

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

*TRABAJO ESTRUCTURADO DE MANERA INDEPENDIENTE PREVIO A LA  
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL*

**TEMA:**

---

**“EL AGUA DE RIEGO Y SU INCIDENCIA EN LA CALIDAD DE  
VIDA DE LOS USUARIOS DEL MÓDULO SAMANGA – SAN  
CARLOS DEL CANTÓN AMBATO”.**

---

**AUTOR:** *Juan Sebastián Rodríguez Benavides*

**TUTOR:** *Ing. M. Sc. Humberto Morales*

**Ambato – Ecuador**

**2013**

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que la presente tesis de grado realizada por el Sr. Juan Sebastián Rodríguez Benavides Egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, se desarrolló bajo mi tutoría, el mismo que es un trabajo personal e inédito con el tema **“EL AGUA DE RIEGO Y SU INCIDENCIA EN LA CALIDAD DE VIDA DE LOS USUARIOS DEL MÓDULO SAMANGA- SAN CARLOS DEL CANTON AMBATO”**, una vez que se ha concluido satisfactoriamente la modalidad de Trabajo Estructurado de Manera Independiente.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

Ambato. Septiembre del 2013

Ing. Humberto Morales

**TUTOR**

**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**

## **AUTORÍA**

El contenido del presente trabajo de investigación así como las ideas y opiniones son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Ambato. Septiembre del 2013

.....

Sr. Juan Sebastián Rodríguez Benavides

C.I. 180437804-8

## ***DEDICATORIA***

El presente trabajo lo dedico de todo corazón a mi Familia y especialmente a mis padres Benigno Rodríguez y Graciela Benavides, quienes son las personas más importantes en mi vida. Su apoyo y amor incondicional siempre velando para que no me falte nada y sobre todo culmine mis estudios con éxito:

*"Gracias Papá, Gracias Mamá sus sacrificios para que llegue a ser un profesional no han sido en vano les estoy eternamente agradecido y espero que algún día pueda llegar a ser al menos la mitad de tan buenas personas que son ustedes, los amo"*

## ***AGRADECIMIENTO***

Muchas gracias a Dios por haberme dado salud y vida para poder conseguir esta meta y sobre todo gracias por tener conmigo a mis padres para darles esta inmensa alegría de que gracias a ellos soy quien soy y estoy donde estoy.

Gracias especiales a mis hermanos y hermanas quienes estuvieron conmigo en momentos claves de mi vida estudiantil y personal.

Gracias al Ing. Humberto Morales por su tutoría y sobre todo por la paciencia.

Gracias a todos

## INDICE GENERAL DE CONTENIDOS

### A. PÁGINAS PRELIMINARES

PORTADA.....	I
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	II
AUTORÍA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	III
DEDICATORIA.....	IV
AGRADECIMIENTO.....	V
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	VI
ÍNDICE DE TABLAS.....	XII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XIII
RESUMEN EJECUTIVO.....	XIV

### B. TEXTO INTRODUCCIÓN

#### Capítulo I

#### EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 TEMA DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.2.1 Contextualización.....	1
1.2.2 Análisis crítico.....	3
1.2.3 Prognosis.....	3
1.2.4 Formulación del problema.....	4
1.2.5 Preguntas directrices.....	4
1.2.6 Delimitación del objeto de investigación.....	4
1.2.6.1 Delimitación de contenido.....	4
1.2.6.2 Delimitación espacial.....	5
1.2.6.3 Delimitación temporal.....	5
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	5
1.4 OBJETIVOS.....	6
1.4.1 Objetivos generales.....	6
1.4.2 Objetivos específicos.....	6

#### Capítulo II

#### MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	7
2.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA.....	8

2.3 FUNDAMENTACIÓN LEGAL.....	8
2.4 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES.....	11
2.4.1 Supraordinación de variable.....	11
2.4.1 DEFINICIONES.....	12
Salinidad.....	13
Componentes solubles del agua de riego.....	14
Constituyentes mayores (en función de su origen).....	14
Agua lluvia.....	14
Agua superficial.....	14
Aguas subterráneas.....	14
Agua de mar.....	14
Constituyentes menores.....	15
Variaciones estacionales.....	16
Permeabilidad.....	16
Toxicidad.....	17
Cloro.....	18
Sodio.....	19
Boro.....	19
Misceláneos.....	19
Cultivos.....	20
Suelos.....	21
Cambios en el suelo por efecto del agua de riego.....	23
Clima.....	24
Manejo del riego de drenaje.....	24
Sistema de riego.....	26
Origen.....	27
Necesidades de riego.....	27
Frecuencia de riego.....	28
Eficiencia de riego.....	28
2.5 HIPÓTESIS.....	28
2.6 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES DE LA HIPÓTESIS.....	28
Variable independiente.....	28
Variable dependiente.....	28

### **Capítulo III**

#### **METODOLOGÍA**

3.1.- ENFOQUE.....	29
3.2.- MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	29
3.3.- TIPO O NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	30
3.4.- POBLACIÓN Y MUESTRA.....	30
3.4.1- Población o universo (N).....	30
3.4.2- Muestra.....	30
3.5.- OPERALIZACIÓN DE VARIABLES.....	31
3.5.1- Variable independiente.....	31
3.5.2- Variable dependiente.....	32
3.6.- PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.....	33
3.6.1- Técnicas e instrumentos.....	34
3.7.- RECOLECCIÓN DE LA INFORMCIÓN.....	34
3.8.- PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS.....	34

### **Capítulo IV**

#### **ANALISIS E INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS**

4.1.- Análisis e interpretación de resultados.....	35
4.2.- Encuesta sobre la calidad de vida, factibilidad de la tecnificación de los sistemas de irrigación y posibilidad económica.....	35
4.3.- Verificación de Hipótesis.....	50

### **Capítulo V**

#### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Conclusiones.....	51
Recomendaciones.....	52

### **Capítulo VI**

#### **PROPUESTA**

6.1.- DATOS INFORMATIVOS.....	53
6.1.1- Ubicación.....	53
6.1.2- Características generales.....	56
6.2.- ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA.....	57
6.3.- JUSTIFICACIÓN.....	59



6.4.- OBJETIVOS.....	60
6.4.1 Objetivo general.....	60
6.4.2 Objetivos específicos.....	60
6.5.- ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD.....	60
6.6.- FUNDAMENTACIÓN.....	61
6.6.1 Riego por aspersión.....	61
6.6.2 Características del riego por aspersión.....	62
6.6.3 Ventajas del riego por aspersión.....	63
6.6.4 Inconvenientes del riego por aspersión.....	63
6.6.5 Instalaciones y sistemas del riego por aspersión.....	64
6.6.5.1 Instalaciones.....	64
Presión en el agua.....	64
Red de tuberías.....	64
Aspersores.....	68
Depósito del agua.....	68
6.6.6 Sistemas de riego por aspersión.....	68
6.6.6.1 Sistema móvil.....	68
6.6.6.2 Sistema semifijo.....	69
6.6.6.3 Sistema fijo.....	69
6.6.6.4 Cañones de riego.....	70
6.6.6.5 Lateral de avance frontal.....	70
6.6.6.6 Pivote.....	71
6.6.7. Proyecto de riego por aspersión.....	71
6.6.8. Diseño agronómico.....	72
6.6.8.1 Necesidades hídricas de los cultivos.....	73
6.6.8.2 Necesidades netas de riego.....	75
6.6.8.3 La evapotranspiración.....	76
6.6.8.4 Cálculo de las necesidades de agua de los cultivos....	76
6.6.8.5 Necesidades totales de riego.....	78
6.6.8.6 Dosis de riego e intervalo entre riegos.....	79
6.7.- METODOLOGÍA, MODELO OPERATIVO.....	80
6.7.1 Requerimientos hídricos de legumbres y hortalizas.....	80
6.7.1.1 Ecuación de Perman – Monteith.....	80
6.7.2 Requerimiento hídrico para la fase inicial.....	81
6.7.3. Requerimiento hídrico para la fase de desarrollo vegetativo....	83
6.7.4 Requerimiento hídrico para la fase de salida de pellas.....	84
6.7.5. Requerimiento hídrico para la fase final.....	85

6.7.6 Adopción y diseño de las obras civiles.....	87
6.7.6.1 Captación del canal Latacunga-Salcedo-Ambato al Módulo Samaga - San Carlos.....	87
6.7.6.1.1 Tubería de ingreso al reservorio.....	88
6.7.6.2. Diseño del desarenador.....	91
6.7.6.3. Diseño del tanque de reserva.....	93
6.7.6.3.1 Cálculo del volumen total del estanque por las secciones asumidas.....	101
6.7.6.3.2 Sistema de salidas del estanque.....	101
6.7.6.4. Adopción y diseño de las tuberías principal y secundaria móviles.....	104
6.7.6.4.1 Cálculos para determinar la presión total del sistema para posteriormente elegir el equipo de bombeo.....	104
6.7.6.4.1.1 Perdidas primarias.....	105
6.7.6.4.1.1.1 Líneas secundarias....	105
6.7.6.4.1.1.2 Líneas principal o de	105
6.7.6.4.1.1.3 Líneas de succión.....	107
6.7.6.4.1.2 Perdidas secundarias.....	107
6.7.6.4.1.2.1 Línea secundarias....	108
6.7.6.4.1.2.2 Líneas de succión.....	108
6.7.6.4.1.2.3 Líneas de impulsión..	109
6.7.6.4.2 Presión total.....	110
6.7.6.4.2.1 Elección del equipo de bombeo.....	110
6.7.6.4.2.2 Comprobación de la potencia requerida.....	111
6.7.6.5. Aspersores.....	112
6.7.6.5.1 Arreglo de los aspersores del sistema semiportatil con bomba y tubería principal estacionaria y lateral móvil.....	113
6.7.6.5.2. Tasa de aplicación de agua para aspersores.....	114
6.7.6.5.3. Caudal total absorbido por los aspersores.....	115
6.7.6.5.4. Construcción y funcionamiento de este dispositivo.....	115
6.7.6.5.5. Presión, orificio, gotas y descarga.....	116
6.7.6.5.6. Equipos de control y medida.....	116
6.7.6.6.1. Válvulas.....	116
6.7.6.6.2. Válvula de pie.....	116

6.7.6.6.3. Válvula de retención.....	117
6.7.6.6.4. Medidor.....	118
6.7.6.6.5. Manómetro.....	118
6.7.6.6.6. Filtros.....	119
6.8.- ADMINISTRACIÓN.....	119
6.8.1. Operación y mantenimiento.....	119
6.8.2. Precios unitarios.....	120
6.8.3. Presupuesto.....	139
6.8.4. Cronograma de actividades.....	140
6.9.- PREVISION DE LA EVALUACIÓN.....	141
6.9.1. Especificaciones técnicas de los rubros de construcción.....	141
6.9.2. Estudio de impacto ambiental.....	148
6.9.2.1. Introducción.....	148
6.9.2.2. Objetivos del estudio de impacto ambiental.....	148
6.9.2.3. Metodología de evaluación de impacto ambiental y mitigación.....	149
6.9.2.3.1. Alteraciones en el ciclo hidrológico natural y/o cuenca.....	
6.9.2.3.2. Alteraciones por acciones antrópicas.....	151
6.9.2.3.3. Alteraciones del recurso hídrico.....	152
6.9.2.3.4. Alteraciones afines al manejo del sistema....	153
Bibliografía.....	155
Anexos.....	156

## CONTENIDO DE TABLAS

Tabla N° 1 Delimitación de contenido.....	4
Tabla N° 2 Textura del suelo.....	18
Tabla N° 3 Requerimientos de lavado con relación a la conductividad eléctrica del agua de riego y del agua de drenaje. (Ayers and Westcott, 1985).....	26
Tabla N° 4 Eficiencia de aplicación del agua para diferentes sistemas de riego.....	78
Tabla N° 5 Coeficiente de cultivo.....	81
Tabla N° 6 Requerimiento hídrico de legumbres y hortalizas para una Hectárea.....	86
Tabla N° 7 Valor de c para diferentes tipos de materiales.....	105
Tabla N° 8 Valores de k para diferentes fittings.....	108
Tabla N° 9 Resumen de impactos ambientales por motivo del sistema de riego por aspersión en la parroquia de Unamuncho módulo Samanga – San Carlos.....	154

## CONTENIDO DE FIGURAS

FIGURA N°1 Respuesta de los cultivos a la salinidad (Mass & Hoffman. En 1894).....	21
FIGURA N° 2 Tungurahua vista Google Earth.....	54
FIGURA N° 3 Subcuencas del río Ambato.....	54
FIGURA N° 4 Ubicación de la parroquia Unamuncho.....	55
FIGURA N° 5 Planta de la excavación cajón de captación.....	88
FIGURA N° 6 Vista en corte del desarenador.....	93
FIGURA N° 7 Vista en corte del estanque.....	97
FIGURA N° 8 Ángulo del talud.....	98
FIGURA N° 9 Sección lateral del estanque.....	99
FIGURA N° 10 Sección lateral del estanque.....	100
FIGURA N° 11 Secciones asumidas vista en planta del reservorio.....	101
FIGURA N° 12 Pendiente.....	101
FIGURA N° 13 Vista en corte a lo largo del reservorio.....	102
FIGURA N° 14 Altura, ancho y largo del espejo de agua.....	103
FIGURA N° 15 Detalle del sistema de salida.....	104
FIGURA N° 16 Arreglo en cuadrado de aspersores.....	104

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**INGENIERÍA CIVIL**

**“EL AGUA DE RIEGO Y SU INCIDENCIA EN LA CALIDAD DE VIDA DE LOS  
USUARIOS DEL MÓDULO SAMANGA - SAN CARLOS DEL CANTÓN AMBATO”**

Autor: Juan Sebastián Rodríguez Benavides

Fecha: Ambato, Septiembre del 2013

**RESUMEN EJECUTIVO**

El presente proyecto “El agua de riego y su incidencia en calidad de vida de los usuarios del módulo Samanga – San Carlos del cantón Ambato”, se encuentra enfocado en concientizar a la comunidad agrícola que la actualización en nuevos sistemas de riego y otras alternativas, en la actualidad son más convenientes ya que la inversión se justifica con una mejor producción.

En esta investigación, el trabajo de campo se realizó mediante la utilización de instrumentos de recolección de información, como son la encuesta e investigación bibliográfica, encuestas que fueron realizadas a personas beneficiadas por el sistema de riego, la investigación bibliográfica se realizó en libros y manuales para la implementación de riegos.

Como propuesta de esta investigación se realizó un sistema de riego por aspersión, conteniendo aspectos como: captación desde el canal hasta la reserva, accesorios de salida del tanque de reserva, red de tuberías principales y secundarias, así como los dispositivos de aspersión, que son muy fundamentales durante y después de la implementación del sistema de riego.

# **CAPÍTULO I**

## **EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **1.1.- TEMA DE INVESTIGACIÓN**

**El agua de riego y su incidencia en la calidad de vida de los usuarios del módulo Samanga – San Carlos del cantón Ambato.**

### **1.2.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **1.2.1.- Contextualización**

La distribución de la lluvia sobre el planeta es irregular y depende de la constitución de los continentes, los mares, las montañas y la vegetación, además de factores climatológicos como la temperatura y los vientos; lo que permite que el agua lluvia sea más o menos posible y más o menos abundante el proceso continuo de la evaporación-condensación-precipitación.

El agua, como elemento fundamental en la vida del hombre sobre la tierra, no se reparte por igual en todas las zonas del planeta, así hay zonas desérticas donde la lluvia es extremadamente escasa, o inexistente; otras zonas donde la lluvia es abundante, continua y permanente; por lo que el recurso agua ha generado una escala variada de zonas, de riqueza y la zona de extrema pobreza de vegetación, flora y fauna.

El hombre desde la antigüedad tuvo que ingeniárselas para utilizar el agua donde él estableció. Se ingenió para la construcción de reservorios, acueductos, canales

de riego para transportar el agua y cultivar las plantas que eran necesarias para su subsistencia.

Durante muchos siglos la economía de los pueblos se basaba en la agricultura como economía de subsistencia primero y como base de riqueza después; el dominio del agua es decir, su capacidad de almacenamiento y las técnicas de distribución y utilización fueron determinantes para el desarrollo social, agrícola y económico de los pueblos, en especial donde la lluvia era irregular y/o escasa.

La calidad del suelo que vayamos a utilizar para el cultivo será un factor determinante a la hora de calcular un caudal de riego; así la porosidad de su textura, su contenido en arcillas, arenas y limos van a ser factores determinantes de la permanencia del agua en la zona radicular de donde las plantas extraen el agua para su sustento.

[[http://www.euroresidentes.com/jardineria/sistemas\\_de\\_riego/riego/riego\\_por\\_aspersion.htm](http://www.euroresidentes.com/jardineria/sistemas_de_riego/riego/riego_por_aspersion.htm)].

El cantón Ambato se encuentra en la cordillera occidental, está enclavada en una hondonada formada por seis mesetas: Píllaro, Quisapincha, Tisaleo, Quero, Huambaló y Cotaló, lo que le da un clima agradable. Ambato está ubicada a 78°; 37' 11''; de longitud con relación al meridiano de Greenwich y a 1° 13' 28'' de latitud sur con relación a la línea equinoccial, a una altura de 2.577 metros sobre el nivel del mar. Ambato se encuentra en una zona andina, tiene una forma accidentada y diversidad de suelos, podemos afirmar que existen suelos predominantemente derivados de materiales piroclásticos, alofánicos, franco arenosos.

En los sectores de Samanga – San Carlos el suelo es arenoso y poco arcilloso, ligeramente alcalino, apto para el cultivo de frutales, hortalizas, legumbres y flores.



### **1.2.2.- Análisis crítico**

Como punto inicial para ésta investigación tomaremos en cuenta que los usuarios del módulo Samanga – San Carlos no disponen de un sistema de riego, lo que ocasiona bajas cosechas y gasto irracional del recurso agua y suelo.

El riego que actualmente tienen los usuarios es a través de canales de conducción, que no son revestidos es decir, surcos de tierra hechos en forma manual y anti técnica produciendo muchas pérdidas, lo que no permite generar ganancias.

Los usuarios del sector se limitan a esperar respuestas al problema, por parte de las autoridades de turno, las cuales actualmente buscan soluciones para que este inconveniente disminuya en gran escala.

Los usuarios deberían buscar alternativas de ahorro de agua en cada uno de sus terrenos, tales como: captando y aprovechando el agua lluvia para utilizarla en tiempos de estiaje, disminuyendo su uso y aportando de forma positiva con el medio ambiente.

### **1.2.3.- Prognosis**

El mal uso del agua de riego es un problema de responsabilidad de todos, ya que sus efectos son catastróficos, si las personas no toman conciencia de la importancia de establecer medidas preventivas para mitigar los daños que las actividades humanas producen en la naturaleza, si se continua con la forma cómoda de vida, olvidándose de los días próximos se generará un desorden que afectarían al estilo de vida de la humanidad.

Al no dar una solución de riego a los usuarios del módulo Samanga – San Carlos del cantón Ambato, ocasionará problemas de diferente índole tales como: disminución de la producción agrícola, por ende del desarrollo económico de la población y la pérdida de caudales de agua.

#### 1.2.4.- Formulación del problema

¿Cómo incide el agua de riego en el desarrollo de los usuarios del módulo Samanga – San Carlos del cantón Ambato?

#### 1.2.5.- Preguntas directrices

- ¿Cuáles son los usuarios del módulo Samanga – San Carlos y qué cantidad de agua de riego tienen los mismos?
- ¿Cómo utilizan el agua de regadío los usuarios del módulo Samanga – San Carlos?
- ¿Cómo distribuyen el agua de riego en el módulo Samanga – San Carlos?

#### 1.2.6.- Delimitación del objeto de investigación

##### 1.2.6.1.- Delimitación de contenido

**Tabla N°1** Delimitación de contenido.

INGENIERÍA CIVIL
HIDRAÚLICA
SISTEMA DE RIEGO
CALIDAD DE VIDA DE LOS USUARIOS MÓDULO SAMANGA – SAN CARLOS DEL CANTÓN AMBATO.

**Fuente:** Egdo. Juan Rodríguez.

### **1.2.6.2.- Delimitación espacial**

Los estudios de campo se realizarán en el módulo Samanga – San Carlos que se encuentra ubicado en el cantón Ambato provincia de Tungurahua, con un área aproximada de 63 Ha.

Y los estudios complementarios se los realizarán en la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

### **1.2.6.3.- Delimitación temporal**

El presente estudio se realizará en el periodo comprendido entre los meses de abril del 2013 a septiembre del 2013.

## **1.3.- JUSTIFICACIÓN**

En la actualidad el módulo Samanga – San Carlos del cantón Ambato provincia de Tungurahua dispone del sistema de riego por surcos, por lo que dicho sistema en la actualidad es considerado ineficiente, por tal razón se ha visto la necesidad de realizar un estudio para determinar las acciones necesarias a ejecutar que permitirá el uso eficiente del agua cada vez más escasa y mejorar la cultura del riego, consecuentemente se mejorará la situación económica de los habitantes del sector lo que se reflejará en una mejor calidad de vida en forma general.

El proyecto de modernización de los pequeños sistemas de riego del cantón Ambato (canales de riego, acequias y de sistemas de distribución del agua de riego) constituyen una alternativa válida para un desarrollo agropecuario más rentable, aprovechando racionalmente el recurso agua, impidiendo las infiltraciones por falta de revestimiento (suelos de drenaje rápido), el uso de tuberías, la instalación de compuertas de distribución hacia ramales, la instalación de redes secundarias y terciarias, junto con actividades de forestación, manejo de micro cuencas y vertientes; que aseguran y garantizan la inversión en trabajo y capital de los campesinos.

## **1.4.- OBJETIVOS**

### **1.4.1.- Objetivos generales**

- Realizar el estudio del agua de riego y su incidencia en la calidad de vida de los usuarios del módulo Samanga – San Carlos del cantón Ambato.

### **1.4.2.- Objetivos específicos**

- Identificar las parcelas de terreno bañadas por el módulo Samanga – San Carlos.
- Determinar los usos consuntivos del agua de riego de la zona.
- Diagnosticar los métodos de riego que utilizan los usuarios.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1.- ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS**

En investigaciones realizadas anteriormente podemos destacar las siguientes conclusiones que aportan de manera importante a este trabajo investigativo:

Según Miller Tyler en su libro “Ciencia Ambiental”

Las reservas de agua dulce del mundo se recolectan, purifican, reciclan y distribuyen en el ciclo hidrológico impulsado por el sol. Este grandioso sistema de reciclaje y purificación del agua funcionan bien, siempre y cuando no sobrecarguemos los sistemas acuáticos con desechos no degradables o que se degradan lentamente ni extraigamos el agua de la reserva de los mantos freáticos más rápido de lo que se recarga, por desgracia, en casi todo el mundo, hacemos todo esto.

El reuso del agua se presenta como un recurso hídrico disponible para combatir la escasez de agua y juega un papel importante en la planificación y gestión integrada del reuso hídrico, debido a que aumenta la conservación del agua y propende un uso eficiente y sostenible de este recurso.

Es así como frente a la situación social y económica del cantón y sobretodo del sector de riego, el gobierno promueve la organización de los campesinos a fin de incrementar sus conocimientos y capacidades, promoviendo un desarrollo participativo, respetando los valores culturales en un proceso democrático y un desarrollo equitativo.

El H. Consejo Provincial conjuntamente con el PACT (Programa de Aguas y Cuencas de Tungurahua) ha visto la necesidad de realizar un estudio detallado del problema existente en el módulo Samanga – San Carlos, ubicado en el cantón Ambato, parroquia Unamuncho sector Samanga para determinar las causas y evitar pérdidas considerables de este recurso.

La distribución adecuada del agua de riego, considerando las condiciones del suelo, evitando la aplicación de riego por gravedad y prácticas de riego presurizado que evitan la erosión, mejorando considerablemente la producción de la zona y por ende la calidad de vida de los habitantes del sector.

## **2.2.- FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA**

El fundamento filosófico que orienta a la presente investigación es de carácter crítico propositivo que considera al ser humano como centro del mundo, quien construye su existencia con su semejante, como ente transformador de su realidad colectiva, trascendiendo el tiempo y el espacio, desarrollando su capacidad crítica que le faculta ser un agente dinámico de acciones propositivas e innovadoras en las diferentes instancias sociales.

El hombre se desarrolla de forma colectiva, porque cada individuo tiene diferente pensamiento y diferentes necesidades. En la que la realidad agrícola de nuestro país depende de la utilización de agua de riego.

## **2.3.- FUNDAMENTACIÓN LEGAL**

Este proyecto se sustenta en el plan del buen vivir 2009-2013 y en la Ley de aguas vigente del Ecuador, en la sección sexta en lo que se refiere a RIEGO que dice:

“Art. 40.- Las concesiones de un derecho de aprovechamiento de agua para riego, se otorgarán exclusivamente a quienes justifiquen necesitarlas, en los términos y condiciones de esta Ley”.

“Art. 41.- Las aguas destinadas al riego podrán extraerse del subsuelo, glaciares, manantiales, cauces naturales y artificiales cuando exista tal necesidad y en la medida determinada técnicamente por el Consejo Nacional de Recursos Hídricos.”

“Art. 43.- Nadie podrá explotar aguas subterráneas sin autorización del Consejo Nacional de Recursos Hídricos y, en caso de encontrarlas, la concesión de derechos de aprovechamiento está sujeta, a más de las condiciones establecidas en el Art. 24, a las siguientes: a) Que su alumbramiento no perjudique las condiciones del acuífero ni el área superficial comprendida en el radio de influencia del pozo o galería; y,  
b) Que no produzca interferencia con otros pozos, galerías o fuentes de agua y en general a otras afloraciones preexistentes.”

“Art. 51.- Declárense obras de carácter nacional el riego de las tierras secas del país y el saneamiento del suelo de las zonas inundadas.

El Consejo Nacional de Recursos Hídricos, como Organismo ejecutor del Ministerio de Agricultura y Ganadería, aprobará y supervisará los estudios, realización de las obras de riego y saneamiento del suelo, así como su posterior utilización.”

“Art. 52.- El Consejo Nacional de Recursos Hídricos determinará la disponibilidad de las aguas de los ríos, lagos, lagunas, aguas corrientes o estancadas, aguas lluvias, superficiales o subterráneas y todas las demás que contemplan esta Ley, como aptas para los fines de riego.”

“Art. 53.- Es obligatoria la utilización para riego de las aguas conducidas por canales de regadío construidos con fondos del Estado.

Están sujetas a la obligación prevista en el inciso anterior, las heredades dominadas por los canales mencionados y que tengan una pendiente menor del veinte por ciento.”

El caudal será fijado por el Consejo Nacional de Recursos Hídricos.

“Art. 54.- Quedan excluidos de la obligatoriedad:

- a) Los inmuebles cuyo suelo no permita una eficiente producción agrícola, mientras las tierras no hayan sido recuperadas; y,
- b) Los inmuebles que dispongan de agua suficiente.

Para el caso contemplado en el literal b), se tendrá en cuenta la superficie regable y la dotación de aguas; si ésta es insuficiente, el propietario del inmueble estará obligado a utilizar del canal la cantidad necesaria para completar la dotación mínima de agua.”

Estas excepciones serán declaradas por el Consejo Nacional de Recursos Hídricos.

“Art. 55.- Las personas obligadas a la utilización de aguas pagarán la tarifa respectiva, la utilicen o no, debiendo tomarse en cuenta para establecer dicha tarifa, la amortización del capital invertido en el canal y obras complementarias, los gastos de operación y mantenimiento y el tiempo necesario de utilización, en las proporciones y condiciones que serán regulados en el reglamento, que, elaborado por el Consejo Nacional de Recursos Hídricos, deberá ser expedido por el Ministerio de Agricultura y Ganadería.

El valor de la tarifa volumétrica, es decir el valor del caudal consumido, calculado sobre la base del promedio histórico de los últimos tres años, así como el valor del derecho de concesión serán fijados de conformidad con la Ley, por el Estado, las Corporaciones Regionales de Riego y demás entidades vinculadas al servicio público de riego; y únicamente en el caso de la tarifa volumétrica, ésta será recaudada y administrada por las organizaciones de usuarios privados, Juntas de Regantes y Directorios de Aguas legalmente constituidas, que tengan a su cargo la administración, operación y el mantenimiento del sistema de riego. Del total de los valores recaudados por concepto de la tarifa volumétrica, es decir el valor del caudal consumido, las organizaciones de usuarios privados, Juntas de Regantes y Directorios de Aguas legalmente constituidos, destinarán el 85% al



mantenimiento y operación de los sistemas de riego, y máximo hasta el 15% para gastos de administración.

Los usuarios privados, de conformidad con los estatutos de las organizaciones, Juntas de Regantes y Directorios de Aguas, aportarán recursos adicionalmente para la administración, operación y mantenimiento de los sistemas de riego bajo su responsabilidad.”

## **2.4.- CATEGORIAS FUNDAMENTALES**

### **2.4.1.- Supraordinación de las Variable**

#### **VARIABLE INDEPENDIENTE**

El agua de riego.



## **VARIABLE DEPENDIENTE**

Calidad de vida de los usuarios del módulo Samanga – San Carlos.



### **2.4.2.- DEFINICIONES**

El agua es un elemento esencial para el desarrollo agrícola sostenible; su aprovechamiento, utilización y conservación racionales constituyen elementos en cualquier estrategia de desarrollo. Según FAO (1992), el índice medio de expansión del riego fue del uno por ciento al año a principios de cada década de los sesenta alcanzando un máximo de 2.3 por ciento desde 1972 a 1975. Desde entonces, el índice de expansión se ha reducido y actualmente es inferior al uno por ciento anual.

El suelo por otra parte, es un factor que debe ser tomado en cuenta en segunda instancia en todo programa de riego especialmente en cuanto a sus características físico-químicas iniciales. El clima, igualmente afecta el uso y manejo del agua de riego debido principalmente a la temperatura, precipitación, evaporación, etc. El

cultivo, como objetivo final de toda actividad agrícola deberá estar en función directa de los tres factores antes mencionados, básicamente enfocados desde el punto de vista de la tolerancia relativa a la salinidad y sequía.

Finalmente las prácticas de riego y drenaje, las prácticas culturales de riego realizadas, sea por experiencias, herencia, de nuestros antepasados, etc. Son las que están más directamente controladas y practicadas por el hombre, deberán ser analizadas y rectificadas y/o ratificadas para ejecutar un manejo racional del agua, del suelo y del cultivo, teniendo como objetivo final la obtención de rendimientos económicamente rentables sin deterioro de los recursos.

### **Salinidad**

La salinidad es una medida de la cantidad de sales disueltas en el agua de riego, la conductividad eléctrica (CE) es una de las más usadas, en tanto que el total de sólidos disueltos (TDS) lo es en menor proporción.

La reducción del crecimiento de los cultivos por la salinidad es causada por el potencial osmótico (PO) ya que reduce la capacidad de las raíces de las plantas a extraer agua del suelo. La disponibilidad del agua en el suelo está relacionada a la suma del potencial métrico y potencial osmótico.

El daño por sales vía foliar puede ocurrir en el riego por aspersión, éste daño depende de la salinidad del agua, sensibilidad del cultivo, frecuencia de aspersión y de factores medioambientales (temperatura, humedad relativa, luz, etc).

Algunos factores de conversión son usados para las aguas basados sobre todo en el tipo y cantidad de sales:

- C.E. en dS/m x 640 = Total de sólidos disueltos.

TSD) en ppm (mg/l)

- dS/m= Conductividad eléctrica en los suelos.
- C.E. en dS/m x 0.36 = Presión Osmótica Total.(P.O.) en KPa
- C.E. en dS/m x 10 = Concentración (C)  $\sum$  Aniones =  $\sum$  Cationes en meq/l.

NOTA: Estos factores correlacionan bien entre los rangos de 0.5 a 1.5 dS/m de salinidad.

## **Componentes solubles del agua de riego**

### **Constituyentes mayores (en función de su origen)**

#### a) Agua de lluvia

- Gases disueltos (N<sub>2</sub>, Ar, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>)

N<sub>2</sub> = Nitrógeno.

Ar = Argón.

O<sub>2</sub> = Oxígeno.

CO = Dióxido de carbono.

#### b) Agua superficial

- Mayores constituyentes

(Ca<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>)

Ca<sup>2+</sup> = Ión calcio.

Na<sup>+</sup> = Ión sodio.

Mg<sup>2+</sup> = Ión magnesio.

Cl<sup>-</sup> = Ión cloro.

SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> = Ión sulfuro.

HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> = Ácido carbónico.

#### c) Aguas subterráneas

d) Agua de mar  $\Rightarrow$  Cl<sup>-</sup>=55%, Na<sup>+</sup> =30%.

SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>=7%,Mg<sup>2+</sup> = 3.7%.

$K^+=1.1\%$ .

$Cl^-$  = Ión cloro.

$Na^+$  = Ión sodio.

$SO_4^{2-}$  = Ión sulfuro.

$Mg^{2+}$  = Ión magnesio.

$K^+$  = Ión potasio.

### **Constituyentes menores**

Li,Rb,Co,Be,Sr,Ba,Ra,Se,Ar,Sb,Cu,Co,Ni,Zn,Ti,Zr,Vn,Cr,Mo,etc.

Li = Litio.

Rb = Rubidio.

Co = Cobalto.

Be = Berilio.

Sr = Estroncio.

Ba = Bario.

Ra = Radio.

Se = Selenio.

Ar = Argón.

Sb = Antimonio.

Cu = Cobre.

Ni = Niquel.

Zn = Zinc.

Ti = Titanio.

Zr = Circonio.

Vn = Vanadio.

Cr = Cromo.

Mo = Molibdeno.

## Variaciones estacionales

### Permeabilidad

Los problemas de permeabilidad pueden estar relacionados a dos factores en el análisis del agua de riego:

- Baja salinidad (Baja CE)

Aguas puras no pueden penetrar en el suelo como las aguas que contienen sales.

- Alto sodio (Alto RAS)

Aguas con alto sodio (Alta relación de absorción de sodio. RAS) usadas por el riego muchas veces resultan en problemas de permeabilidad en el suelo debido a los altos niveles de Na con respecto al nivel del Ca y Mg; el RAS es expresado y calculado como:

$$\text{RAS} = \text{Na} \div \sqrt{(\text{Ca} + \text{Mg}) \div 2}$$

El RAS es usado para estimar el problema de permeabilidad esperado en el suelo después de un período de uso del agua de riego de un RAS alto; éste es medido en el suelo por el PSI (Porcentaje de sodio intercambiable). El PSI es un problema potencial, puede ser que se desarrolle o no. El PSI es calculado por la ecuación:

$$\text{PSI} = \frac{100 (0.0126 + 0.01475 \text{ RAS})}{\text{A} + (- 0.0126 + 0.01475 \text{ RAS})}$$

El sodio es uno de los factores que influyen en la calidad de agua, por su efecto en el suelo y en la planta. Varios métodos han sido propuestos para expresar el

peligro de sodio, siendo el porcentaje de sodio soluble el más usado y que es calculado por la fórmula:

$$PSS = \frac{[Na^+] \text{ meq/l}}{\sum \text{Cationes meq/l}} \times 100$$

Para aguas que tienen menos de 10 meq/l de sales totales el límite permisible es 80% y para aguas en mayor contenido de sales, 60% es considerado como peligroso.

LANGELIER (En: FAO, 1973) ha definido el índice de saturación como el pH actual del agua (pHa) menos el pH (obtenido por el cálculo) en el cual el agua tendrá cuando está en equilibrio con el CaCO<sub>3</sub> (pHc).

Para aguas de ↑CO<sub>3</sub> y sin CSR y usando el índice modificado de Langelier, la ecuación sería:

$$ESP = 2SAR + 2SAR (8.4 - pHc)$$

Dónde: CaCO<sub>3</sub> = Carbonato de calcio.

ESP = Índice modificado de LANGELIER

En esta ecuación tentativa el término “(8.4 – pHc)” es análogo al índice Langelier excepto que 8.4, se le aproximado al pH leído de suelos no sódicos en equilibrio con CaCO<sub>3</sub>, es sustituido por el actual valor de pH (pHa).

## **Toxicidad**

Los problemas de toxicidad están referidos a los constituyentes (iones) en el suelo o agua que pueden ser tomados y acumulados por las plantas hasta concentraciones altas, causando daño a los cultivos o baja en su rendimiento. El grado del daño depende de la asimilación y la asimilación y la sensibilidad del

cultivo. Por ejemplo, árboles frutales u ornamentales leñosos generalmente son más sensitivos el cloro (Cl), sodio (Na) y Boro (B) que muchas plantas anuales.

El riego por aspersión por otro lado, en cultivos sensibles puede complicar aún más el problema de toxicidad por absorción de sodio y cloro a través de las hojas.

Cada ión constituyente del agua de riego, juega un papel importante y particular en el suelo y en la planta. Por tratarse de iones que causan daños drásticos en las plantas, tocaremos en forma muy resumida el efecto específico de algunos iones.

- **Cloro (Cl).**- El cloro es movido por la corriente transpiratoria y acumulado en las hojas, cuando excede la tolerancia del cultivo, se produce daño en las hojas o secadote las mismas. Normalmente ocurre en las puntas de las hojas jóvenes y baja progresivamente. En casos extremos puede haber necrosis y caída de hojas.

Toxicidad de cloro puede ocurrir por absorción directa durante el riego por aspersión.

Desde que el ión cloro, no tiene efecto sobre las propiedades físicas del suelo y no es absorbido sobre el complejo de cambio. Se considera que el agua puede ser dividida en cuatro grupos de acuerdo a su contenido de cloro.

**Tabla N° 2** Textura del suelo

C.E.w dS/m	Cl <sub>w</sub> meq/l	TEXTURA DEL SUELO		
		ARENOSOS	FRANCOS	ARCILLOSOS
< 1.2	< 6	Cl <sub>1</sub>	Cl <sub>1</sub>	Cl <sub>1</sub>
1.2 – 1.5	6 - 7.5	Cl <sub>1</sub>	Cl <sub>1</sub>	Cl <sub>2</sub>
1.5 – 1.75	7.5 – 9.0	Cl <sub>1</sub>	Cl <sub>1</sub>	Cl <sub>3</sub>
1.75 - 2.25	20 – 15.0	Cl <sub>1</sub>	Cl <sub>2</sub>	Cl <sub>4</sub>

Cl<sub>1</sub> = No dañino;      Cl<sub>2</sub> = bajo riesgo;      Cl<sub>3</sub> = mediano riesgo;  
Cl<sub>4</sub> = Peligroso.

**Fuente:** Ing. Javier Sánchez FERTITEC S.A.



- **Sodio (Na).**- Su toxicidad no es fácilmente diagnosticada como el cloro, pero se han reportado casos usando aguas con alta concentración de sodio (alto % Na o alto RAS).

Síntomas de toxicidad típicos como “chamuscado” y muerte de tejidos y, quemaduras fuera del borde de las hojas son encontrados (contrariamente al cloro). Es corregida si se aumenta suficientemente el calcio al suelo.

- **Boro (B).**- El boro, a diferencia del sodio, es un elemento esencial para el desarrollo de la planta y es necesario relativamente en cantidades mínimas; sin embargo, si está presente en apreciables cantidades que la necesaria, causa toxicidad. Los síntomas de toxicidad son normalmente mostrados en las hojas viejas como amarillamiento, parcelamiento o secado del tejidote las hojas, de las puntas y bordes hacia adentro.

### **Misceláneos**

Otros problemas severos relacionados a la calidad del agua de riego ocurren con frecuencia como una situación especial. Esto incluye alta concentración de nitratos (N-NO<sub>3</sub>) y amonio (N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) que pueden causar problemas de un excesivo desarrollo vegetativo, detenimiento y retraso de la madurez.

En el riego por aspersión las aguas, usualmente son depositadas sobre frutos y hojas los que reciben las sales de bicarbonatos (HCO<sub>3</sub>), yeso (CaSO<sub>4</sub>) o hierro (Fe). Otros problemas están asociados con un pH normal.

Sustancias orgánicas suspendidas como también sedimentos inorgánicos causan problemas en el sistema de riego, a través de atoros en la entrada, cabezal de aspersores y en goteros. Ellos pueden causar daño a la bomba misma si ésta no tiene un filtro para excluirlas.

## Cultivos

Cualquier organismo es el resultado de la interacción de su dotación genética innata y del medio ambiente en el que existe la intervención de la técnica agronómica para cambiar los procesos naturales. Bajo estas circunstancias, el mantenimiento de una producción creciente de alimentos puede enfocarse bajo sus estrategias.

a) Mejorará biológicamente a seleccionar variedades de plantas con mayor tolerancia a la salinidad y a la sequía.

b) Mejorar tecnológicamente conducente a:

- Un control de la salinidad de los suelos irrigados en función de la tolerancia de los cultivos.

- Empleo de sistemas de riego de alta frecuencia que permitan una mejor distribución y acumulación de sales en el suelo sin deterioro de los rendimientos.

Al respecto, Mass (1986) sostiene que la tolerancia de las plantas a la salinidad es apreciada por uno de estos tres factores:

a) La HABILIDAD de las plantas o sobrevivir sobre sales solubles.

b) El crecimiento o rendimiento ABSOLUTO y,

c) El crecimiento o rendimiento RELATIVO de suelos salinos con respecto al rendimiento sobre suelos no salinos Mass y Hoffman (en Mass, 1986) proponen el siguiente esquema y fórmula:

$$Y = 100 - b (C.E.e - a)$$

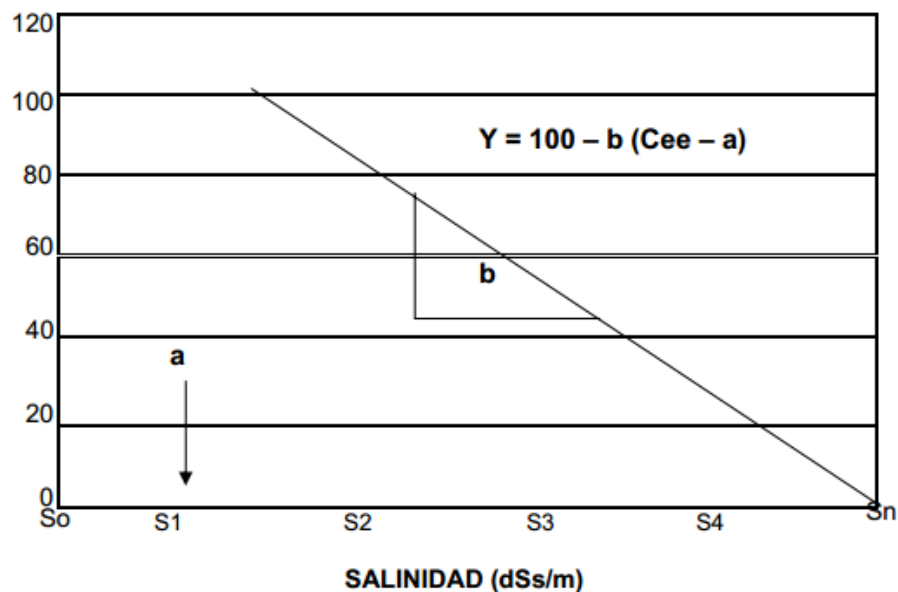
Dónde:

Y = Rendimiento relativo.

b = Pendiente: Porcentaje de disminución del rendimiento por cada unidad de sales de incremento (%).

a = Umbral de tolerancia de sales por cultivo (dS/m) C.E.a = Conductividad eléctrica del suelo (Ds/m).

**Figura N° 1** Respuesta de los cultivos a la salinidad (Mass & Hoffman. En: Mass, 1894).



**Fuente:** Ing. Javier Sánchez FERTITEC S.A.

## Suelos

El comportamiento de un suelo en contacto con el agua salada depende de las propiedades físicas iniciales del suelo y el contenido de sales del agua. Por lo tanto, la composición inicial del suelo, influencia las propiedades de cambio durante el contacto agua – suelo.

Las sales presentes en las aguas de riego y en la solución del suelo provienen en última instancia de los procesos de meteorización química de los minerales de la corteza terrestre, en cuya acción intervienen el agua y el CO<sub>2</sub> derivados

de la actividad biológica. Condiciones de alta humedad y temperatura pueden acelerar dicho proceso.

En el proceso de salinización revisten particular importancia los cambios que pueden ocurrir en la composición de la solución suelo por la precipitación de ciertas sales de solubilidad limitada, tales como, carbonatos de Ca y Mg y sulfatos de Ca. En cualquier caso, las condiciones que favorezcan dicho proceso, como el predominio de bicarbonatos en el agua, pérdida de CO<sub>2</sub>, mal drenaje, etc., contribuyen a un enriquecimiento relativo de Na en la solución suelo y consecuentemente en el complejo de cambio.

Por lo tanto, la definición de suelos afectados por sales conduce muchas veces a confusión por la variedad de términos utilizados.

El término “suelo salino” (C.E.> 4 dS/m, pH<8.5 y PSI<15).

CE= Conductividad eléctrica.

dS/m conductividad eléctrica de los suelos.

PSI= porcentaje de sodio intercambiable.

Debe usarse solo para referirnos a la acumulación de sales totales, predominantemente sulfatos y cloruros de Ca, Mg y Na en cantidades que afectan a las plantas fundamentalmente por la alta concentración osmótica de la solución suelo y la consiguiente limitación impuesta a la absorción de agua pero que no incidan en forma desfavorable sobre las propiedades físicas del suelo ni aún después de eliminarlas por lixiviación con agua.

La definición “suelo sódico” (C.E. < 4 dS/m, pH, 8.5 – 10.0 y PSI>15) debe reservarse para aquellos cuya acumulación de sodio en solución y en forma intercambiable, haya conducido a un deterioro tal de sus propiedades físicas, que se hace difícil el manejo práctico del riego, especialmente en el sentido de lograr la penetración y almacenamiento en el suelo del agua requerida para el cultivo, todo lo cual se traduce en la imposibilidad de producir económicamente.

Debemos calificar a un suelo como “salino – sódico” (C.E. > 4 dS/m, pH ≤ 8.5 y PSI > 15) cuando existen suficientes sales en solución, fundamentalmente sulfato de Na, para afectar la absorción de agua por las plantas y la producción económica de los cultivos y que al ser lixiviados con agua sufren un deterioro marcado de sus propiedades físicas, que les da características de suelos sódicos.

Finalmente, en los casos particulares de acumulaciones tóxicas (para ciertos cultivos) de elementos como Cl, Na, B, etc., debemos referirnos a suelos afectados por cada uno de estos iones en particular.

El término “régimen constante de sales” promedia el cambio en el contenido de sales durante un largo periodo, generalmente un año. Este régimen es determinado por la cantidad de agua de riego, su contenido de sales y el peso de un volumen de suelo. Esa correlación es expresada por la ecuación:

$$d = b - \left[ a + \frac{CV}{M\rho} \cdot 10^{-5} \right]$$

Dónde:

a = Contenido de sales solubles en el suelo al inicio (g/100g)

b = Contenido de sales solubles en el suelo al final (g/100g)

c = Contenido de sales en el agua de riego g/l) (kg/m<sup>3</sup>)

d = “régimen constante de sales” (g/100g)

V = Cantidad de agua de riego aplicada (m<sup>3</sup>/ha)

M = Espesor de la capa del suelo (m)

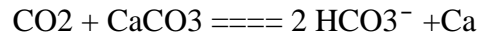
ρ = Peso de un volumen de suelo.

### **Cambios en el suelo por efectos del agua de riego**

- |                                  |   |         |      |      |        |
|----------------------------------|---|---------|------|------|--------|
|                                  | { | 4-8     | gr/l | lig. | salino |
| a) Dilución de la solución suelo | { | 20-30   | gr/l | med. | salino |
|                                  | { | 100-300 | gr/l | ext. | salino |
- b) Disolución y precipitación de algunos componentes químicos.



agua      suelo



Na Cl ----- disuelve <



c) Aleación temporal aumenta después del riego.

- Efecto de dilución.

## Clima

La evapotranspiración y la lluvia son dos elementos climáticos más considerados cuando se evalúa el SUMINISTRO del agua de riego. La evapotranspiración ET (cultivo) indica la tasa de evapotranspiración de un cultivo extenso de enfermedades, que crece en un campo extenso (una o más hectáreas) en condiciones óptimas de suelos, incluida la fertilidad y una agua suficiente, en el que se llega a un potencial de plena producción con arreglo al medio vegetativo dado.

La lluvia a su vez, aporta en algunos casos, grandes cantidades de agua las mismas que deben ser evaluadas (en calidad y cantidad), finalmente ser consideradas en otro programa de riego. La cantidad de agua a aplicar a un cultivo en una estación dada, estará en función de la exapotranspiración, afectando el régimen de riego y consecuentemente la dinámica estacional de sales en el perfil.

## Manejo del riego de drenaje

El método de riego influencia la acumulación de sales en el suelo y en la planta; aplicaciones pequeñas de agua menores que el uso consuntivo, resultan en una acumulación de sales en la zona radicular. Incrementos en la aplicación tienden a lavar las sales fuera de la zona radicular y se puede encontrar un equilibrio de sales entre el suelo y el agua.

El “requerimiento de lixiviación” de sales del suelo, utilizando métodos de riego, que por su frecuencia y control preciso, permitan por un lado, que gran parte de las sales se acumulen y precipiten en partes de las zonas más profundas del suelo y provoquen por otro lado, un mayor desarrollo y actividad radicular, con la mayor absorción de agua para riego y drenaje, pero solo es aplicable en situaciones donde sea económico y práctico el control preciso de esos sistemas de riego. El requerimiento de lixiviación puede ser expresado matemáticamente de la siguiente manera:

$$R.L. = \frac{C.E.ar}{C.E.ad} \times 100$$

Dónde:

R.L. = Requerimiento de lixiviación.

C.E.ar = Conductividad eléctrica del agua de riego (dS/m).

C.E.ad = Conductividad eléctrica del agua de drenaje (dS/m), e igual al umbral de tolerancia de sales de un cultivo dado.

**Tabla N° 3** Requerimientos de lavado con relación a la conductividad eléctrica del agua de riego y del agua de drenaje. (Ayers and Westcott, 1985).

C.E.ar dS/m	Requerimientos de lavado para valores máximos indicados de la conductividad eléctrica del agua de drenaje en la parte mas baja de la zona radicular			
	4dS/m	8dS/m	12dS/m	16dS/m
0.10	2.5	1.2	0.8	0.6
0.25	6.2	3.1	2.1	1.6
0.75	18.8	9.4	6.2	4.7
2.25	56.2	28.1	16.8	14.1
5.00	--	62.5	41.7	31.2

**Fuente:** Ing. Javier Sánchez FERTITEC S.A.

Cuando en exceso de agua de riego o lluvia que penetra en el suelo no se elimina, debido al déficit de drenaje interno, su efecto sobre la salinización puede ser contraproducente, al provocar en algunos casos un incremento más acelerado de ella y en otros al ascenso de sales acumuladas en el sub-suelo hasta la capa superficial. Ambos son originados al subir el nivel freático, cuando el déficit en drenaje interno se debe más que todo a la baja permeabilidad de algún estrato en el perfil del suelo. Para evitar eso, se prevee un sistema de drenaje, capaz de eliminar el exceso de agua (requerimiento de drenaje) el mismo que dependerá tanto del requerimiento de lixiviación como de las propiedades hidrológicas del suelo.

### **Sistema de riego**

El agua, como elemento fundamental en la vida del hombre sobre la tierra, no se reparte por igual en todas las zonas del planeta. Hay zonas desérticas donde la lluvia es extremadamente escasa, o casi inexistente. Otras zonas donde la abundancia es continua y permanente. El agua ha generado que en el mundo existan zonas de riqueza y zonas de extrema pobreza.



## **Origen**

El hombre desde la antigüedad tuvo que ingeniárselas para traer agua donde él se había ido estableciendo. Se construyeron los primeros pantanos, los acueductos, los canales de riego para poder cultivar las plantas que eran necesarias para su subsistencia. Durante muchos siglos la economía de los pueblos se basaba en la agricultura como economía de subsistencia primero y como base de riqueza después. El dominio del agua es decir, su capacidad de almacenamiento y las técnicas de distribución, fueron determinantes para aquellas zonas donde la lluvia era irregular o llovía por épocas.

## **Necesidades de riego**

Las plantas extraen del suelo el agua que necesitan debido a diversos factores tales como: temperatura del ambiente, el clima, intensidad de la luz, el viento, el grado de humedad de la atmósfera la cantidad de agua que la planta utilice para disolver los minerales y orgánicos que retendrá dentro de su estructura, devolviendo a la atmósfera por la transpiración el agua no necesitada.

La calidad del suelo que vayamos a utilizar para el cultivo será un factor determinante a la hora de calcular un riego: la porosidad de su textura su contenido en arcillas, arenas y limos van a ser factores determinantes de la permanencia del agua en la zona radicular de donde las plantas extraen el agua, y al mismo tiempo, su sustento. Capacidad de campo, punto de marchites permanente.

Otro factor a tener en cuenta es el del tamaño de la planta. Evidentemente no va a necesitar la misma cantidad de agua la planta que empieza a crecer que aquella que ya empieza a tener un tamaño importante.

Eficiencia de riego se define como la razón de la cantidad de agua que las plantas reciben en relación a la cantidad de agua que se aplica en el sistema de riego. Su unidad de medida es en por ciento.

### **Frecuencia del riego**

Estos factores de ambiente, de suelo y de tamaño de la planta van a determinar la frecuencia del riego o sea cuanto tiempo entre un riego y otro. No se pueden dar normas que predeterminen ni la cantidad ni la frecuencia del mismo.

### **Eficiencia de riego**

Eficiencia se define como la razón de la cantidad de agua que las plantas reciben en relación a la cantidad de agua que se aplica en el sistema de riego.

La eficiencia depende de la manera de aplicar el agua dependiendo de sus ventajas y desventajas riego por inundación 60%, riego por surcos 70%, riego por aspersión 80%, riego por goteo 95%.

## **2.5.- HIPÓTESIS**

El agua de riego mejorará la calidad de vida de los usuarios del módulo Samanga – San Carlos.

## **2.6.- SEÑALAMIENTO DE VARIABLES DE LA HIPÓTESIS**

### **VARIABLE INDEPENDIENTE:**

El agua de riego.

### **VARIABLE DEPENDIENTE:**

Calidad de vida.

### **NEXO:**

Mejorará.

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1.- ENFOQUE**

El enfoque de la presente investigación es de tipo cuantitativo, porque busca una comprensión de los hechos, observación materialista y perspectiva desde adentro.

Y también es una investigación cualitativa a base de encuestas realizadas directamente a la población del módulo Samanga – San Carlos.

#### **3.2.- MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN**

La modalidad de la presente investigación será de campo y bibliográfica.

La investigación de campo es el estudio sistemático de los hechos en el lugar en que se producen los acontecimientos. En esta modalidad el investigador toma contacto en forma directa con la realidad, para obtener información de acuerdo con los objetivos del proyecto.

La investigación bibliográfica tiene el propósito de conocer y deducir diferentes enfoques, teorías, conceptualizaciones y criterios de diversos autores sobre el problema, basándose en documentos, libros y otras publicaciones.

### **3.3.- NIVEL O TIPO DE LA INVESTIGACIÓN**

Los tipos de investigación para el proyecto serán: Descriptivo y explicativo.

La investigación será de tipo descriptivo, que conlleva al hecho mismo del análisis real de la condición de riego del sector, relacionando así la situación de la misma con los beneficiarios directos y las situaciones que mejorarán de manera preponderante con la realización del presente proyecto.

Y también será de tipo explicativo, ya que se explicará acerca de los problemas y necesidades que tiene el sector por la falta de un sistema del riego.

### **3.4.- POBLACIÓN Y MUESTRA**

#### **3.4.1.- Población o universo (N)**

Para este proyecto se considerará la siguiente población.

Población = 172 usuarios

#### **3.4.2.- Muestra**

Debido a que la población es conocida, la muestra se calcula con la siguiente ecuación:

$$n = \frac{N}{E^2(N - 1) + 1}$$

Dónde:

n=Tamaño de la muestra de la población;

E= Error de muestreo (5%);

N= Población o universo.

$$n = \frac{172}{0,05^2(172-1)+1} = 120 \text{ usuarios.}$$

### 3.5.- OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

#### 3.5.1.- Variable independiente

El agua de riego.

CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS BÁSICOS	TÉCNICA E INSTRUMENTOS
EL Agua de riego es un elemento esencial para el desarrollo agrícola sostenible; su aprovechamiento, utilización y conservación racionales constituyen elementos en cualquier estrategia de desarrollo.	Canales.	Caudal.	¿Cuál es el caudal de aprovechamiento?	Estimación en base al caudal de aguas concesionadas.  Cálculo matemático.
	Redes secundarias.	Riego.	¿Controlando el riego tendré una producción agrícola adecuada?	Canales principales.

### 3.5.2.- Variable dependiente

Calidad de vida.

CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS BÁSICOS	TÉCNICA E INSTRUMENTOS
<p>La calidad de vida es el grado en que los individuos o sociedades tienen altos valores en los índices de bienestar social.</p>	<p>Producción agrícola.</p>	<p>Producción.</p>	<p>¿Cuál es el mejor cultivo?</p>	<p>Encuesta.</p>
	<p>Estado de ánimo.</p>	<p>Bienestar.</p>	<p>¿Cómo determinar el grado de estado de ánimo de los usuarios?</p>	<p>Encuesta.</p>

### 3.6.- PLAN DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

PREGUNTAS BÁSICAS	EXPLICACIÓN
1.- ¿Para qué?	<ul style="list-style-type: none"><li>• Determinar la incidencia del agua de riego de los usuarios del módulo Samanga – San Carlos.</li><li>• Estudiar la situación actual de la población.</li><li>• Realizar un presupuesto referencial.</li></ul>
2.- ¿De qué personas u objeto?	<ul style="list-style-type: none"><li>• De la población del módulo Samanga – San Carlos.</li></ul>
3.- ¿Sobre qué aspectos?	<ul style="list-style-type: none"><li>• Incidencia del riego en el sector.</li><li>• La calidad de vida de los usuarios.</li></ul>
4.- ¿Quién?	<ul style="list-style-type: none"><li>• El investigador.</li></ul>
5.- ¿Dónde?	<ul style="list-style-type: none"><li>• En el módulo Samanga – San Carlos.</li></ul>
6.- ¿Cómo?	<ul style="list-style-type: none"><li>• Realizando una encuesta.</li></ul>

### 3.6.1.- Técnicas e instrumentos

<b>TÉCNICAS</b>	<b>INSTRUMENTOS</b>
Encuesta.	Cuestionario.

### 3.7.- RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

La recolección de información se realizará a través de encuestas por medio de un cuestionario que se aplicará a los habitantes del sector, mismo que permitirá obtener toda la información necesaria para la realización y sustentación del presente proyecto.

### 3.8.- PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS

Para el procesamiento y análisis de la información recolectada se seguirá el siguiente plan de procesamiento de la información:

- Revisión crítica de la información recogida.
- Tabulación de cuadros según variables de la hipótesis.
- Obtener la relación porcentual con respecto al total, con este resultado numérico y el porcentaje se estructura el cuadro de resultados que sirve de base para la graficación.
- Representar los resultados mediante gráficos estadísticos.
- Analizar e interpretar los resultados relacionándolos con las diferentes partes de la investigación, especialmente con los objetivos y la hipótesis.



## **CAPÍTULO IV**

### **4.1-ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

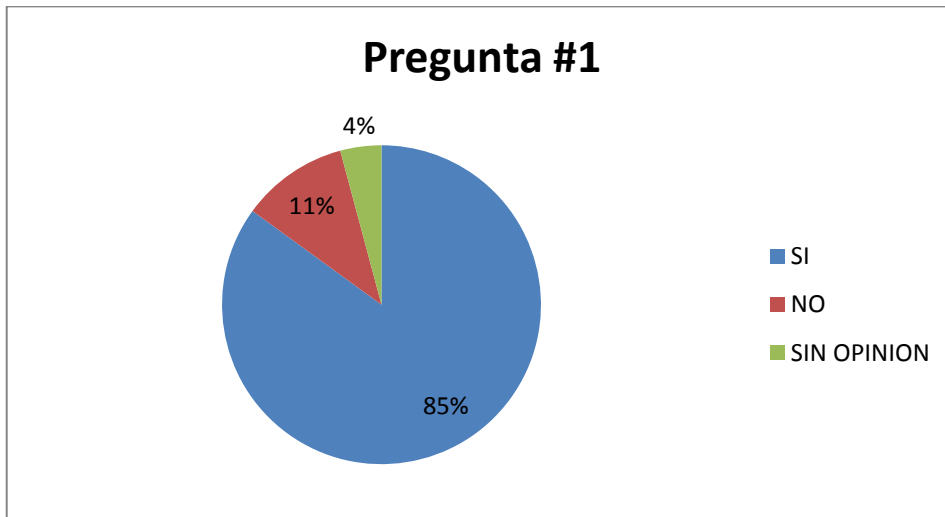
#### **4.2.- Encuesta sobre la calidad de vida, factibilidad de la tecnificación de los sistemas de irrigación y posibilidad económica.**

Los datos obtenidos de la investigación acerca de “ **EL AGUA DE RIEGO Y SU INCIDENCIA EN LA CALIDAD DE VIDA DE LOS USUARIOS DEL MÓDULO SAMANGA – SAN CARLOS DEL CANTÓN AMBATO**”, realizada a los usuarios del módulo se demuestran mediante tablas y gráficos, que a continuación se detallan:

## PREGUNTA 1

1.- ¿Cree usted que el uso irracional del agua de riego afecta o afectará directa o indirectamente a su producción?

OPCIÓN	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	102	85%
NO	13	11%
SIN OPINIÓN	5	5%
TOTAL	120	100%

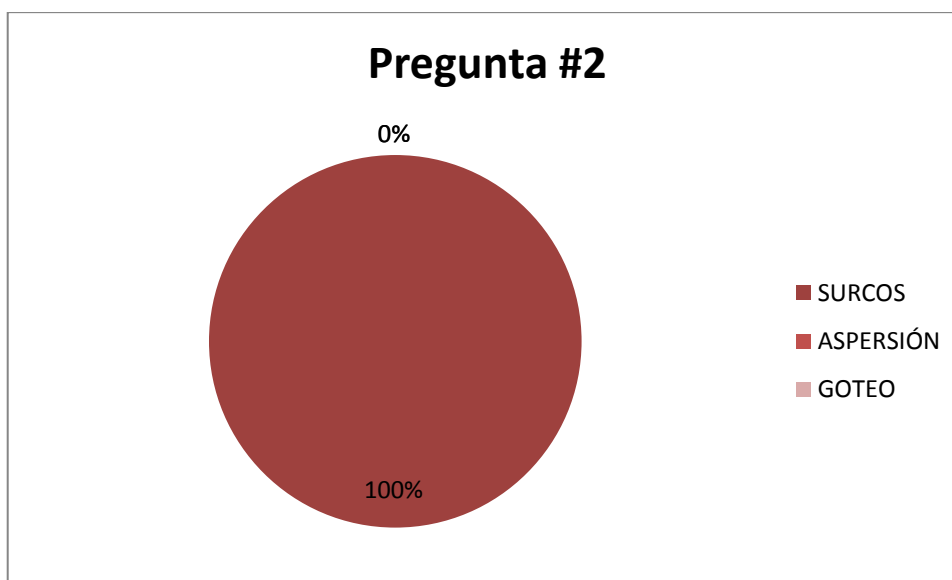


**Análisis e interpretación.-** El 85% de los consultados opinaron que están conscientes que el uso irracional del agua de riego afecta y afectará directa o indirectamente al agro ecuatoriano y por ende a la población, el 11% no considera importante o no está consciente que el desperdicio de agua de riego sea un problema a tomar en cuenta y apenas un 4% no opina sobre el tema.

## PREGUNTA 2

2.- ¿Qué tipo de sistema de riego utiliza en su cultivo?

OPCIÓN	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SURCOS	120	100%
ASPERSIÓN	0	0%
GOTEO	0	0%
TOTAL	120	100%

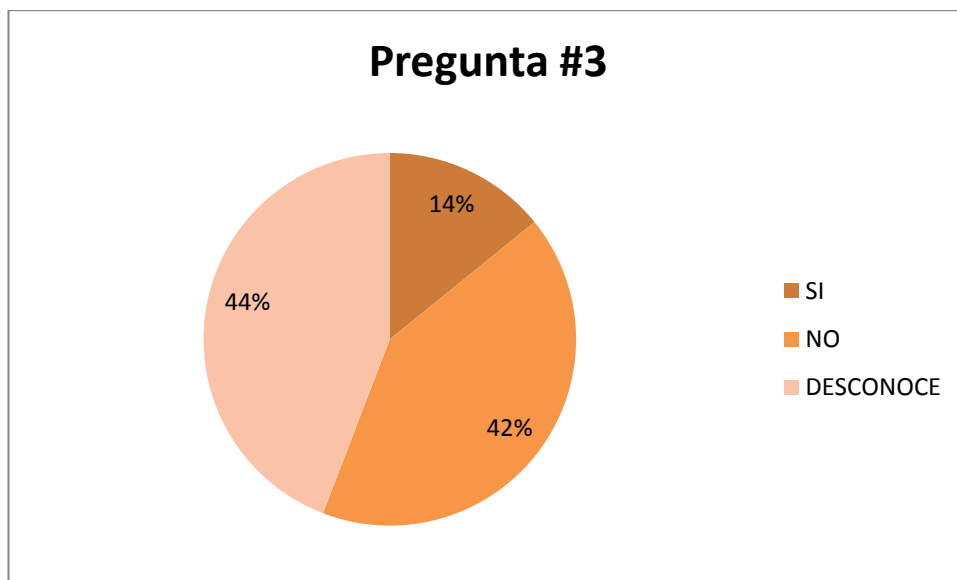


**Análisis e interpretación.-** El 100% de los encuestados contestan que utilizan el riego por surcos en sus cultivos, por ende ningún usuario utiliza un riego por aspersión o por goteo.

### PREGUNTA 3

3.- ¿Sabe usted si el agua que utiliza para el riego es la adecuada?

OPCIÓN	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	17	14%
NO	50	42%
DESCONOCE	53	44%
TOTAL	120	100%

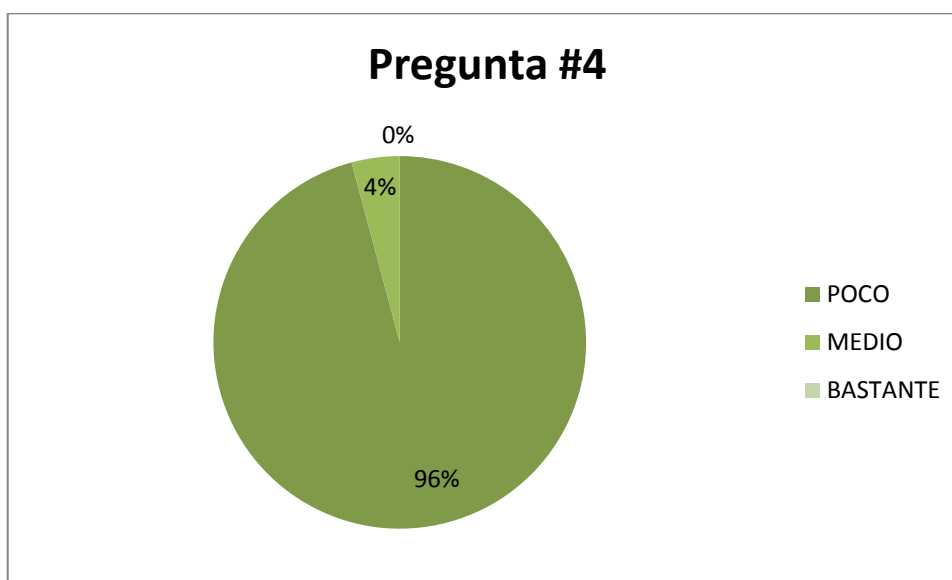


**Análisis e interpretación.-** De acuerdo a este último gráfico el 44% de los consultados desconocen del agua de riego que utilizan, por otro lado el 42% de los preguntados responden que no conocen si es o no el agua adecuada para sus cultivos. Tan solo el 14% dicen saber que el agua de riego es adecuada para regar.

#### PREGUNTA 4

4.- ¿Durante las 24 horas del día el caudal de agua de riego que llega a su terreno en temporada de sequía es?

OPCIÓN	FRECUENCIA	PORCENTAJE
POCO	115	96%
MEDIO	5	4%
BASTANTE	0	0%
TOTAL	120	100%

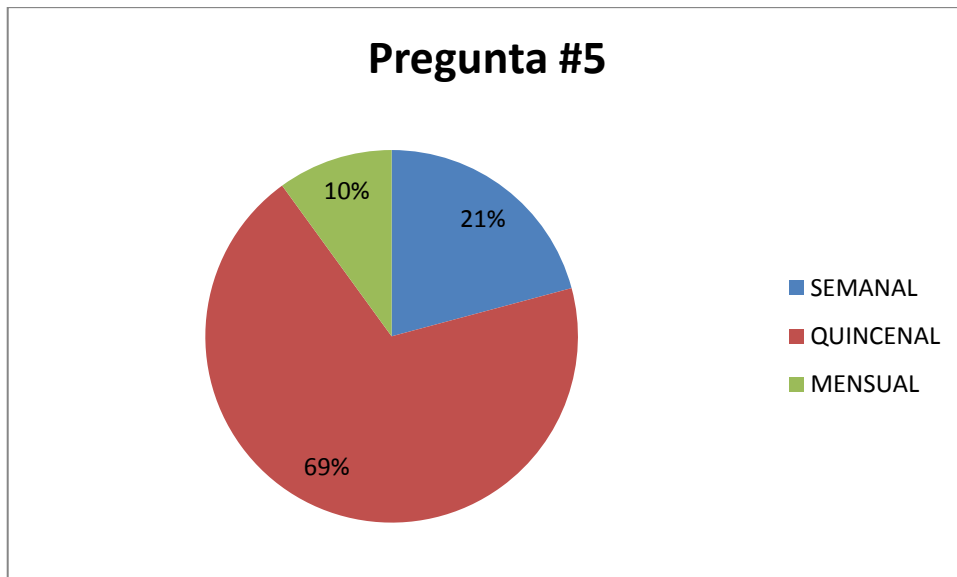


**Análisis e interpretación.-** La gran mayoría con el 96% responde que durante las 24 horas del día en épocas de sequía el caudal que llega a sus terrenos es demasiado poco. Tan solo el 4% opina que el caudal en época de sequía es medio.

## PREGUNTA 5

5.- ¿Con que frecuencia riega sus cultivos?

OPCIÓN	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SEMANTAL	25	21%
QUINCENAL	83	69%
MENSUAL	12	10%
TOTAL	120	100%

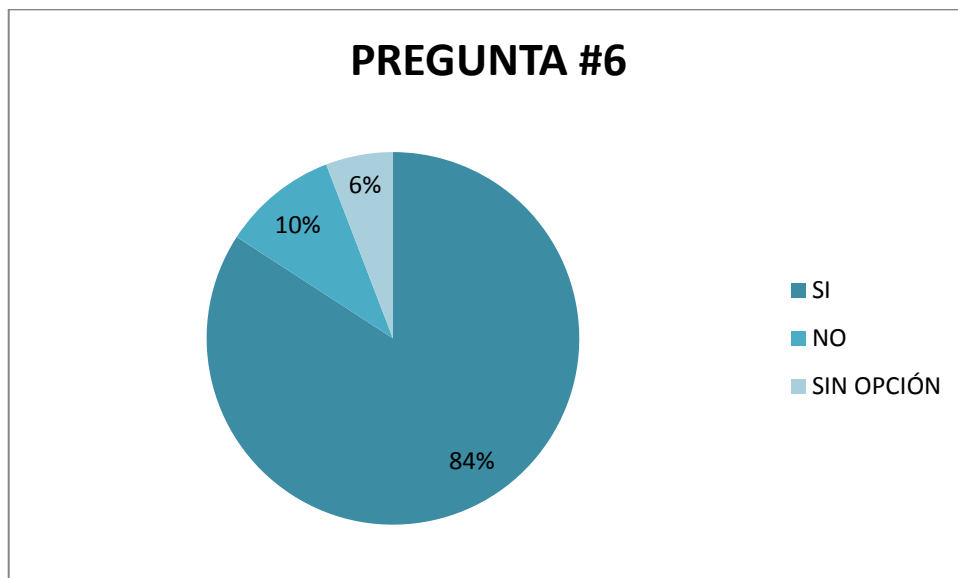


**Análisis e interpretación.-** De la muestra consultada el 69% dice riega sus cultivos cada quince días. El 21% expresa que el riego que hacen a sus cultivos es semanal. Por otro lado el 10% manifiesta que el riego que ellos hacen es mensualmente.

## PREGUNTA 6

6.- ¿Si tuviera la oportunidad, estaría dispuesto a tecnificar la irrigación de sus cultivos con el propósito de mejorar su producción agrícola?

OPCIÓN	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	101	84%
NO	12	10%
SIN OPCIÓN	7	6%
TOTAL	120	100%

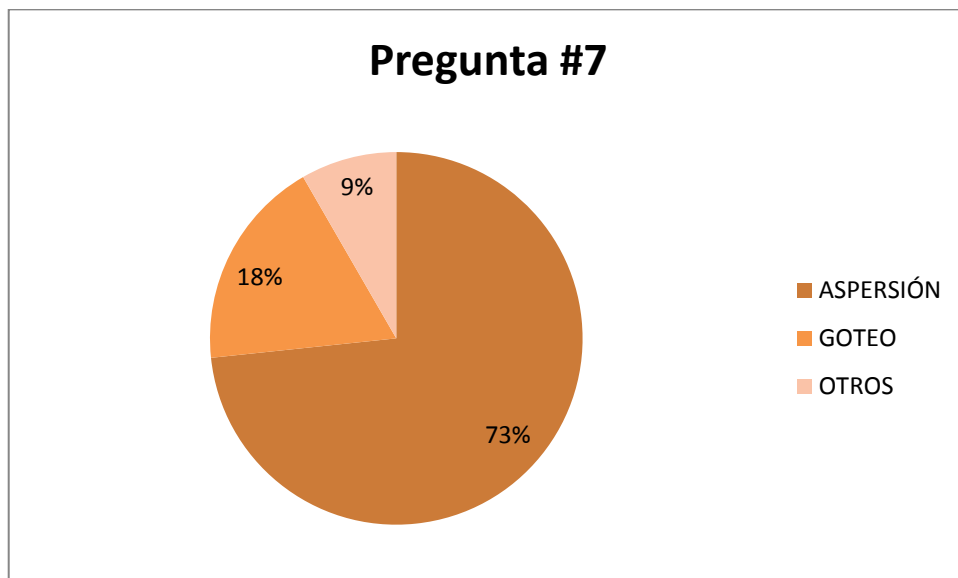


**Análisis e interpretación.-** La gran mayoría de la muestra consultada con el 84%, afirma que de haber la oportunidad estarían dispuestos a tecnificar la irrigación de sus cultivos, mediante sistemas de aspersión, goteo y más. El 10% afirma no estar interesado o dispuesto a tecnificar el riego así tuviera la oportunidad de hacerlo y el 6% no decidió o desconoce la situación.

## PREGUNTA 7

7.- ¿Cuál cree usted que es el sistema de riego adecuado para la zona, tomando en cuenta la forma y disposición de los terrenos?

OPCIÓN	FRECUENCIA	PORCENTAJE
ASPERSIÓN	88	73%
GOTEO	22	18%
OTROS	10	9%
TOTAL	120	100%



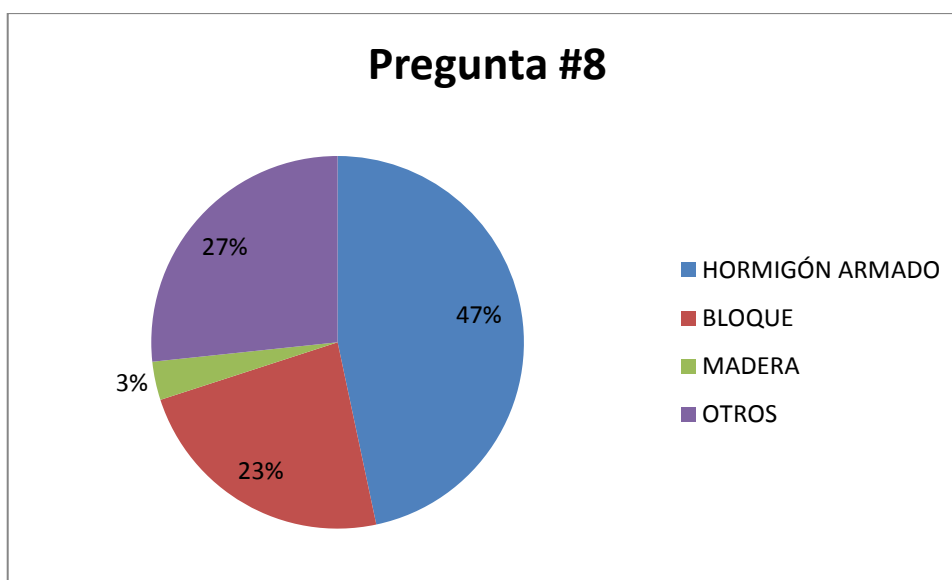
**Análisis e interpretación.-** El 73% responde que el sistema de riego por aspersión es el adecuado para este sector, esta respuesta refleja que este sistema de riego es el más apto para los agricultores. El 18% responde que por goteo es el sistema más adecuado y que a su vez no es muy difundido, tanto como el que es por aspersión. El 9% responde que otros son los sistemas adecuados, incluyendo los sistemas tradicionales por inundación o surcos.



## PREGUNTA 8

8.- ¿Qué tipo de vivienda posee?

OPCIÓN	FRECUENCIA	PORCENTAJE
HORMIGÓN ARMADO	56	47%
BLOQUE	28	23%
MADERA	4	3%
OTROS	32	27%
TOTAL	120	100%

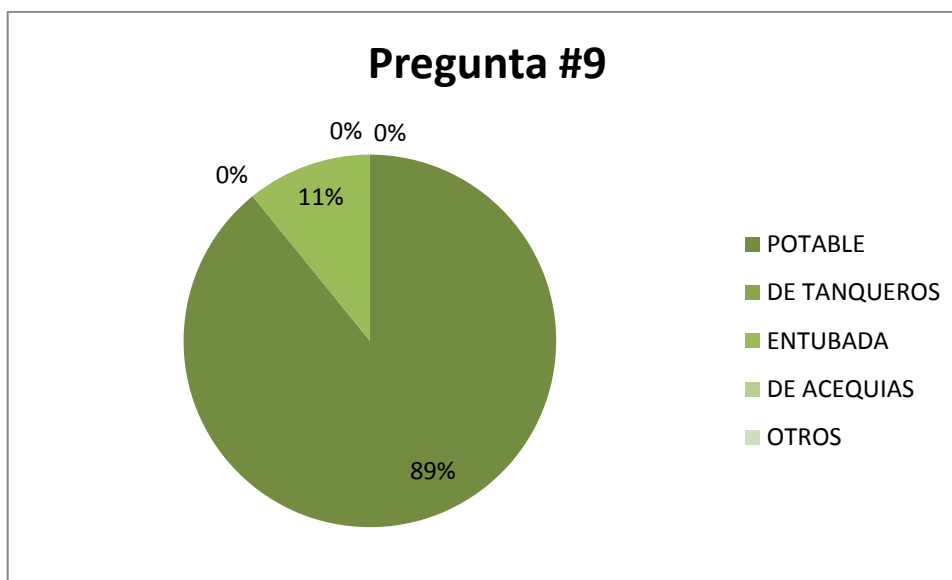


**Análisis e interpretación.-** El 47% responde que el tipo de vivienda que poseen es de hormigón armado. El 23% responde que sus casas son de bloque. El 27% responde que sus viviendas son de madera. El 3% de los encuestados responde que sus viviendas son de otras características.

## PREGUNTA 9

9.- ¿El agua de consumo humano es?

OPCIÓN	FRECUENCIA	PORCENTAJE
POTABLE	107	89%
DE TANQUEROS	0	0%
ENTUBADA	13	11%
DE ACEQUIAS	0	0%
OTROS	0	0%
TOTAL	120	100%

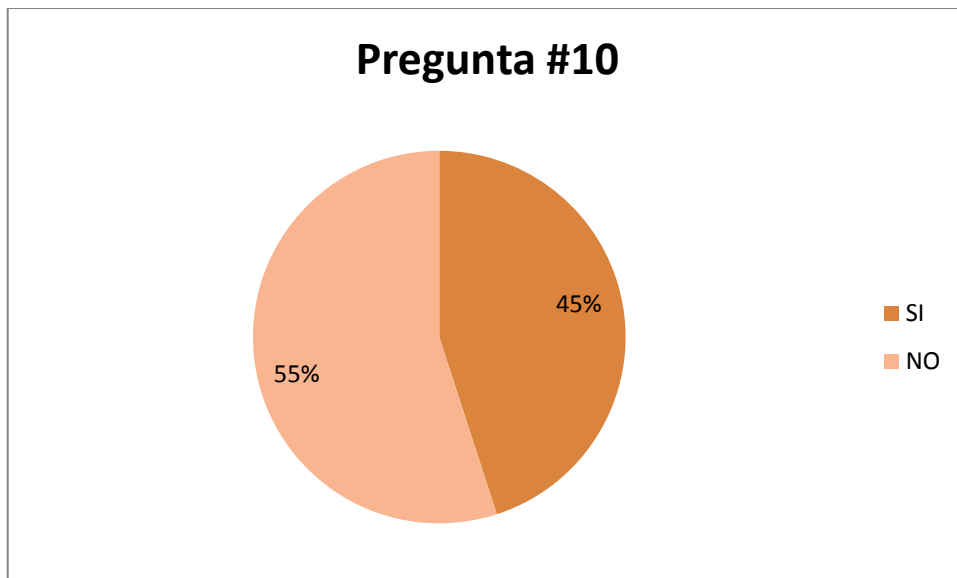


**Análisis e interpretación.-** La mayor parte de los encuestados 89% responde que el agua de consumo que ellos tienen es potable. El 11% responde que el agua de consumo humano que ellos reciben es entubada.

## PREGUNTA 10

10.- ¿Cuenta con los servicios básicos como agua potable, electricidad, iluminación física, alcantarillado, telecomunicaciones?

OPCIÓN	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	54	45%
NO	66	55%
TOTAL	120	100%

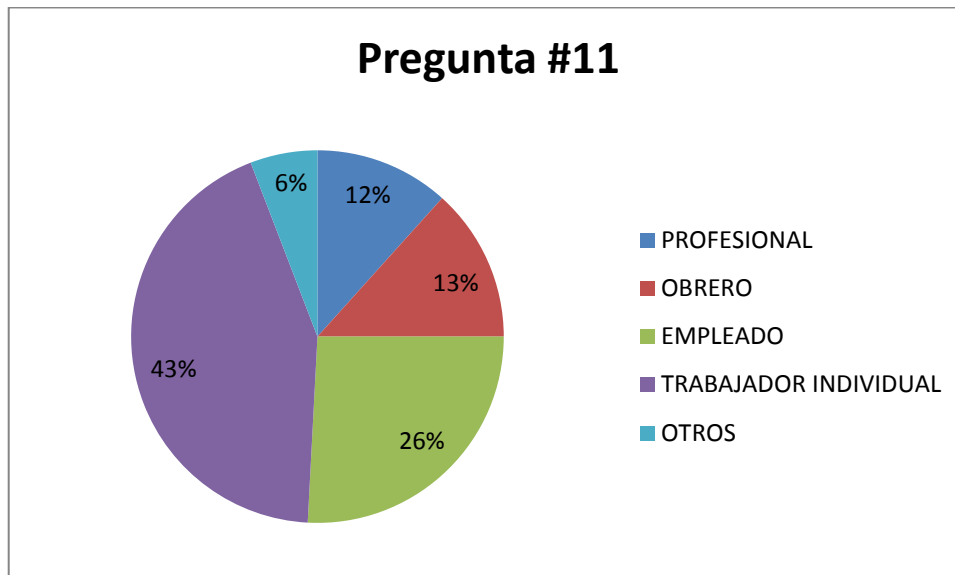


**Análisis e interpretación.-** En este gráfico las personas responden con un 55% que no cuentan con los servicios básicos. Mientras que el 45% responde que si cuentan con estos servicios básicos como agua potable, electricidad, iluminación física, alcantarillado, telecomunicaciones.

## PREGUNTA 11

11.- ¿El jefe de familia es?

OPCIÓN	FRECUENCIA	PORCENTAJE
PROFESIONAL	14	12%
OBRERO	16	13%
EMPLEADO	31	26%
TRABAJADOR INDIVIDUAL	52	43%
OTROS	7	6%
TOTAL	120	100%

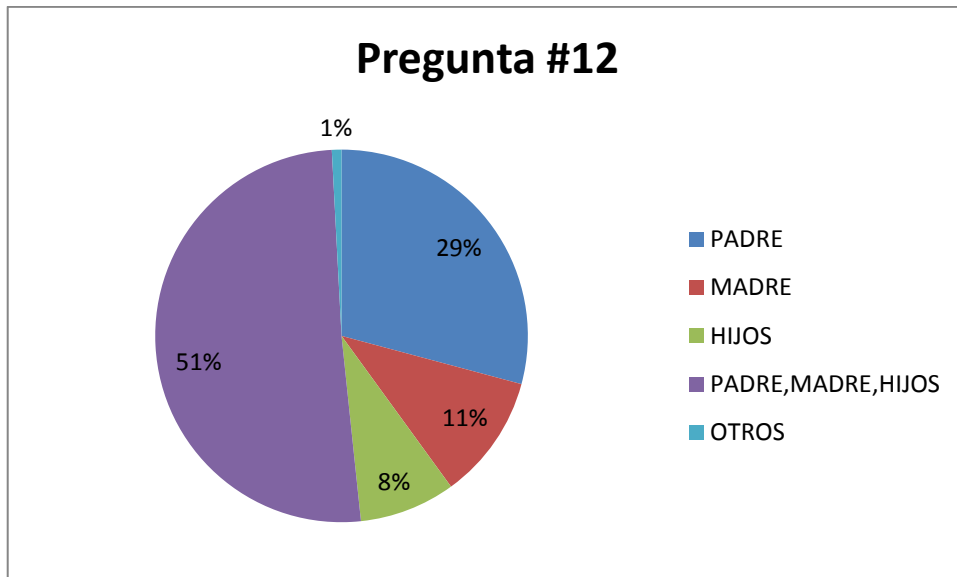


**Análisis e interpretación.-** El 12% responde que el jefe de familia es profesional. El 13% dice que el jefe del hogar es obrero. El 26% responde que en su hogar el jefe de familia es empleado. Mientras que un 43% dice que el jefe del hogar es un trabajador individual. Y apenas un 6% responde que tienen otros empleos.

## PREGUNTA 12

### 12.- ¿Personas que aportan en el hogar?

OPCIÓN	FRECUENCIA	PORCENTAJE
PADRE	35	29%
MADRE	13	11%
HIJOS	10	8%
PADRE,MADRE,HIJOS	61	51%
OTROS	1	1%
TOTAL	120	100%

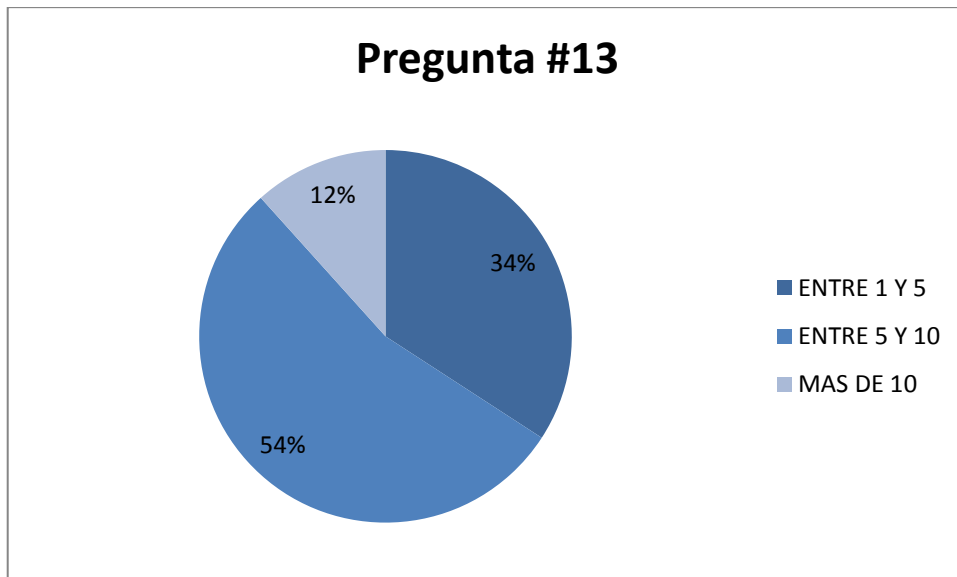


**Análisis e interpretación.-** De este gráfico el 29% responde que el padre es el que más aporta en el hogar. El 11% dice que el que más aporta en el hogar es la madre. El 8% responde que en su hogar ellos son los que más aportan. Mientras que la gran mayoría con un 51% dice que en sus hogares todos colaboran. Y apenas un 1% responde que otras son las personas que les ayudan con los gastos en el hogar.

### PREGUNTA 13

13.- ¿Número de electrodomésticos que poseen?

OPCIÓN	FRECUENCIA	PORCENTAJE
ENTRE 1 Y 5	41	34%
ENTRE 5 Y 10	65	54%
MAS DE 10	14	12%
TOTAL	120	100%

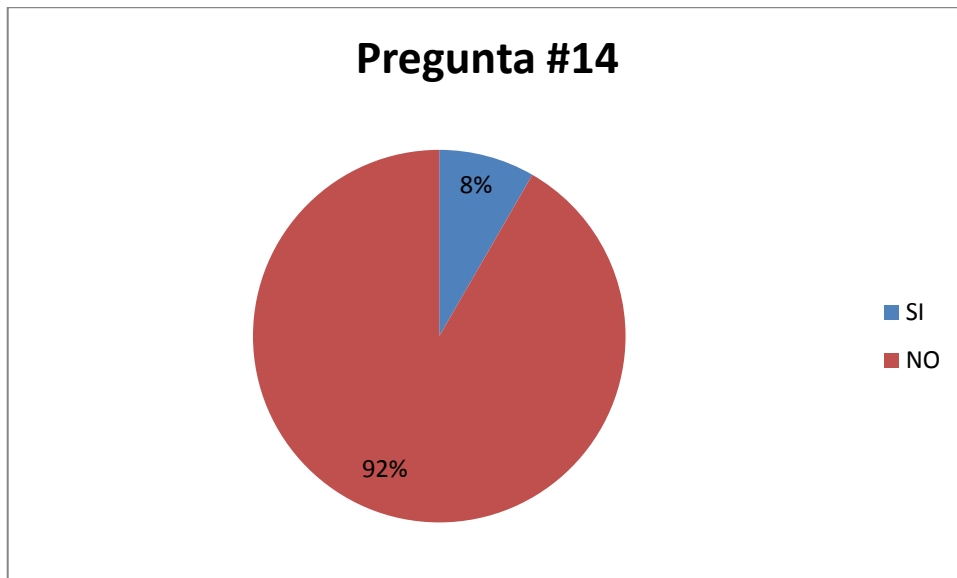


**Análisis e interpretación.-** Las personas encuestadas con el 34% responde que tienen entre 1 y 5 electrodomésticos en sus casas. Él 54% de los encuestados dice que en sus casas poseen entre 5 y 10 electrodomésticos. Mientras que con un 12% de los encuestados responde que tienen en su hogares más de 10 electrodomésticos.

## PREGUNTA 14

14.- ¿En el lugar que vive cuenta con: Establecimientos educacionales, establecimientos de servicios de salud, áreas de recreación?

OPCIÓN	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	10	92%
NO	110	8%
TOTAL	120	100%



**Análisis e interpretación.-** Las personas encuestadas con apenas el 8% responde que en el lugar que viven cuentan con estos establecimientos. Mientras que con un 92% de los encuestados responden que no tienen estos establecimientos en sus barrios o lugares aledaños al mismo.

#### **4.3.- Verificación de la hipótesis**

Una vez realizada la encuesta a los usuarios seleccionados como muestra, prosigue la verificación de la hipótesis, al estar ambas actividades relacionadas.

En cuanto al análisis e interpretación de resultados de la encuesta sobre la calidad de vida, factibilidad de la tecnificación de los sistemas de irrigación y posibilidad económica, se puede establecer de que la mayoría de la población está consciente que el diseño e implementación de un sistema de riego tecnificado optimizará la utilización del recurso agua y beneficiará la producción agrícola, además al racionalizar el agua de riego se aporta a la mejor distribución de esta entre los usuarios.

En cuanto al sistema de riego, manifiesto que el recomendado es el sistema de riego por aspersión.



## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **CONCLUSIONES**

- 1.-** Para la tecnificación del sistema de riego en el módulo Samanga- San Carlos se escoge el diseño de un sistema de riego por aspersión, debido a las ventajas que este representa, frente a las problemáticas relacionadas con el uso racional del agua. Además las últimas tendencias ingenieriles en cuanto a implementación de nuevos cultivos, están siendo llevadas a cabo con sistemas de aspersión y micro aspersión.
  
- 2.-** El diseño de un sistema de riego por aspersión en el módulo Samanga-San Carlos con la consiguiente tecnificación de la irrigación, sin duda aportará con el desarrollo sostenible de los sectores aledaños, y demás poblaciones, en los que la ocupación principal de los campesinos es la agricultura y en donde se pueden desarrollar sistemas de riego similares.
  
- 3.-** Se concluye que con la utilización de sistemas innovadores tanto para el riego como para el control de calidad del agua de riego, se mejorará la producción agrícola y por lo tanto se incentivará al desarrollo del sector.
  
- 4.-** La implementación de un sistema de riego por aspersión reducirá la cantidad de mano de obra y el costo de movimiento de tierras, lo que sería de gran aporte para los propietarios de los terrenos.

**5.-** En el presente trabajo de investigación, después de la recopilación bibliográfica y de planos topográficos se decidió la localización de los puntos estratégicos en donde se captará, almacenará y conducirá el agua hacia los ramales de los aspersores que se utilizarán en el terreno agrícola.

## **RECOMENDACIONES**

**1.-** Se recomienda la socialización de las ventajas de un riego tecnificado, por parte de los dirigentes de cada óvalo y agencias gubernamentales, que es esencial en las parroquias de la provincia de Tungurahua, en donde se puede incrementar la producción y por ende el desarrollo inspirando en los agricultores la utilización de sistemas de riego tecnificados, acordes con las condiciones de cada sector.

**2.-** Si otros sistemas de riego ya son implementados en este sector, tomando como antecedente al que es objeto de este estudio, se debería implementar programas de mantenimiento preventivo y correctivo dentro de cada óvalo o ramal.

**3.-** Antes, durante y después de la ejecución del proyecto es muy recomendable instruir a los beneficiarios del sistema de riego acerca del mantenimiento adecuado.

## **CAPÍTULO VI**

### **PROPUESTA**

**TEMA: “EL AGUA DE RIEGO Y SU INFLUENCIA EN LA CALIDAD DE VIDA DE LOS USUARIOS DEL MÓDULO SAMANGA – SAN CARLOS DEL CANTÓN AMBATO”.**

#### **6.1.- DATOS INFORMATIVOS**

##### **6.1.1.- Ubicación**

El cantón Ambato se encuentra ubicado en la cordillera occidental, está enclavada en una hondonada formada por seis mesetas: Píllaro, Quisapincha, Tisaleo, Quero, Huambaló y Cotaló; lo que le da un clima agradable, Ambato está ubicada a 78°; 37' 11''; de longitud con relación al meridiano de Greenwich y a 1° 13' 28'' de latitud sur con relación a la línea equinoccial, a 2.577 metros sobre el nivel del mar, el clima de la ciudad de Ambato es un clima templado, debido a que se ubica en un estrecho valle andino; Ambato se divide en 3 zonas; sur, centro, y norte; Ambato siempre tiene un clima templado con temperaturas desde los 10 a los 25 °C.

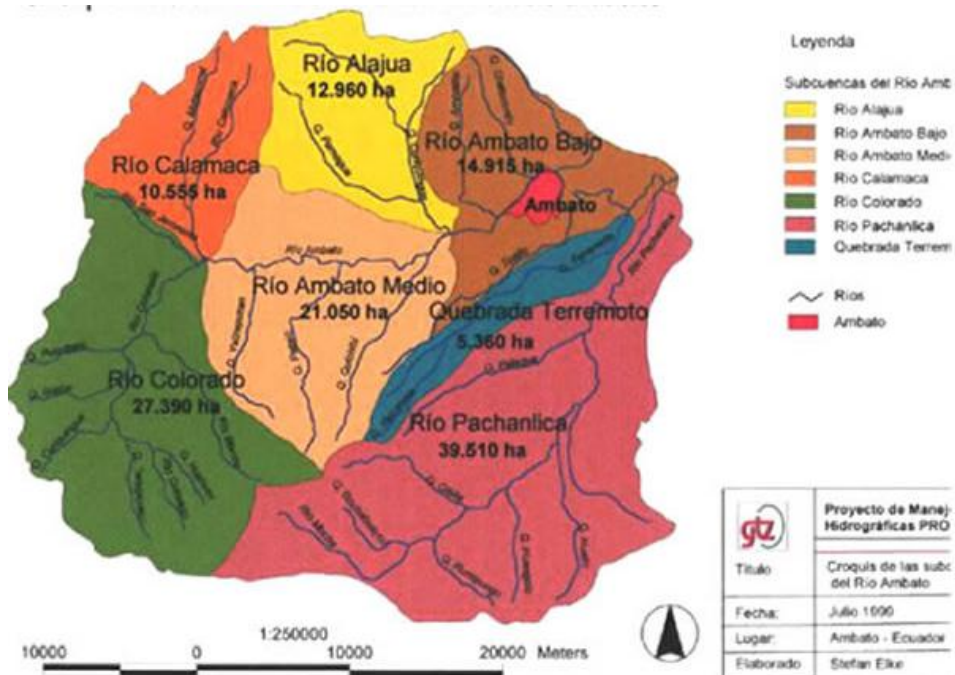
**Figura N° 2** Tungurahua vista Google Earth.



**Fuente:** Google Earth.

La cuenca del río Ambato cubre 60% de la provincia Tungurahua, representa una superficie de 1.300 km<sup>2</sup> aproximadamente y su población es de 310.000 personas, (densidad promedio: 240 hab. /Km<sup>2</sup>). Las altitudes van desde 2.200 hasta 6.300 m.s.n.m (Chimborazo).

**Figura N° 3** Croquis de las subcuencas del río Ambato



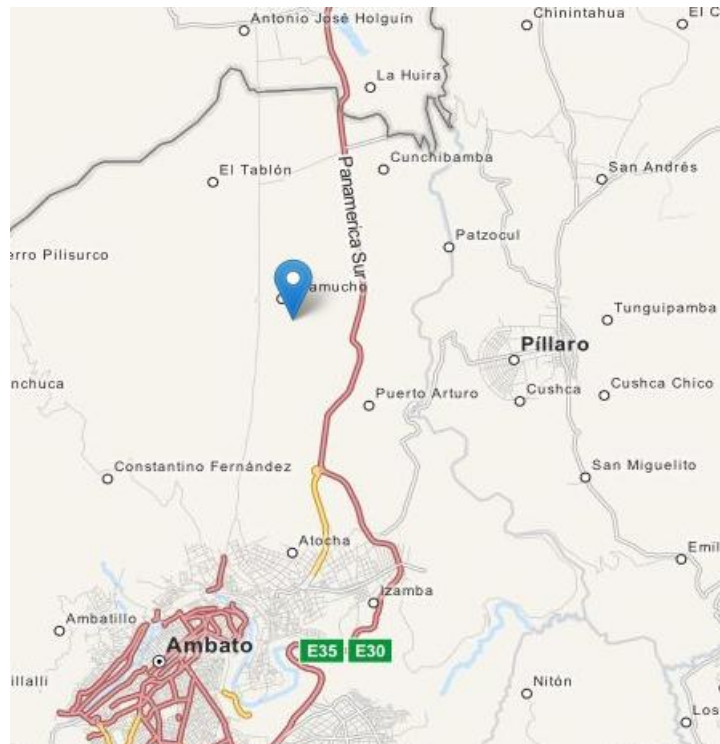
**Fuente:** Google.

La parroquia de Unamuncho del cantón Ambato, provincia de Tungurahua, está ubicada a 8 Km al noroeste de la ciudad de Ambato, a una altura de 2400 msnm, limitada al norte por la parroquia de Cunchibamba, al sur la parroquia Atahualpa, al este la parroquia Izamba, al oeste con la parroquia de Augusto N. Martínez. Su extensión territorial es de 15,4 km<sup>2</sup> que corresponden al 1,8% del área cantonal, posee un clima templado y frío, con una temperatura de 16° C.

En lo que concierne al estudio de este proyecto el módulo Samanga- San Carlos se encuentra ubicada en las siguientes coordenadas geográficas: Longitud: 768.952; Latitud: 9°870.353 con un área aproximada de 63 Ha.

Los habitantes de la parroquia Unumuncho del sector Samanga - San Carlos, la principal ocupación y/o forma de ingresos económicos es la agricultura, cultivando productos como: Legumbres, hortalizas, alfalfa, patatas, árboles frutales, y los propios o nativos de la zona.

**Figura N° 4** Ubicación de la parroquia Unamuncho.



**Fuente:** Google.

### **6.1.2.- Características generales**

Las metodologías de riego por aspersión y por goteo en sus varias formas y configuraciones están superando los problemas de topografía y tipo de suelo y permiten más control sobre la cantidad, la uniformidad de distribución y la frecuencia de riego, en particular en las condiciones de terrenos ondulantes y/o suelos arenosos. (Internacional Irrigation Center, 2002).

También se ha mencionado que estos sistemas de riego impactan en los costos de producción y en lo correspondiente a la calidad de la producción, y en relación al impacto ambiental, se reporta que este ha sido mejorado en lo que respecta al uso del agua, ya que ha disminuido o permanecido sin cambio en los sistemas de riego instalados (Sardo y German, 1995).

Los sistemas de riego presurizados, sean por aspersión o por goteo, al ser bien diseñados aseguran un incremento significativo en los beneficios de la inversión, del capital necesario para la instalación de estos tipos de sistemas de aplicación de agua. Los países en desarrollo y, especialmente, los agricultores comunes y corrientes no pueden tolerar el gasto de sus recursos preciosos y limitados de capital en sistemas de riego presurizados mal diseñados, los cuales pueden reducir drásticamente sus rendimientos de cultivos por debajo de lo esperado del método tradicional de riego (Burt, 1995).

La recomendación principal para racionalizar la utilización del agua de riego y para incrementar la producción agrícola es diseñar un sistema de riego por aspersión, debido a las ventajas que proporciona, el mismo que aportará de manera positiva al desarrollo de la agricultura de los usuarios del módulo Samanga – San Carlos y que se adaptará a las condiciones del sector.

El canal de riego Latacunga – Salcedo – Ambato se encuentra en la parte central del cantón, fue construido hace 27 años; y desde entonces abastece de agua para riego a las provincias de Cotopaxi y Tungurahua, entre los principales cantones

tenemos: Latacunga, Salcedo, Pujilí, Saquisilí, Ambato y Píllaro; los productos obtenidos en las plantaciones son vendidos en todo el país.

El Canal de riego Latacunga- Salcedo – Ambato, tiene una longitud de 36 km y suministra 4500 litros de agua por segundo, en la actualidad con esta agua se riega aproximadamente 5 mil hectáreas de sembríos, beneficiando a más de 17 mil usuarios, quienes la usan para el riego de hortalizas y legumbres.

Los principales ríos que alimentan el canal Latacunga – Salcedo – Ambato son los ríos Illucgi, Nagsiche, Ambato, Panchanlica y el Cutuchi que son utilizados por miles de agricultores de Unamuncho, Cunchibamba, Puerto Arturo, Izamba, Las Viñas, Playas de Cevallos, Pishilata, Manzanapamba, Chiquicha, Salasaca y Benítez para sembrar principalmente legumbres, hortalizas y frutas de la región.

## **6.2.- ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA**

Como antecedentes para la propuesta es importante señalar que en la provincia de Tungurahua, a través de la oficina regional del SENAGUA (Secretaría Nacional del Agua), desde el año 1997 ejecuta el proyecto “Conservación de recursos naturales y riego campesino en la cuenca alta del río Ambato- CORICAM”, con una zona de influencia que abarca alrededor de 8.500 familias ligadas al sistema de riego de los canales: Cunuyacu - Chimborazo, Chiquicahua, Toallo Alobamba y Toallo Comunidades. El proyecto CORICAM, planteó el difícil reto de lograr un ordenamiento de las aguas y los sistemas de riego para lo cual propuso la centralización de la gestión del riego en juntas centrales, añadiendo un escalón en la jerarquía organizativa de la zona y pretendió incidir en un proceso de reordenamiento territorial a favor de objetivos de mayor equidad en el acceso a los recursos de grupos sociales excluidos.

Cabe indicar que en base al convenio de cooperación interinstitucional entre el Honorable Consejo Provincial de Tungurahua, Consejo Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) actualmente SENAGUA, Instituto de Ecología y Desarrollo de

las Comunidades Andinas (IEDECA), Central Ecuatoriana de Servicios Agrícolas (CESA) y el Proyecto de Manejo de Cuencas Hidrográficas (PROMACH - GTZ), se inicia el “Proyecto de inventario y diagnóstico del recurso hídrico de la provincia de Tungurahua desde el 21 de abril del 2003”. Cuyos resultados también aportan en la consecución de la propuesta de esta tesis de grado.

En lo que concierne al presente estudio el módulo Samanga - San Carlos no cuenta con un sistema de riego que permita la correcta disposición de las aguas de riego, este sector se caracteriza por el cultivo de legumbres y hortalizas principalmente pero, debido a sus largos tiempos de cultivación, la gran demanda de agua para riego que éstos necesitan, la falta de tecnificación en sus sistemas de riego, están causando el abandono de estos cultivos.

La calidad de agua para riego se ha convertido en un elemento esencial a tener cuidado en los cultivos de legumbres, frutas y hortalizas de consumo directo y de corto tiempo de utilización, en este caso, debido a que este tipo de cultivos absorben de manera inmediata todas las propiedades químicas y bacteriológicas del agua, y al ser un producto de consumo directo, éste puede ocasionar enfermedades en los consumidores, por lo que es necesario realizar el control de calidad del agua para riego de productos de consumo directo, como ejemplo tenemos el caso de Chile país en el cual existe un estudio para cada uno de los productos de consumo directo, tales como: fresas, uvas y manzanas.

La utilización de sistemas de riego tecnificados y personalizados para cada tipo de cultivo ayuda a cumplir con eficiencia sus recursos hídricos y de esta manera utilizar el agua necesaria.



### **6.3.- JUSTIFICACIÓN**

La finalidad de esta propuesta es reducir el desperdicio de agua en el módulo Samanga- San Carlos y concientizar a los usuarios a tomar medidas en el asunto, además de involucrarse totalmente en los riesgos que puede causar al producir productos contaminados debido a la mala calidad de agua de riego que existe en el sector debido a diferentes factores físicos- químicos como bacteriológicos, los cuales pueden ocasionar hasta la muerte de los consumidores de dichos productos.

Los usuarios del agua riego del módulo Samanga – San Carlos del cantón Ambato provincia de Tungurahua actualmente tienen un mal manejo de este recurso, el desperdicio que existe en la zona, es debido a su conducción que es a través de canales abiertos de hormigón, a sus sistemas de captación que por lo general son reservorios, además que sus sistemas de riego son por surcos, estos problemas mencionados ocasionan evaporación del agua, filtración y por último desperdicio de la misma, es por eso que con el uso de sistemas tecnificados de riego se buscará cumplir con los recursos hídricos de cada cultivo y adicionalmente optimizar su uso para de esta manera evitar que se desperdicie el agua de riego y tener un mejor uso para abastecer las necesidades de la zona que actualmente se encuentra en crecimiento.

Es preciso señalar que el uso tecnificado y consciente del agua reducirá la contaminación de los terrenos y vertientes de agua del sector, evitando grandes cantidades de filtraciones, de fertilizantes y agroquímicos en general, por el uso irracional de los mismos. Así mismo ayudará a una mejor lixiviación y alejamiento de las sales fuera de la zona radicular de la planta. De igual forma el sistema de riego por aspersión posibilita la siembra oportuna de los cultivos, disminuye la erosión y contribuye a la conservación de la capa vegetal, viabiliza el control mecánico de algunas plagas, reduce la cantidad de mano de obra y el costo de movimiento de tierras, permite obtener mayor productividad y más ingresos económicos, reduce los costos de operación y mantenimiento del sistema de riego, reduce el costo en jornales para el riego en parcela, permite una

diversificación de especies para mejorar la dieta alimentaria, reduce los riesgos para la producción por efecto del clima y de plagas e incrementa la actividad pecuaria y agrícola del sector.

## **6.4.- OBJETIVOS**

### **6.4.1.- Objetivo general**

Plantear el sistema de riego por aspersión en el módulo Samanga – San Carlos del cantón Ambato.

### **6.4.2.- Objetivos específicos**

- Diseñar el sistema de riego, que incluye la captación desde el canal hasta la reserva, accesorios de entrada y salida del tanque de reserva, red de tuberías principales y secundarias, así como los dispositivos de aspersión.
- Resolver el problema que se presenta en época de sequía, que por el canal no circula agua.
- Mejorar la calidad del agua de riego en el módulo Samanga – San Carlos del cantón Ambato así como optimizar el consumo de la misma.

## **6.5.- ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD**

El proyecto es factible debido a que en el sector los usuarios no utilizan sistemas de riego diseñados para los diferentes tipos de cultivo, además de no contar con un control del agua de riego y al tratarse de cultivos que son bastantes comerciales en nuestro país, los habitantes del sector tendrán una aceptación al ver mejorar sus cosechas y por ende sus ingresos económicos.

El diseño de un sistema de regadío por aspersión en este sector es posible llevarlo a cabo, porque se lo implantará en terrenos donde la topografía nos permite tener

la pendiente adecuada y por la presencia de un canal que abastece de agua para regadío.

Así mismo, este diseño de éste sistema de riego por aspersión cuenta con un reservorio el que aportará positivamente el poder almacenar el agua para regar en época de estiaje en el sector tecnificacando el agua de regadío que aportará a una mejora de la agricultura y al uso racional del agua.

Adicionalmente se cuenta con los recursos naturales para este tipo de cultivo como son:

- Suelo arenoso.
- Cantidad de agua necesaria en el sector.
- Clima adecuado para el cultivo de legumbres y hortalizas.

## **6.6.- FUNDAMENTACIÓN**

### **6.6.1.- Riego por aspersión**

El riego por aspersión es aquel sistema de riego que trata de imitar a la lluvia. Es decir, el agua destinada al riego se hace llegar a las plantas por medio de tuberías y mediante unos pulverizadores, llamados aspersores y, gracias a una presión determinada, el agua se eleva para que luego caiga pulverizada o en forma de gotas sobre la superficie que se desea regar.

Un sistema de riego tradicional por aspersión está compuesto de tuberías principales (normalmente enterradas) y tomas de agua o hidrantes para la conexión de tuberías secundarias, ramales de aspersión y los aspersores. Todos o algunos de estos elementos pueden estar fijos en el campo, permanentes o solo durante la campaña de riego. Además también pueden ser completamente móviles y ser transportados desde un lugar a otro de la parcela.

### **6.6.2.- Características del riego por aspersión**

Los sistemas de riego por aspersión se adaptan bastante bien a topografías ligeramente accidentadas, tanto con las tradicionales redes de tuberías como con las máquinas de riego. El consumo de agua es moderado y la eficiencia de su uso bastante aceptable. Sin embargo, la aplicación del agua en forma de lluvia está bastante condicionada a factores climáticos que se produzcan, en particular al viento, y a la aridez del clima (las gotas podrían desaparecer antes de tocar el suelo por la evaporación).

Son especialmente útiles para aplicar riegos relativamente ligeros con los que se pretende aportar algo de humedad al suelo en el periodo de sequía.

Las principales características operativas de este método son:

- La velocidad de aplicación del agua debe ser menor que la velocidad de infiltración básica.
- En los laterales, las pérdidas de carga deben ser inferiores al 20%.
- En la línea principal, la pérdida de carga debe ser inferior al 15%.
- Los laterales debieran colocarse en forma perpendicular a la dirección del viento.
- Los laterales debieran ir en el sentido de la pendiente para ahorrar energía.

Lo mencionado anteriormente no significa que el riego por aspersión sea un sistema de riego por excelencia, pues presenta sus ventajas y desventajas. Sin embargo, las ventajas son mucho más conocidas que las desventajas, pues no olvidemos que es un producto comercial.

### **6.6.3.- Ventajas del riego por aspersión**

- El ahorro en mano de obra, pues una vez puesto en marcha no necesita especial atención. Existen en el mercado eficaces programadores activados por electros válvulas que, por sectores y por tiempos activará el sistema según las necesidades previamente programados, por lo que la mano de obra es casi nula.
- La adaptación al terreno, se puede aplicar tanto a terrenos planos como ondulados no necesitando allanamiento ni preparación de las tierras.
- La eficiencia del riego por aspersión es de un 80% frente al 50% en riegos por inundación tradicionales. Por consecuencia el ahorro en agua es un factor muy importante a la hora de valorar este sistema.
- Especialmente útil para distintas clases de suelos ya que permite riegos frecuentes y poco abundantes en superficies poco permeables.
- Evita la construcción de acequias y canales, con lo que se aumenta la superficie útil respecto a los riegos por superficie.
- Se adapta a la rotación de cultivos (la instalación se dimensiona para el más exigente) y a los riegos de socorro.

### **6.6.4.- Inconvenientes del riego por aspersión**

- En algunas modalidades permite el reparto de fertilizantes y tratamientos fitosanitarios, así como la lucha contra heladas, los daños a las hojas y a las flores, pues las primeras pueden dañarse por el impacto de agua sobre las mismas, si son hojas tiernas o especialmente sensibles al depósito de sales sobre las mismas. En cuanto a las flores pueden, y de hecho se dañan, por ese mismo impacto sobre las corolas.
- Requiere una inversión importante, el depósito, las bombas, las tuberías, las juntas, los manguitos, las válvulas, los programadores y la intervención a técnicos hacen que en un principio el gasto sea elevado aunque la amortización a medio plazo está asegurada.

- En días de vientos acentuados el reparto del agua puede verse afectado en su uniformidad.

### **6.6.5.- Instalaciones y sistemas del riego por aspersión**

#### **6.6.5.1.- Instalaciones**

Para conseguir un buen riego por aspersión son necesarios:

- Presión en el agua.
- Una estudiada red de tuberías adecuadas a la presión del agua.
- Aspersores adecuados que sean capaces de esparcir el agua a presión que les llega por la red de distribución.
- Depósito de agua que conecte con la red de tuberías.

**-Presión en el agua:** Es necesaria por dos motivos: La red de distribución se multiplica en proporción a la superficie que debemos regar y teniendo en cuenta que el agua debe llegar al mismo tiempo y a la misma presión a las bocas donde se encuentran instalados los mecanismos de difusión (aspersores) con el fin de conseguir un riego uniforme. La segunda razón es que la presión del agua debe ser capaz de poner en marcha todos los aspersores al mismo tiempo bien sean fijos o móviles, de riego más pulverizado o menos. En el caso de que la presión de la red no sea suficiente se deberá instalar un motor que de la presión suficiente desde el depósito hasta los aspersores.

**-Red de tuberías:** En general la red de tuberías que conducen el agua por la superficie a regar se compone de ramales de alimentación que conducen el agua principal para suministrar a los ramales secundarios que conectan directamente con los aspersores.

Las tuberías empleadas son:

- Tuberías de acero, que satisfacen cualquier capacidad y presión, pueden cortarse y darle forma en el campo, poseen elasticidad, fácil de instalar, se utilizan en piezas especiales y accesorios, el inconveniente con estas tuberías el costo, el peso que es relativamente alto, y es susceptible a la corrosión.
- Tuberías de hierro, que pueden ser de fundición gris (grafito laminar), comúnmente llamando hierro fundido. De fundición dúctil (grafito esferoidal), denominado de hierro dúctil, vienen protegidos con un revestimiento de cemento o con otros materiales especiales, permitiendo mejorar la calidad y duración de las superficies internas de la tubería. Se fabrican en diámetros de 60mm – 1,800 mm. Para diámetros de 800 y 1,800 mm la presión máxima varía de 19 a 24 kg/cm<sup>2</sup>, para diámetros menores a 800 mm la presión máxima alcanza los 64 kg/cm<sup>2</sup>.
- Tuberías de concreto armado, pueden soportar altas capacidades y presiones, vienen en grandes diámetros, el inconveniente con estas tuberías es que es difícil su transporte e instalación, además de presentar dificultades en su reparación, son demasiado pesadas, los diámetros varían de 150 mm a 1,600 mm para presiones de 5 a 16 kg/cm<sup>2</sup>.
- Tuberías de asbesto – cemento, son fáciles de instalar, además son resistentes a presiones externas, no hay pérdida de sección por incrustaciones y resisten a cambios de temperatura, el inconveniente es la instalación, el transporte y excavación que son caros, además no resisten al golpe de ariete “difícil su reparación, pueden quebrarse debido a sismos. En la actualidad ya no se utilizan por ser nocivas para la salud.
- Tuberías de PVC, son tuberías de bajo costo, livianas y fáciles de instalar y reparar, no son corrosivos, poseen un bajo índice de porosidad y de

rugosidad, deben estar siempre enterrados, se fabrican con dos tipos de uniones: Tubos sellado elastomérico y tubos de cementado solvente.

- Las ventajas de los tubos de PVC, es que permite un amplio grado de movimiento axial, para acomodarse a cambios de longitud, puede usarse la tubería inmediatamente una vez que se ha ejecutado la instalación, es fácilmente desmontable para cualquier tipo de reparaciones, además de ser una junta completamente hermética, aumentando su eficiencia con el aumento de la presión hidráulica.
- Los tubos PVC deben estar identificados por una marca registrada, tipo de material, presión nominal y diámetro de tubería, de acuerdo a normas nacionales. Las características dimensionales de los tubos PVC son los siguientes: Diámetro nominal en mm. La longitud total y la longitud útil en m. El diámetro externo e interno en mm. El espesor de la pared del tubo en mm, se fabrican en diámetros nominales desde 50 mm (2”), hasta 500 mm (20”), y longitudes de 3 y 6 m.

Todo esto supone un estudio técnico adecuado, ya que de él dependerá el éxito de la instalación.

**-Aspersores:** Los más utilizados en la agricultura son los giratorios porque giran alrededor de su eje y permiten regar una superficie circular impulsados por la presión del agua, aunque en el mercado los hay de variadas funciones y distinto alcance. Son parte muy importante del equipo del riego por aspersión y por tanto el modelo, tipo de lluvia (más o menos pulverizada) que producen, alcance, etc. deben formar parte del estudio técnico antes mencionado.

Los aspersores normalmente utilizados son de dos tipos: chorro fijo y chorro rotativo. Los primeros, poco utilizados, tienen un alcance relativamente pequeño, generalmente menor de 12 metros y pluviometrías elevadas.



Los segundos son los normalmente empleados en agricultura y se subdividen en dos grandes grupos: aspersores de giro rápido y de giro lento. Los del primer grupo solo se utilizan en jardinería, invernaderos, pequeñas parcelas y más. Los del segundo grupo, giro lento, son los más empleados en el riego agrícola. Según la causa que produce el giro se clasifican en aspersores de reacción, de turbina y de cheque. Los dos primeros sistemas están en desuso y el tercero es prácticamente el único empleado. Su rotación se realiza por los movimientos alternativos de un brazo, uno de cuyos extremos interrumpe el chorro y el otro, de mayor masa produce el giro, mediante cheques. Dicho brazo va provisto de un muelle recuperador, con el fin de alternar su movimiento y provocar sucesivos choques y giros.

En cuanto a la presión de trabajo, los aspersores se clasifican en tres grupos:

**Baja presión:** esta puede alcanzar hasta un máximo de 2 kgf/cm<sup>2</sup>. Su caudal y radio mojados son pequeños y se usan principalmente en jardinería, huertos e invernaderos. Dentro de esta categoría se encuentran los aspersores de ángulo bajo, para el riego bajo árbol, que en ciertas condiciones, cuando no convenga mojar las hojas, pueden resultar muy útil.

Actualmente, debido al aumento del precio de la energía, se tiende a utilizar la menor presión de trabajo posible, compatible con una correcta distribución del agua sobre la superficie a regar.

**Media presión:** comprendida entre 2,5 y 4 kgf/ cm<sup>2</sup>. Son los más comúnmente empleados ya que alcanzan marcos bastante amplios, llegando hasta la disposición de 24m x 24m, con una correcta distribución del agua, con el consiguiente ahorro de material en parcela.

**Alta presión:** esta es mayor de 4 kgf/cm<sup>2</sup>. Generalmente se les suele llamar cañones. Su marco puede alcanzar grandes dimensiones, con aparatos situados cada 60, 80 e incluso 100 metros. La distribución del agua no es buena, el viento

ejerce mucha influencia y, debido a la gran altura de caída y al tamaño de las gotas, puede producir daños a los cultivos y compactar al terreno. Por todo ello solo se suelen usar para el riego de praderas y forrajes en zonas con relieve ondulado”. [“Riego y Drenaje. Manual para educación agropecuaria”. Berlijn, Johan D. Editorial Trillas. México1990]

**-Depósito del agua:** Desempeña dos funciones: la de almacenamiento del agua y la de ser punto de enlace entre el agua sin presión y el motor de impulsión.

#### **6.6.6.- Sistemas de riego por aspersión**

Los sistemas de riego por aspersión se pueden clasificar en dos grupos:

1. Sistemas estacionales que permanecen en la misma posición mientras dura el riego y pueden ser:

- Sistemas móviles (Portátil);
- Sistemas semifijos;
- Sistemas fijos.

2. Sistemas mecanizados que se desplazan mientras se aplica el agua de riego y pueden ser:

- Cañones de riego;
- Lateral de avance frontal;
- Pivotes.

##### **6.6.6.1.- Sistema móvil**

Es un sistema de riego por aspersión englobado dentro de la clasificación de estacionario. En este caso, todos los elementos de la instalación son móviles, incluso puede serlo el grupo de bombeo. Los ramales de riego suelen ser de aluminio o de PVC y se instalan sobre la superficie del terreno. Cuando acaba el riego de una

postura, los ramales con los aspersores se trasladan a la siguiente posición, requiriendo por ello una gran cantidad de mano de obra para el riego.

Estos equipos suelen ser instalados para aplicar riego eventuales o como soluciones de emergencia. Se compone de un grupo motobomba móvil (puede ser accionado desde la toma de fuerza del tractor) que envía el agua a una tubería en la que están colocados los aspersores. A veces, se acoplan a la tubería unas mangueras al final de las cuales se encuentran los aspersores sobre patines. De esta forma, los aspersores pueden ocupar diversas posiciones de riego antes de que sea necesario mover la tubería. Este sistema suele utilizarse en parcelas pequeñas o para aplicar riegos complementarios.

#### **6.6.6.2.- Sistema semifijo**

En este sistema son fijos el grupo de bombeo y la red de tuberías principales, que normalmente se encuentra enterrada. Esta tubería principal suele ser de PVC o fibrocemento, de ella derivan los hidrantes en donde se conectan los ramales de distribución (fijos o móviles), a los que se conectan los ramales de riego, que son móviles. Estos ramales móviles deben ser fácilmente transportables por lo que suelen ser de materiales ligeros y que soporten bien el estar a la intemperie (aluminio, polietileno). A los ramales se acoplan los aspersores bien directamente, bien a través de unas mangueras.

#### **6.6.6.3.- Sistema fijo**

Todos los elementos de este sistema son fijos (bombeo, red de riego y emisores), salvo en algunos casos donde los aspersores son desmontables y van ocupando sucesivas posiciones a lo largo de los ramales de riego. La red de riego puede instalarse únicamente para la campaña o ser permanente. Dentro de los sistemas fijos se pueden distinguir dos tipos, los sistemas aéreos y los enterrados.

Los sistemas fijos aéreos constan de una red de tuberías principales enterradas y unos ramales de riego que se encuentran sobre el terreno. Estos ramales pueden

ser trasladados a otras parcelas o a otra zona de la misma en función de la rotación de cultivos existente en la explotación.

Los sistemas fijos enterrados se denominan comúnmente cobertura total enterrada y tienen toda la red de riego bajo la superficie del terreno. En este caso, el diseño del marco de riego más adecuado tiene mucha importancia, ya que no podrá ser modificado fácilmente.

#### **6.6.6.4.- Cañones de riego**

El cañón motorizado de riego consta de un aspersor de gran alcance y caudal (cañón) montado sobre un carro o patín y conectado al suministro de agua mediante una manguera. Este sistema de riego utiliza aspersores rotativos de gran tamaño, que funcionan con una elevada presión y forman gotas bastante grandes. Son adecuados para dar riegos de apoyo a cultivos con bajas necesidades de riego y es bastante utilizado para praderas de zonas semi-húmedas.

#### **6.6.6.5.- Lateral de avance frontal**

Este equipo es de estructura semejante al pivote. Consiste en un ramal de riego montado sobre unas torres automotrices de dos ruedas que se desplazan en sentido perpendicular al ramal de riego. Riega superficies de forma rectangular.

La tubería porta emisores, los emisores y los sistemas de propulsión son semejantes al pivote. Sin embargo, la forma de suministrar agua al equipo y el mecanismo de alineamiento presentan diferencias respecto al equipo pivote. El suministro de agua se realiza directamente desde un canal o mediante una manguera flexible que es arrastrada por el mismo equipo. En el segundo caso, se necesitan hidrantes cada 200 ó 300 m, llevando la máquina una manguera de 115 ó 165 m. La pérdida de carga en la manguera hace que necesite más energía en estos montajes que en los de toma directa de un canal.

#### **6.6.6.6.- Pivote**

El Pivote forma parte de los sistemas de riego por aspersión mecanizados. Es un ramal de riego con un extremo fijo, por el que recibe el agua y la energía eléctrica, y otro móvil que describe un círculo girando alrededor del primero. El equipo de riego se basa en el movimiento de una tubería porta emisores que se apoya en unas torres automotrices. Estas torres están dotadas de un motor eléctrico y dos ruedas neumáticas. La tubería, que normalmente es de acero galvanizado, sirve junto con barras o cables, de elemento resistente para vencer la distancia entre torres. La distancia entre torres va desde 35 a 75 m, aunque lo más normal son las torres de 38 m (tramo corto) y 55 m (tramo largo). La longitud total del equipo varía de 60 a 800 m.

El equipo pivote riega una superficie de forma circular por lo que resulta inevitable que, si la parcela no tiene esta forma, queden zonas sin regar. Normalmente los pivotes riegan un círculo completo aunque también se instalan para el riego de medio círculo. Si se desea regar la totalidad de la finca existen varias opciones. La opción más común es poner en riego estas partes de la finca con un sistema de cobertura total enterrada. Otra opción menos corriente es añadir en el equipo los dispositivos llamados "de esquina". Estos dispositivos están formados por un alero articulado de la tubería porta emisores que sólo se despliega y se pone en funcionamiento al pasar sobre una de estas zonas (esquinas del campo) que de otra forma quedarían sin regar.

#### **6.6.7.- Proyecto de riego por aspersión**

“El proyecto de riego por aspersión consiste en determinar todas las características técnicas del riego. Para ello hay que partir de los datos básicos, climatología y suelo, que no se pueden modificar y de una serie de variables, en las que el proyectista tiene una cierta capacidad de decisión, mayor o menor según los condicionantes previos de cada caso, como son los cultivos a implantar, tamaño y

forma de la superficie a regar, sistema de riego y más. En todo proyecto se deberán determinarse los siguientes datos:

- Superficie de cada cultivo.
- Necesidades de agua y dosis de riego.
- Elección del aspersor.
- Tipo y sistema de aspersión.
- Duración y horario de riego.
- Material necesario, incluyendo cálculos hidráulicos de tuberías y bombas.
- Equipamiento de la red.
- Estudio económico.

Sobre los dos primeros puntos, válidos para cualquier modalidad de riego, se tomará como base de la propuesta a una hectárea de terreno agrícola por tratarse de un diseño modular, al igual que los costos que, por su especial importancia en el resultado final, deben tenerse en cuenta. La determinación del cultivo o cultivos de la alternativa a implantar es primordial, pues de ello dependen las necesidades de agua y las dosis de riego a aportar. Varían principalmente con la naturaleza del suelo”. [Riego por aspersión”, G. Castañón Lion., 1991]

#### **6.6.8.- Diseño agronómico**

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.

### **6.6.8.1.- Necesidades hídricas de los cultivos**

La evapotranspiración es la cantidad de agua que necesita un cultivo para su crecimiento óptimo. Esta palabra, evapotranspiración representa la suma del agua necesaria para cubrir la evaporación que se produce desde la superficie del suelo y la transpiración que realizan las plantas desde sus partes verdes (sobre todo desde las hojas).

Los métodos de cálculo de las necesidades hídricas de los cultivos deben ser contrastados en las condiciones climáticas de cada zona regable. Normalmente se utiliza la metodología de la FAO (Organización para la Agricultura y la Alimentación de las Naciones Unidas) por su sencillez y sentido práctico. Además, estos métodos de cálculo han sido probados con éxito en distintas zonas y climas del mundo.

A partir de datos meteorológicos se calcula la —evapotranspiración de referencial, que corresponde con la evapotranspiración de un cultivo de pradera.

Técnicamente, la evapotranspiración de referencia es la tasa de evapotranspiración de una superficie extensa de gramíneas verdes de 8 a 15 cm de altura, uniforme, en crecimiento activo, sombreando totalmente el suelo y bien provista de agua.

Entre los métodos de cálculo de la evaporación se cuentan:

- El tanque evaporimétrico de clase A.
- Los métodos que utilizan sólo datos de temperatura, como "Thornthwaite" y "Blaney-Criddle".
- Y finalmente, métodos que tienen en cuenta la temperatura, insolación, humedad del aire y el viento "Penman Monteith".

Independientemente del método utilizado para el cálculo de la evapotranspiración es fundamental calibrar el método comparando estos valores con los valores

medidos de la evapotranspiración en condiciones locales. El concepto de evapotranspiración de referencia (ET<sub>o</sub>) más reciente aceptado internacionalmente ha sido expresado por Allen *et al* (1998) como la —tasa de evapotranspiración de un pasto hipotético de referencia, bien abastecido de agua, con altura de 0,12 m, una resistencia de superficie de cultivo fija de 70 s. m<sup>-1</sup> y un albedo de 0,23

La evapotranspiración de cada cultivo se puede calcular multiplicando la evapotranspiración de referencia por el coeficiente de cultivo. Estos coeficientes de cultivo también han sido desarrollados por la FAO, y dependen de las características del cultivo, del período vegetativo, del clima, de la fecha de siembra, de la duración del riego y de la frecuencia de lluvias.

Las necesidades netas de riego se calculan restando de la evapotranspiración del cultivo la precipitación efectiva (la lluvia). La precipitación efectiva depende de la capacidad de retención del suelo y de la profundidad de las raíces. Es el agua que queda disponible para el cultivo tras una lluvia, ya que parte del agua se pierde en percolación profunda, escorrentía y evaporación. La precipitación efectiva depende de la frecuencia e intensidad de lluvia, de las características topográficas del terreno, del contenido de humedad previa del suelo y de las prácticas culturales.

Las necesidades brutas de riego se calculan dividiendo las necesidades netas por la eficiencia de aplicación. La eficiencia tiene en cuenta la uniformidad de distribución y el exceso de agua de riego a aportar para lavar las sales (Las necesidades de lavado dependen de la calidad del agua de riego y del cultivo), las pérdidas por escorrentía, percolación y evaporación. La eficiencia de aplicación depende más del manejo que del sistema de riego. Estas necesidades totales de riego son superiores a las netas ya que deben compensarse las pérdidas antes reseñadas.



### 6.6.8.2.- Necesidades netas de riego

Las necesidades netas de riego ( $N_n$ ) vienen definidas por las siguientes variables:

- Las necesidades de agua del cultivo  $ET$  (cultivo).
- Aportaciones de la precipitación efectiva  $Pe$ .
- Aporte capilar desde una capa freática próxima a las raíces.
- Variación en el almacenamiento de agua en el suelo.

$N_n = ET$  (cultivo) —  $Pe$  — aporte capilar — variación de almacenamiento.

Del total de agua de precipitación que cae sobre la superficie de un terreno, una parte se infiltra y se incorpora a la zona radical, otra parte percola en profundidad fuera del alcance de las raíces, otra parte se pierde por escorrentía superficial y otra parte queda interceptada por la vegetación, desde donde se evapora posteriormente. Se llama precipitación efectiva a la proporción de agua retenida en la capa radical con relación a la cantidad de lluvia caída. Su magnitud depende:

- De las características del terreno: condiciones físicas, grado de humedad, pendiente, cobertura de cultivo, etc.
- De las características de la precipitación: altura de agua caída, intensidad, duración y frecuencia.

Salvo en casos muy particulares no se tienen en cuenta el aporte capilar desde la capa freática ni la variación en el almacenamiento de agua en el suelo. En riego localizado tampoco se considera la lluvia efectiva, debido a la gran frecuencia en la aplicación del agua.

### **6.6.8.3.- La Evapotranspiración**

Recibe el nombre de evapotranspiración (o uso consuntivo de agua) a la cantidad de agua transpirada por el cultivo y evaporada desde la superficie del suelo en donde se asienta el cultivo. Cabe distinguir dos formas de evapotranspiración:

- Evapotranspiración máxima.- Es la cantidad de agua consumida, durante un determinado período de tiempo, en un suelo cubierto de una vegetación homogénea, densa, en plena actividad vegetativa y con un buen suministro de agua.
- Evapotranspiración real.- Es la cantidad de agua realmente consumida por un determinado cultivo durante el período de tiempo considerado.

El rendimiento del cultivo es máximo cuando la transpiración es máxima, y esto ocurre cuando el cultivo se desarrolla en las mejores condiciones posibles. Ocurre entonces que la evapotranspiración real coincide con la evapotranspiración máxima.

### **6.6.8.4.- Cálculo de las necesidades de agua de los cultivos**

La determinación de las necesidades de agua de un cultivo puede hacerse por diversos métodos. Un método directo es el del lisímetro, recipiente de gran tamaño lleno de tierra en donde se siembra la planta objeto de estudio y se cultiva de la forma más parecida posible a como se efectúa el cultivo en el campo. Se coloca a la intemperie, sobre una superficie en la que pueda recogerse el agua que escurra. Periódicamente se pesa el recipiente, lo que permite conocer el agua perdida por evapotranspiración durante el período que se considere. Este método es costoso y difícil, por lo que sólo se realiza en trabajos de investigación.

Otros métodos empíricos evalúan la evapotranspiración a partir de datos climáticos y de otra clase. Entre ellos destacan los cuatro métodos estudiados por

Doorembos y Pruitt en la publicación de FAO —Las necesidades de agua de los cultivos‡, métodos de Blaney-Criddle, de la radiación, de Penman y de la cubeta evaporimétrica.

Según estos métodos, para calcular la evapotranspiración de un cultivo cualquiera se valora antes la evapotranspiración de un cultivo de referencia, relacionándose ambos mediante un coeficiente obtenido experimentalmente.

$$ET (\text{cultivo}) = ETo * Kc$$

ET (cultivo) = Evapotranspiración de un cultivo determinado, expresado en mm por día.

ETo = Evapotranspiración del cultivo de referencia, expresado en mm por día.

Kc = Coeficiente de cultivo, variable con el propio cultivo y con su período vegetativo.

ETo se define como la tasa de evapotranspiración de un cultivo extenso y uniforme de gramíneas, de 8 a 15 cm de altura, en crecimiento activo, que sombrea totalmente el suelo y no está escaso de agua.

La ET (cultivo) es la evapotranspiración de un cultivo determinado en un suelo fértil, sin enfermedades y con suficiente cantidad de agua para dar una plena producción.

El cálculo de ETo se hace en la misma zona de riego (método de la cubeta evaporimétrica) o mediante fórmulas que relacionan ciertos datos climáticos (métodos de Blaney-Criddle, de la radiación y de Penman).

Los métodos de Blaney-Criddle, de la radiación y de Penman se utilizan, generalmente, como métodos de predicción, mientras que el método de la cubeta evaporimétrica mide la evaporación real ocurrida en dicha cubeta (que se

relaciona con la evapotranspiración real), aunque también se puede utilizar como método de predicción.

#### 6.6.8.5.- Necesidades totales de riego

Las necesidades totales vienen definidas por la fórmula:

$$N_t = \frac{N_n}{E_a} = \frac{N_n}{R_p \times F_L \times F_r \times C_U}$$

$N_t$  = Necesidades totales, en mm/día.

$N_n$  = Necesidades netas, en mm/día.

$E_a$  = Eficacia de aplicación, en tanto por uno.

$R_p$  = Relación de percolación, en tanto por uno.

$F_L$  = Factor de lavado, en tanto por uno.

$F_r$  = Factor de rociado, en tanto por uno.

$C_U$  = Coeficiente de uniformidad, en tanto por uno.

De un modo general, las eficiencias de los diferentes sistemas de riego vienen indicadas en la Tabla N°6.6.

**Tabla N° 4** Eficiencia de aplicación del agua para diferentes sistemas de riego

Riego por surcos.....	0,50-0,70
Riego por fajas.....	0,60-0,75
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:** Ing. Javier Sánchez FERTITEC S.A.

Se ha considerado que los sistemas de riego a presión (aspersión y goteo), más tecnificados, tenían una eficiencia mayor que el riego por superficie. Sin embargo,

hay que considerar que el manejo del sistema influye decisivamente en la eficiencia, de tal modo que un sistema poco tecnificado pero bien manejado resulta más eficiente que otro más tecnificado pero mal manejado.

#### **6.6.8.6.- Dosis de riego e intervalo entre riegos**

La dosis de riego es la cantidad de agua que se aplica en cada riego por cada unidad de superficie. Cabe diferenciar entre dosis neta ( $D_n$ ) y dosis bruta o total ( $D_t$ ). La dosis neta corresponde a la reserva fácilmente disponible, y viene dada por la fórmula:

$$D_n = 100 * H * D_a * (C_c - P_m) * f$$

$D_n$  = Dosis neta expresada en m<sup>3</sup>/ha.

$H$  = Profundidad de las raíces, en m.

$D_a$  = Densidad aparente del suelo.

$C_c$  = Capacidad de campo, expresado en porcentaje en peso de suelo seco.

$P_m$  = Punto de marchitamiento, expresado en porcentaje en peso de suelo seco.

$F$  = Fracción de agotamiento del agua disponible, expresado en tanto por uno.

La dosis total o dosis bruta es la cantidad total de agua que se aplica cuando se toma en consideración la eficiencia de aplicación y viene dado por la fórmula:

$$D_t = \frac{D_n}{E_a}$$

Siendo  $E_a$  la eficiencia de aplicación.

Se debe regar cuando las extracciones de las plantas agoten la reserva fácilmente disponible. Por consiguiente, el intervalo ( $i$ ) en días será:

$$i = \frac{\text{Reserva fácilmente disponible}}{\text{Necesidades netas diarias}} = \frac{D_n}{N_n}$$

Naturalmente, la Dn y las Nn diarias se han de expresar en las mismas unidades (m<sup>3</sup>/ha o mm de altura de agua).

## **6.7.- METODOLOGÍA.- MODELO OPERATIVO**

El diseño de un sistema de riego por aspersión en el módulo Samanga – San Carlos del cantón Ambato, contará con el diseño de un reservorio, que dependerá del caudal que llega al sector y del requerimiento hídrico de los cultivos, las legumbres y las hortalizas que serán cultivadas, al igual que el sistema propuesto. Se adoptará también el diseño de la captación desde el canal y el sistema de distribución a las tuberías; después se establecerá las especificaciones de bomba de acuerdo a las necesidades que imponga la topografía, tipo del terreno y capacidad del reservorio. De igual forma se determinará el tipo, material y más exigencias de las redes principales y secundarias de tuberías y se elegirá el tipo de aspersores a utilizar.

### **6.7.1.- Requerimientos hídricos de legumbres y hortalizas**

En cuanto a los requerimientos hídricos de legumbres y hortalizas, existen normativas de acuerdo a la FAO (Organización para la Agricultura y la Alimentación perteneciente a las Naciones Unidas) que recomiendan la utilización de la ecuación de PENMAN-MONTEITH para obtener el valor de la evapotranspiración de un cultivo.

#### **6.7.1.1.- Ecuación Penman-Monteith**

$$ET_c = K_c * ET_o$$

Dónde:

ET<sub>c</sub> = Evapotranspiración del cultivo (mm/día).

K<sub>c</sub> = Coeficiente de cultivo (adimensional).

ET<sub>o</sub> = Evapotranspiración potencial o de referencia (mm/día).

Estos parámetros serán calculados mediante la ecuación expuesta anteriormente, posterior a ello se podrá determinar la demanda de agua neta de los cultivos (Dn) y la demanda de agua bruta de los cultivos (Db).

Kc: es un valor que dependerá del tipo de cultivo y adicionalmente de la fase en la que el cultivo se encuentre. Los valores de Kc que se pueden utilizar de acuerdo a la FAO conforme al informe del año 2008 correspondiente a terrenos aptos para regadío son: 0,7 en el periodo inicial; de 0,7 a 1,05 en desarrollo vegetativo; 1,05 en la fase de salida de pellas; y de 1,05 a 0,95 en la fase final. Por lo tanto los valores adoptados para Kc de legumbres y hortalizas en sus diferentes etapas están sustentados por informes de la FAO y serán:

**Tabla N° 5** Coeficiente de cultivo.

FASE	Inicial	Desarrollo vegetativo	Salida pellas	Final
Kc	0,7	0,7	1,05	0,95

**Fuente:** Ing. Javier Sánchez FERTITEC S.A.

Primero se calculará la evapotranspiración de cultivo mediante Penman Monteith, sabiendo que la evapotranspiración de referencia está en el rango de 3 a 3.5 mm/día según la FAO.

La ETo del cultivo de legumbres y hortalizas será 3.25mm/día para el cálculo de Etc en todas las fases y Kc variará de acuerdo a las mismas.

### **6.7.2.- Requerimiento hídrico para la fase inicial**

$$E_{To} = 3.25\text{mm/día.}$$

$$K_c = 0.7 \text{ (tabla 6.7).}$$

$$E_{Tc} = K_c * E_{To}.$$

$$E_{Tc} = 0.7 * 3.25\text{mm/día.}$$

$$E_{Tc} = 2.275 \text{ mm/día.}$$

Demanda neta del cultivo Dn.

$$Dn = ETc - Pe \text{ (Precipitación Efectiva).}$$

Para Pe, en este caso se recomienda el valor de cero, pues en nuestro medio no son muy marcadas las etapas de lluvia continua y se equiparan con etapas sin precipitaciones, de igual forma son muy escasos los datos obtenidos por estaciones pluviométricas. Además como factor de seguridad no restaremos caudal a la demanda neta por la variabilidad del clima mayormente sin lluvia en el sector de Samanga para obtener los volúmenes de agua máximos.

$$Dn = 2.275 \text{ mm/día}$$

Demanda bruta del cultivo Db:

$$Db = \frac{Dn}{Efr} \times 100$$

Dónde:

Db = Demanda bruta del cultivo.

Dn = Demanda neta del cultivo.

Efr = Eficiencia del sistema de riego a utilizarse.

A continuación se detalla la eficiencia de aplicación del agua para diferentes sistemas de riego.

### **Riego por superficie:**

Riego por surcos.....	0,50-0,70
Riego por fajas.....	0,60-0,75
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



Los valores de Efr dependerán del sistema de riego a utilizarse, en este caso para el riego por aspersión se adoptará una eficiencia del 80%.

$$Db = \frac{2.275 \text{ mm/día}}{80\%} \times 100$$

$$Db = 2.84 \text{ mm/día}$$

Se aprovechará cerca del 65% o 0.65 de metro cuadrado, la que será el área de irrigación. Esto debido a que se estima la utilización de 30000 plantas por hectárea.

Ahora bien 1mm/día equivale a 1 lt/m<sup>2</sup>/día según detalles investigativos de la FAO recopilados en un informe de 2006, esto con el fin de obtener el caudal de irrigación por una hectárea de terreno.

Por lo tanto si mi demanda bruta Db es de 2.84 mm/día equivaldrán a 2.84lt/m<sup>2</sup>/día.

Como se consideró que en un m<sup>2</sup> de terreno solo el 65% o 0.65 m<sup>2</sup> se encuentran sembrados y la base es una hectárea para este diseño modular de sistema de riego por aspersión, se tiene por lo tanto para una hectárea el caudal de agua que se necesita para el cultivo de legumbres y hortalizas en su fase inicial que es:

$$2.84\text{lt/m}^2/\text{día} * 10000 * 0.65 \text{ m}^2 = \mathbf{18460\text{lt/día} = 18.46\text{m}^3/\text{día}}$$

### **6.7.3.- Requerimiento hídrico para la fase de desarrollo vegetativo**

Datos:

$$ET_o = 3.25\text{mm/día.}$$

$$K_c = 0.7 \text{ (tabla 4).}$$

$$ET_c = K_c * ET_o.$$

$$ET_c = 0.7 * 3.25\text{mm/día.}$$

$$ET_c = 2.275 \text{ mm/día.}$$

Demanda neta del cultivo Dn:

$$Dn = ETc - Pe \text{ (Precipitación efectiva)}$$

$$Pe = 0$$

$$Dn = 2.275 \text{ mm/día}$$

Demanda bruta del cultivo Db:

$$Dn = 2.275 \text{ mm/día}$$

$$Efr = 80\%$$

$$Db = \frac{2.275 \text{ mm/día}}{80\%} \times 100$$

$$Db = 2.84 \text{ mm/día}$$

De igual forma se hace el análisis por metro cuadrado y por hectárea de irrigación.

Db es de 2.84mm/día que equivaldrán a 2.84lt/m<sup>2</sup>/día.

Por lo tanto para una hectárea el caudal de agua que se necesita para el cultivo de legumbres y hortalizas en su fase de desarrollo vegetativo es:

$$2.84 \text{ lt/m}^2/\text{día} * 10000 * 0.65 \text{ m}^2 = \mathbf{18460 \text{ lt/día} = 18.46 \text{ m}^3/\text{día}}$$

#### **6.7.4.- Requerimiento hídrico para la fase de salida de pellas**

$$ETo = 3.25 \text{ mm/día.}$$

$$Kc = 1.05 \text{ (tabla 4).}$$

$$ETc = Kc * ETo.$$

$$ETc = 1.05 * 3.25 \text{ mm/día.}$$

$$ETc = 3.41 \text{ mm/día.}$$

Demanda neta del cultivo Dn:

$$Dn = ETc - Pe \text{ (Precipitación Efectiva)}$$

$$Pe = 0$$

$$Dn = 3.41 \text{ mm/día}$$

Demanda bruta del cultivo Db:

$$Dn = 3.41 \text{ mm/día}$$

$$Efr = 80\%$$

$$Db = \frac{3.41 \text{ mm/día}}{80\%} \times 100$$

$$Db = 4.26 \text{ mm/día}$$

De igual forma se hace el análisis por metro cuadrado y por hectárea de irrigación.

Db es de 4.26 mm/día equivaldrán a 4.26 lt/m<sup>2</sup>/día.

Por lo tanto para una hectárea el caudal de agua que se necesita para el cultivo de legumbres y hortalizas en su fase de desarrollo vegetativo es:

$$4.26 \text{ lt/m}^2/\text{día} * 10000 * 0.65 \text{ m}^2 = \mathbf{27690 \text{ lt/día} = 27.69 \text{ m}^3/\text{día}}$$

#### **6.7.5.- Requerimiento hídrico para la fase final**

Datos:

$$ETo = 3.25 \text{ mm/día.}$$

$$Kc = 0.95 \text{ (tabla 4).}$$

$$ETc = Kc * ETo.$$

$$ETc = 0.95 * 3.25 \text{ mm/día.}$$

$$ETc = 3.087 \text{ mm/día.}$$

Demanda neta del cultivo Dn:

$$Dn = ETc - Pe \text{ (Precipitación Efectiva)}$$

$$Pe = 0$$

$$Dn = 3.087\text{mm/día}$$

Demanda bruta del cultivo Db

$$Dn = 3.087\text{mm/día}$$

$$Efr = 80\%$$

$$Db = \frac{3.087\text{mm/día}}{80\%} \times 100$$

$$Db = 3.86\text{mm/día}$$

De igual forma se hace el análisis por metro cuadrado y por hectárea de irrigación.

Db es de 3.86mm/día equivaldrán a 3.86lt/m<sup>2</sup>/día.

Por lo tanto para una hectárea el caudal de agua que se necesita para el cultivo de legumbres y hortalizas en su fase de desarrollo vegetativo es:

$$3.86\text{lt/m}^2/\text{día} * 10000 * 0.65 \text{ m}^2 = \mathbf{25090\text{lt/día} = 25.09\text{m}^3/\text{día}}$$

**Tabla N° 6** Requerimiento hídrico de legumbres y hortalizas para una hectárea

<b>FASE</b>	<b>Db Unidad (m<sup>3</sup>/día)</b>
Fase inicial	18,46
Fase de desarrollo vegetativo	18,46
Fase de salida de pellas	27,69
Fase final	25,09

**Fuente:** Egdo. Juan Rodríguez.

### **6.7.6.- Adopción y diseño de las obras civiles**

La forma, la extensión del terreno y la localización de la fuente de suministro de agua son los factores que rigen la disposición de un sistema de riego por aspersión. El terreno en la presente propuesta cubre un área de 63 Ha, semejante a un cuadrado, por lo que la distribución del sistema, cálculos y precios serán establecidos para una hectárea, de acuerdo a la forma y topografía del terreno.

Los principios que han de tenerse en cuenta al proyectar la disposición del sistema:

- 1) Siempre que los demás factores o condiciones lo permiten:
  - Las tuberías principales deberán situarse en la dirección de la pendiente principal.
  - Los ramales laterales deberán colocarse formando ángulo recto con los vientos dominantes.
  
- 2) Deberán evitarse los ramales laterales de aspersión largos, que impliquen una distribución no uniforme del agua y tubos de mayor diámetro, lo que dificulta el manejo.

#### **6.7.6.1.- Captación del canal Latacunga-Salcedo-Ambato al módulo Samanga- San Carlos**

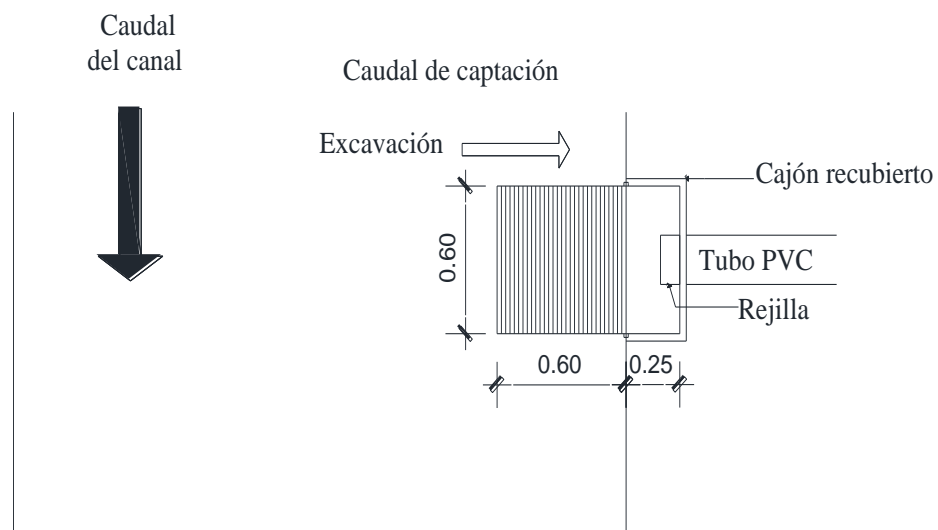
La captación es parte de las obras civiles, constituida por un conjunto de accesorios que permite captar el agua en forma continua, segura y dando seguridad a las condiciones de la fuente.

La captación superficial que se adoptará para el presente diseño del sistema de riego por aspersión, se la ejecutará por medio de una tubería que contará con una

rejilla muy simple al principio de la misma. En este terreno no es necesario realizar un cajón de división por el caudal del módulo y la disposición del terreno.

Será necesario realizar el ingreso del agua al reservorio, buscando un punto en el canal que permita el ingreso por gravedad. Para captar el agua se prevé realizar una pequeña obra que consiste en excavar manualmente desde el filo del talud límite lateral del canal 60cm hacia ella y hacia el terreno 25cm para formar un cajón que será recubierto de hormigón de 3cm de espesor que contará con una compuerta metálica y en cuya pared paralela al margen de la acequia estará la entrada de la tubería de PVC de 125mm que llevará el agua hacia el estanque de reserva.

**Figura N° 5** Planta de la excavación cajón de captación.



**Fuente:** Egdo. Juan Rodríguez.

#### 6.7.6.1.1.- Tubería de ingreso al reservorio

Se conoce el gasto o caudal (Q), la longitud de la tubería y el desnivel típico para la determinación del diámetro de la tubería que transporta el líquido desde el canal hacia el reservorio, así como la velocidad del agua, las pérdidas de carga unitaria (J), pérdida por fricción, cota piezométrica, presión estática y la carga dinámica. La tubería de PVC, irá en una zanja de 60cm de profundidad en el tramo indicado.

Datos:

- Q de derivación requerido para llenar el estanque en 4 horas = 0.01736m<sup>3</sup>/s; esto debido a que el volumen del estanque es de 250m<sup>3</sup>, que se espera sea captado en cuatro horas. (250m<sup>3</sup>/4horas = 62.5m<sup>3</sup>/hora = 0.01736m<sup>3</sup>/s)

- Longitud de tubería = 5m.

- Diámetro designado = 125mm.

- Diámetro interior nominal = 113mm.

- Coeficiente C de Hazen Williams = 150 (ver tabla N° 7).

a) Cálculo del área

$$A = \frac{\pi * D^2}{4}$$

$$A = \frac{\pi * 113^2}{4}$$

$$A = 10028,75 \text{ mm}^2$$

$$A = 0,010 \text{ m}^2$$

b) Cálculo de la velocidad (v)

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$V = \frac{0,01736 \text{ m}^3/\text{s}}{0,010 \text{ m}^2}$$

$$V = 1,736 \text{ m/s}$$

c) Cálculo de la pérdida de carga unitaria (J) mediante Hazen-Williams

$$J = \frac{10.64 * Q^{1.852}}{C^{1.852} * D^{4.87}}$$

$$J = \frac{10.64 * 0.01736^{1.852}}{150^{1.852} * 0.113^{4.87}}$$

$$J = 0.022 \text{ m/m}$$

d) Cálculo de la pérdida por fricción

$$HF = J * L$$

$$HF = 0.022 * 10$$

$$HF = 0.11 \text{ m}$$

e) Cálculo de la cota piezométrica teniendo una cota en la captación de 2700 m.s.n.m.

$$CP = \text{Cota del terreno} - HF$$

$$CP = 2675 - 0.11$$

$$CP = 2674.89 \text{ m}$$

f) Cálculo de la presión estática (PE) teniendo una cota a la salida del tubo de 2674.25 m.s.n.m.

$$PE = \text{Cota del terreno 1} - \text{Cota del terreno 2}$$

$$PE = 2675 - 2674.25$$

$$PE = 0.75 \text{ m}$$

g) Cálculo de la carga dinámica (PD)

$$PD = CP - \text{Cota del terreno 2}$$

$$PD = 2674.89 - 2674.25$$

$$PD = 0.64 \text{ m. c. a}$$



### 6.7.6.2.- Diseño del desarenador

La forma geométrica del desarenador será rectangular para evitar tener desigualdades de secciones con el canal de entrada.

Es recomendable diseñar los desarenadores con una velocidad comprendida entre:  $0.1\text{m/s} \geq V \leq 0.4\text{m/s}$ . Al tratarse de un sistema de riego por aspersión es necesario controlar la arena fina y los sólidos por ese motivo asumiremos una velocidad de  $0.1\text{ m/s}$  y una relación base/calado de  $1,5$ .

$$Q= 42\text{ lt/s} = 0.042\text{ m}^3/\text{s}$$

$$V= 0.1\text{ m/s}$$

$$m= 0\text{ (Por ser rectangular)}$$

$$b/d= 1.5$$

$$Am = \frac{Q}{V}$$

Dónde:

$Am$  = Área mojada.

$Q$ = Caudal de diseño  $\text{m}^3/\text{s}$ .

$V$ = Velocidad de diseño  $\text{m/s}$ .

$$Am = \frac{0.042}{0.1}$$

$$Am = 0.42\text{m}^2$$

Área mojada  $Am= b*d$

Con la relación  $b/d = 1.5$  tenemos:

$$d = \left(\frac{Am}{1.5}\right)^{0.5}$$

$$d = 0.60\text{m}$$

Se tomará una altura de seguridad del  $75\%$ .

$$s= 75\% * d$$

$$s= 0.45\text{ m}$$

$$d = d + s$$

$$d = (0.60 + 0.45)m$$

$$d = 1.05 m$$

Adoptaremos una altura  $H= 1 m$

$$b = 1.5 * d$$

$$b = (1.5 * 1.05)m$$

$$b = 1.60 m$$

Sección del desarenador  $1m*1.60m$

Calcular la longitud efectiva del desarenador

$$L = \frac{(1.2d * V)}{W}$$

Dónde:

$L$  = Longitud efectiva del desarenador.

$d$  = Calado del desarenador área mojada.

$V$  = Velocidad del agua en el sedimentador.

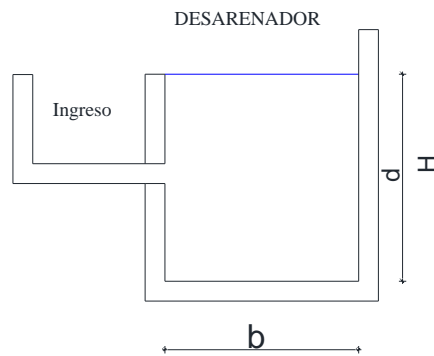
$W$  = Velocidad de sedimentación de la partícula.

Nota: Se considera un diámetro de partículas finas igual a  $0.3mm$  y  $W=0.0324m/s$  (Arkhangelski 1935).

$$L = \frac{(1.2 * 0.6 * 0.1)}{0.0324}$$

$$L = 1.22 m$$

**Figura N° 6** Vista en corte del desarenador.



**Fuente:** Egdo. Juan Rodríguez.

### 6.7.6.3.- Diseño del estanque de reserva

Para el almacenamiento del agua pueden construirse embalses, diques, azud, presas o estanques. Las presas se construyen con cemento, concreto o tierra. En lo posible debe evitarse la construcción de presas sobre manantiales viejos, terrenos de derrumbes, lugares pedregosos o rocosos, porque estos dificultan la obra. El estanque que se requiere en este terreno está cavado en su totalidad en el terreno, debido a la topografía del terreno, misma razón por lo que no se requiere de muros de hormigón de sostenimiento. El embalse es la acumulación de agua producida por una obstrucción en el lecho de un río o arroyo que cierra parcial o totalmente su cauce. La obstrucción del cauce puede ocurrir por causas naturales como, por ejemplo, el derrumbe de una ladera en un tramo estrecho del río o arroyo, la acumulación de placas de hielo o las construcciones hechas por los castores, y por obras construidas por el hombre para tal fin. En ingeniería se denomina presa o represa a una barrera fabricada con piedra, hormigón o materiales sueltos, que se construye habitualmente en una cerrada o desfiladero sobre un río o arroyo. Tiene la finalidad de embalsar el agua en el cauce fluvial para su posterior aprovechamiento en abastecimiento o regadío, para elevar su nivel con el objetivo de derivarla a canalizaciones de riego, para laminación de avenidas (evitar inundaciones aguas abajo de la presa) o para la producción de energía mecánica al transformar la energía potencial del almacenamiento en energía cinética y ésta nuevamente en mecánica al accionar la fuerza del agua

un elemento móvil. La energía mecánica puede aprovecharse directamente, como en los antiguos molinos, o de forma indirecta para producir energía eléctrica, como se hace en las centrales hidroeléctricas.

Para impedir las infiltraciones de agua en la presa o estanque se usará material de revestimiento denominada geomembrana, materiales de los que cabe mencionar:

Una geomembrana se define como un recubrimiento, membrana o barrera de muy baja permeabilidad usada con cualquier tipo de material relacionado aplicado a la ingeniería geotécnica para controlar la migración de fluidos en cualquier proyecto, estructura o sistema realizado por el hombre.

La impermeabilidad de las geomembranas es bastante alta comparada con los geotextiles o suelos, aun con suelos arcillosos; valores normales de permeabilidad para una geomembrana medida para transmisión de agua y vapor están en un rango de  $1 \times 10^{-12}$  a  $1 \times 10^{-15}$  m/s, por esto las geomembranas son consideradas impermeables.

Las geomembranas tienen las siguientes características:

-Alta durabilidad, resistentes a la mayoría de los líquidos peligrosos – altas resistencias químicas, resistentes a la radiación ultra violeta (U.V.) y económicas.

Existen dos grandes grupos en este tipo de geosintéticos tales como:

- Geomembranas de polietileno.
- Geomembranas de cloruro de polivinilo (pvc).

a) Geomembranas de polietileno de alta densidad HDPE y geomembranas ultra flexibles de polietileno liso de baja densidad lineal LLDPE, las cuales se utilizan de acuerdo a la aplicación que se requiera.

Las geomembranas de polietileno de alta densidad son aptas para recubrimiento de rellenos sanitarios, piscinas de lixiviados, recubrimiento de canales, minería, lagunas de oxidación, recubrimientos para reserva de agua, recubrimiento para material radioactivo o desperdicios líquidos peligrosos, recubrimiento para tanques de almacenamiento bajo tierra y recubrimiento para espejos solares.

b) Las geomembrana ultra flexibles de polietileno lisa de baja densidad lineal (LLDPE) son fabricadas con resina de polietileno virgen, específicamente diseñada para la fabricación de geomembranas flexibles. Sus características superiores tanto en elongación uniaxial como multiaxial la hacen adecuada para aplicaciones donde se esperan asentamientos diferenciales o locales en el suelo de apoyo, tales como pilas de lixiviación, cubiertas de vertederos, o cualquier aplicación donde las deformaciones fuera del plano son críticas, como es el casos de biodigestores o encarpamientos de lagunas anaerobias.

Importante hacer notar que el polietileno de baja densidad LDPE (Low Density Polyetilene) es diferente del polietileno lineal de baja densidad LLDPE (Low Linear Density Polyetilene). Este último tiene cadenas alineadas y largas, que hacen que pueda resistir las agresiones químicas mejor y así mismo se mejora su resistencia mecánica.

El recubrimiento escogido para el estanque de reserva en este caso, es una geomembrana marca Ginegar disponible en espesor de 500 micras, que se utilizará en largos según requerimiento y está disponible en comerciales especializados de la ciudad en maquinaria para riego.

El reservorio será excavado con maquinaria y manualmente, en su solera se colocará un solado de piedra de 15cm de espesor. Por otro lado para diseñar el estanque de reserva se deberá considerar las necesidades de agua de la planta en sus distintas etapas de desarrollo, con el objetivo de conocer el mayor volumen de agua que deberá almacenarse. El volumen obtenido en la fase de salida de pellas

es el mayor, este es de 27.69m<sup>3</sup> por cada día (ver tabla 6.8), para esto tenemos que el volumen de almacenamiento que deberá ser:

V<sub>b</sub> (requerimiento máximo de agua de legumbres y hortalizas) = 25.69m<sup>3</sup>/día

T (turno que le corresponde a la zona) = 7 días

Vol almacenamiento = 25.69m<sup>3</sup>/día x 7días = 179.83m<sup>3</sup>

Esto quiere decir que la capacidad del estanque reservorio debe contener el volumen que se necesitará en una semana, que es 179.83m<sup>3</sup>, hasta que nuevamente la semana siguiente se provea del agua de riego en el horario antes mencionado.

Ahora bien, para determinar el volumen de reserva también se debe tomar en cuenta varios valores como el de la evaporación que tendrá el tanque, para lo que consideraremos la fórmula de Visentini:

-Para cotas superiores a 500 m.s.n.m.

$$E = 90*t + 300$$

Dónde:

E = evaporación anual (mm).

t = temperatura promedio anual (°C) = 16 °C.

E = 90\*16+300.

E =1740 mm/m<sup>2</sup>.

Esta evaporación se producirá anualmente, pero como en nuestro caso los ciclos de almacenamiento son cada semana, la evaporación diaria y por semana será:

E diaria = 1740mm/m<sup>2</sup>/365días

E diaria = 4.767 mm/m<sup>2</sup>/día

4.767 mm/m<sup>2</sup> → 1 día

X → 7 días

E semanal = 33.37 mm/m<sup>2</sup>.

La evaporación semanal (E semanal) se deberá transformar a caudal una vez conocida la posible sección del estanque de reserva, para posteriormente sumar el caudal del cultivo con este valor de evaporación, para así determinar el volumen final que deberá tener el reservorio.

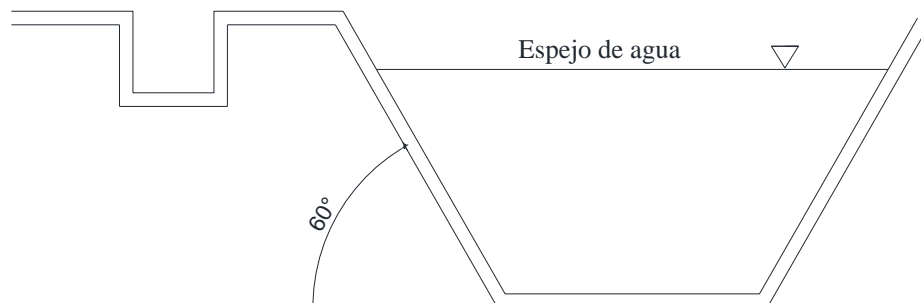
Considerando que 1 mm/m<sup>2</sup> es igual a 1lt/m<sup>2</sup> según la FAO, tenemos:

E semanal = 33.37lt/m<sup>2</sup>

La altura asumida del tanque será menor a 3 metros para evitar grandes presiones en las paredes. De la misma forma debido a la topografía típica de la zona y a facilidades técnicas que representa, se opta por un diseño trapezoidal, este aspecto aunque pareciera de poca relevancia, cobra importancia a la hora de facilitar la impermeabilización con membranas y reducir los costos de la misma. Para la impermeabilización del estanque se lo recubrirá de geomembrana, como ya se mencionó anteriormente, cuyas especificaciones invitan a la adopción de ciertos parámetros a seguir, previo a la instalación de la misma. Se estima una pendiente de talud del 60% (recomendado para geomembrana de baja densidad), y espacios de anclaje mínimo de 30 cm.

**Figura N° 7** Vista en corte del estanque.

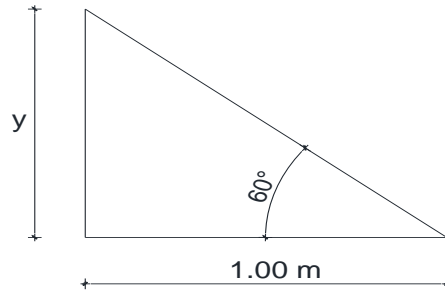
Anclaje de la geomembrana:



**Fuente:** Egdo. Juan Rodríguez.

La relación del talud para un ángulo de 60° como se muestra en la figura será:  
1/1.732

**Figura N° 8** Ángulo de talud



. **Fuente:** Egdo. Juan Rodríguez.

$$\tan 60^\circ = \frac{y}{1m}$$

$$y = \tan 60^\circ * 1m$$

$$y = 1.732 m$$

Supongo una sección superior del tanque igual a 14.00m \* 10.00m, tenemos un área de 140.00m<sup>2</sup>, la evaporación que se producirá en el reservorio es:

$$Evpr = t * E \text{ semanal}$$

Dónde:

Evpr = evaporación del reservorio.

t = área superior del reservorio = 140.00m<sup>2</sup>.

E semanal = Evaporación semanal (mm/m<sup>2</sup>) = 33.37lt/m<sup>2</sup>.

$$Evpr = 140.00m^2 * 33.37 \text{ lt}/m^2$$

$$Evpr = 4671.80 \text{ lt.}$$

$$Evpr = 4.6718 \text{ m}^3$$

El valor de la evaporación de reservorio se sumará al volumen del requerimiento hídrico de las legumbres y hortalizas para así conocer el volumen de almacenamiento total, de modo que las secciones escogidas para el reservorio no permitan que ninguno de los cultivos de pie sufra necesidades hídricas con efectos irreversibles en los periodos en que si se produzca evaporación o haya un estiaje.



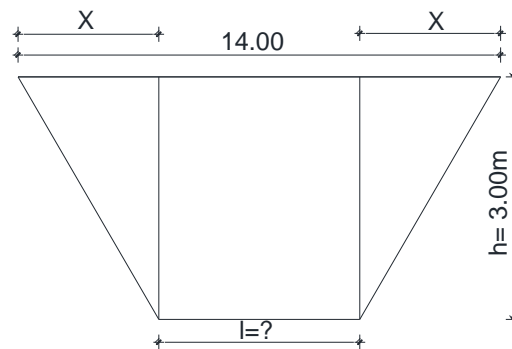
Vol almacenamiento = 179.83m<sup>3</sup>

$$\begin{aligned}\text{Volumen almacenamiento total} &= \text{Vol almacenamiento} + E_{\text{vpr}} \\ &= (179.83\text{m}^3 + 4.6718) \text{m}^3 \\ &= 184.50 \text{m}^3\end{aligned}$$

Cálculo de la base del reservorio con una relación de talud 1/1.732 correspondiente a 60° y con una profundidad de 3.00m

Cálculo de la longitud de piso a lo largo:

**Figura N° 9** Sección lateral del estanque.



**Fuente:** Egdo. Juan Rodríguez.

$$\text{sen } 60^\circ = \frac{h}{\text{hip}}$$

$$\text{hip} = \frac{3\text{m}}{\text{sen } 60^\circ}$$

$$\text{hip} = 3.47 \text{ m}$$

$$\text{cos } 60^\circ = \frac{x}{\text{hip}}$$

$$x = \text{cos } 60^\circ * 3.47\text{m}$$

$$x = 1.73 \text{ m}$$

Por lo tanto el valor de  $l$  será:

$$l = 14\text{m} - 2x$$

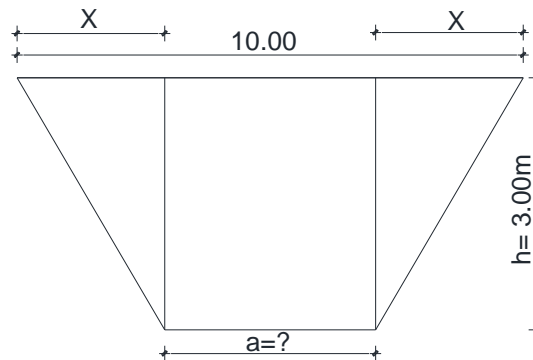
$$l = 14\text{m} - 2 * 1.73\text{m}$$

$$l = 10.54 \text{ m}$$

$$l = 10.50 \text{ m}$$

Cálculo del ancho de piso a lo ancho del estanque:

**Figura N° 10** Sección lateral del estanque.



**Fuente:** Egdo. Juan Rodríguez.

Al ser el mismo ángulo de  $60^\circ$  para todos los taludes y considerando la altura  $h=3.00\text{m}$ , los valores de  $x$  serán los mismos también para el ancho del estanque, por lo tanto:

$$x = \cos 60^\circ * 3.47\text{m}$$

$$x = 1.73\text{m}$$

$$a = 10\text{m} - 2x$$

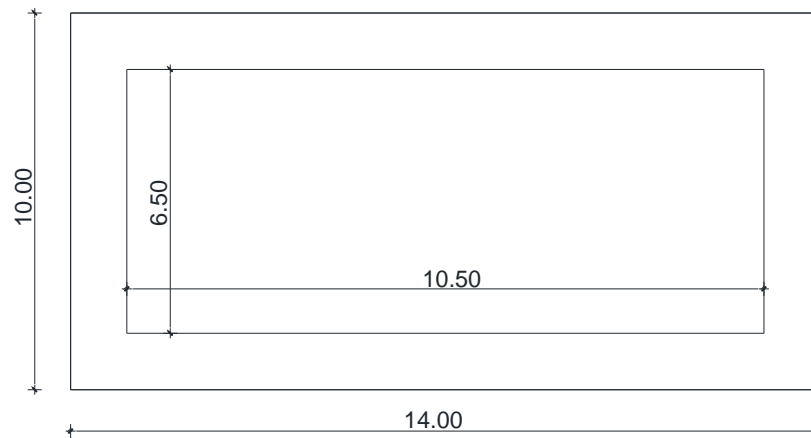
$$a = 10\text{m} - 2 * 1.73\text{m}$$

$$l = 6.54\text{ m}$$

$$l = 6.50\text{ m}$$

### 6.7.6.3.1.- Cálculo del volumen total del estanque por las secciones asumidas

**Figura N° 11** Secciones asumidas- vista en planta del reservorio.

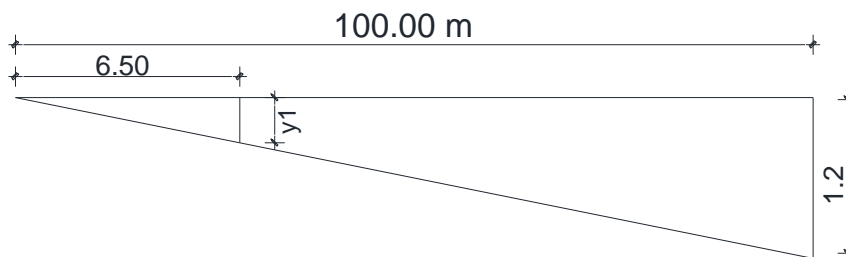


**Fuente:** Egdo. Juan Rodríguez.

Para evitar la acumulación de lodos en el fondo del reservorio y para facilitar su limpieza, el fondo del estanque tendrá una pendiente del 1.2% colocando dos salidas, una en el fondo para la expulsión del material por medio de un desagüe y otra a nivel del terreno.

A la profundidad establecida se le sumará el valor de profundidad que obtendremos a continuación para tener la pendiente antes explicada.

**Figura N° 12** Pendiente



**Fuente:** Egdo. Juan Rodríguez.

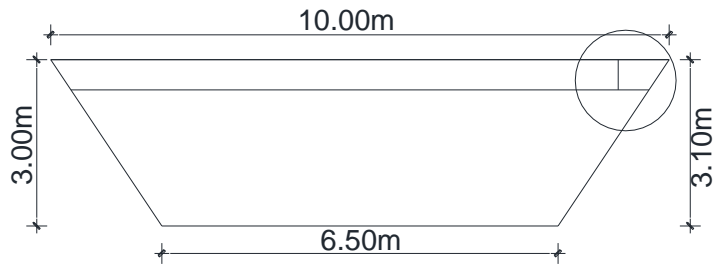
$$\frac{100m}{1.2m} = \frac{6.5m}{y1}$$
$$y1 = \frac{6.5m * 1.2m}{100m}$$

$$y_1 = 0.078 \text{ m}$$

$$y_1 = 0.10 \text{ m (facilidad constructiva)}$$

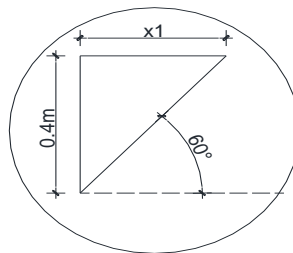
Por lo tanto la primera profundidad es 3.00m y la segunda 3.10m.

**Figura N° 13** Vista en corte a lo largo del reservorio



**Fuente:** Egdo. Juan Rodríguez.

Se calculará solo el volumen que le corresponde hasta el espejo de agua, dejando una altura de seguridad de 40 cm, tal como mandan algunas normas.



$$x_1 = \frac{0.40\text{m}}{\tan 60^\circ}$$

$$x_1 = 0.23 \text{ m}$$

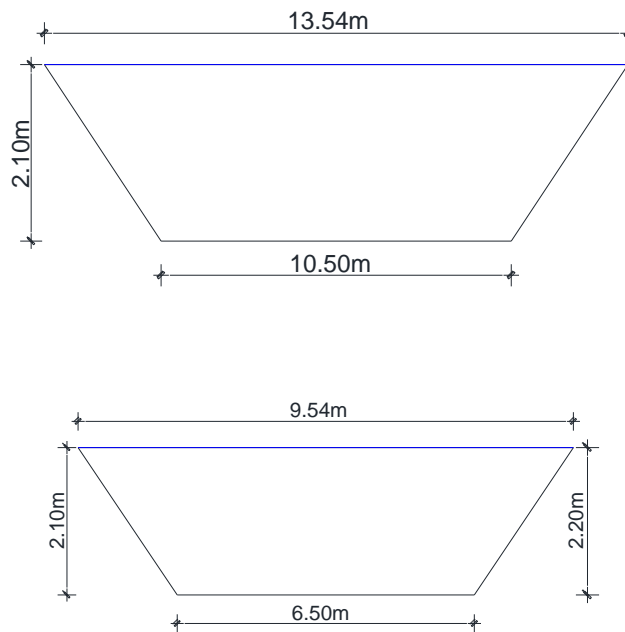
Es decir que la longitud del espejo de agua será:

$$14.00\text{m} - 2(0.23) = 13.54\text{m}$$

Y a lo ancho será:

$$10.00\text{m} - 2(0.23) = 9.54\text{m}$$

**Figura N° 14** Altura, ancho y largo del espejo de agua



**Fuente:** Egdo. Juan Rodríguez.

Finalmente el volumen total de almacenamiento es:

$$V_{tot.} = \frac{\text{área superior} + \text{área inferior}}{2}$$

Siendo:

$$\text{Área superior} = 13.54\text{m} * 9.54\text{m} = 129.17\text{m}^2$$

$$\text{Área inferior} = 10.50\text{m} * 6.50\text{m} = 68.25\text{m}^2$$

$$h \text{ promedio} = (2.10 + 2.20)/2 = 2.15\text{m}$$

$$V_{tot.} = \frac{\text{área superior} + \text{área inferior}}{2} * h \text{ promedio}$$

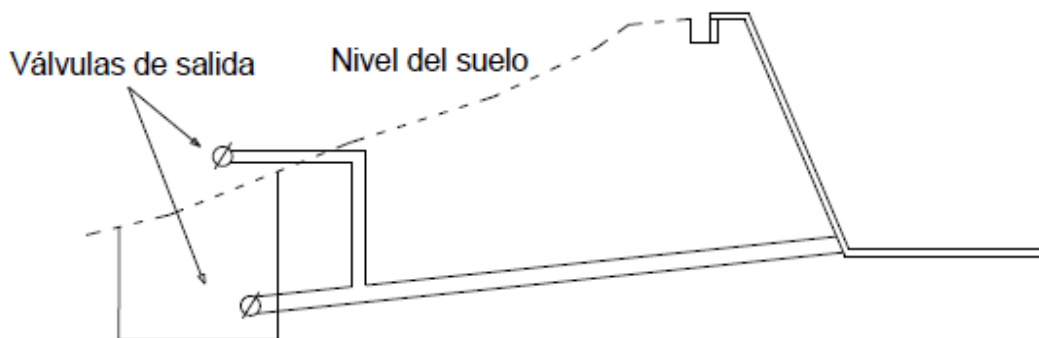
$$V_{tot.} = \frac{129.17 + 68.25}{2} * 2.15$$

$$V_{tot.} = 212.22 \text{ m}^3$$

### 6.7.6.3.2.- Sistema de salidas del estanque

Debido a la posición del terreno, se prevé colocar dos salidas, una en el fondo y otra a la altura del terreno natural circundante, cada una con una válvula esclusa de bronce de 2". Por otro lado, para evitar que por accidente la represa rebalse, se colocará un tubo de PVC, a la altura máxima de llenado, que funciona también como una tercera salida.

**Figura N° 15** Detalle sistema de salida



**Fuente:** Egdo. Juan Rodríguez.

### 6.7.6.4. - Adopción y diseño de la tubería principal y secundarias móviles

La tubería principal o de impulsión será fija de PVC, mientras que las secundarias, que son en donde por lo general se instalan los aspersores serán mangueras, que funcionan perfectamente en este tipo de sistemas.

Datos necesarios:

- Distancia entre líneas = distancia entre aspersores (por tratarse de un arreglo cuadrado de los aspersores) = 25m que sustenta también el espaciamiento requerido por el viento y la distribución en cuadrado.
- Número de aspersores por línea = 4 aspersores.
- Dimensiones del terreno = 100m x100m.
- Pendiente del terreno: 4% (altura de elevación 4m).

### 6.7.6.4.1.-Cálculos para determinar la presión total del sistema para posteriormente elegir el equipo de bombeo

#### 6.7.6.4.1.1.- Pérdidas primarias

##### 6.7.6.4.1.1.1.- Líneas secundarias

Para el cálculo de las pérdidas de carga en tuberías existen diversas fórmulas, pero la más versátil es la de Hazen-Williams, por ser aplicable para diferentes tipos de tuberías. Esta fórmula depende de cuatro factores: El caudal, el diámetro interior de la tubería y la constante fijada por el material de la tubería.

Fórmula de Hazen-Williams para diferentes tipos de tuberías:

$$J = 10.665 * \frac{(L * Q^{1.852})}{[(C^{1.852}) * (D^{4.869})]}$$

Siendo:

Q = Caudal en metros cúbicos/segundo.

D = Diámetro interior de tubería en metros (dato).

L = Largo total de tubería en metros (dato).

C = Constante que depende del material de la tubería (dato).

J = Pérdida de carga en m.c.a.

**Tabla N° 7** Valor de C para diferentes tipos de materiales.

<b>VALOR DE C PARA DIFERENTES TIPOS DE MATERIALES</b>			
<b>MATERIAL</b>	<b>Constante C</b>	<b>Material</b>	<b>Constante C</b>
PVC	150	Acero nuevo	120
PE	150	Acero usado	110
Fibrocemento	140	Fundición nueva	100
Hormigón	128	Fundición usada	85

- Caudal línea secundaria típica (al tratarse de cuatro posibles líneas) = n° de aspersores \* Qa:

- Q línea secundaria primer tramo = 4 unid. \* 1500lt/hora = 6000lt/hora = 0.00167m<sup>3</sup>/s
- Q línea secundaria segundo tramo = 3 unid. \* 1500lt/hora = 0.00125m<sup>3</sup>/s
- Q línea secundaria tercer tramo = 2 unid. \* 1500lt/hora = 0.00083m<sup>3</sup>/s
- Q línea secundaria cuarto tramo = 1 unid. \* 1500lt/hora = 0.00042m<sup>3</sup>/s

- Largos de la línea secundaria diferentes tramos:

- Largo primer tramo = 13m
- Largo segundo tramo = 25m
- Largo tercer tramo = 25m
- Largo cuarto tramo = 25m

- Diámetro de línea secundaria (dato) = D = 0.036m.

$$J = 10.665 * \frac{(L * Q^{1.852})}{[(C^{1.852}) * (D^{4.869})]}$$

$$J = 10.665 * \frac{(13 * 0.00167^{1.852})}{[(150^{1.852}) * (0.036^{4.869})]}$$

$$J \text{ primer tramo} = 0.99 \text{ m}$$

$$J_{\text{segundo tramo}} = 10.665 * \frac{(25 * 0.00125^{1.852})}{[(150^{1.852}) * (0.036^{4.869})]}$$

$$J \text{ segundo tramo} = 1.12 \text{ m}$$

$$J_{\text{tercer tramo}} = 10.665 * \frac{(25 * 0.00083^{1.852})}{[(150^{1.852}) * (0.036^{4.869})]}$$

$$J \text{ tercer tramo} = 0.52 \text{ m}$$

$$J_{\text{cuarto tramo}} = 10.665 * \frac{(25 * 0.00042^{1.852})}{[(150^{1.852}) * (0.036^{4.869})]}$$

$$J \text{ cuarto tramo} = 0.15 \text{ m}$$



#### 6.7.6.4.1.1.2.- Línea principal o de impulsión

Para este caso la línea de impulsión tiene una longitud de 72 metros incluyendo la tubería que sale desde la bomba, debido a que se trabajará en dos etapas la línea de impulsión será calculada con una medida de 60 metros. El valor del caudal corresponde al obtenido en la línea secundaria para el primer tramo, siendo este 0.00167m<sup>3</sup>/s.

Para el cálculo se considera una cañería de PVC de 63 mm de diámetro clase 10 (57mm de diámetro interior).

$$J_{\text{impulsión}} = 10.665 * \frac{(60 * 0.00167^{1.852})}{[(150^{1.852}) * (0.057^{4.869})]}$$
$$J_{\text{impulsión}} = 0.49 \text{ m}$$

#### 6.7.6.4.1.1.3.- Línea de succión

Par la línea de succión los valores de caudal y diámetro de cañería son los mismos que el punto anterior, variando la distancia que corresponde a 8 metros desde el espejo de agua a la bomba con una altura de aspiración de 2 metros aproximadamente.

$$J_{\text{succión}} = 10.665 * \frac{(8 * 0.00167^{1.852})}{[(150^{1.852}) * (0.057^{4.869})]}$$
$$J_{\text{succión}} = 0.07 \text{ m}$$

La pérdida de carga primaria total a lo largo de la línea es la suma de las pérdidas primarias individuales: 0.99+1.12+0.52+0.15+0.49+0.07= 3.34m

### 6.7.6.4.1.2.- Pérdidas secundarias

#### 6.7.6.4.1.2.1.- Línea secundaria

Luego se aplica la ecuación fundamental de pérdidas de carga secundarias de Hazen-Williams:

$$J = \frac{(8 * K * Q^2)}{D^4 * g * \pi^2}$$

Dónde:

J = Pérdida de carga secundaria en m.c.a.

K = Constante del accesorio (dato).

Q = Caudal en m<sup>3</sup>/s.

g = 9.81m/s<sup>2</sup>.

D = Diámetro interior del fitting o equipo (dato).

**Tabla N° 8** Valores de K para diferentes fittings.

Valores de K para diferentes Fittings			
Fittings	K	Fittings	K
Codo 90°	0.90	V. comp. 3/4 cerrada	24.00
Tee sin reducción	0.60	V. comp. 1/2 cerrada	5.60
Codo 45°	0.42	V. comp. 1/4 cerrada	1.15
Tee con reducción 1/2	0.90	V. comp. Abierta	0.19
Codo 90° suave	0.75	V. Retención	2.50
Tee bifurcación	1.80	Ensanches d/D - 1/4	0.92
Curva 90°	0.60	d/D - 1/2	0.56
Válvula pie	2.50	d/D - 3/4	0.19
Curva 180°	2.20	V. Globo abierta	10.00
Codo cuadrado	1.80	Tubo con borde	0.83
Contracciones d/D-1/4	0.42	V. ángulo abierta	5.00
d/D-1/2	0.32	Entradas	0.50
d/D-3/4	0.19		

**Fuente:** Tabla obtenida de la tesis de grado “Manual de diseño de sistemas de riego tecnificado de la Universidad de Talca. Autor Leonardo Gaete Vergara.2011.

Para la línea secundaria se contempla la instalación de los siguientes fittings y accesorios:

- Un collarín de 63mm de diámetro por 1”1/2 de salida (contracción), 50.08/57.0  $\approx 0.88$ ,  $K = 0.19$ .

- Acoples ciberplazón tipo T de 40mm. Estos acoples se los realiza por la parte exterior de la manguera por lo que los tramos de manguera quedan unidos en el interior del acople produciéndose una pérdida mínima.

- Aspersor de cuya pérdida de carga es de 10 metros para un caudal de 1.5m<sup>3</sup>/hora, incluido el bastón de 0.8m de altura de PVC o manguera y sus fittings.

Los valores de caudal corresponden a 0.00167m<sup>3</sup>/s y los diámetros según el accesorio.

$$J_{\text{secundaria}} = \frac{8 \cdot 0.19 \cdot 0.00167^2}{0.0364^4 \cdot 9.81 \cdot \pi^2} + 10$$

$$J_{\text{secundaria}} = 10.03 \text{ m}$$

#### 6.7.6.4.1.2.2.- Línea succión

Los fittings o equipamiento y accesorios que se instalarán en la línea de succión son:

- Una válvula de pie de 1 1/2” de diámetro al comienzo de la línea ( $K = 2.50$ ).

- Un codo PVC 90° de 63mm de diámetro ( $K = 0.90$ ).

El valor del diámetro es de 63mm y el del caudal corresponde a 0.00167m<sup>3</sup>/s.

$$J_{\text{succión}} = \frac{8(0.00167)^2}{9.81 * \pi^2} * \frac{0.90 + 2.50}{0.057^4}$$

$$J_{\text{succión}} = 0.07 \text{ m}$$

#### 6.7.6.4.1.2.3.- Línea de impulsión

Los fittings y accesorios que serán instalados en la línea de impulsión serán:

- Una válvula de compuerta de 2 1/2" de diámetro (K = 2.50).
- Una válvula de retención de 2 1/2" de diámetro (K = 2.50) recomendada para presiones mayores a 20 m.c.a. pero por motivo de seguridad se tomará en cuenta.
- Una T de 63mm de diámetro (K = 0.90).
- Un filtro de anillas metálica maraca IRRITEC de 2" de diámetro, con una pérdida de carga según catálogo de aproximadamente 0.3m, para un caudal de 0.00167m<sup>3</sup>/s.

Los valores de caudal y diámetro corresponden a los mismos valores anteriores.

$$J_{impulsión} = \frac{8(0.00167)^2}{9.81 * \pi^2} * \frac{0.90 + 2 * 2.50}{0.057^4} + 0.3$$
$$J_{impulsión} = 0.43 \text{ m}$$

El valor de las pérdidas secundarias es = 10.03+0.07+0.43 = 10.53m.

#### 6.7.6.4.2.- Presión total

La presión total del sistema corresponde a la suma de las pérdidas primarias, más las pérdidas secundarias y altura de elevación, cuyo valor es:

$$J_{total} = J_{primarias} + J_{secundarias} + H_{elevación}$$
$$J_{total} = (3.34 + 10.53 + 4) \text{ m}$$
$$J_{total} = 17.87 \text{ m}$$

Este valor corresponde a la presión que debiera entregar el equipo de bombeo (17.87m.c.a.) para hacer funcionar el sistema con un caudal de 6000lt/hora.

#### **6.7.6.4.2.1.- Elección del equipo de bombeo**

La bomba sirve para succionar el agua de la fuente y poner el líquido bajo una cierta presión para su transporte hacia los aspersores con el fin de hacerlos funcionar. Entre las aplicaciones de las bombas centrífugas puedo indicar que son utilizadas para bombeo de agua a presión, en riego o agua potable. Con eje libre e impulsor cerrado. Se suministran en potencias de 2hp hasta 125hp con motores eléctricos (monofásicos y trifásicos). Posteriormente después del cálculo de las pérdidas de carga en las tuberías y accesorios, es decir después del cálculo de la presión que necesita el agua para el funcionamiento de los aspersores se determinará el tipo y capacidad de la bomba a utilizar.

El equipo de bombeo a elegir debe cumplir con los siguientes propósitos:

- Que entregue una presión igual o superior a 18 m.c.a.
- Que entregue un caudal de 6.0m<sup>3</sup>/hora con la presión anterior indicada.

De acuerdo con lo anterior se elige el siguiente equipo de bombeo:

Bomba centrífuga de presión de 2hp con una presión de 20 a 30m.c.a. En el mercado existen unas bombas muy prácticas y económicas con estas características de marca “Paolo”, la que cuenta con una capacidad de caudal impulsado máximo de 260lt/min., encajando perfectamente en las necesidades de este proyecto.

#### **6.7.6.4.2.2.- Comprobación de la potencia requerida**

$$PR = (Qt * Pt * 1000 * 9.8) / \eta * 746$$

Siendo:

Qt = caudal total (m<sup>3</sup>/s) = 1600lt/hora = 0.0033m<sup>3</sup>/seg

Pt = presión requerida en m.c.a.

n = rendimiento por efectos de transmisión de potencia (por lo general se considera 0.5 para estas presiones intermedias)

$$\frac{1600\text{lt}}{\text{Hora}} \mid \frac{1 \text{ m}^3}{1000\text{lt}} \mid \frac{1 \text{ hora}}{3600 \text{ seg.}}$$

$$PR = (0.0017 * 17.67 * 1000 * 9.8) / (0.5 * 746)$$

$$PR = 0.79 \text{ HP}$$

#### **6.7.6.5.- Aspersores**

Debido al gran uso y a lo novedoso sistema de cálculo, anteriormente presentado, ya se tomó en cuenta las pérdidas de carga que tienen los aspersores y sus accesorios y su consiguiente presión de trabajo requerida para su normal funcionamiento, obviamente con la impulsión de la bomba, que también ya fue establecida anteriormente.

El aspersor que se utilizará en la irrigación del terreno en este proyecto será el denominado 5035 ¾” cuya principal aplicación se da en el uso general de campo de instalación fija o riego en móvil y el que puede ser adquirido en cualquier distribuidor especializado en sistemas de riego.

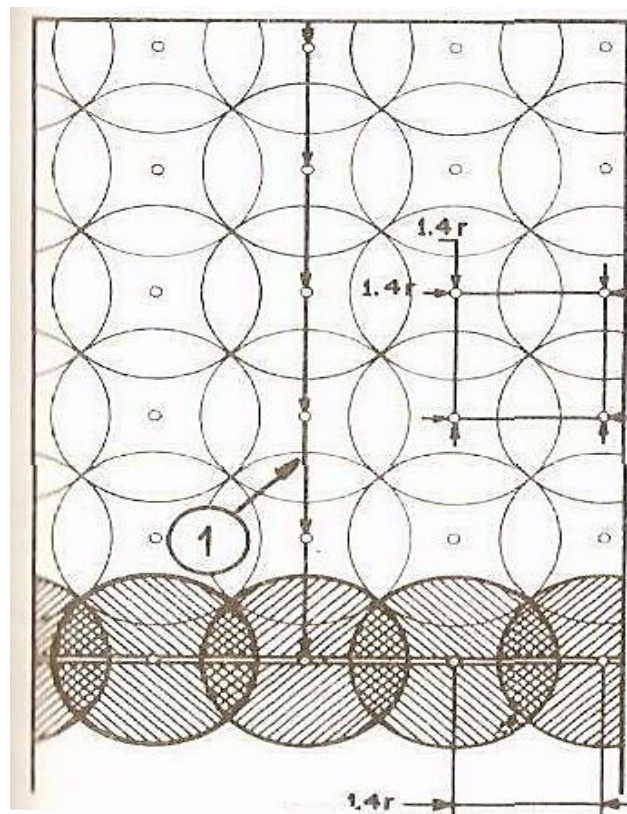
Principales características:

- Su diseño de boquilla dual brinda una significativa uniformidad de distribución.
- Alineador integral de chorro para obtener el máximo alcance a presiones intermedias.
- Espaciamiento entre aspersores 18 x 18 m.
- Presiones de trabajo 3 - 4 bar.
- Caudal de descarga 1. - 1.6 m<sup>3</sup>/hora.

#### 6.7.6.5.1- Arreglo de los aspersores del sistema semiportátil, con bomba y tubería principal estacionaria y lateral móvil

El aspersor no proporciona una superficie uniformemente mojada. En general, la parte más alejada del aspersor alcanza menos humedad. Además, el área cubierta tiene una forma circular, que no permite un arreglo sin la superposición de la superficie que riegan los aspersores adyacentes. Por esto, existen tres tipos de arreglos básicos de los aspersores: en cuadrado, rectángulo o triángulo. El arreglo que mejor se adapta a las condiciones del terreno en cuestión es: En cuadrado.

**Figura N° 16** Arreglo en cuadrado de aspersores.



**Fuente:** Ing. Javier Sánchez FERTITEC S.A.

Para el arreglo en cuadrado la distancia entre aspersores es igual a la distancia a la que se mueve la lateral. Esta distancia es igual a 1.4 veces el radio del círculo de aspersión; Por ejemplo: El diámetro de este círculo es de 24 m, el espacio entre

los aspersores en la lateral será de 1.4 x 12, o sea, de 16.8 m. La lateral se mueve cada vez a la misma distancia.

Los aspersores de presión intermedia que son parte del diseño por aspersión, tienen un diámetro de círculo humedecido de 36 metros y la distancia entre cada aspersor es igual a 1.4 veces el radio, por lo que la distancia que habrá entre cada rociador será igual a  $1.4 * 18 = 25.2$  metros, adoptando una distancia de 25 metros.

#### 6.7.6.5.2.- Tasa de aplicación de agua para aspersores

**T.A.A.A. =  $Q_a / (DI * Da)$**  [Fórmula obtenida de la Tesis de Grado: “Manual de Diseño de Sistemas de Riego Tecnificado” de la Universidad de Talca. Autor: Leonardo Gaete Vergara, 2001.]

Siendo:

$Q_a$  = caudal de entrega del aspersor seleccionado (litros/hora) =  $1,5m^3/h = 1500lt/h$ . Puesto que en la etapa de salida de pellas en la que se necesita mayor volumen de agua, para una hectárea se requiere de  $27,69m^3/día$ , lo que quiere decir que como son diez y seis los aspersores que deben cubrir ese caudal en dos turnos, a cada uno le corresponde  $0,0666m^3/h$ .

$$\frac{2760m^3/día}{16 \text{ aspersores}} = 1.730625 \text{ m}^3/día$$

$$\frac{1.73025m^3}{día} \left| \frac{1 \text{ día}}{24 \text{ horas}} \right. = 0.0721 \text{ m}^3/hora$$

DI = distancia entre líneas de aspersores operando (m) = 25m

Da = Distancia entre aspersores operando por línea (m) = 25m.

$$T.A.A.A. = 1.5m^3/h / (25m * 25m).$$

$$T.A.A.A. = 0.0024m/h = 2.4mm/hora.$$



### 6.7.6.5.3.- Caudal total absorbido por los aspersores

**C.T.A.A. =  $Qa \cdot N1 \cdot Na$**  [Fórmula obtenida de la Tesis de Grado: “Manual de Diseño de Sistemas de Riego Tecnificado” de la Universidad de Talca. Autor: Leonardo Gaete Vergara, 2001.]

Siendo:

$N1$  = Número de líneas.

$Na$  = Número de aspersores por línea.

$$C.T.A.A. = 1500\text{lt/h} \cdot 1 \cdot 4 = 6000\text{lt/hora}$$

El valor obtenido corresponde al caudal que debe entregar la bomba para regar  $\frac{1}{4}$  de hectárea.

### 6.7.6.5.4.- Construcción y funcionamiento de este dispositivo

- 1) El movimiento oscilante del brazo hace girar la boquilla hacia la derecha.
- 2) Brazo de retención. Por la presión del resorte, el brazo se encuentra fuera del radio de acción del brazo oscilante.
- 3) Brazo con tope que, al mover hacia la derecha, empujará el resorte a través de su punto muerto.
- 4) Topes limitantes del giro del aspersor. Pueden ser fijados en las posiciones deseadas para regular el giro.
- 5) Al chocar contra el tope limitante, el brazo se mueve e impulsa el resorte a través de su punto muerto. El resorte empuja ahora en la otra dirección.
- 6) El brazo de retención bloquea el movimiento del brazo oscilante.
- 7) El chorro de agua empuja el brazo oscilante, pero este está ahora conectado con la parte giratoria del aspersor. Entonces, todo gira hacia la izquierda, hasta que el brazo del resorte cheque con el otro tope limitante.

#### **6.7.6.5.5.- Presión, orificio, gotas y descarga**

Al aumentar la presión, el tamaño de las gotas será menor. También la sección del orificio influye sobre el tamaño de las gotas. Cuanto más chico sea el orificio, menor será el tamaño de estas.

La descarga de la boquilla será mayor, si el orificio es más grande y la presión más alta. En el caso que se necesite una descarga grande, con un tamaño de gotas no tan finas, combinado con un gran alcance, se emplean boquillas con un orificio extra grande para compensar el efecto de la pulverización por la alta presión. La presión es necesaria para obtener un mayor alcance del chorro de agua.

#### **6.7.6.6.- Equipos de control y medida**

##### **6.7.6.6.1.- Válvulas**

Son dispositivos de cierre que permiten regular el paso de agua por las tuberías, habiendo en los más variados materiales como bronce, plástico, acero fundición y más. Para el presente sistema serán necesarias dos válvulas de cierre, para que pueda ser semi móvil, en el plano del sistema se detallará el lugar mismo de su posición.

Existen dos grupos de válvulas: Manuales y automáticas, estas últimas a la vez se dividen en dos subgrupos: Hidráulicas y electroválvulas.

##### **6.7.6.6.2.- Válvula de pie**

Es un tipo de válvula de cheque, instalada en el extremo de la línea de succión de la de las bombas. Tienen la función de mantener la línea de succión cebada cuando la bomba está sobre el nivel del agua para permitir que la bomba funcione correctamente.

La entrada de la válvula suele estar protegida con un filtro para impedir la entrada de elementos extraños que puedan existir en el agua aspirada.

En la elección de estas válvulas es necesario tener en cuenta básicamente dos características: Que no presenten una excesiva pérdida de carga cuando están abiertas, y que no provoquen transitorios muy fuertes al cerrarse. La magnitud del transitorio depende de la velocidad del flujo inverso cuando se cierra la válvula.

En sistemas que se inviertan lentamente, cualquier tipo de válvula puede servir; pero cuando hay un depósito con aire cerca de la bomba, o varias bombas trabajan en paralelo, es conveniente escoger válvulas que cierren rápidamente. Si no está bien elegida, el golpe de ariete que provoca ella misma puede llegar a dañarla.

Esta válvula es indispensable en toda instalación de bombeo, se coloca al comienzo de la línea de succión y se abre en el momento en que la bomba comienza a aspirar el líquido en forma automática, ya que posee una compuerta flotante en forma de disco que sube y abre el sistema al ser arrastrada por el flujo de agua producto del bombeo, una vez detenida la bomba su cierre es inmediato debido a que la compuerta es empujada por el peso del agua acumulada en la tubería impidiendo que la línea y la bomba se descebe (vaciar el interior).

#### **6.7.6.6.3.- Válvula de retención**

Es usada como dispositivo de seguridad, al detenerse una bomba de forma instantánea, producto de fallo del motor o del suministro de energía, se genera una onda de choque dentro de la tubería, produciéndose una sobrepresión que puede llegar a tres veces el valor de la presión nominal llamada golpe de ariete, esta sobrepresión en caso de llegar a la bomba produce daños severos en los elementos de estanqueidad como prensa estopas y sello mecánico. El funcionamiento de la válvula es automático, abriéndose en el momento de pasar agua a la línea de impulsión y cerrándose en el momento de detenerse la bomba, funcionando en

forma idéntica que la válvula de pie. Se recomienda su uso con presiones de trabajo elevadas (20 m.c.a. o más).

#### **6.7.6.6.4.- Medidor**

El medidor es un aparato destinado a medir las cantidades de agua circundante. El control que efectúa no está afectado por variaciones de caudal, siempre que no sobrepasen el nominal máximo para el que ha sido construido.

El medidor más usado es el constituido por una turbina que, intercalada en el flujo de agua, va dando vueltas en número proporcional a la cantidad de agua. Mediante una transmisión mecánica, como engranajes, el giro de la turbina acciona un integrador que traduce sobre esferas visibles desde el exterior, las cantidades en metros cúbicos. Todo el conjunto descrito forma un solo cuerpo que se instala en serie en el circuito o línea.

#### **6.7.6.6.5.- Manómetro**

Es un aparato destinado a medir la presión en un punto del circuito. Generalmente se construye con un muelle tubular el que está comunicado por un extremo al circuito de agua y cerrado por el otro extremo. La presión del agua deforma el muelle tubular y esta deformación, recogida por un dispositivo mecánico, mueve una aguja, que señala sobre una esfera el valor de la presión en kg/cm<sup>2</sup> o lb/pulg<sup>2</sup>. Se construye en diferentes tamaños y escalas. La elección del modelo adecuado depende de la presión a medir y de la presión que desee en la lectura. Su montaje requiere abrir el circuito de agua acoplando un dispositivo tubular adecuado al hilo del manómetro.

Por dicha razón es interesante acoplar entre el manómetro y la conducción, una válvula que permita separar el circuito del instrumento y poderlo reparar o reemplazar si es preciso, sin necesidad de interrumpir el servicio.

#### **6.7.6.6.- Filtros**

Uno de los mayores problemas en los sistemas de riego tecnificado son las obstrucciones. Esto se debe a los pequeños diámetros de los emisores, sobre todo en el caso del riego por goteo, y las bajas velocidades del agua que facilitan la formación de obstrucciones.

Para el evitar el paso de partículas minerales, el paso de bacterias y pequeñas algas es necesario filtrar el agua. Las obstrucciones en la línea producen descargas de agua irregulares en los diferentes puntos de emisión siendo perjudicial para los cultivos.

### **6.8.- ADMINISTRACIÓN**

#### **6.8.1.- Operación y mantenimiento**

La operación y el mantenimiento del sistema de riego tecnificado por aspersión, que se presentó en el anterior capítulo será manipulado por dos personas, esto en vista de que se trata de un sistema semi móvil, en el que las líneas secundarias pueden desprenderse para regar la otra mitad de la hectárea.

## 6.8.2.- Precios unitarios

<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b>						
<b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b>						
Nombre:	Egdo. Juan Sebastián Rodríguez Benavides				HOJA 1 DE 19	
Obra:	Sistema de riego por aspersión en el módulo Samanga-San Carlos					
RUBRO:	Excavación de zanjas en tierra en seco h=2-4 m a máquina				UNIDAD: m3 RENDIM.: R = 0,060 (unidad/horas)	
<b>EQUIPOS</b>						
Descripción	CANTIDAD A	TARIFA/HORA B	COSTO HORA C = A*B	COSTO D = C*R	%	
Herramienta manual		2,81	-	0,02	0,72%	
Retroexcavadora	1,00	40,00	40,00	2,28	81,72%	
<b>MANO DE OBRA</b>				<b>PARCIAL M</b>	2,30	82,44%
Descripción (CATEGORIA)	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C = A*B	COSTO D = C*R	%	
Operador retroexcavadora	1,00	3,02	3,02	0,17	6,09%	
Ayudante maquinaria	1,00	2,78	2,78	0,16	5,73%	
Peón	1,00	2,78	2,78	0,16	5,73%	
<b>MATERIALES</b>				<b>PARCIAL N</b>	0,49	17,55%
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C = A*B	%	
<b>TRANSPORTE</b>				<b>PARCIAL O</b>		
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A*B	%	
				<b>PARCIAL P</b>		
				<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)</b>	2,79	100,00%
				<b>INDIRECTOS Y UTILIDAD (%X)</b>	25,00%	0,70
				<b>OTROS INDIRECTOS (%X)</b>	-	
				<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	3,49	
				<b>VALOR PROPUESTO</b>	3,35	
Ambato, septiembre 2013						
Egdo. Juan Rodríguez						

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**

Nombre: Egdo. Juan Sebastián Rodríguez Benavides

HOJA 2 DE 19

Obra: Sistema de riego por aspersión en el módulo Samanga-San Carlos

RUBRO: Hormigón simple  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

UNIDAD: m<sup>3</sup>  
RENDIM.: R = 1,00  
(unidad/horas)

**EQUIPOS**

Descripción	CANTIDAD A	TARIFA/HORA B	COSTO HORA C = A*B	COSTO D = C*R	%
Concretera (1 saco)	1,00	4,40	4,40	7,94	6,84%
Herramienta manual		1,89		1,89	1,63%

**MANO DE OBRA** **PARCIAL M** 9,83 8,47%

Descripción (CATEGORIA)	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C = A*B	COSTO D = C*R	%
Maestro de obra	0,50	2,94	1,47	2,65	2,28%
Albañil	1,00	2,82	2,82	5,08	4,37%
Peón	8,00	2,78	16,68	30,02	25,85%

**MATERIALES** **PARCIAL N** 37,75 32,50%

Descripción	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C = A*B	%
Cemento Portland	kg	350,00	0,15	52,50	45,20%
Arena negra	m <sup>3</sup>	0,55	10,72	5,90	5,08%
Ripio triturado	m <sup>3</sup>	0,87	11,62	10,11	8,71%
Agua	m <sup>3</sup>	0,20	0,26	0,05	0,04%

**TRANSPORTE** **PARCIAL O** 68,56 59,03%

Descripción	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A*B	%

**PARCIAL P** -

Ambato, septiembre 2013	<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)</b>			100,84	100,00%
	<b>INDIRECTOS Y UTILIDAD (%X)</b>			25,11	
	<b>OTROS INDIRECTOS (%X)</b>			-	
Egdo. Juan Rodríguez	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>			126,05	
	<b>VALOR PROPUESTO</b>			126,05	

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**

Nombre: Egdo. Juan Sebastián Rodríguez Benavides

Obra: Sistema de riego por aspersión en el módulo Samanga-San Carlos

RUBRO: Calzada de piedra bola t.n. 10 cm

HOJA 3 DE 19

UNIDAD: m<sup>2</sup>  
RENDIM.: R = 0,15  
(unidad/horas)

**EQUIPOS**

Descripción	CANTIDAD A	TARIFA/HORA B	COSTO HORA C = A*B	COSTO D = C*R	%
Herramienta manual	1,00			0,10	2,61%

**MANO DE OBRA** **PARCIAL M** 0,10 2,61%

Descripción (CATEGORIA)	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C = A*B	COSTO D = C*R	%
Peón	3,00	2,78	8,34	1,11	28,98%
Albañil	2,00	2,82	5,64	0,75	19,58%
Maestro de obra	0,20	2,94	0,56	0,07	1,83%

**MATERIALES** **PARCIAL N** 1,93 50,39%

Descripción	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C = A*B	%
Arena gruesa	m <sup>3</sup>	0,030	10,20	0,31	8,09%
Piedra bola	m <sup>3</sup>	0,120	12,45	1,49	38,90%

**TRANSPORTE** **PARCIAL O** 1,80 46,99%

Descripción	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A*B	%

**PARCIAL P**

Ambato, septiembre 2013  Egdo. Juan Rodríguez	<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)</b>			3,83	100,00%
	<b>INDIRECTOS Y UTILIDAD (%X)</b>			25,00%	0,96
	<b>OTROS INDIRECTOS (%X)</b>			-	
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>			4,79	
	<b>VALOR PROPUESTO</b>			4,79	



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**

Nombre: Egdo. Juan Sebastián Rodríguez Benavides

Obra: Sistema de riego por aspersión en el módulo Samanga-San Carlos

RUBRO: Geomembrana GINEGAR

HOJA 4 DE 19

UNIDAD: u

RENDIM.: R = 0,30

(unidad/horas)

**EQUIPOS**

Descripción	CANTIDAD A	TARIFA/HORA B	COSTO HORA C = A*B	COSTO D = C*R	%
Herramienta manual		2,81		0,15	1,50%

**MANO DE OBRA** **PARCIAL M**

Descripción (CATEGORIA)	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C = A*B	COSTO D = C*R	%
Maestro de obra	1,00	2,94	3,02	0,80	8,02%
Peón	3,00	2,78	8,34	2,22	22,27%

**MATERIALES** **PARCIAL N**

Descripción	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C = A*B	%
Geomembrana GINEGAR 500 micras	u	1,050	4,67	4,90	49,15%
Kit de anclajes	kit	1,000	1,90	1,90	19,06%

**TRANSPORTE** **PARCIAL O**

Descripción	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A*B	%

**PARCIAL P**

Ambato, septiembre 2013	<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)</b>			9,97	100,00%
	<b>INDIRECTOS Y UTILIDAD (%X) 25,00%</b>			2,49	
	<b>OTROS INDIRECTOS (%X)</b>			-	
Egdo. Juan Rodríguez	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>			12,46	
	<b>VALOR PROPUESTO</b>			12,46	

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**

Nombre: Egdo. Juan Sebastián Rodríguez Benavides

HOJA 5 DE 19

Obra: Sistema de riego por aspersión en el módulo Samanga-San Carlos

RUBRO: Prov. e instalación tubería PVC 125 mm

UNIDAD: u  
RENDIM.: R = 0,080  
(unidad/horas)

**EQUIPOS**

Descripción	CANTIDAD A	TARIFA/HORA B	COSTO HORA C = A*B	COSTO D = C*R	%
Herramienta manual		2,81		0,05	0,12%

**MANO DE OBRA** **PARCIAL M** 0,05 0,12%

Descripción (CATEGORIA)	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C = A*B	COSTO D = C*R	%
Maestro de obra	1,00	2,94	2,94	0,24	0,60%
Plomero	1,00	2,82	2,82	0,23	0,57%
Peón	2,00	2,78	5,56	0,44	1,09%

**MATERIALES** **PARCIAL N** 0,91 2,26%

Descripción	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C = A*B	%
Tubo unión E/C 0.80 MPa 125 mm	6 m	1,000	37,00	39,20	97,22%
Polilimpia	gal	0,003	19,61	0,06	0,15%
Polipega	gal	0,003	33,67	0,10	0,25%

**TRANSPORTE** **PARCIAL O** 39,36 97,62%

Descripción	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A*B	%

**PARCIAL P**

Ambato, septiembre 2013	<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)</b>	38,12	100,00%
	<b>INDIRECTOS Y UTILIDAD (%X)</b>	25,00%	9,53
	<b>OTROS INDIRECTOS (%X)</b>	-	
Egdo. Juan Rodríguez	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	47,65	
	<b>VALOR PROPUESTO</b>	48,00	

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**

Nombre: Egdo. Juan Sebastián Rodríguez Benavides

HOJA 6 DE 19

Obra: Sistema de riego por aspersión en el módulo Samanga-San Carlos

RUBRO: Prov. e instalación tubería PVC 63 mm

UNIDAD: u  
RENDIM.: R = 0,080  
(unidad/horas)

**EQUIPOS**

Descripción	CANTIDAD A	TARIFA/HORA B	COSTO HORA C = A*B	COSTO D = C*R	%
Herramienta manual		2,81		0,05	0,12%

**MANO DE OBRA** **PARCIAL M** 0,05 0,12%

Descripción (CATEGORIA)	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C = A*B	COSTO D = C*R	%
Maestro de obra	1,00	2,94	2,94	0,24	0,57%
Plomero	1,00	2,82	2,82	0,23	0,54%
Peón	2,00	2,78	5,56	0,44	1,04%

**MATERIALES** **PARCIAL N** 0,91 2,15%

Descripción	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C = A*B	%
Tubo unión E/C 0.80 MPa 63 mm	6 m	1,000	35,34	41,34	97,36%
Polilimpia	gal	0,003	19,61	0,06	0,14%
Polipega	gal	0,003	33,67	0,10	0,24%

**TRANSPORTE** **PARCIAL O** 41,50 97,74%

Descripción	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A*B	%

**PARCIAL P**

Ambato, septiembre 2013  Egdo. Juan Rodríguez	<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)</b>	36,46	100,00%
	<b>INDIRECTOS Y UTILIDAD (%X)</b>	25,00%	9,12
	<b>OTROS INDIRECTOS (%X)</b>		
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	45,58	
	<b>VALOR PROPUESTO</b>	46,00	

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**

Nombre: Egdo. Juan Sebastián Rodríguez Benavides

HOJA 7 DE 19

Obra: Sistema de riego por aspersión en el módulo Samanga-San Carlos

RUBRO: Prov. e instalación tubería PVC 140 mm

UNIDAD: u  
RENDIM.: R = 0,080  
(unidad/horas)

**EQUIPOS**

Descripción	CANTIDAD A	TARIFA/HORA B	COSTO HORA C = A*B	COSTO D = C*R	%
Herramienta manual		2,81		0,05	0,15%

**MANO DE OBRA** **PARCIAL M** 0,05 0,15%

Descripción (CATEGORIA)	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C = A*B	COSTO D = C*R	%
Maestro de obra	1,00	2,94	2,94	0,24	0,72%
Plomero	1,00	2,82	2,82	0,23	0,69%
Peón	2,00	2,78	5,56	0,44	1,33%

**MATERIALES** **PARCIAL N** 0,91 2,74%

Descripción	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C = A*B	%
Tubo unión E/C 0.80 MPa 140 mm	6 m	1,000	39,50	32,00	96,62%
Polilimpia	gal	0,003	19,61	0,06	0,18%
Polipega	gal	0,003	33,67	0,10	0,30%

**TRANSPORTE** **PARCIAL O** 32,16 97,10%

Descripción	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A*B	%

**PARCIAL P**

Ambato, septiembre 2013	<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)</b>	40,62	100,00%
	<b>INDIRECTOS Y UTILIDAD (%X)</b>	25,00%	10,16
	<b>OTROS INDIRECTOS (%X)</b>		
Egdo. Juan Rodríguez	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	50,68	
	<b>VALOR PROPUESTO</b>	51,00	

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**

Nombre: Egdo. Juan Sebastián Rodríguez Benavides

HOJA 8 DE 19

Obra: Sistema de riego por aspersión en el módulo Samanga-San Carlos

RUBRO: Manguera 40mm

UNIDAD: m  
RENDIM.: R = 0,080  
(unidad/horas)

**EQUIPOS**

Descripción	CANTIDAD A	TARIFA/HORA B	COSTO HORA C = A*B	COSTO D = C*R	%
Herramienta manual		2,81		0,03	0,98%
<b>MANO DE OBRA</b>				<b>PARCIAL M</b>	0,03 0,98%
Descripción (CATEGORIA)	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C = A*B	COSTO D = C*R	%
Maestro de obra	1,00	2,94	2,94	0,24	0,70%
Plomero	1,00	2,82	2,82	0,23	7,54%
Peón	2,00	2,78	5,56	0,44	14,43%
<b>MATERIALES</b>				<b>PARCIAL N</b>	0,67 21,97%
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C = A*B	%
Manguera 40mm	m	1,000	2,35	2,35	77,05%
<b>TRANSPORTE</b>				<b>PARCIAL O</b>	2,35 77,05%
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A*B	%
<b>PARCIAL P</b>					
Ambato, septiembre 2013	<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)</b>			3,05	100,00%
	<b>INDIRECTOS Y UTILIDAD (%X) 25,00%</b>			0,76	
	<b>OTROS INDIRECTOS (%X)</b>				
Egdo. Juan Rodríguez	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>			3,81	
	<b>VALOR PROPUESTO</b>			4,00	

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**

Nombre: Egdo. Juan Sebastián Rodríguez Benavides

Obra: Sistema de riego por aspersión en el módulo Samanga-San Carlos

HOJA 9 DE 19

RUBRO: Bomba de presión de 2 HP. Inc. Accesor.

UNIDAD: u  
 RENDIM.: R = 1  
 (unidad/horas)

**EQUIPOS**

Descripción	CANTIDAD A	TARIFA/HORA B	COSTO HORA C = A*B	COSTO D = C*R	%
Herramienta manual		2,81			

**MANO DE OBRA**

PARCIAL M

Descripción (CATEGORIA)	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C = A*B	COSTO D = C*R	%
Maestro de obra	1,00	2,94	2,94	2,94	2,80%
Plomero	1,00	2,82	2,82	2,82	2,74%
Peón	1,00	2,78	2,78	2,78	2,70%

**MATERIALES**

PARCIAL N

Descripción	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C = A*B	%
Motor bomba con trampa de pelos de 2 hp	u	1,00	265,00	265,00	71,36%
Universal HG 3/4"	u	1,00	1,32	1,32	0,40%
Reducción HG 3/4" a 1/2"	u	2,00	0,27	0,54	0,16%
Codo HG 1/2" x 90	u	2,00	0,21	0,42	0,13%
Accesorios	Kit	1,00	65,60	65,60	19,71%

**TRANSPORTE**

PARCIAL O

Descripción	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A*B	%

PARCIAL P

Ambato, septiembre 2013	<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)</b>			332,88	100,00%
	<b>INDIRECTOS Y UTILIDAD (%X)</b>			25,00%	83,22
	<b>OTROS INDIRECTOS (%X)</b>				
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>			416,10	
	<b>VALOR PROPUESTO</b>			416,00	

Egdo. Juan Rodríguez

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**

Nombre: Egdo. Juan Sebastián Rodríguez Benavides

HOJA 10 DE 19

Obra: Sistema de riego por aspersión en el módulo Samanga-San Carlos

RUBRO: Filtro de anillos (cabezal completo)

UNIDAD: u  
RENDIM.: R = 2  
(unidad/horas)

**EQUIPOS**

Descripción	CANTIDAD A	TARIFA/HORA B	COSTO HORA C = A*B	COSTO D = C*R	%
Herramienta manual		2,81		0,06	0,11%

**MANO DE OBRA** **PARCIAL M** 0,06 0,11%

Descripción (CATEGORIA)	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C = A*B	COSTO D = C*R	%
Plomero	1,00	2,82	2,82	0,56	1,05%
Peón	1,00	2,78	2,78	0,56	1,05%

**MATERIALES** **PARCIAL N** 1,12 2,10%

Descripción	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C = A*B	%
Universal 2"	u	1,000	8,50	8,50	15,94%
Niple 2"	u	1,000	1,08	1,08	2,03%
Buje de 2 a 1 1/2	u	1,000	2,20	2,20	4,13%
Filtro de anillos	u	1,000	38,35	38,35	71,94%
Codo pvc 63 mm	u	1,000	2,00	2,00	3,75%
Polipega	gal	0,001	33,67	0,03	0,01%

**TRANSPORTE** **PARCIAL O** 52,13 97,79%

Descripción	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A*B	%

**PARCIAL P**

Ambato, septiembre 2013	<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)</b>			53,31	100,00%
	<b>INDIRECTOS Y UTILIDAD (%X)</b>			25,00%	13,33
	<b>OTROS INDIRECTOS (%X)</b>				
Egdo. Juan Rodríguez	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>			66,64	
	<b>VALOR PROPUESTO</b>			67,00	

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**

Nombre: Egdo. Juan Sebastián Rodríguez Benavides

HOJA 11 DE 19

Obra: Sistema de riego por aspersión en el módulo Samanga-San Carlos

RUBRO: Tapones para tubería PVC 63mm

UNIDAD: u  
RENDIM.: R = 2  
(unidad/horas)

**EQUIPOS**

Descripción	CANTIDAD A	TARIFA/HORA B	COSTO HORA C = A*B	COSTO D = C*R	%
Herramienta manual		2,81		0,03	1,06%

**MANO DE OBRA** **PARCIAL M** 0,03 1,06%

Descripción (CATEGORIA)	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C = A*B	COSTO D = C*R	%
Peón	1,00	2,78	2,78	0,56	9,86%
Plomero	1,00	2,82	2,82	0,56	9,86%

**MATERIALES** **PARCIAL N** 0,56 19,72%

Descripción	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C = A*B	%
Tapones para tubería PVC 63mm	l	1,000	2,25	2,25	79,23%
Polipega	gal	0,001	33,67	0,03	0,01%

**TRANSPORTE** **PARCIAL O** 2,25 79,24%

Descripción	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A*B	%

**PARCIAL P**

Ambato, septiembre 2013  Egdo. Juan Rodríguez	<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)</b>	2,84	100,00%
	<b>INDIRECTOS Y UTILIDAD (%X)</b>	25,00%	0,71
	<b>OTROS INDIRECTOS (%X)</b>		
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	3,55	
	<b>VALOR PROPUESTO</b>	4,00	



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**

Nombre: Egdo. Juan Sebastián Rodríguez Benavides

HOJA 12 DE 19

Obra: Sistema de riego por aspersión en el módulo Samanga-San Carlos

RUBRO: Collarín 63x3/4

UNIDAD: u  
RENDIM.: R = 1  
(unidad/horas)

**EQUIPOS**

Descripción	CANTIDAD A	TARIFA/HORA B	COSTO HORA C = A*B	COSTO D = C*R	%
Herramienta manual		2,81			

**MANO DE OBRA**

**PARCIAL M**

Descripción (CATEGORIA)	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C = A*B	COSTO D = C*R	%
Peón	1,00	2,78	2,78	0,005	0,14%
Plomero	1,00	2,82	2,78	0,005	0,14%

**MATERIALES**

**PARCIAL N**

Descripción	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C = A*B	%
Collarín 63x3/4	1	1,000	3,50	3,50	99,72%

**TRANSPORTE**

**PARCIAL O**

Descripción	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A*B	%

**PARCIAL P**

Ambato, septiembre 2013  Egdo. Juan Rodríguez	<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)</b>	3,51	100,00%
	<b>INDIRECTOS Y UTILIDAD (%X)</b>	25,00%	0,88
	<b>OTROS INDIRECTOS (%X)</b>		
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	4,39	
	<b>VALOR PROPUESTO</b>	4,00	

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**

Nombre: Egdo. Juan Sebastián Rodríguez Benavides

HOJA 13 DE 19

Obra: Sistema de riego por aspersión en el módulo Samanga-San Carlos

RUBRO: Prov. e instalación tee PVC 63mm

UNIDAD: u  
RENDIM.: R = 0,20  
(unidad/horas)

**EQUIPOS**

Descripción	CANTIDAD A	TARIFA/HORA B	COSTO HORA C = A*B	COSTO D = C*R	%
Herramienta manual		2,81		0,04	1,90%
<b>MANO DE OBRA</b>				<b>PARCIAL M</b>	0,04 1,90%
Descripción (CATEGORIA)	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C = A*B	COSTO D = C*R	%
Plomero	1,00	2,82	2,82	0,38	18,10%
Peón	1,00	2,78	2,78	0,37	17,62%
<b>MATERIALES</b>				<b>PARCIAL N</b>	0,75 35,72%
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C = A*B	%
Tee PVC unión E/C 63 mm	u	1,000	1,15	1,15	54,76%
Polilimpia	gal	0,003	19,61	0,06	2,86%
Polipega	gal	0,003	33,67	0,10	4,76%
<b>TRANSPORTE</b>				<b>PARCIAL O</b>	1,31 62,38%
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A*B	%
				<b>PARCIAL P</b>	
Ambato, septiembre 2013				<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)</b>	2,10 100,00%
				<b>INDIRECTOS Y UTILIDAD (%X)</b>	25,00% 0,53
				<b>OTROS INDIRECTOS (%X)</b>	
Egdo. Juan Rodríguez				<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	2,63
				<b>VALOR PROPUESTO</b>	2,63

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**

Nombre: Egdo. Juan Sebastián Rodríguez Benavides

HOJA 14 DE 19

Obra: Sistema de riego por aspersión en el módulo Samanga-San Carlos

RUBRO: Prov. e instalación codo PVC 63mm

UNIDAD: u  
RENDIM.: R = 0,020  
(unidad/horas)

**EQUIPOS**

Descripción	CANTIDAD A	TARIFA/HORA B	COSTO HORA C = A*B	COSTO D = C*R	%	
Herramienta manual		2,81		-		
<b>MANO DE OBRA</b>				<b>PARCIAL M</b>	-	
Descripción (CATEGORIA)	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C = A*B	COSTO D = C*R	%	
Plomero	1,00	2,82	2,82	0,03	2,46%	
Peón	1,00	2,78	2,78	0,03	2,46%	
<b>MATERIALES</b>				<b>PARCIAL N</b>	0,06	
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C = A*B	%	
Codo PVC 63mm	u	1,000	1,00	1,00	81,97%	
Polilimpia	gal	0,003	19,61	0,06	4,92%	
Polipega	gal	0,003	33,67	0,10	8,20%	
<b>TRANSPORTE</b>				<b>PARCIAL O</b>	1,16	
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A*B	%	
<b>PARCIAL P</b>						
Ambato, septiembre 2013				<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)</b>	1,22	100,00%
				<b>INDIRECTOS Y UTILIDAD (%X)</b>	25,00%	0,31
				<b>OTROS INDIRECTOS (%X)</b>		
Egdo. Juan Rodríguez				<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	1,53	
				<b>VALOR PROPUESTO</b>	1,53	

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**

Nombre: Egdo. Juan Sebastián Rodríguez Benavides

HOJA 15 DE 19

Obra: Sistema de riego por aspersión en el módulo Samanga-San Carlos

RUBRO: Manómetro

UNIDAD: u  
RENDIM.: R = 0,090  
(unidad/horas)

**EQUIPOS**

Descripción	CANTIDAD A	TARIFA/HORA B	COSTO HORA C = A*B	COSTO D = C*R	%
Herramienta manual		2,81			

**MANO DE OBRA**

PARCIAL M

Descripción (CATEGORIA)	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C = A*B	COSTO D = C*R	%
Peón	1,00	2,78	2,78	0,25	0,67%
Plomero	0,50	2,82	2,82	0,25	0,67%

**MATERIALES**

PARCIAL N

Descripción	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C = A*B	%
Manómetro	1	1,000	37,00	37,00	99,33%

**TRANSPORTE**

PARCIAL O

Descripción	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A*B	%

PARCIAL P

Ambato, septiembre 2013	<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)</b>			37,25	100,00%
	<b>INDIRECTOS Y UTILIDAD (%X) 25,00%</b>			9,31	
	<b>OTROS INDIRECTOS (%X)</b>				
Egdo. Juan Rodríguez	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>			46,56	
	<b>VALOR PROPUESTO</b>			47,00	

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**

Nombre: Egdo. Juan Sebastián Rodríguez Benavides

HOJA 16 DE 19

Obra: Sistema de riego por aspersión en el módulo Samanga-San Carlos

RUBRO: Válvula de pie 2 1/2"

UNIDAD: u  
RENDIM.: R = 0,80  
(unidad/horas)

**EQUIPOS**

Descripción	CANTIDAD A	TARIFA/HORA B	COSTO HORA C = A*B	COSTO D = C*R	%
Herramienta manual		2,81			

**MANO DE OBRA** **PARCIAL M** -

Descripción (CATEGORIA)	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C = A*B	COSTO D = C*R	%
Peón	1,00	2,78	2,78	2,22	6,89%

**MATERIALES** **PARCIAL N** 2,22 6,89%

Descripción	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C = A*B	%
Válvula de pie 2 1/2"	1	1,000	30,00	30,00	93,11%

**TRANSPORTE** **PARCIAL O** 30,00 93,11%

Descripción	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A*B	%

**PARCIAL P**

Ambato, septiembre 2013  Egdo. Juan Rodríguez	<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS X =</b> (M+N+O+P)	32,22	100,00%
	<b>INDIRECTOS Y UTILIDAD</b> 25,00% (%X)	8,06	
	<b>OTROS INDIRECTOS</b> (%X)		
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	40,28	
	<b>VALOR PROPUESTO</b>	40,00	

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**

Nombre: Egdo. Juan Sebastián Rodríguez Benavides

HOJA 17 DE 19

Obra: Sistema de riego por aspersión en el módulo Samanga-San Carlos

RUBRO: Válvula en rosca hembra universal 2 1/2"

UNIDAD: u  
RENDIM.: R = 0,80  
(unidad/horas)

**EQUIPOS**

Descripción	CANTIDAD A	TARIFA/HORA B	COSTO HORA C = A*B	COSTO D = C*R	%
Herramienta manual		2,81			

**MANO DE OBRA** **PARCIAL M** -

Descripción (CATEGORIA)	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C = A*B	COSTO D = C*R	%
Peón	1,00	2,78	2,78	2,22	10,46%

**MATERIALES** **PARCIAL N** 2,22 10,46%

Descripción	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C = A*B	%
Válvula en rosca hembra universal 2 1/2"	1	1,000	19,00	19,00	89,54%

**TRANSPORTE** **PARCIAL O** 19,00 89,54%

Descripción	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A*B	%

**PARCIAL P**

Ambato, septiembre 2013  Egdo. Juan Rodríguez	<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)</b>	21,22	100,00%
	<b>INDIRECTOS Y UTILIDAD (%X)</b> <span style="float: right;"><b>25,00%</b></span>	5,31	
	<b>OTROS INDIRECTOS (%X)</b>		
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	26,53	
	<b>VALOR PROPUESTO</b>	27,00	

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**

Nombre: Egdo. Juan Sebastián Rodríguez Benavides

HOJA 18 DE 19

Obra: Sistema de riego por aspersión en el módulo Samanga-San Carlos

RUBRO: Válvula de retención 2 1/2"

UNIDAD: u  
RENDIM.: R = 0,80  
(unidad/horas)

**EQUIPOS**

Descripción	CANTIDAD A	TARIFA/HORA B	COSTO HORA C = A*B	COSTO D = C*R	%
Herramienta manual		2,81			

**MANO DE OBRA** **PARCIAL M** -

Descripción (CATEGORIA)	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C = A*B	COSTO D = C*R	%
Peón	1,00	2,78	2,78	2,22	4,91%

**MATERIALES** **PARCIAL N** 2,22 4,91%

Descripción	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C = A*B	%
Válvula de retención 2 1/2"	1	1,000	43,00	43,00	95,09%

**TRANSPORTE** **PARCIAL O** 43,00 95,09%

Descripción	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A*B	%

**PARCIAL P**

Ambato, septiembre 2013  Egdo. Juan Rodríguez	<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)</b>			45,22	100,00%
	<b>INDIRECTOS Y UTILIDAD (%X) 25,00%</b>			11,31	
	<b>OTROS INDIRECTOS (%X)</b>				
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>			56,53	
	<b>VALOR PROPUESTO</b>			57,00	

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**

Nombre: Egdo. Juan Sebastián Rodríguez Benavides

HOJA 19 DE 19

Obra: Sistema de riego por aspersión en el módulo Samanga-San Carlos

RUBRO: Aspersor NAAM 5035

UNIDAD: u  
RENDIM.: R = 0,60  
(unidad/horas)

**EQUIPOS**

Descripción	CANTIDAD A	TARIFA/HORA B	COSTO HORA C = A*B	COSTO D = C*R	%
Herramienta manual		2,81			

**MANO DE OBRA** **PARCIAL M** -

Descripción (CATEGORIA)	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C = A*B	COSTO D = C*R	%
Peón	1,00	2,78	2,78	1,67	11,19%

**MATERIALES** **PARCIAL N** 1,67 11,19%

Descripción	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C = A*B	%
Aspersor NAAM 5035 con radio de aspersión =18m	1	1,000	13,25	13,25	88,81%

**TRANSPORTE** **PARCIAL O** 13,25 88,81%

Descripción	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A*B	%

**PARCIAL P**

Ambato, septiembre 2013  Egdo. Juan Rodríguez	<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)</b>			14,92	100,00%
	<b>INDIRECTOS Y UTILIDAD (%X) 25,00%</b>			3,73	
	<b>OTROS INDIRECTOS (%X)</b>				
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>			18,65	
	<b>VALOR PROPUESTO</b>			19,00	



### 6.8.3.- Presupuesto

<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>					
<b>PROYECTO: Diseño del sistema de riego por aspersión en el módulo Samanga-San Carlos</b>					
<b>PLAZO : 10 DIAS</b>			<b>REALIZADO POR: Egdo. Juan Rodríguez</b>		
<b>UBICACIÓN: Parroquia Unamuncho - cantón Ambato - provincia Tungurahua</b>					
<b>FECHA: Septiembre 2013</b>					
Nº	DESCRIPCIÓN DEL RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	V.UNITARIO	V.TOTAL
<b>TANQUE RESERVORIO</b>					
1	Excavación de zanjas en tierra en seco h=2-4 m a maquina	m3	300,25	3,35	1.005,84
2	Hormigón simple $f_c= 210$ kg/cm <sup>2</sup>	m3	0,50	126,05	63,03
3	Calzada de piedra bola t.n. 10 cm	m2	72,35	4,79	346,56
4	Geomembrana GINEGAR	u	275,44	12,46	1.618,85
5	Prov. e instalación tubería pvc 125 mm	m	7,65	48,00	367,20
6	Prov. e instalación tubería pvc 63 mm	m	72,00	46,00	3.312,00
7	Prov. e instalación tubería pvc 140 mm	m	4,00	51,00	204,00
<b>CONDUCCIÓN</b>					
8	Manguera 40mm	m	182,00	4,00	728,00
9	Bomba de presión de 2 HP	u	2,00	416,00	832,00
10	Filtro de anillos (cabezal completo)	u	2,00	67,00	134,00
11	Tapones para tubería PVC 63mm	u	2,00	4,00	8,00
12	Collarín 63x3/4	u	4,00	4,00	16,00
13	Prov. e instalación tee pvc 63mm	u	1,00	2,63	2,63
14	Prov. e instalación codo pvc 63mm	u	1,00	1,53	1,53
15	Manómetro	u	1,00	47,00	47,00
16	Válvula de pie 2 1/2"	u	1,00	40,00	40,00
17	Válvula en rosca hembra universal 2 1/2"	u	2,00	27,00	54,00
18	Válvula de retención 2 1/2"	u	2,00	57,00	114,00
<b>ASPERSIÓN</b>					
19	Aspersor NAAM 5035	u	8,00	19,00	152,00
				<b>Valoración Total USD \$</b>	
				<b>9.046,64</b>	
Son: Nueve mil cuarenta y seis con 64/100					
Ambato, Septiembre 2013					

6.8.4.- Cronograma de actividades

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL PROYECTO: Diseño del sistema de riego por aspersión en el módulo Samanga-San Carlos CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES															
Nº	DESCRIPCIÓN DEL RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	V.UNITARIO	V.TOTAL	TIEMPO EN DIAS									
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
						60,00%	40,00%								
						603,50	402,34								
1	Excavación de zanjas en tierra en seco h=2-4 m	m3	300,25	3,35	1.005,84			100,00%							
								72,59							
2	Hormigon simple f'c= 210 kg/cm2	m3	0,50	145,18	72,59			100,00%							
								346,56							
3	Calzada de piedra bola t.n. 10 cm	m2	72,35	4,79	346,56				100,00%						
									1.618,85						
4	Geomembrana GINEGAR	2.12m2	275,44	12,46	1.618,85										
								100,00%							
								367,20							
5	Prov. e instalación tubería pvc 125 mm	6m	7,65	48,00	367,20										
									50,00%	50,00%					
									1.656,00	1.656,00					
6	Prov. e instalación tubería pvc 63 mm	6m	72,00	46,00	3.312,00						25,00%	25,00%	25,00%	25,00%	
											51,00	51,00	51,00	51,00	
7	Prov. e instalación tubería pvc 140 mm	6m	4,00	51,00	204,00						25,00%	25,00%	25,00%	25,00%	
											182,00	182,00	182,00	182,00	
8	Manguera 40mm	m	182,00	4,00	728,00						25,00%	25,00%	25,00%	25,00%	
											208,00	208,00	208,00	208,00	
9	Bomba de presión de 2 HP	u	2,00	416,00	832,00						25,00%	25,00%	25,00%	25,00%	
											33,50	33,50	33,50	33,50	
10	Filtro Irretec (cabezal completo)	u	2,00	67,00	134,00										
									50,00%	50,00%					
									4,00	4,00					
11	Tapones para tubería PVC 63mm	u	2,00	4,00	8,00										
									50,00%	50,00%					
									8,00	8,00					
12	Collarín 63x3/4	u	4,00	4,00	16,00										
									50,00%	50,00%					
									1,32	1,32					
13	Prov. e instalación tee pvc 63mm	u	1,00	2,63	2,63										
									50,00%	50,00%					
									0,77	0,77					
14	Prov. e instalación codo pvc 63mm	u	1,00	1,53	1,53										
														100,00%	
														47,00	
15	Manómetro	u	1,00	47,00	47,00										
														100,00%	
														40,00	
16	Válvula de pie 2 1/2"	u	1,00	40,00	40,00										
														100,00%	
														54,00	
17	Válvula en rosca hembra universal 2 1/2"	u	2,00	27,00	54,00										
														100,00%	
														114,00	
18	Válvula de retención 2 1/2"	u	2,00	57,00	114,00										
														100,00%	
														152,00	
19	Aspersor NAAM 5035	u	8,00	19,00	152,00										

## **6.9.- Previsión de la evaluación**

### **6.9.1.- Especificaciones técnicas de los rubros de construcción**

- **Excavación de zanjas en tierra**

Consiste en remover y quitar la tierra u otros materiales según el proyecto, para alojar la tubería de las redes de agua, incluyendo las operaciones necesarias para compactar o limpiar el replantillo y taludes de las mismas, la remoción del material producto de las excavaciones y la conservación de dichas excavaciones por el tiempo que se requiera para la instalación satisfactoria de dicha tubería.

El fondo de la zanja será lo suficientemente ancho para permitir libremente el trabajo de los obreros colocadores de tubería y para la ejecución de un buen relleno.

Se deberá vigilar que desde el momento que se inicia la excavación hasta aquel en que se determine el relleno de la misma, incluyendo el tiempo necesario para la colocación y prueba de la tubería.

- **Hormigón simple  $f'c=210\text{kg/cm}^2$**

Consiste en la provisión y elaboración de hormigón simple de la resistencia  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ .

El hormigón simple será monolítico sin poros, para lo que se utilizará el equipo adecuado de hormigonado como concreteras, para luego ser colocado en los sitios que determine el proyecto.

Los agregados gruesos que se utilizarán en la preparación del hormigón deberán tener un desgaste no mayor al 40%, determinado según los métodos de ensayo especificado en las normas INEN 860-861.

El cemento a utilizarse será Portland tipo I; de acuerdo a lo especificado en las normas INEN 151-152; para la confección del hormigón se utilizará un solo tipo de cemento, para un determinado elemento estructural.

- **Calzada de piedra bola tn=10cm**

Este trabajo consiste en la colocación de una capa de piedra seleccionada (canto rodado) de tamaño nominal mínimo de 10cm, y el emporado con material granular tamaño nominal 3/8" (arena gruesa) de acuerdo a las alienaciones, pendientes y sección típica indicada en los planos o instrucciones del Fiscalizador.

La piedra estará libre de material vegetal, tierra u otros materiales objetables; toda piedra alterada por la acción de la intemperie o que se encuentre meteorizada, será rechazada.

La calzada terminada no deberá tener irregularidades; una vez terminado el empedrado el contratista deberá dejar completamente limpia la calzada (barrida), y realizará el desalojo de la piedra de desperdicio.

- **Geomembrana**

La geomembrana que se utilizará es de marca GINEGAR la misma que se encuentra con grosores de 175 micras y 500 micras, en este caso se utilizará la de 500 micras. Esta geomembrana estará anclada a los costados del reservorio con trincheras de 30cm de ancho y 30cm de profundidad, cavados a mano. Estas geomembranas están fabricadas con resinas vírgenes de polietileno. Son resistentes a una amplia gama de productos químicos, incluyendo ácidos, sales, alcoholes, aceites e hidrocarburos, pudiendo estos actuar concentrados y/o diluidos sin ocasionar deterioro del material.

- **Tubería de PVC**

Se fabrican con sustancias químicas obtenidas por polimerización de componentes vinílicos, en longitudes de 3 y 6 m., hasta diámetros de 40 cm. y para soportar presiones de 5.1 a 12.5 kg/cm<sup>2</sup>. Esta tubería tiene gran dureza y alta resistencia a la corrosión.

Debe evitarse su utilización al aire libre o en su defecto darle el tratamiento adecuado. El fondo de la zanja donde irá asentada la tubería no debe contener materiales duros como rocas, troncos, etc. En la colocación debe tenerse especial cuidado que la tubería no se asiente sobre rocas. La tubería de PVC, debe cumplir con las normas INEN.

### **Características técnicas del PVC**

#### **Coefficiente de dilatación**

Densidad	1,37 a 1,42 Kg/dm. <sup>3</sup>
Coefficiente de dilatación lineal	0,000.060 a 0.000.080 m/°C/m.
Temperatura de ablandamiento	> 80 °C.
Módulo de elasticidad a 20° C	> 28.000 Kg./cm. <sup>2</sup>

Coefficiente térmico de 20°C a 50°C.

Coefficiente de fricción (Tenga en cuenta que existe coeficiente de fricción estático y coeficiente dinámico).

#### **Dureza de Shore**

Módulo de elasticidad a 20° C	> 28.000 Kg./cm. <sup>2</sup>
Tensión de rotura a tracción	> 500 Kg./cm. <sup>2</sup>

## Resistencia al impacto

El PVC posee una excelente resistencia al choque: en efecto, pruebas realizadas en varios perfiles sometidos a diferentes temperaturas, entre los 0 °C y los 20 °C con una energía de impacto de 50 J, han dado resultados extraordinarios. (1J = 10 kg./cm).

## Resistencia a la tracción

Tensión de rotura a tracción	> 500 Kg./cm. <sup>2</sup>
------------------------------	----------------------------

BARRAS PVC	
DIÁMETRO (mm)	m/l (Peso Teórico)
5	0,03
6	0,05
8	0,08
10	0,13
12	0,18
15	0,28
20	0,49
25	0,75
30	1,08
35	1,45
40	1,90
45	2,41
50	2,98
55	3,58
60	4,31
65	5,10
70	5,83
75	6,60
80	7,52
85	8,41

PLACAS PVC	
ESPESOR (mm)	Kg/M <sup>2</sup> (Peso Teórico)
1	1,45
2	2,90
3	4,35
4	5,80
5	7,25
6	8,70
8	11,60
10	14,50
12	17,40
15	21,75
20	29
25	36,25
30	

- **Manguera para usos hidráulicos**

**Uso:** En equipo y maquinarias de construcción, agrícolas, mineras y transporte en general, en líneas de mediana presión, para el transporte de aceites minerales, hidráulicos, emulsiones de agua y aceite. Resiste temperaturas entre -40° C y +100°C máximo y en lapsos cortos de hasta 125° C

**Tubo interior:** De caucho sintético resistente a los aceites.

**Cubierta:** Caucho sintético resistente a la abrasión e intemperie.

**Presión de ruptura:** 758 bares u 11000 PSI.

- **Válvula de compuerta**

El contratista proporcionará las válvulas de compuerta y accesorios para su completa instalación que se requieran según el proyecto. De igual forma se deberá suministrar los empaques necesarios que se requieran para la instalación de las válvulas y accesorios.

Las válvulas de compuerta serán de fabricación normal y de buena calidad, con respecto a sus materiales y accesorios. Las válvulas de compuerta deberán cumplir con las normas y especificaciones según la designación AWWA C 500-86, de la AWWA (Asociación Americana de Abastecimientos de Agua). Cuerpo de hierro fundido ASTM A126 clase B, hierro dúctil ASTM A395 o A536, u otras normas reconocidas que aseguren una calidad equivalente o superior.

Las válvulas de compuerta tendrán caja de hierro, con montaje total de bronce ASTM B62, doble disco y caras paralelas. Las válvulas de compuerta se abrirán con un movimiento contrario al de las manecillas de un reloj. Las válvulas tendrán extremos lisos y volantes para su operación. Los mecanismos internos de las válvulas, sobre todo los vástagos y compuertas, deben soportar un torque de 300 lbs-pie.

- **Instalación de piezas especiales**

Se entenderá por instalación de piezas especiales, el conjunto de operaciones que deberá realizar el constructor para colocar según el proyecto las piezas especiales que son: Codos de varios ángulos, tees, yees, reducciones, pasamuros, zetas, tramos cortos, uniones bridadas, cruces y tapones con el fin de cumplir con los requerimientos de cambios de sección o de dirección en la red de agua.

El contratista suministrará las piezas especiales que se requieran según el proyecto; Las piezas especiales serán manejadas cuidadosamente por el constructor a fin de que no se deterioren. Previamente a su instalación se inspeccionará cada unidad para eliminar las que presenten algún defecto en su fabricación. Las piezas defectuosas serán retiradas de la obra y no podrán emplearse en ningún lugar de la misma, debiendo ser respuesta de la calidad exigida por el constructor.

Antes de su instalación las piezas especiales deberán ser limpiadas de tierra, exceso de pintura, aceite, polvo o cualquier otro material que se encuentre en su interior o en las uniones.

Simultáneamente el tendido de un tramo de tubería se instalará los nudos de dicho tramo, colocándose tapones ciegos provisionales en los extremos libres de esos nudos. A excepción del final de las mangueras que solamente serán dobladas. Los nudos estarán formados por las cruces, codos, reducciones y demás piezas especiales que señale el proyecto.

- **Collarín 63 x ¾**

**Marca:** Hoffens / Flowguard Gold.

**Medida:** 63 x ¾ pulgada.

**Color:** Negro.

**Material:** Polipropileno.

**Principales usos:** Unión económica y práctica para generar arranques perpendiculares, con sistema de rosca en la red de agua.

**Tamaño para despacho:** Pequeño

- **Filtros de malla**

Filtros en línea de polipropileno.

Malla inoxidable de 120 Mesh.

Disponibles como recambio mallas de 120 y 50 Mesh.



Juntas de gomas nitrílicas.

Presión máx. de trabajo 8 Bar a 20° C.

- **Manómetro**

**Uso:** Para aire, agua, aceite y fluidos compatibles con la conexión y mecanismo.

Recomendada para usos industriales, donde no hay vibración y golpes de ariete.

**Caja:** Acero esmaltado negro o polipropileno negro

**Mecanismo:** Bronce

**Diámetro esfera:** 2 ½" (63mm) o 4" (100mm)

**Escala:** Doble psi / bar o bar / psi

**Conexión:** de 1/4" o 1/2" inferior (radial) o posterior de bronce

- **Aspersor NAAM 5035**

Uso general de campo de instalación fija o riego en móvil. Sus principales características son:

- Su diseño de boquilla dual brinda una significativa uniformidad de distribución.
- Alineador integral de chorro para obtener el máximo alcance a presiones intermedias.
- Radio de riego 18m.
- Presiones de trabajo 2 - 4 bar.
- Â Descarga 1. - 1.6 m3/hora.

- **Bomba**

La bomba de presión utilizada en bombeo de agua potable, líquidos industriales y proyectos de riego, cuenta con una potencia de 2hp, teniendo una capacidad de caudal de hasta 260 lps.

## **6.9.2.- Estudio de impacto ambiental**

### **6.9.2.1.- Introducción**

Los proyectos de riego manejan las fuentes de agua a fin de promover la producción agrícola.

Desde hace mucho tiempo, se ha utilizado el agua superficial (principalmente los ríos) para riego, y, en algunos países, desde hace miles de años; todavía constituye una de las principales inversiones del sector público. Los proyectos de riego en gran escala, que utilizan el agua freática, son un fenómeno reciente, a partir de los últimos treinta años.

El método principal de entrega (para cerca del 95 por ciento de los proyectos en todo el mundo) es el de superficie (riego por inundación o de surco); el agua se distribuye por gravedad en la zona que va a ser regada. Otros sistemas emplean rociadores y riego de goteo. El riego por aspersión rocía las gotas de agua en la superficie de la tierra, simulando el efecto de la lluvia. El riego de goteo libera gotas o un chorro fino, a través de los agujeros de una tubería plástica que se coloca sobre o debajo de la superficie de la tierra. Aunque sean tecnológicas nuevas, relativamente, que requieren una inversión inicial más grande y manejo más intensivo que el riego de superficie, el riego por aspersión y el de goteo tienen mucho potencial para optimizar la eficiencia del uso del agua, y reducir los problemas relacionados con el riego.

### **6.9.2.2.- Objetivos del estudio de impacto ambiental**

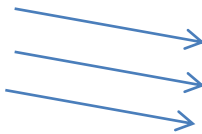
El objetivo principal es realizar un diagnóstico de impacto ambiental derivado de las obras de regadío en el terreno agrícola localizado en la parroquia Unamucho, módulo Samanga – San Carlos.

### 6.9.2.3.- Metodología de evaluación de impacto ambiental y mitigación

Para el diagnóstico de impacto ambiental en el área de influencia del proyecto de riego fue necesario el análisis de información secundaria, observaciones de campo y entrevistas a informantes calificados, para su presentación se han agrupado indicadores según los efectos o alteraciones que tienen lugar en ámbitos definidos.

Para la presentación, se han agrupado estos según los efectos o alteraciones que tienen lugar en ámbitos definidos, como sigue:

**Alteraciones  
en el  
ciclo hidrológico  
natural y/o cuenca**



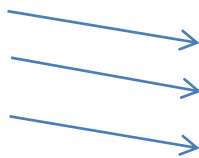
Ejecución de obras.  
Deforestación.  
Erosión.

**Alteraciones  
por  
acciones antrópicas**



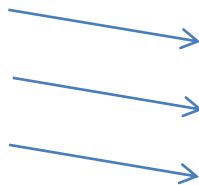
Paisaje.  
Migración.

**Alteraciones  
del  
recurso hídrico**



Calidad.  
Efluentes.  
Contaminación de  
aguas subterráneas.

**Alteraciones  
afines al  
sistema**



Salinidad.  
Inundación/encharcamientos.  
Sedimentación.

### **6.9.2.3.1.- Alteraciones en el ciclo hidrológico natural y/o cuenca**

- Ejecución de obras

Las actividades de construcción y operación de los sistemas de riego y drenaje afectan directamente el ciclo hidrológico de la zona y su área de influencia. El desvío, captación y almacenamiento del canal con fines del aprovechamiento del recurso hídrico, tuvo consecuencias sobre el medio ambiente, tanto aguas abajo como aguas arriba.

Durante el movimiento de tierras en las etapas de extracción, carga, transporte y disposición, se debe evitar también la contaminación atmosférica. Para ello las volquetas deberán utilizar carpas de protección para con ello evitar derramamiento en la vía, con este propósito también circularán a bajas velocidades.

- Deforestación

Debido a que las parcelas que pueden beneficiarse del diseño de un sistema de riego por aspersión ya son en sí áreas destinadas a la agricultura, no se presentarán inconvenientes con respecto a la deforestación, puesto que no hay necesidad de deforestar vastas áreas para la instalación del sistema de riego.

- Erosión

La erosión se puede definir como el desprendimiento, arrastre y acumulación del suelo o material parental por acción natural o antrópica.

El arrastre de los sedimentos en los cauces naturales, ocasiona alteraciones en las características geomorfológicas del cauce, mediante procesos de sedimentación y erosión, según la naturaleza del lecho del canal.

A nivel parcelario el efecto se manifiesta en las parcelas agrícolas por la pérdida de la capa fértil de los suelos, lo cual incide directamente sobre el rendimiento de los cultivos. Así mismo el material erosionado es transportado como sedimento

hacia los canales de riego depositándose en los mismos, ocasionando la reducción de la capacidad de conducción, además de estimular la proliferación de malezas.

#### **6.9.2.3.2.- Alteraciones por acciones antrópicas**

- En el paisaje

Dentro de la parroquia Unamucho y por supuesto en el módulo Samanga – San Carlos la acción del hombre ha sido permanente desde tiempos remotos a la actualidad. En el pasado, los antiguos habitantes desarrollaron una agricultura próspera a lo largo del páramo andino, pero sin las propuestas ambientales sustentables para el desarrollo de la sociedad.

La modificación del paisaje será mínima, puesto que como ya se mencionó anteriormente, la zona en cuestión es meramente agrícola, siendo la mayor afectación para este punto la construcción del estanque de reserva. Las principales acciones antrópicas en la fase de operación y mantenimiento, corresponderán a la operación de la infraestructura de riego, en sus puntos neurálgicos como lo son el reservorio y la red de riego.

- Migración

Aunque la implementación de un sistema de riego por aspersión en la parroquia Unamucho no sea, ni de lejos, una de las causas principales de la migración de la población, si es necesario tener en cuenta que todos estos procesos de tecnificación en el agro ecuatoriano, han contribuido a que familias enteras tengan que dejar sus actividades agrícolas para trabajar y vivir en las grandes ciudades e incluso migrar fuera del país. Pero al tratarse de un proyecto que puede ser implementado con miras al mejoramiento de la producción agrícola, no existe inconveniente en este punto de la evaluación de impacto ambiental.

### 6.9.2.3.3.- Alteraciones del recurso hídrico

- Calidad del agua.

La conductividad eléctrica (CE) del canal Latacunga – Salcedo - Ambato en el punto de captación del módulo Samanga – San Carlos ha sido medida infrecuentemente y ha arrojado siempre valores muy bajos ( $<0.5\text{dS/m}$ ).

Igualmente, mediciones esporádicas del RAS del agua de riego, menores a 4, sugieren que la calidad del agua es regular y no debe constituir ninguna limitación en cuanto a la disponibilidad del agua a las plantas que pudiese afectar el rendimiento de los cultivos.

Cabe anotar que no existe un programa establecido de seguimiento frecuente sobre la evolución de la calidad del agua en la zona, lo cual sería muy recomendable.

Las concentraciones de sodio (RAS  $< 6$ ), cloro ( $<2\text{ me/L}$ ) y boro ( $<05\text{ ppm}$ ) medidos en el agua del canal son consideradas regulares para causar algún efecto en el desarrollo y rendimiento de los cultivos.

- Descarga de efluentes agrícolas, industriales y urbanos

El efluente líquido del agua utilizada con fines de irrigación, industria, uso poblacional y otros usos, debe ser restituido a la naturaleza en condiciones aceptables de calidad, como propuesta sustentable del uso del recurso agua, entendiéndose que todo daño causado al ambiente debe ser compensado y remediado por el causante sin que ello signifique un derecho a contaminar.

- Contaminación de aguas subterráneas

Además de los peligros de la contaminación por medio de las descargas de efluentes arriba descritas, el sobre riego induce a la contaminación directa e

indirecta del agua subterránea. La contaminación directa se produce por efecto de la percolación del agua de riego cargada de sales, compuestos nitrogenados, agroquímicos y residuos de pesticidas. La contaminación indirecta se produce por intrusión del agua marina en acuíferos costeros y por la reversión del gradiente hidráulico original tierra-mar, como consecuencia de la sobreexplotación de los acuíferos.

Los principales efectos de la contaminación de las aguas subterráneas se producen por el uso de dichas aguas en el riego, induciendo problemas de salinización sodificación toxicidad, etc.

#### **6.9.2.3.4.- Alteraciones afines al manejo del sistema**

- Salinización del suelo

La saturación y salinización de los suelos son problemas comunes con el riego superficial. La saturación es causada, principalmente, por el drenaje inadecuado y el riego excesivo, y en un grado menor, por fugas de los canales y acequias.

En este caso se reduce en gran medida la saturación y salinización mediante el uso del riego por aspersión, porque se aplica el agua más precisamente, y se puede limitar las cantidades, más fácilmente a los requerimientos de los cultivos.

- Alcalinización del suelo

Por otro lado la alcalinización (acumulación de sodio en los suelos) es una forma, especialmente perjudicial, de salinización que es difícil de corregir. Para ello se prevé un control adecuado de los plaguicidas y demás agroquímicos que se utilizarán.

**Tabla N° 9** Resumen de impactos ambientales por motivo del sistema de riego por aspersión en la parroquia de Unamuncho módulo Samanga – San Carlos.

<b>RESUMEN DE IMPACTOS AMBIENTALES POR MOTIVO DEL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERIÓN EN LA PARROQUIA DE UNAMUNCHO MODULO SAMANGA - SAN CARLOS</b>			
<b>Tipo de alteración</b>	<b>Indicador</b>	<b>Grado del impacto</b>	
		<b>Positivo</b>	<b>Negativo</b>
Ciclo hidrológico y/o cuenca.	Ejecución de obras.	Moderado	Bajo.
	Deforestación.		Bajo.
	Erosión.		Bajo.
Antropomórficas.	Paisaje.	-	Bajo.
	Migración.		Bajo.
Recurso hídrico.	Calidad.	Bajo	Bajo.
	Efluentes.		Bajo.
	Contaminación aguas sub.		Bajo.
Manejo del sistema.	Salinización.	-	Bajo.
	Inundación.		Bajo.

**Fuente:** Egdo. Juan Rodríguez.



## **Materiales de referencia**

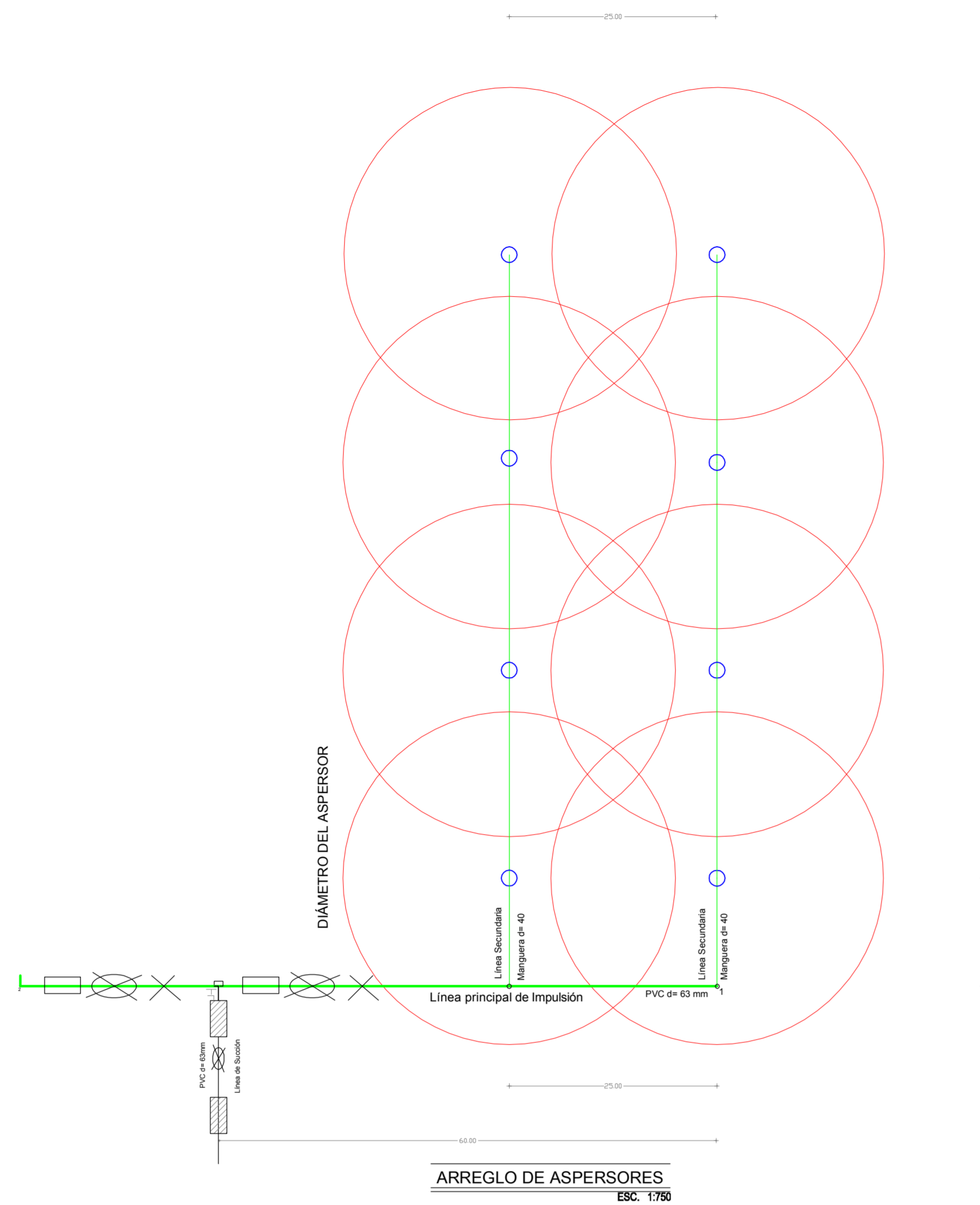
### **1.- Bibliografía**

1. Tesis de Grado: “Manual d Diseño de Sistemas de Riego Tecnicado de la Universidad de Talca.Autor: Leonardo Gaete Vergara, 2011.
2. Wikipedia, Construcción”,<http://www.wikipeda.org/wiki/construcción.htm>
3. Ley de aguas vigente.
4. Miguel Chehab, Riego.
5. Tesis de grado. Tema: “El agua de riego y su incidencia en la producción agrícola de la fresa, en el sector de Huachi la Libertad del cantón Ambato provincia de Tungurahua”. Autor: Pablo Santander, 2011,Universidad Técnica de Ambato.
6. Javier Sanchez V. FERITEC S.A.
7. SUAREZ,D.L.and I.LEBRON.1993.Water quality criteria for irrigation with highly saline water. In: Towards the rational of high salinity tolerant plants.Vol 389-397.
8. Wolff,P. 1988. Ecologyal Aspects Irrigated Agriculture. Procceding. Resource Conservation and Desertification Control in the near East. FAO GTZ-UNESCO. RFA.
9. ([http://www.euroresidentes.com/jardineria/sistemas\\_de\\_riego/riego/riego\\_por\\_aspersion.htm](http://www.euroresidentes.com/jardineria/sistemas_de_riego/riego/riego_por_aspersion.htm)).

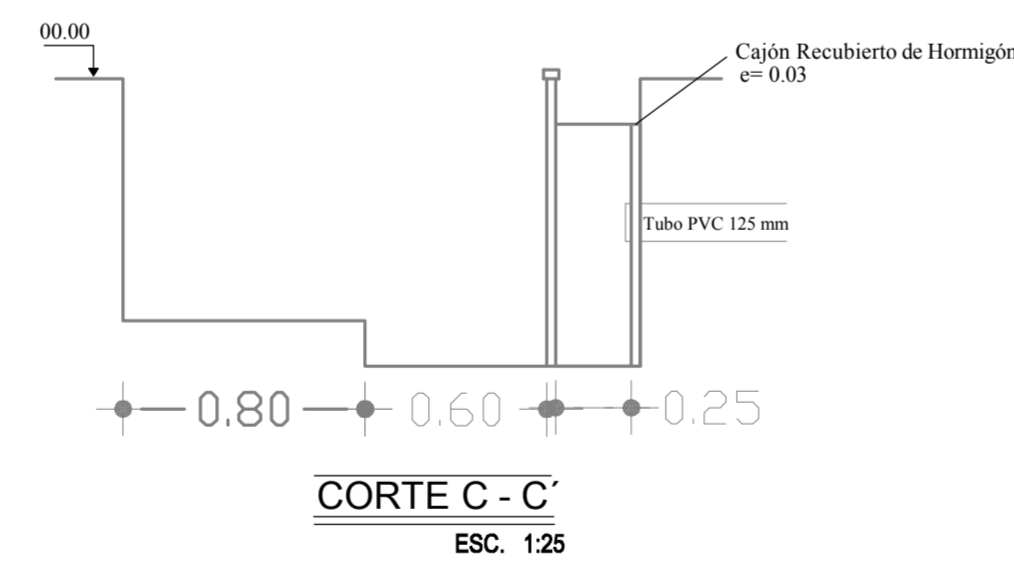
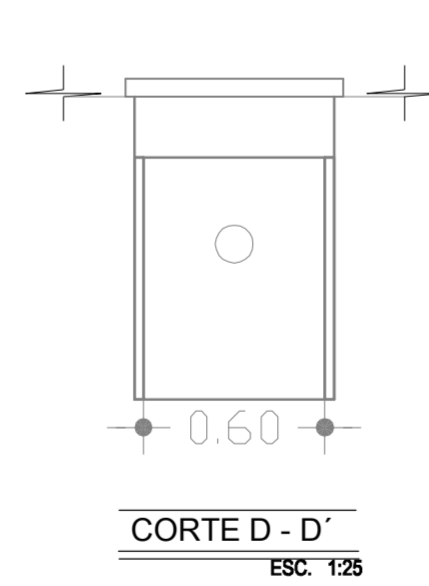
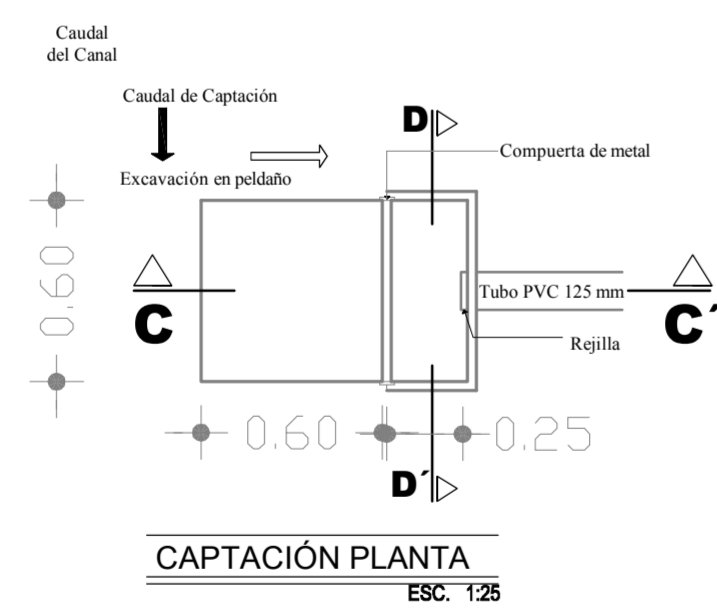
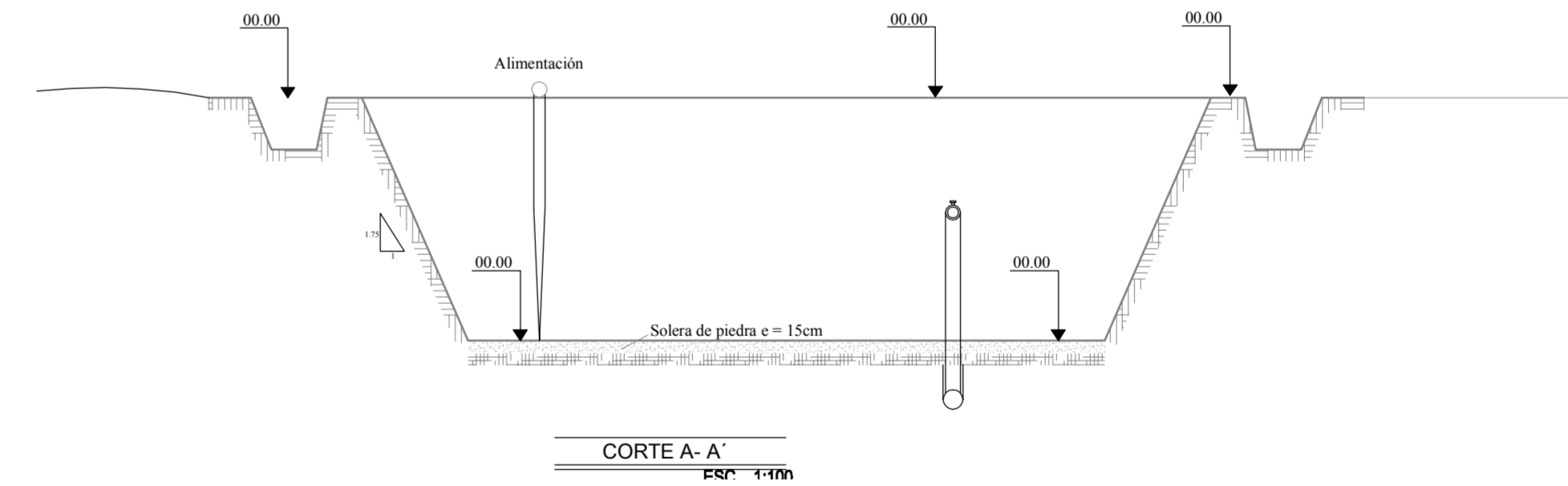
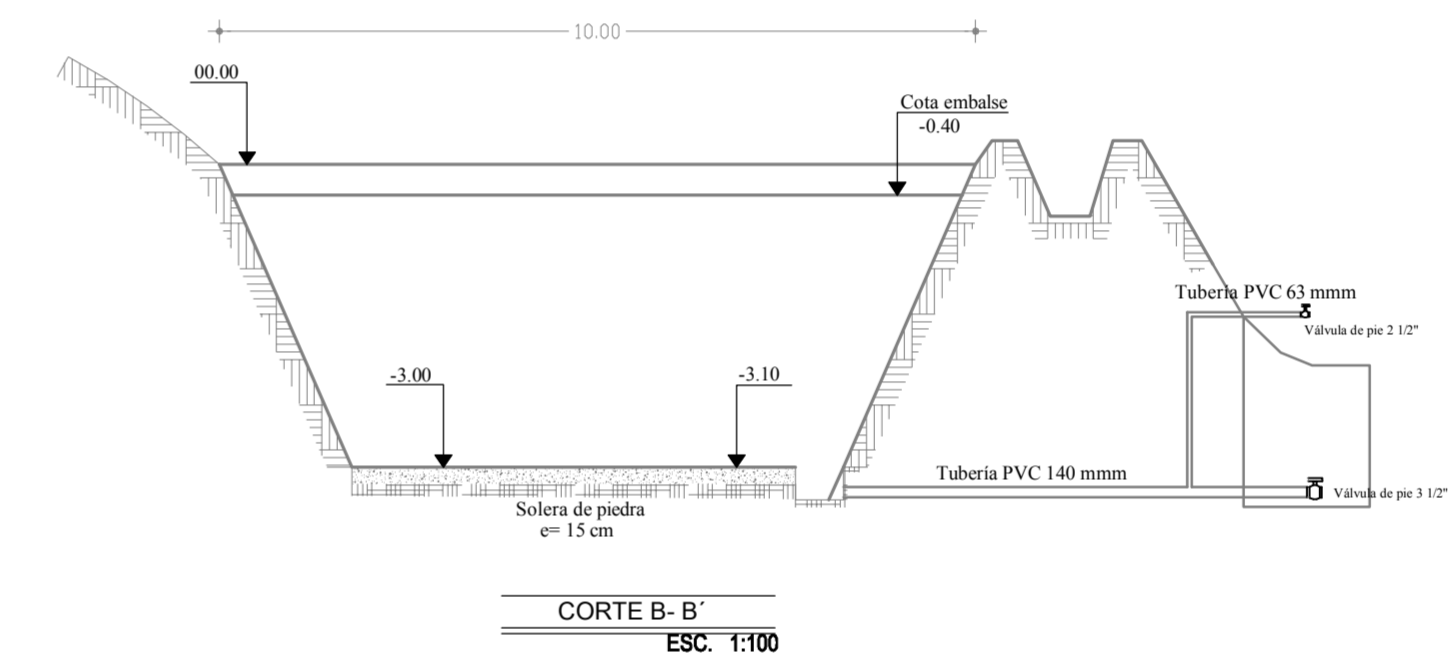
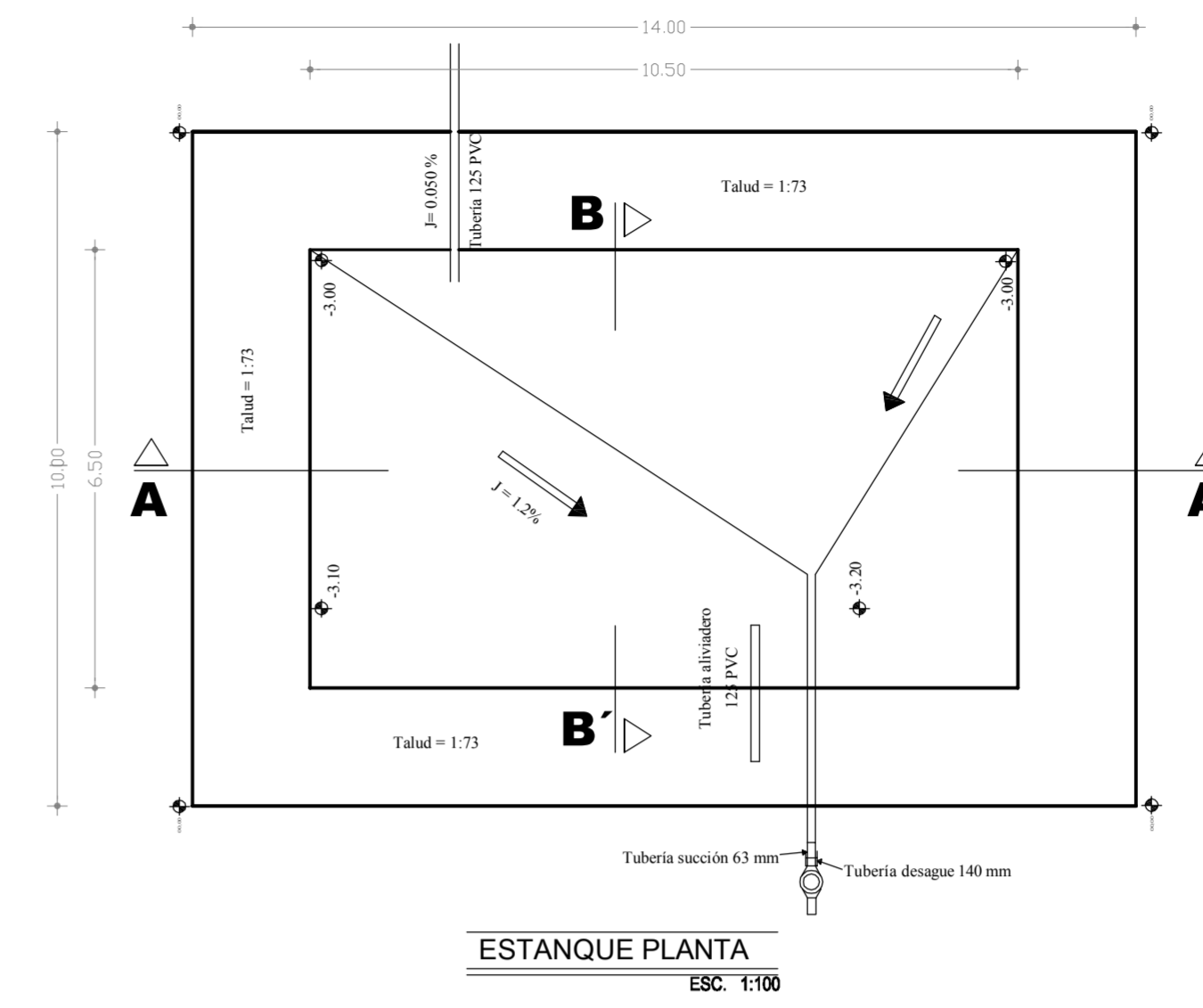
10. ARAGUEZ, J. (1983) The quality and Availability of Water used in Irrigation System. In: Proceeding Nutrient Balance and used for fertilizer in semi-arid and arid Regions International Potash Institute. Pp: 315-323. Switzerland.

## **2.- Anexos**

1. Plano de la obra de captación y reservorio, en planta y corte, arreglo de aspersores.
2. Perímetro del módulo Samanga – San Carlos



Accesorios y Fittings	
Simbología	Nombre
	Válvula de pie
	Bomba de presión 2 hp
	Codo PVC 63mm
	Válvula de cierre 2 1/2"
	T PVC 63 mm
	Filtro de anillas Irritec
	Válvula de retención 2 1/2"
	Manómetro
	Collarín 63 mm contracción
	Aspersor Naam 5035 y Ciberplazon tipo T de 40mm
	Tapones para tubo PVC 63 mm



VOLUMENES DE OBRA	
Excavación cajón y tuberías	300,25m <sup>3</sup>
Empedrado	72,35m <sup>2</sup>
Hormigón simple f <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup>	0,5m <sup>3</sup>
Tubería PVC ø=63 mm	72m
Tubería PVC ø=125 mm	7,65m
Tubería PVC ø=140 mm	4m
Manguera ø=40 mm	182m
Tubería PVC ø=140 mm	6m

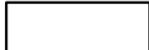

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
El hormigón simple se elaborará con cemento portland tipo 1 cuya resistencia será f <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup> .	
En la solera del reservorio se colocará solado de piedra de 15 cm de espesor.	

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**

**PROYECTO: RIEGO POR ASPERSIÓN EN EL MÓDULO SAMANGA - SAN CARLOS**  
**CONTIENE: Planta, cortes, implantación, detalles de reservorio y captación, arreglo de aspersores**  
**PREVIO A LA OBTENCIÓN DE TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

Diseño: <b>Egdo. Juan Rodríguez</b>	FECHA: <b>SEPTIEMBRE-2011</b>	LÁMINA: <b>1/2</b>
Aprobado: <b>Ing. Civil. Humberto Morales</b>	ESCALA: <b>INDICADAS</b>	



<b>SIMBOLOGIA</b>	
	<b>Lotes con Derecho</b>
	<b>Lotes Abandonados</b>

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> 		
<b>PROYECTO: RIEGO POR ASPERSIÓN EN EL MÓDULO SAMANGA - SAN CARLOS</b> <b>CONTIENE: Lotes con derecho, sin derecho de agua y lotes abandonados del módulo Samanga - San Carlos</b> <b>PREVIO A LA OBTENCIÓN DE TÍTULO DE INGENIERO CIVIL</b>		
Dibuja: Egdo: Juan Rodríguez	FECHA: SEPTIEMBRE 2013	LÁMINA: <b>2/2</b>
Aprobó: Ing. Civil Humberto Morales	ESCALA: 1:2500	