
08.04.04	TAPA METALICA DE 0.65 X 0.65 OLLAVE TIPO BUJIA	und	20.00	126.66	2,533.20
09	MICELANIOS				16,002.92
09.01	TRAZO Y REPLANTEO INICIAL Y DURANTE LA EJECUCION DE OBRA	mes	2.00	8,001.46	16,002.92
10	FLETE				13,391.77
10.01	FLETE TERRESTRE	gb	1.00	9,945.57	9,945.57

Presupuesto

Presupuesto 1102001 "DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO, PARA EL CULTIVO DE ALFALFA EN LA LOCALIDAD DE COTAPARACO,
 PROVINCIA DE RECUAY, REGIÓN ANCASH"
 Subpresupuesto 001 SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSION
 Cliente S10 S.A.C. Costo al 07/05/2015
 Lugar ANCASH - RECUAY - COTAPARACO

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
10.02	FLETE RURAL	gb	1.00	3,446.20	3,446.20
	COSTO DIRECTO				122,224.54
	GASTOS GENERALES (8 %)				9,777.96
	UTILIDAD				9,777.96
	SUB TOTAL				141,780.46
	IGV (18%)				25,520.48
	TOTAL PRESUPUESTO				167,300.94

SON: CIENTO SESENTISIETE MIL TRESCIENTOS Y 94/100 NUEVOS SOLES

H.3. Análisis de precios unitarios

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1102001	"DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO, PARA EL CULTIVO DE ALFALFA EN LA LOCALIDAD DE COTAPARACO, PROVINCIA DE RECUJAY, REGIÓN ANCASH"					Fecha presupuesto	07/05/2015
Subpresupuesto	001	SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSION						
Partida	01.01.01	CARTEL DE OBRA						
Rendimiento	und/DIA	MO. 2.0000	EQ. 2.0000	Costo unitario directo por : und			230.57	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	0.1000	0.4000	6.88	2.75		
0101010005	PEON	hh	2.0000	8.0000	4.38	35.04		
						37.79		
	Materiales							
02041200010010	CLAVOS DE ALUMINIO DE 2"	und		20.0000	0.17	3.40		
02041200010011	CLAVOS DE ALUMINIO DE 2 1/2"	und		75.0000	0.25	18.75		
0231230003	MADERA DE EUCALIPTO DE 4" X 5 M	und		2.0000	21.19	42.38		
0294010001	CARTEL DE OBRA 2.4 X 3.60	und		1.0000	127.12	127.12		
						191.65		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	37.79	1.13		
						1.13		
Partida	01.01.02	CAMPAMENTO DE OBRA						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 15.0000	EQ. 15.0000	Costo unitario directo por : m2			75.45	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.8750	1.0000	6.88	6.88		
0101010004	OFICIAL	hh	1.8750	1.0000	5.63	5.63		
0101010005	PEON	hh	9.3750	5.0000	4.38	21.90		
						34.41		
	Materiales							
02041200010007	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"	kg		0.1000	3.81	0.38		
0204120004	CLAVOS PARA CALAMINA	kg		0.1400	5.93	0.83		
0211010001	CALAMINA 1.80 x 0.83, E= 0.2MM	pza		0.8800	19.38	17.05		
0211010003	ESTERA DE 2.00X3.00 M2	und		0.2000	25.42	5.08		
0231230001	MADERA DE EUCALIPTO 4" X 3 M	m		0.5000	18.50	9.25		
0231230002	MADERA DE EUCALIPTO 4" X 5M	m		0.3500	21.19	7.42		
						40.01		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	34.41	1.03		
						1.03		
Partida	02.01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 30.0000	EQ. 30.0000	Costo unitario directo por : m2			1.23	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.2667	4.38	1.17		
						1.17		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.17	0.06		
						0.06		
Partida	02.02.01	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 30.0000	EQ. 30.0000	Costo unitario directo por : m3			12.03	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0101010005	PEON	hh	10.0000	2.6667	4.38	11.68		
						11.68		
	Equipos							

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1102001 "DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO, PARA EL CULTIVO DE ALFALFA EN LA LOCALIDAD DE COTAPARACO, PROVINCIA DE RECUAY, REGIÓN ANCASH"					Fecha presupuesto	07/05/2015	
Subpresupuesto	001 SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSION							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	11.68	0.35 0.35	
Partida	02.02.02	REFINE Y NIVELACION DEL TERRENO EXCAVADO						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 60.0000	EQ. 60.0000			Costo unitario directo por : m2	0.99	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0101010004	OFICIAL	hh	0.5000	0.0667	5.63	0.38		
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.1333	4.38	0.58	0.96	
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.96	0.03	0.03	
Partida	02.02.03	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 12.0000	EQ. 12.0000			Costo unitario directo por : m3	9.15	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0101010005	PEON	hh	3.0000	2.0000	4.38	8.76	8.76	
	Materiales							
0296010001	PISON DE CONCRETO	und		0.0050	25.00	0.13	0.13	
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	8.76	0.26	0.26	
Partida	02.03.01	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO EN OBRA DE ARTE						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 20.0000	EQ. 20.0000			Costo unitario directo por : m2	44.18	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	0.5000	0.2000	6.88	1.38		
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.4000	5.63	2.25		
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.4000	4.38	1.75	5.38	
	Materiales							
0201040003	PETROLEO P/PROTEC. DE MADERA	gal		0.0107	15.25	0.16		
0204010008	ALAMBRE NEGRO # 16	kg		0.0500	3.38	0.17		
0204010009	ALAMBRE NEGRO # 8	kg		0.2000	3.38	0.68		
02041200010003	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2"	kg		0.1000	3.81	0.38		
02041200010007	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"	kg		0.1500	3.81	0.57		
0231010002	MADERA TORNILLO PARA ENCOFRADOS INCLUYE CORTE	p2		3.0000	5.00	15.00		
0231050002	TRIPLAY DE 1.20X2.40M X 4 MM	pln		0.3470	27.90	9.68		
0231230005	MADERA DE EUCALIPTO 2" X 3 M	und		1.2000	10.00	12.00	38.64	
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	5.38	0.16	0.16	
Partida	02.03.02	CONCRETO f'c=175 kg/cm2						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 15.0000	EQ. 15.0000			Costo unitario directo por : m3	202.89	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.5333	6.88	3.67		

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1102001 "DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO, PARA EL CULTIVO DE ALFALFA EN LA LOCALIDAD DE COTAPARACO, PROVINCIA DE RECUAY, REGIÓN ANCASH"						
Subpresupuesto	001 SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSION					Fecha presupuesto	07/05/2015
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	1.0667	5.63	6.01	
0101010005	PEON	hh	10.0000	5.3333	4.38	23.36	
						33.04	
	Materiales						
0207010011	PIEDRA MEDIANA DE 1/2" - 3/4"	m3		0.7000	1.30	0.91	
0207020004	ARENA GRUESA	m3		0.5000	60.00	30.00	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		7.0000	17.04	119.28	
						150.19	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	33.04	0.99	
0301060009	VIBRADOR DE CONCRETO 4HP, 1.25"	hm	0.5000	0.2667	10.00	2.67	
0301290004	MEZCLADORA DE CONCRETO 8HP (9 P3)	hm	1.0000	0.5333	30.00	16.00	
						19.66	
Partida	02.04.01 COMPUERTA METALICA TIPO IZAJE (0.30X0.65)						
Rendimiento	und/DIA	MO. 2.0000	EQ. 2.0000	Costo unitario directo por : und			291.24
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	4.0000	5.63	22.52	
0101010005	PEON	hh	1.0000	4.0000	4.38	17.52	
						40.04	
	Materiales						
0293010004	COMPUERTA METALICA TIPO IZAJE DE (0.3X0.65)	und		1.0000	250.00	250.00	
						250.00	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	40.04	1.20	
						1.20	
Partida	03.01.01 LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 30.0000	EQ. 30.0000	Costo unitario directo por : m2			1.23
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.2667	4.38	1.17	
						1.17	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.17	0.06	
						0.06	
Partida	03.02.01 EXCAVACION MANUAL EN TERRENO						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 30.0000	EQ. 30.0000	Costo unitario directo por : m3			12.03
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	10.0000	2.6667	4.38	11.68	
						11.68	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	11.68	0.35	
						0.35	
Partida	03.02.02 REFINE Y NIVELACION DEL TERRENO EXCAVADO						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 60.0000	EQ. 60.0000	Costo unitario directo por : m2			0.99
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010004	OFICIAL	hh	0.5000	0.0667	5.63	0.38	
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.1333	4.38	0.58	

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1102001 "DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO, PARA EL CULTIVO DE ALFALFA EN LA LOCALIDAD DE COTAPARACO, PROVINCIA DE RECUAY, REGIÓN ANCASH"						Fecha presupuesto	07/05/2015
Subpresupuesto	001 SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSION							0.96
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000		0.96	0.03
								0.03
Partida	03.02.03	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 12.0000	EQ. 12.0000				Costo unitario directo por : m3	9.15
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.		Parcial \$/.
		Mano de Obra						
0101010005	PEON		hh	3.0000	2.0000	4.38		8.76
								8.76
	Materiales							
0296010001	PISON DE CONCRETO		und		0.0050	25.00		0.13
								0.13
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	8.76		0.26
								0.26
Partida	03.03.01	SOLADO e=2", F'C=100 KG/CM2						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 100.0000	EQ. 100.0000				Costo unitario directo por : m2	9.66
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.		Parcial \$/.
		Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.0800	6.88		0.55
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.0800	5.63		0.45
0101010005	PEON		hh	4.0000	0.3200	4.38		1.40
								2.40
	Materiales							
0207030001	HORMIGON		m3		0.0650	45.00		2.93
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		0.2500	17.04		4.26
								7.19
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	2.40		0.07
								0.07
Partida	03.03.02	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2						
Rendimiento	kg/DIA	MO. 200.0000	EQ. 200.0000				Costo unitario directo por : kg	4.61
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.		Parcial \$/.
		Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.0400	6.88		0.28
0101010004	OFICIAL		hh	2.0000	0.0800	5.63		0.45
								0.73
	Materiales							
0204010008	ALAMBRE NEGRO # 16		kg		0.0600	3.38		0.20
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60		kg		1.0700	3.42		3.66
								3.86
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	0.73		0.02
								0.02
Partida	03.03.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN OBRA DE ARTE						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 20.0000	EQ. 20.0000				Costo unitario directo por : m2	44.18
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.		Parcial \$/.
		Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	0.5000	0.2000	6.88		1.38

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1102001 "DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO, PARA EL CULTIVO DE ALFALFA EN LA LOCALIDAD DE COTAPARACO, PROVINCIA DE RECUAY, REGIÓN ANCASH"						
Subpresupuesto	001 SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSION					Fecha presupuesto	07/05/2015
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.4000	5.63	2.25	
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.4000	4.38	1.75	
						5.38	
	Materiales						
0201040003	PETROLEO P/PROTEC. DE MADERA	gal		0.0107	15.25	0.16	
0204010008	ALAMBRE NEGRO # 16	kg		0.0500	3.38	0.17	
0204010009	ALAMBRE NEGRO # 8	kg		0.2000	3.38	0.68	
02041200010003	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2"	kg		0.1000	3.81	0.38	
02041200010007	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"	kg		0.1500	3.81	0.57	
0231010002	MADERA TORNILLO PARA ENCOFRADOS INCLUYE CORTE	p2		3.0000	5.00	15.00	
0231050002	TRIPLAY DE 1.20X2.40M X 4 MM	pln		0.3470	27.90	9.68	
0231230005	MADERA DE EUCALIPTO 2" X 3 M	und		1.2000	10.00	12.00	
						38.64	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	5.38	0.16	
						0.16	
Partida	03.03.04 CONCRETO f'c=175 kg/cm2						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 15.0000	EQ. 15.0000		Costo unitario directo por : m3	202.89	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.5333	6.88	3.67	
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	1.0667	5.63	6.01	
0101010005	PEON	hh	10.0000	5.3333	4.38	23.36	
						33.04	
	Materiales						
0207010011	PIEDRA MEDIANA DE 1/2" - 3/4"	m3		0.7000	1.30	0.91	
0207020004	ARENA GRUESA	m3		0.5000	60.00	30.00	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		7.0000	17.04	119.28	
						150.19	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	33.04	0.99	
0301060009	VIBRADOR DE CONCRETO 4HP, 1.25"	hm	0.5000	0.2667	10.00	2.67	
0301290004	MEZCLADORA DE CONCRETO 8HP (9 P3)	hm	1.0000	0.5333	30.00	16.00	
						19.66	
Partida	04.01.01 LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 30.0000	EQ. 30.0000		Costo unitario directo por : m2	1.23	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.2667	4.38	1.17	
						1.17	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.17	0.06	
						0.06	
Partida	04.02.01 EXCAVACION MANUAL EN TERRENO						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 30.0000	EQ. 30.0000		Costo unitario directo por : m3	12.03	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	10.0000	2.6667	4.38	11.68	
						11.68	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	11.68	0.35	
						0.35	

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1102001 "DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO, PARA EL CULTIVO DE ALFALFA EN LA LOCALIDAD DE COTAPARACO, PROVINCIA DE RECUAY, REGIÓN ANCASH"						
Subpresupuesto	001 SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSION					Fecha presupuesto	07/05/2015
0204010009	ALAMBRE NEGRO # 8	kg		0.2000	3.38	0.68	
02041200010003	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2"	kg		0.1000	3.81	0.38	
02041200010007	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"	kg		0.1500	3.81	0.57	
0231010002	MADERA TORNILLO PARA ENCOFRADOS INCLUYE CORTE	p2		3.0000	5.00	15.00	
0231050002	TRIPLAY DE 1.20X2.40M X 4 MM	pln		0.3470	27.90	9.68	
0231230005	MADERA DE EUCALIPTO 2" X 3 M	und		1.2000	10.00	12.00	
						38.64	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	5.38	0.16	
						0.16	
Partida	04.03.04 CONCRETO f'c=175 kg/cm2						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 15.0000	EQ. 15.0000	Costo unitario directo por : m3		202.89	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.5333	6.88	3.67	
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	1.0667	5.63	6.01	
0101010005	PEON	hh	10.0000	5.3333	4.38	23.36	
						33.04	
	Materiales						
0207010011	PIEDRA MEDIANA DE 1/2" - 3/4"	m3		0.7000	1.30	0.91	
0207020004	ARENA GRUESA	m3		0.5000	60.00	30.00	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		7.0000	17.04	119.28	
						150.19	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	33.04	0.99	
0301060009	VIBRADOR DE CONCRETO 4HP, 1.25"	hm	0.5000	0.2667	10.00	2.67	
0301290004	MEZCLADORA DE CONCRETO 8HP (9 P3)	hm	1.0000	0.5333	30.00	16.00	
						19.66	
Partida	04.03.05 TARRAJEO CON MORTERO, MEZCLA 1:3 e=1.5cm						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 25.0000	EQ. 25.0000	Costo unitario directo por : m2		7.86	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.3200	6.88	2.20	
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.3200	4.38	1.40	
						3.60	
	Materiales						
0207020003	ARENA FINA	m3		0.0160	90.00	1.44	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.1500	17.04	2.56	
0231010004	MADERA TORNILLO CEPILLADA (REGLAS)	p2		0.0250	5.93	0.15	
						4.15	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	3.60	0.11	
						0.11	
Partida	04.04.01 SUMINISTRO Y COLOCACION DE TAPA METALICA 1.10 X 1.10 M X 1/16"						
Rendimiento	und/DIA	MO. 5.0000	EQ. 5.0000	Costo unitario directo por : und		166.50	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	1.6000	5.63	9.01	
0101010005	PEON	hh	1.0000	1.6000	4.38	7.01	
						16.02	
	Materiales						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1102001 "DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO, PARA EL CULTIVO DE ALFALFA EN LA LOCALIDAD DE COTAPARACO, PROVINCIA DE RECUAY, REGIÓN ANCASH"				Fecha presupuesto	07/05/2015
Subpresupuesto	001 SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSION					
0204330005	TAPA METALICA DE 1.10M X 1.10M POR 3/16" C/Llave TIPO BUJIA	und	1.0000	150.00		150.00
						150.00
						150.00
0301010006	Equipos HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	3.0000	16.02		0.48
						0.48
Partida	04.04.02 SUMINISTRO Y COLOCACION DE ACCESORIOS EN CAMARA DE FILTRO					
Rendimiento	und/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : und		2,286.07
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra					
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	8.0000	6.88	55.04
0101010005	PEON	hh	1.0000	8.0000	4.38	35.04
						90.08
	Materiales					
0205090009	CODO PVC SAP D= 2 1/2", 90°	und		5.0000	8.30	41.50
0205110010	TEE PVC SAP D=2 1/2"	und		3.0000	16.10	48.30
0205190011	ADAPTADOR MACHO DE PVC D= 2 1/2"	und		6.0000	9.50	57.00
0205220003	UNION UNIVERSAL PVC SAP D= 2 1/2"	und		3.0000	9.50	28.50
0205230010	REDUCCION PVC-SAP 3" A 2 1/2"	und		1.0000	9.50	9.50
0205330001	MANOMETRO HIDRAULICO INCLUIDO ACCESORIOS	und		2.0000	84.74	169.48
0207020005	ARENA PARA FILTRO DIAMETRO 0.56 MM	m3		0.2400	50.00	12.00
0208010003	TUBERIA DE PVC SAP C-10 D=2 1/2", L=5 m	m		10.0000	55.00	550.00
0208010004	TUBERIA DE PVC SAP C-7.5 D=4", L=5 m	m		10.0000	75.00	750.00
0222080016	PEGAMENTO PARA PVC	gal		0.0250	80.50	2.01
0248010002	CILINDRO PARA FILTRO DE ARENA D = 24"	und		1.0000	210.00	210.00
0253180007	VALVULA COMPUERTA DE BRONCE DE 2 1/2"	und		3.0000	105.00	315.00
						2,193.29
0301010006	Equipos HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	3.0000	90.08		2.70
						2.70
Partida	05.01.01 LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 30.0000	EQ. 30.0000	Costo unitario directo por : m2		1.23
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra					
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.2667	4.38	1.17
						1.17
0301010006	Equipos HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.17	0.06
						0.06
Partida	05.02.01 EXCAVACION MANUAL EN TERRENO					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 30.0000	EQ. 30.0000	Costo unitario directo por : m3		12.03
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra					
0101010005	PEON	hh	10.0000	2.6667	4.38	11.68
						11.68
0301010006	Equipos HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	11.68	0.35
						0.35
Partida	05.02.02 REFINE Y NIVELACION DEL TERRENO EXCAVADO					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 60.0000	EQ. 60.0000	Costo unitario directo por : m2		0.99

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1102001 "DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO, PARA EL CULTIVO DE ALFALFA EN LA LOCALIDAD DE COTAPARACO, PROVINCIA DE RECUAY, REGIÓN ANCASH"						
Subpresupuesto	001 SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSION					Fecha presupuesto	07/05/2015
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra						
0101010004	OFICIAL	hh	0.5000	0.0667	5.63	0.38	
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.1333	4.38	0.58	
	0.96						
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.96	0.03	
	0.03						
Partida	05.02.03 RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 12.0000	EQ. 12.0000	Costo unitario directo por : m3		9.15	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	3.0000	2.0000	4.38	8.76	
	8.76						
	Materiales						
0296010001	PISON DE CONCRETO	und		0.0050	25.00	0.13	
	0.13						
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	8.76	0.26	
	0.26						
Partida	05.03.01 SOLADO $\epsilon=2"$, F'C=100 KG/CM2						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 100.0000	EQ. 100.0000	Costo unitario directo por : m2		9.66	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0800	6.88	0.55	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0800	5.63	0.45	
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.3200	4.38	1.40	
	2.40						
	Materiales						
0207030001	HORMIGON	m3		0.0650	45.00	2.93	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.2500	17.04	4.26	
	7.19						
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	2.40	0.07	
	0.07						
Partida	05.03.02 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN OBRA DE ARTE						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 20.0000	EQ. 20.0000	Costo unitario directo por : m2		44.18	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	0.5000	0.2000	6.88	1.38	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.4000	5.63	2.25	
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.4000	4.38	1.75	
	5.38						
	Materiales						
0201040003	PETROLEO P/PROTEC. DE MADERA	gal		0.0107	15.25	0.16	
0204010008	ALAMBRE NEGRO # 16	kg		0.0500	3.38	0.17	
0204010009	ALAMBRE NEGRO # 8	kg		0.2000	3.38	0.68	
02041200010003	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2"	kg		0.1000	3.81	0.38	
02041200010007	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"	kg		0.1500	3.81	0.57	
0231010002	MADERA TORNILLO PARA ENCOFRADOS INCLUYE CORTE	p2		3.0000	5.00	15.00	
0231050002	TRIPLAY DE 1.20X2.40M X 4 MM	pln		0.3470	27.90	9.68	
0231230005	MADERA DE EUCALIPTO 2" X 3 M	und		1.2000	10.00	12.00	

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1102001 "DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO, PARA EL CULTIVO DE ALFALFA EN LA LOCALIDAD DE COTAPARACO, PROVINCIA DE RECUAY, REGIÓN ANCASH"						Fecha presupuesto	07/05/2015
Subpresupuesto	001 SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSION							38.64
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	5.38	0.16	
							0.16	
Partida	05.03.03 CONCRETO f'c= 210 kg/cm2							
Rendimiento	m3/DIA	MO. 15.0000	EQ. 15.0000			Costo unitario directo por : m3	245.21	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	3.0000	1.6000	6.88	11.01		
0101010004	OFICIAL	hh	3.0000	1.6000	5.63	9.01		
0101010005	PEON	hh	9.0000	4.8000	4.38	21.02		
							41.04	
	Materiales							
0207010011	PIEDRA MEDIANA DE 1/2" - 3/4"	m3		0.7000	1.30	0.91		
0207020004	ARENA GRUESA	m3		0.5000	60.00	30.00		
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		9.0000	17.04	153.36		
							184.27	
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	41.04	1.23		
0301060009	VIBRADOR DE CONCRETO 4HP, 1.25"	hm	0.5000	0.2667	10.00	2.67		
0301290004	MEZCLADORA DE CONCRETO 8HP (9 P3)	hm	1.0000	0.5333	30.00	16.00		
							19.90	
Partida	05.03.04 REFUERZO							
Rendimiento	m2/DIA	MO. 30.0000	EQ. 30.0000			Costo unitario directo por : m2	10.97	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.2667	6.88	1.83		
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.2667	4.38	1.17		
							3.00	
	Materiales							
0237180002	MALLA GALLINERA GALVANIZADA	m2		1.0500	7.50	7.88		
							7.88	
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	3.00	0.09		
							0.09	
Partida	05.04.01 TAPA METALICA DE 0.45 X 0.45 C/LLAVE TIPO BUJIA							
Rendimiento	und/DIA	MO. 5.0000	EQ. 5.0000			Costo unitario directo por : und	80.05	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	1.6000	5.63	9.01		
0101010005	PEON	hh	1.0000	1.6000	4.38	7.01		
							16.02	
	Materiales							
0204330002	TAPA METALICA DE 0.45 X 0.45 C/LLAVE TIPO BUJIA	und		1.0000	63.55	63.55		
							63.55	
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	16.02	0.48		
							0.48	
Partida	05.04.02 ACCESORIOS DE SALIDA, REBOSE Y VALVULAS							
Rendimiento	und/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000			Costo unitario directo por : und	535.67	

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1102001 "DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO, PARA EL CULTIVO DE ALFALFA EN LA LOCALIDAD DE COTAPARACO, PROVINCIA DE RECUAY, REGIÓN ANCASH"						
Subpresupuesto	001 SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSION					Fecha presupuesto	07/05/2015
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
0101010003	OPERARIO Mano de Obra	hh	1.0000	8.0000	6.88	55.04	
0101010005	PEON	hh	1.0000	8.0000	4.38	35.04	
						90.08	
	Materiales						
0205090008	CODO PVC SAP D= 2", 90°	und		1.0000	4.24	4.24	
0205090009	CODO PVC SAP D= 2 1/2", 90°	und		2.0000	8.30	16.60	
0205190011	ADAPTADOR MACHO DE PVC D= 2 1/2"	und		2.0000	9.50	19.00	
0205310001	CANASTILLA DE SALIDA DE 3" A 2 1/2"	und		1.0000	22.00	22.00	
0205310002	CODO DE REBOSE PVC SAP DE 2" - 4"	und		1.0000	15.00	15.00	
0208010008	TUBERIA DE PVC SAP C-7.5 D= 2", L=5 m	m		10.0000	26.00	260.00	
0222080016	PEGAMENTO PARA PVC	gal		0.0025	80.50	0.20	
0241030001	CINTA TEFLON	und		1.0000	0.85	0.85	
0253180007	VALVULA COMPUERTA DE BRONCE DE 2 1/2"	und		1.0000	105.00	105.00	
						442.89	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	90.08	2.70	
						2.70	
Partida	06.01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 30.0000	EQ. 30.0000		Costo unitario directo por : m2	1.23	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.2667	4.38	1.17	
						1.17	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.17	0.06	
						0.06	
Partida	06.02.01	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 30.0000	EQ. 30.0000		Costo unitario directo por : m3	12.03	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	10.0000	2.6667	4.38	11.68	
						11.68	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	11.68	0.35	
						0.35	
Partida	06.02.02	CAMA DE APOYO PARA TUBERIAS					
Rendimiento	m/DIA	MO. 120.0000	EQ. 120.0000		Costo unitario directo por : m	2.88	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra						
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.1333	5.63	0.75	
0101010005	PEON	hh	6.0000	0.4000	4.38	1.75	
						2.50	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	2.50	0.08	
0301400005	ZARANDA DE ACERO DE 1/4"	und		0.0060	50.00	0.30	
						0.38	
Partida	06.02.03	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 12.0000	EQ. 12.0000		Costo unitario directo por : m3	9.15	

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1102001 "DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO, PARA EL CULTIVO DE ALFALFA EN LA LOCALIDAD DE COTAPARACO, PROVINCIA DE RECUAY, REGIÓN ANCASH"						Fecha presupuesto	07/05/2015
Subpresupuesto	001 SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSION							
Partida	06.03.04 SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIAS PVC SAP C -10, D= 1"							
Rendimiento	m/DIA	MO. 200.0000	EQ. 200.0000			Costo unitario directo por : m	13.57	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO			hh	1.0000	0.0400	6.88	0.28
0101010005	PEON			hh	2.0000	0.0800	4.38	0.35
								0.63
	Materiales							
0208010013	TUBERIA DE PVC SAP C-10 D=1", L=5 m			m		1.0500	12.00	12.60
0222080016	PEGAMENTO PARA PVC			gal		0.0040	80.50	0.32
								12.92
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		3.0000	0.63	0.02
								0.02
Partida	06.04.01 PRUEBA HIDRAULICA EN TUBERIA INSTALADA							
Rendimiento	m/DIA	MO. 1,500.0000	EQ. 1,500.0000			Costo unitario directo por : m	0.25	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO			hh	1.0000	0.0053	6.88	0.04
0101010005	PEON			hh	2.0000	0.0107	4.38	0.05
								0.09
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		3.0000	0.09	
0301410003	EQUIPO PARA PRUEBA HIDRAULICA			hm	1.0000	0.0053	30.00	0.16
								0.16
Partida	07.01.01 LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL							
Rendimiento	m2/DIA	MO. 30.0000	EQ. 30.0000			Costo unitario directo por : m2	1.23	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra							
0101010005	PEON			hh	1.0000	0.2667	4.38	1.17
								1.17
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		5.0000	1.17	0.06
								0.06
Partida	07.02.01 EXCAVACION MANUAL EN TERRENO							
Rendimiento	m3/DIA	MO. 30.0000	EQ. 30.0000			Costo unitario directo por : m3	12.03	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra							
0101010005	PEON			hh	10.0000	2.6667	4.38	11.68
								11.68
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		3.0000	11.68	0.35
								0.35
Partida	07.02.02 RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO							
Rendimiento	m3/DIA	MO. 12.0000	EQ. 12.0000			Costo unitario directo por : m3	9.15	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra							
0101010005	PEON			hh	3.0000	2.0000	4.38	8.76

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1102001 "DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO, PARA EL CULTIVO DE ALFALFA EN LA LOCALIDAD DE COTAPARACO, PROVINCIA DE RECUAY, REGIÓN ANCASH"					Fecha presupuesto	07/05/2015
Subpresupuesto	001 SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSION						8.76
	Materiales						
0296010001	PISON DE CONCRETO	und		0.0050	25.00	0.13	0.13
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	8.76	0.26	0.26
Partida	07.03.01 SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIAS PVC SAP C -7.5, D= 3/4"						
Rendimiento	m/DIA	MO. 250.0000	EQ. 250.0000	Costo unitario directo por : m			9.24
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	6.88	0.22	
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0640	4.38	0.28	
							0.50
	Materiales						
0208010014	TUBERIA DE PVC SAP C-7.5 D= 3/4", L=5 m	m		1.0500	8.00	8.40	
0222080016	PEGAMENTO PARA PVC	gal		0.0040	80.50	0.32	
							8.72
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.50	0.02	
							0.02
Partida	07.03.02 SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIAS PVC SAP C -7.5, D= 1"						
Rendimiento	m/DIA	MO. 350.0000	EQ. 350.0000	Costo unitario directo por : m			15.39
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0229	6.88	0.16	
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0457	4.38	0.20	
							0.36
	Materiales						
0208010005	TUBERIA DE PVC SAP C-7.5 D=1", L=5 m	m		1.0500	14.00	14.70	
0222080016	PEGAMENTO PARA PVC	gal		0.0040	80.50	0.32	
							15.02
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.36	0.01	
							0.01
Partida	07.03.03 SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIAS PVC SAP C -7.5, D= 1 1/4"						
Rendimiento	m/DIA	MO. 300.0000	EQ. 300.0000	Costo unitario directo por : m			17.54
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0267	6.88	0.18	
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0533	4.38	0.23	
							0.41
	Materiales						
0208010006	TUBERIA DE PVC SAP C-7.5 D=1 1/4", L=5 m	m		1.0500	16.00	16.80	
0222080016	PEGAMENTO PARA PVC	gal		0.0040	80.50	0.32	
							17.12
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.41	0.01	
							0.01
Partida	07.03.04 SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIAS PVC SAP C -7.5, D= 1 1/2"						
Rendimiento	m/DIA	MO. 250.0000	EQ. 250.0000	Costo unitario directo por : m			22.89

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1102001 "DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO, PARA EL CULTIVO DE ALFALFA EN LA LOCALIDAD DE COTAPARACO, PROVINCIA DE RECUAY, REGIÓN ANCASH"					Fecha presupuesto	07/05/2015
Subpresupuesto	001 SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSION						
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	6.88	0.22	
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0640	4.38	0.28	
						0.50	
	Materiales						
0208010007	TUBERIA DE PVC SAP C-7.5 D=1 1/2", L=5 m	m		1.0500	21.00	22.05	
0222080016	PEGAMENTO PARA PVC	gal		0.0040	80.50	0.32	
						22.37	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.50	0.02	
						0.02	
Partida	07.04.01 PRUEBA HIDRAULICA EN TUBERIA INSTALADA						
Rendimiento	m/DIA	MO. 1,500.0000	EQ. 1,500.0000	Costo unitario directo por : m		0.25	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0053	6.88	0.04	
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0107	4.38	0.05	
						0.09	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.09		
0301410003	EQUIPO PARA PRUEBA HIDRAULICA	hm	1.0000	0.0053	30.00	0.16	
						0.16	
Partida	08.01.01 LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 30.0000	EQ. 30.0000	Costo unitario directo por : m2		1.23	
	Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.2667	4.38	1.17	
						1.17	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.17	0.06	
						0.06	
Partida	08.02.01 EXCAVACION MANUAL EN TERRENO						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 30.0000	EQ. 30.0000	Costo unitario directo por : m3		12.03	
	Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	10.0000	2.6667	4.38	11.68	
						11.68	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	11.68	0.35	
						0.35	
Partida	08.03.01 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN OBRA DE ARTE						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 20.0000	EQ. 20.0000	Costo unitario directo por : m2		44.18	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	0.5000	0.2000	6.88	1.38	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.4000	5.63	2.25	
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.4000	4.38	1.75	
						5.38	

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1102001 "DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO, PARA EL CULTIVO DE ALFALFA EN LA LOCALIDAD DE COTAPARACO, PROVINCIA DE RECUAY, REGIÓN ANCASH"					
Subpresupuesto	001 SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSION				Fecha presupuesto	07/05/2015
Materiales						
0201040003	PETROLEO P/PROTEC. DE MADERA	gal		0.0107	15.25	0.16
0204010008	ALAMBRE NEGRO # 16	kg		0.0500	3.38	0.17
0204010009	ALAMBRE NEGRO # 8	kg		0.2000	3.38	0.68
02041200010003	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2"	kg		0.1000	3.81	0.38
02041200010007	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"	kg		0.1500	3.81	0.57
0231010002	MADERA TORNILLO PARA ENCOFRADOS INCLUYE CORTE	p2		3.0000	5.00	15.00
0231050002	TRIPLAY DE 1.20X2.40M X 4 MM	pln		0.3470	27.90	9.68
0231230005	MADERA DE EUCALIPTO 2" X 3 M	und		1.2000	10.00	12.00
						38.64
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	5.38	0.16
						0.16
Partida	08.03.02 CONCRETO f _c =175 kg/cm ² , PARA CAJAS DE VALVULA Y BOCAS DE RIEGO					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000	Costo unitario directo por : m3		195.56
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	1.6000	5.63	9.01
0101010005	PEON	hh	10.0000	8.0000	4.38	35.04
						44.05
Materiales						
0207010011	PIEDRA MEDIANA DE 1/2" - 3/4"	m3		0.7000	1.30	0.91
0207020004	ARENA GRUESA	m3		0.5000	60.00	30.00
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		7.0000	17.04	119.28
						150.19
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	44.05	1.32
						1.32
Partida	08.04.01 ACCESORIOS EN HIDRANTES					
Rendimiento	und/DIA	MO. 8.0000	EQ. 8.0000	Costo unitario directo por : und		3,106.80
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	2.0000	6.88	13.76
0101010005	PEON	hh	2.0000	2.0000	4.38	8.76
						22.52
Materiales						
0205090004	CODO PVC SAP D= 1 1/4", 90°	und		3.0000	7.62	22.86
0205090006	CODO PVC SAP D= 1 1/2", 90°	und		3.0000	4.24	12.72
0205090007	CODO PVC SAP D= 1", 45°	und		1.0000	2.54	2.54
0205090008	CODO PVC SAP D= 2", 90°	und		2.0000	4.24	8.48
0205110006	TEE PVC SAP D=1 1/2"	und		4.0000	5.93	23.72
0205110007	TEE PVC SAP D=1"	und		2.0000	3.50	7.00
0205110008	TEE PVC SAP D=1 1/4"	und		13.0000	10.16	132.08
0205110009	TEE PVC SAP D=2"	und		5.0000	7.63	38.15
0205110010	TEE PVC SAP D=2 1/2"	und		5.0000	16.10	80.50
0205190007	ADAPTADOR MACHO DE PVC D= 1"	und		6.0000	1.50	9.00
0205190008	ADAPTADOR MACHO DE PVC D= 1 1/4"	und		44.0000	2.80	123.20
0205190009	ADAPTADOR MACHO DE PVC D= 1 1/2"	und		8.0000	3.50	28.00
0205190010	ADAPTADOR MACHO DE PVC D= 2"	und		10.0000	4.00	40.00
0205190011	ADAPTADOR MACHO DE PVC D= 2 1/2"	und		12.0000	9.50	114.00
0205230002	REDUCCION PVC-SAP 1" A 1 1/4"	und		9.0000	6.50	58.50
0205230003	REDUCCION PVC-SAP 1 1/4" A 1 1/2"	und		3.0000	9.50	28.50
0205230004	REDUCCION PVC-SAP 2" A 2 1/2"	und		1.0000	9.50	9.50
0205230005	REDUCCION PVC-SAP 1" A 2 1/2"	und		1.0000	9.50	9.50

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1102001 "DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO, PARA EL CULTIVO DE ALFALFA EN LA LOCALIDAD DE COTAPARACO, PROVINCIA DE RECUAY, REGIÓN ANCASH"				Fecha presupuesto	07/05/2015
Subpresupuesto	001 SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSION					
0205230006	REDUCCION PVC-SAP 1" A 1 1/2"	und		2.0000	3.50	7.00
0205230007	REDUCCION PVC-SAP 1 1/4" A 2"	und		5.0000	9.50	47.50
0205230008	REDUCCION PVC-SAP 1 1/4" A 2 1/2"	und		4.0000	9.50	38.00
0205230009	REDUCCION PVC-SAP 1 1/2" A 2 1/2"	und		2.0000	9.50	19.00
0215070002	TAPON HEMBRA PVC DE 1"	und		1.0000	1.50	1.50
0222080016	PEGAMENTO PARA PVC	gal		3.0000	80.50	241.50
0241030001	CINTA TEFLON	und		1.0000	0.85	0.85
0253180003	VALVULA COMPUERTA DE BORONCE DE 1"	und		3.0000	25.00	75.00
0253180004	VALVULA COMPUERTA DE BRONCE DE 1 1/4"	und		22.0000	35.00	770.00
0253180005	VALVULA COMPUERTA DE BRONCE DE 1 1/2"	und		4.0000	45.00	180.00
0253180006	VALVULA COMPUERTA DE BRONCE DE 2"	und		5.0000	65.00	325.00
0253180007	VALVULA COMPUERTA DE BRONCE DE 2 1/2"	und		6.0000	105.00	630.00
						3,083.60
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	22.52	0.68
						0.68
Partida	08.04.02 ACCESORIOS EN BOCAS DE RIEGO					
Rendimiento	und/DIA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000	Costo unitario directo por : und		2,800.83
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra					
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	1.6000	6.88	11.01
0101010005	PEON	hh	4.0000	3.2000	4.38	14.02
						25.03
	Materiales					
0205090003	CODO PVC SAP D= 1", 90°	und		13.0000	2.12	27.56
0205090004	CODO PVC SAP D= 1 1/4", 90°	und		18.0000	7.62	137.16
0205110006	TEE PVC SAP D=1 1/2"	und		81.0000	5.93	480.33
0205110007	TEE PVC SAP D=1"	und		14.0000	3.50	49.00
0205320001	TUBO PORTA ASPERSOR	und		12.0000	2.50	30.00
0222080016	PEGAMENTO PARA PVC	gal		2.0000	80.50	161.00
0253190001	VALVULAS DE ACOPLE RAPIDO DE 3/4"	und		126.0000	15.00	1,890.00
						2,775.05
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	25.03	0.75
						0.75
Partida	08.04.03 EMISORES DE RIEGO					
Rendimiento	und/DIA	MO. 5.0000	EQ. 5.0000	Costo unitario directo por : und		43.13
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra					
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	1.6000	6.88	11.01
0101010005	PEON	hh	1.0000	1.6000	4.38	7.01
						18.02
	Materiales					
0205320002	ASPERSOR DE SECTOR CIRCULAR, DE DIAMETRO 3/16 X 1/8" DE BOQUILLA	und		1.0000	23.72	23.72
0241030001	CINTA TEFLON	und		1.0000	0.85	0.85
						24.57
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	18.02	0.54
						0.54
Partida	08.04.04 TAPA METALICA DE 0.65 X 0.65 C/LLAVE TIPO BUJIA					
Rendimiento	und/DIA	MO. 5.0000	EQ. 5.0000	Costo unitario directo por : und		126.66

H.4. Insumos

Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo

Obra 1102001 "DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO, PARA EL CULTIVO DE ALFALFA EN LA LOCALIDAD DE COTAPARACO, PROVINCIA DE RECUAY, REGIÓN ANCASH"
 Subpresupuesto 001 SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSION
 Fecha 07/05/2015
 Lugar 021703 ANCASH - RECUAY - COTAPARACO

Código	Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
MANO DE OBRA					
0101010003	OPERARIO	hh	236.9929	6.88	1,630.51
0101010004	OFICIAL	hh	295.7948	5.63	1,665.32
0101010005	PEON	hh	3,731.3084	4.38	16,343.13
0101030010	NIVELADOR	mes	2.0000	1,500.00	3,000.00
0101030011	TOPOGRAFO	mes	2.0000	2,000.00	4,000.00
0102020014	ASISTENTE DE TOPOGRAFIA	mes	2.0000	900.00	1,800.00
					28,438.96
MATERIALES					
0201040003	PETROLEO P/PROTEC. DE MADERA	gal	1.5755	15.25	24.03
0203010007	FLETE TERRESTRE	gto	1.0000	9,945.57	9,945.57
0203020001	FLETE RURAL	gal	1.0000	3,446.20	3,446.20
0204010008	ALAMBRE NEGRO # 16	kg	37.6918	3.38	127.40
0204010009	ALAMBRE NEGRO # 8	kg	29.4480	3.38	99.53
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	540.8208	3.42	1,849.61
02041200010003	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2"	kg	14.7240	3.81	56.10
02041200010007	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"	kg	25.0860	3.81	95.58
02041200010010	CLAVOS DE ALUMINIO DE 2"	und	20.0000	0.17	3.40
02041200010011	CLAVOS DE ALUMINIO DE 2 1/2"	und	75.0000	0.25	18.75
0204120004	CLAVOS PARA CALAMINA	kg	4.2000	5.93	24.91
0204330002	TAPA METALICA DE 0.45 X 0.45 C/Llave TIPO BUJIA	und	1.0000	63.55	63.55
0204330004	TAPA METALICA DE 0.65 X 0.65 C/Llave TIPO BUJIA	und	20.0000	110.16	2,203.20
0204330005	TAPA METALICA DE 1.10M X 1.10M POR 3/16" C/Llave TIPO BUJIA	und	1.0000	150.00	150.00
0205090003	CODO PVC SAP D= 1", 90°	und	13.0000	2.12	27.56
0205090004	CODO PVC SAP D= 1 1/4", 90°	und	21.0000	7.62	160.02
0205090006	CODO PVC SAP D= 1 1/2", 90°	und	3.0000	4.24	12.72
0205090007	CODO PVC SAP D= 1", 45°	und	1.0000	2.54	2.54
0205090008	CODO PVC SAP D= 2", 90°	und	3.0000	4.24	12.72
0205090009	CODO PVC SAP D= 2 1/2", 90°	und	7.0000	8.30	58.10
0205110006	TEE PVC SAP D=1 1/2"	und	85.0000	5.93	504.05
0205110007	TEE PVC SAP D=1"	und	16.0000	3.50	56.00
0205110008	TEE PVC SAP D=1 1/4"	und	13.0000	10.16	132.08
0205110009	TEE PVC SAP D=2"	und	5.0000	7.63	38.15
0205110010	TEE PVC SAP D=2 1/2"	und	8.0000	16.10	128.80
0205190007	ADAPTADOR MACHO DE PVC D= 1"	und	6.0000	1.50	9.00
0205190008	ADAPTADOR MACHO DE PVC D= 1 1/4"	und	44.0000	2.80	123.20
0205190009	ADAPTADOR MACHO DE PVC D= 1 1/2"	und	8.0000	3.50	28.00
0205190010	ADAPTADOR MACHO DE PVC D= 2"	und	10.0000	4.00	40.00
0205190011	ADAPTADOR MACHO DE PVC D= 2 1/2"	und	20.0000	9.50	190.00
0205220003	UNION UNIVERSAL PVC SAP D= 2 1/2"	und	3.0000	9.50	28.50
0205230002	REDUCCION PVC-SAP 1" A 1 1/4"	und	9.0000	6.50	58.50
0205230003	REDUCCION PVC-SAP 1 1/4" A 1 1/2"	und	3.0000	9.50	28.50
0205230004	REDUCCION PVC-SAP 2" A 2 1/2"	und	1.0000	9.50	9.50
0205230005	REDUCCION PVC-SAP 1" A 2 1/2"	und	1.0000	9.50	9.50
0205230006	REDUCCION PVC-SAP 1" A 1 1/2"	und	2.0000	3.50	7.00
0205230007	REDUCCION PVC-SAP 1 1/4" A 2"	und	5.0000	9.50	47.50
0205230008	REDUCCION PVC-SAP 1 1/4" A 2 1/2"	und	4.0000	9.50	38.00
0205230009	REDUCCION PVC-SAP 1 1/2" A 2 1/2"	und	2.0000	9.50	19.00
0205230010	REDUCCION PVC-SAP 3" A 2 1/2"	und	1.0000	9.50	9.50
0205310001	CANASTILLA DE SALIDA DE 3" A 2 1/2"	und	1.0000	22.00	22.00
0205310002	CODO DE REBOSE PVC SAP DE 2" - 4"	und	1.0000	15.00	15.00
0205320001	TUBO PORTA ASPERSOR	und	12.0000	2.50	30.00
0205320002	ASPERSOR DE SECTOR CIRCULAR, DE DIAMETRO 3/16 X 1/8" DE BOQUILLA	und	12.0000	23.72	284.64
0205330001	MANOMETRO HIDRAULICO INCLUIDO ACCESORIOS	und	2.0000	84.74	169.48
0207010011	PIEDRA MEDIANA DE 1/2" - 3/4"	m3	14.0000	1.30	18.20
0207020003	ARENA FINA	m3	0.4861	90.00	43.75
0207020004	ARENA GRUESA	m3	10.0000	60.00	600.00
0207020005	ARENA PARA FILTRO DIAMETRO 0.56 MM	m3	0.2400	50.00	12.00
0207030001	HORMIGON	m3	2.2178	45.00	99.80
0208010003	TUBERIA DE PVC SAP C-10 D=2 1/2", L=5 m	m	10.0000	55.00	550.00
0208010004	TUBERIA DE PVC SAP C-7.5 D=4", L=5 m	m	10.0000	75.00	750.00
0208010005	TUBERIA DE PVC SAP C-7.5 D=1", L=5 m	m	624.3615	14.00	8,741.06
0208010006	TUBERIA DE PVC SAP C-7.5 D=1 1/4", L=5 m	m	1,108.8000	16.00	17,740.80

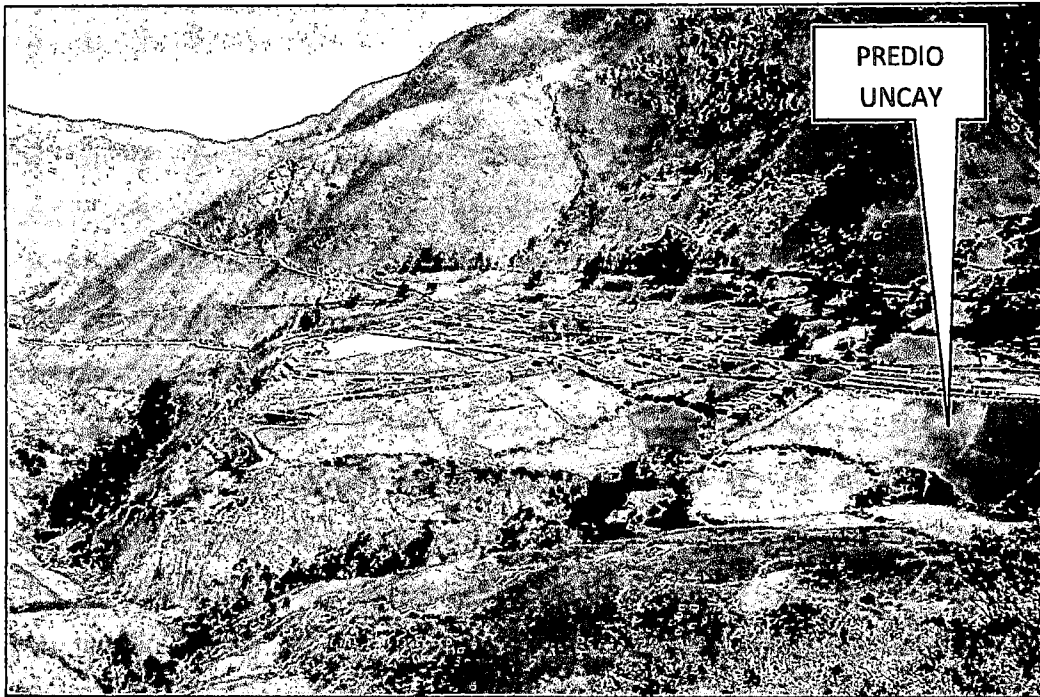
Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo

Obra 1102001 "DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO, PARA EL CULTIVO DE ALFALFA EN LA LOCALIDAD DE COTAPARACO, PROVINCIA DE RECUAY, REGIÓN ANCASH"
 Subpresupuesto 001 SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSION
 Fecha 07/05/2015
 Lugar 021703 ANCASH - RECUAY - COTAPARACO

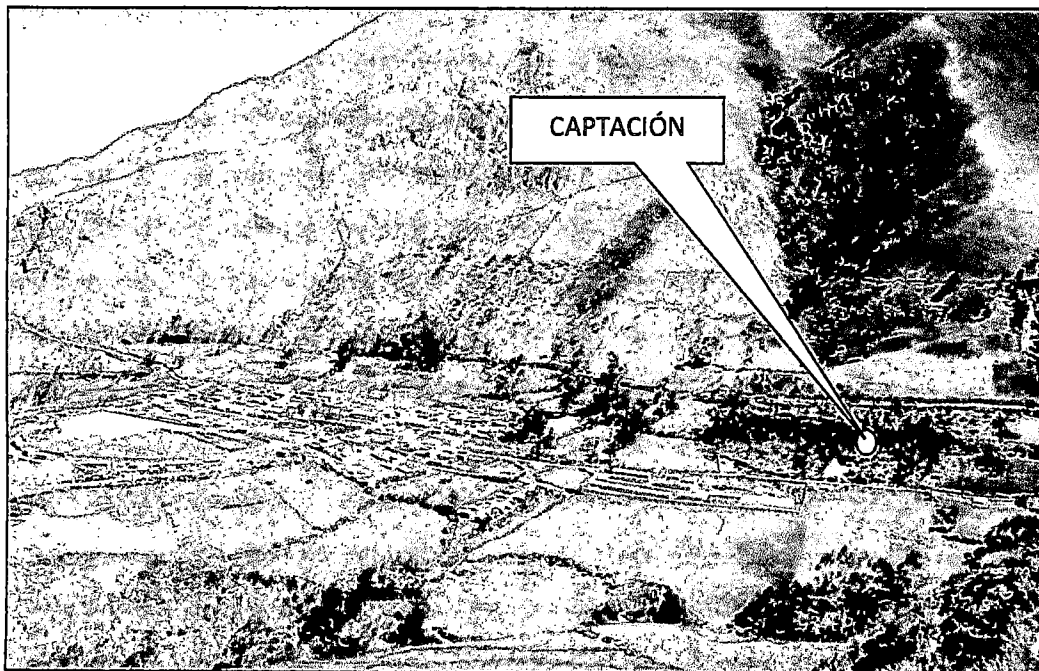
Código	Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
0208010007	TUBERIA DE PVC SAP C-7.5 D=1 1/2", L=5 m	m	92.4000	21.00	1,940.40
0208010008	TUBERIA DE PVC SAP C-7.5 D= 2", L=5 m	m	10.0000	26.00	260.00
0208010010	TUBERIA DE PVC SAP C-10 D=2", L=5 m	m	563.1150	26.00	14,640.99
0208010011	TUBERIA DE PVC SAP C-10 D=1 1/2", L=5 m	m	97.9125	21.00	2,056.16
0208010012	TUBERIA DE PVC SAP C-10 D=1 1/4", L=5 m	m	23.7615	16.00	380.18
0208010013	TUBERIA DE PVC SAP C-10 D=1", L=5 m	m	23.7615	12.00	285.14
0208010014	TUBERIA DE PVC SAP C-7.5 D= 3/4", L=5 m	m	75.6000	8.00	604.80
0211010001	CALAMINA 1.80x 0.83, E= 0.2MM	pza	26.4000	19.38	511.63
0211010003	ESTERA DE 2.00X3.00 M2	und	6.0000	25.42	152.52
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol	161.0870	17.04	2,744.92
0213030003	YESO EN BOLSA 25 KG	bol	10.0000	8.47	84.70
0215070002	TAPON HEMBRA PVC DE 1"	und	1.0000	1.50	1.50
0222080016	PEGAMENTO PARA PVC	gal	14.9694	80.50	1,205.04
0231010002	MADERA TORNILLO PARA ENCOFRADOS INCLUYE CORTE	p2	441.7200	5.00	2,208.60
0231010004	MADERA TORNILLO CEPILLADA (REGLAS)	p2	0.7595	5.93	4.50
0231040001	ESTACAS DE MADERA	und	200.0000	0.25	50.00
0231060002	TRIPLAY DE 1.20X2.40M X 4 MM	pln	51.0923	27.90	1,425.48
0231230001	MADERA DE EUCALIPTO 4" X 3 M	m	15.0000	18.50	277.50
0231230002	MADERA DE EUCALIPTO 4" X 5M	m	10.5000	21.19	222.50
0231230003	MADERA DE EUCALIPTO DE 4" X 5 M	und	2.0000	21.19	42.38
0231230005	MADERA DE EUCALIPTO 2" X 3 M	und	176.6880	10.00	1,766.88
0237180002	MALLA GALLINERA GALVANIZADA	m2	33.8940	7.50	254.21
0240020001	PINTURA ESMALTE SINTETICO	gal	2.0000	27.11	54.22
0241030001	CINTA TEFLON	und	14.0000	0.85	11.90
0248010002	CILINDRO PARA FILTRO DE ARENA D = 24"	und	1.0000	210.00	210.00
0253180003	VALVULA COMPUERTA DE BORONCE DE 1"	und	3.0000	25.00	75.00
0253180004	VALVULA COMPUERTA DE BRONCE DE 1 1/2"	und	22.0000	35.00	770.00
0253180005	VALVULA COMPUERTA DE BRONCE DE 1 1/2"	und	4.0000	45.00	180.00
0253180006	VALVULA COMPUERTA DE BRONCE DE 2"	und	5.0000	65.00	325.00
0253180007	VALVULA COMPUERTA DE BRONCE DE 2 1/2"	und	10.0000	105.00	1,050.00
0253190001	VALVULAS DE ACOPLE RAPIDO DE 3/4"	und	126.0000	15.00	1,890.00
0293010004	COMPUERTA METALICA TIPO IZAJE DE (0.3X0.65)	und	2.0000	250.00	500.00
0294010001	CARTEL DE OBRA 2.4 X 3.60	und	1.0000	127.12	127.12
0296010001	PISON DE CONCRETO	und	2.5342	25.00	63.36
					85,339.63
EQUIPOS					
0301000023	NIVEL TOPOGRAFICO	mes	2.0000	1,125.00	2,250.00
0301000024	ESTACION TOTAL	mes	2.0000	2,250.00	4,500.00
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			887.54
0301060009	VIBRADOR DE CONCRETO 4HP, 1.25"	hm	2.9977	10.00	29.98
0301290004	MEZCLADORA DE CONCRETO 8HP (9 P3)	hm	5.9943	30.00	179.83
0301400005	ZARANDA DE ACERO DE 1/4"	und	4.0489	50.00	202.45
0301410003	EQUIPO PARA PRUEBA HIDRAULICA	hm	12.8823	30.00	386.47
					8,436.27
Total				S/.	122,214.86

ANEXO I.

I.1 Panel fotográfico



Fotografía 01. Predio Uncay, zona donde se pretende instalar el sistema de riego por aspersión



Fotografía 02. La captación se realizara en el canal existente denominado Llacshapucha – Paltachacra, donde sus aguas provienen del rio grande.



Fotografía 03. Toma de muestra de suelo.



Fotografía 04. Medición del caudal, prueba de aforo, método del flotador

ANEXO J.

J.1 Planos del proyecto

- PU: 01 Plano de ubicación.
- PT: 02 Plano topográfico.
- PD: 03 Plano de distribución del sistema de riego
- PP: 04 Perfil longitudinal
- PE: 05 Plano – Partidor – Desarenador
- PE: 06 Plano – Cámara Rompe Presión – Hidrante – Boca de Riego
- PE: 07 Plano – Filtro de Arena - Cámara de Carga