# ASISTENCIA EN LA SUPERVISIÓN GENERAL DEL PROYECTO "CONSTRUCCIÓN DEL DISTRITO DE RIEGO EN PEQUEÑA ESCALA ALEX-SAN ALEJANDRO MUNICIPIO DE GUAITARILLA DEPARTAMENTO DE NARIÑO

**DAVID ALEXANDER AGUIRRE ERAZO**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO**
**FACULTAD DE INGENIERÍA**
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**
**PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL**
**SAN JUAN DE PASTO**
**2006**

# ASISTENCIA EN LA SUPERVISIÓN GENERAL DEL PROYECTO "CONSTRUCCIÓN DEL DISTRITO DE RIEGO EN PEQUEÑA ESCALA ALEX-SAN ALEJANDRO MUNICIPIO DE GUAITARILLA DEPARTAMENTO DE NARIÑO

**DAVID ALEXANDER AGUIRRE ERAZO**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniero Civil.**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO**
**FACULTAD DE INGENIERÍA**
**DEPARTAMENTO INGENIERÍA CIVIL**
**PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL**
**SAN JUAN DE PASTO**
**2006**

“Las ideas y conclusiones aportadas en el trabajo de grado son responsabilidad exclusiva de su autor”.

Articulo 1º, del acuerdo No. 324 del 11 de Octubre de 1.966, emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

Nota de aceptación

_____
_____
_____
_____
_____
_____

_____

Firma Jurado.

_____

Firma Jurado.

San Juan de Pasto,  noviembre de 2006

El presente trabajo lo dedico especialmente a:

A DIOS. Quien es que me da la fuerza cada día para salir adelante en todos los proyectos de mi vida.

A MI MADRE. Omaira Erazo B, por ser la impulsadota de mis proyectos, ideales y sobre todo por su apoyo incondicional a la largo de mi carrera.

MI PADRE. Héctor Aguirre M, por su respaldo y apoyo en el transcurso de todos mis estudios.

MIS HERMANOS. Iván, Jorge y Melissa, por brindarme apoyo en todos los momentos difíciles de mi carrera.

## AGRADECIMIENTOS

Ing. Iván Sánchez, docente de la Universidad de Nariño, por sus consejos, asesoría , su apoyo y colaboración técnica.

Ing. Hernán Gómez y demás profesores de la Facultad de Ingeniería, programa de Ingeniería Civil, por su formación académica y colaboración en el cumplimiento de los objetivos requeridos para la normal culminación de mi carrera.

A los Ingenieros Omar Granados y Mario Ortega, quienes fueron las personas que me colaboraron para el cumplimiento de mi pasantía.

A la Universidad de Nariño , por impartir conocimiento para nuestra formación personal.

A mis familiares y amigos, especialmente a Jeimmy Martínez, Jhon Melo y Jaime Portilla y a todas las personas que de una u otra forma me colaboraron para la culminación de mi trabajo.

**CONTENIDO**


| | | Pág. |
|---|---|---|
| INTRODUCCIÓN | | 16 |
| 1. | JUSTIFICACIÓN | 17 |
| 2. | OBJETIVOS | 18 |
| 2.1 | OBJETIVOS GENERALES | 18 |
| 2.2 | OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 18 |
| 3. | DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO | 19 |
| 3.1 | SITUACIÓN Y UBICACIÓN GEOGRÁFICA | 19 |
| 3.2 | DIVISIÓN POLÍTICA | 19 |
| 3.3 | CLIMATOLOGÍA | 22 |
| 3.3.1 | Tipos de Clima | 22 |
| 3.3.2 | Precipitación | 22 |
| 3.3.3 | Vientos | 23 |
| 3.4 | DESCRIPCIÓN | 23 |
| 4. | SISTEMA DE RIEGO | 27 |
| 4.1 | CONCEPTO DE RIEGO AGRÍCOLA | 27 |
| 4.2 | AGUA PARA PRODUCIR MAS CON MENOS | 28 |
| 4.3 | MEJORAMIENTO DE LA EFICIENCIA DE RIEGO | 29 |
| 4.4 | QUÉ ES EL RIEGO? | 29 |
| 4.4.1 | La topografía | 29 |
| 4.4.2 | Las características físicas del suelo | 29 |
| 4.4.3 | En Aspersión y Goteo | 29 |
| 4.4.4 | El tipo de Cultivo | 29 |
| 4.4.5 | La disponibilidad del agua | 29 |
| 4.4.6 | La Calidad del agua | 30 |
| 4.4.7 | Disponibilidad de la mano de obra | 30 |
| 4.4.8 | el valor de instalación | 30 |
| 4.4.9 | El efecto sobre medio ambiente | 30 |
| 4.5 | LA EFICIENCIA DEL RIEGO | 30 |
| 4.5.1 | Por escorrentía | 30 |
| 4.5.2 | por percolación profunda | 30 |
| 4.5.3 | pérdidas por evaporación y arrastre | 31 |
| 4.5.4 | pérdidas en el transporte y sistemas de distribución | 31 |
| 4.6 | CÁLCULO DE LAS NECESIDADES DE RIEGO | 31 |
| 4.6.1 | Métodos de cálculo empírico | 31 |
| 4.6.2 | métodos basados en mediciones directas | 34 |
| 4.7 | PROGRAMACIÓN DEL RIEGO | 34 |
| 5. | EL RIEGO EN COLOMBIA | 35 |
| 5.1 | EL CLIMA | 35 |
| 6. | MÉTODOS DE RIEGO | 37 |

6.1 SUELO COMO RESERVORIO DE AGUA 37
6.2 EFICIENCIA EN EL SISTEMA DE RIEGO 37
6.3 MÉTODOS DE GRAVEDAD O SUPERFICIALES 38
6.3.1 Riego por gravedad tecnificados 40
6.4 RIEGO POR ASPERSIÓN 42
6.4.1 Qué es? 42
6.4.2 de qué elementos se compone? 42
6.4.3 Clasificación 42
6.4.3.1 sistema estacionarios 42
6.4.3.2 sistema mecanizados 42
6.4.3.3 sistema móvil 42
6.4.3.4 sistema semifijo 43
6.4.3.5 sistema fijo 43
6.4.3.6 cañones de riego 44
6.4.4 Cómo se aplica el agua? 45
6.5 RIEGO POR MICRO ASPERSIÓN 47
6.5.1 Características de la aplicación del agua en los sistemas de riego Localizado 48
6.6 RIEGO POR GOTEO 50
6.6.1 Qué es? 51
6.6.2 Componentes de un sistema de riego localizado 51
6.6.3 Clasificación de los sistemas de riego localizado 51
6.7 RIEGO POR SUPERFICIE 55
6.7.1 Que es? 55
6.7.2 Tipos de riego por superficie 56
6.7.2.1 riegos por inundación 56
6.7.2.2 riegos por escurrimiento 57
6.7.2.3 riegos por escurrimiento libre 57
6.7.2.4 riegos por escurrimiento en tablares cerrados 57
6.7.2.5 riegos por surcos 57
7. MODERNIZACIÓN DE LOS RIEGOS 58
7.1 ACCIONES A REALIZAR 58
7.1.1 diagnóstico del manejo y gestión del riego en la zona regable 58
7.1.2 diseño correcto del riego por superficie 59
7.1.3 mejora en el sistema de gestión 59
7.1.4 mejora en la red de distribución 59
7.1.5 mejora de la regulación 59
7.1.6 cambio en el sistema de riego 60
8. PROYECTO SISTEMA DE RIEGO 61
8.1 LA MICRO CUENCA 61
8.2 LA BOCATOMA 62
8.3 DE BOCATOMA A DESARENADOR 64
8.4 EL DESARENADOR 65
8.5 LA RED DE CONDUCCIÓN 68
8.6 VÁLVULAS DE CORTE 70

8.7 VÁLVULAS VENTOSAS 70
8.8 VÁLVULAS DE PURGA 72
8.9 CÁMARAS DE QUIEBRE DE PRESIÓN Y/O REPARTO 74
8.10 EL HIDRANTE Y EL EQUIPO DE RIEGO POR ASPERSIÓN 75
8.11 VIADUCTOS Y PASOS ELEVADOS 76
9. OPERACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO 79
9.1 LLENADO Y VACIADO DE TUBERÍAS 79
9.1.1 para el llenado se debe proceder así 79
9.1.2 para el vaciado se debe proceder así 79
9.2 LA APLICACIÓN DEL RIEGO POR ASPERSIÓN 79
9.3 SELECCIONE LA DISTANCIA PARA CAMBIAR EL ASPERSOR 80
9.4 CONOZCA LA SUPERFICIE CUBIERTA POR EL ASPERSOR 80
9.5 RECOMENDACIONES PARA UN BUEN USO DEL RIEGO 80
9.6 MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO 80
9.7 HERRAMIENTAS Y ACCESORIOS BÁSICOS 81
9.7.1 para movimientos de tierra y control de malezas 81
9.7.2 para reparación de tuberías y accesorios 81
9.7.3 para trabajos de albañilería 81
9.8. LABORES DE MANTENIMIENTOS 81
9.8.1 conservación y rehabilitación de la micro cuenca 81
9.8.2 vigilancia del sistema 82
9.8.3 control de malezas 82
9.8.4 reparación de concretos 82
9.8.5 reparación de tuberías y accesorios 82
10. INFORME FINAL DEL CONTRATO DE REFORESTACIÓN DE HECTÁREAS DE ÁRBOLES NATIVOS 84
10.1 ACUERDO Y DELIMITACIÓN DE ÁREAS 84
10.2 ACUERDO CON LOS PROPIETARIOS DE LOS PREDIOS 84
10.3 AHOYADO Y PLATEO 84
10.4 APLICACIÓN DE FERTILIZANTES Y CALFOS 84
10.5 SIEMBRA 84
10.6 AISLAMIENTO Y CERCADO 84
10.7 MANTENIMIENTO 85
10.8 IMPLEMENTACIÓN PLAN DE MANEJO AMBIENTAL A TRABAJADORES 85
10.8.1 Aislamiento sectores cercanos a la población 85
10.8.2 Aislamiento de zonas con vegetación 86
10.9 MANEJO DE COBERTURA VEGETAL A REMOVER 86
10.10 DISPOSICIÓN FINAL DE SOBRANTES 88
10.11 MANEJO Y CONTROL EN LA COLOCACIÓN DE CONCRETOS 89
11. RECOMENDACIONES 90
12. CONCLUSIONES 91
BIBLIOGRAFÍA 92
ANEXOS

## LISTA DE FIGURAS


| | | Pág. |
|---|---|---|
| Figura 1. | Ubicación geográfica en Suramérica | 20 |
| Figura 2. | Ubicación en el departamento | 21 |
| Figura 3. | Municipio de Guaitarilla y sus veredas | 21 |
| Figura 4. | Precipitaciones medias mensuales | 22 |
| Figura 5. | Métodos de gravedad o superficiales | 39 |
| Figura 6. | Surcos o melgas | 39 |
| Figura 7. | Riego con pendientes | 40 |
| Figura 8. | Conducción por tuberías | 41 |
| Figura 9. | Riegos discontinuos | 41 |
| Figura 10. | Sistema semifijo | 43 |
| Figura 11. | Sistema fijo | 44 |
| Figura 12. | Cañones de riego | 44 |
| Figura 13. | Micro aspersor | 47 |
| Figura 14. | Riego por goteo | 50 |
| Figura 15. | Riego por goteo | 52 |
| Figura 16. | Goteros de laberinto | 53 |
| Figura 17. | Goteros autocompensantes | 54 |
| Figura 18. | Goteros en línea | 54 |
| Figura 19. | Goteros en derivación | 55 |
| Figura 20. | Riego por inundación | 56 |
| Figura 21. | Micro cuenca | 61 |
| Figura 22. | Construcción de bocatoma | 62 |
| Figura 23. | Bocatoma terminada | 63 |
| Figura 24. | De bocatoma a desarenador | 64 |
| Figura 25. | Vertedero de excesos | 65 |
| Figura 26. | Muro deflector | 66 |
| Figura 27. | Construcción muros del tanque desarenador | 66 |
| Figura 28. | Construcción losa del desarenador | 67 |
| Figura 29. | Red de conducción | 69 |
| Figura 30. | Válvulas de corte | 70 |
| Figura 31. | Válvulas ventosas | 71 |
| Figura 32. | Válvulas ventosas | 71 |
| Figura 33. | Válvulas de purga | 73 |
| Figura 34. | Aspersor. | 75 |
| Figura 35. | Tipos de aspersores | 76 |
| Figura 36. | Viaductos | 76 |
| Figura 37. | Pasos elevados | 77 |

## LISTA DE CUADROS


| | | Pág. |
|---|---|---|
| Cuadro 1. | Relación altura temperatura | 22 |
| Cuadro 2. | Longitud de tubería | 24 |
| Cuadro 3. | Hipótesis de diseño | 25 |
| Cuadro 4. | Distribución predial | 26 |
| Cuadro 5. | Coeficientes para algunas especies | 33 |
| Cuadro 6. | Valores de K | 33 |
| Cuadro 7. | Localización de ventosas | 72 |
| Cuadro 8. | Localización de purgas. | 74 |
| Cuadro 9. | Resumen áreas sembradas y aisladas | 85 |

## RESUMEN

**TÍTULO DEL PROYECTO:**

ASISTENCIA EN LA SUPERVISIÓN GENERAL DEL PROYECTO "CONSTRUCCIÓN DEL DISTRITO DE RIEGO EN PEQUEÑA ESCALA ALEX-SAN ALEJANDRO MUNICIPIO DE GUAITARILLA DEPARTAMENTO DE NARIÑO".

**AUTOR: David** Aguirre E.

El gobierno nacional ha gestionado con el banco mundial un crédito para reactivar la economía rural, reducir la pobreza y promover la paz a través de un esquema de asociación productiva entre las comunidades rurales y el sector privado.

Las organizaciones de productores de pequeños agricultores podrán acceder a los mercados estableciendo una asociación productiva con empresas del sector privado para ello contaran con el apoyo de las instituciones financieras, el gobierno nacional y la sociedad civil.

Este proyecto buscará combatir la pobreza generando nuevos empleos y fuentes de ingreso y al mismo tiempo propiciará la unidad social entre las comunidades rurales.

En el aspecto medio ambiental, el proyecto promoverá el uso de sistemas agrícolas diversificados para reducir los riesgos económicos y medio ambientales asociados con los monocultivos.

El agua de riego es clave para una producción local confiable de alimentos y para crear empleo en las zonas áridas y semiáridas; la conservación prudente y la utilización productiva del agua adquiere un carácter fundamental en la lucha contra la pobreza.

## ABSTRACT

**TITLE OF THE PROJECT:**

ATTENDANCE IN THE GENERAL SUPERVISION PROJECT "CONSTRUCTION OF THE DISTRICT OF WATERING IN SMALL SCALE ALEX-SAN ALEJANDRO GUAITARILLA MUNICIPALITY. DEPARTMENT OF NARIÑO.

**AUTHOR:** David Aguirre E.

The national government has negotiated with the World Bank a credit in order to reactivate the rural economy, to reduce the poverty and to advance the peace through an outline of productive association between the rural communities and the private sector.

The producing organizations of small farmers will be able to consent to the markets establishing a productive association with companies of the private sector for they had it the support of the financial institutions, the national government and the civil society.

This project will look for to combat the poverty generating new employments and entrance sources and at the same time it will propitiate the social unit among the rural communities.

In the middle environmental aspect, the project will going to promote the use of agricultural systems diversified to reduce the economic and half environmental risks associated with the cultivations.

The watering water is key for a reliable local production of foods and to create employment in the arid and semi-arid areas; the wise conservation and the productive use of the water acquires a fundamental character in the battle against the poverty.

## GLOSARIO

AFORO: Mecanismo de medición de caudal que lleva una corriente en una unidad de tiempo.

ASPERSOR: Mecanismo destinado a esparcir un líquido a presión, como el agua para el riego o los herbicidas químicos.

AGROLOGÍA: estudio del suelo en sus relaciones con la agricultura.

ALUVIALES: Formado por aluviones

ALUVIÓN: Acumulación de sedimentos acarreados por las aguas corrientes.

BOCATOMA: Abertura o boca que hay en una presa para que por ella salga cierta porción de agua destinada al riego o a otro fin.

BASAMENTOS: Inclinación del filón o la capa de mineral respecto a la horizontal.

CALICATE: excavación o sondeo de prueba que se hace para reconocer la naturaleza del terreno.

CALFOS: fertilizante compuesto por dos elementos como es el calcio y el fósforo.

CAUDAL: Gasto, cantidad de fluido líquido o gaseoso suministrado por un aparato durante una unidad de tiempo.

ESCORRENTÍA: Corriente de agua que se vierte al rebasar su depósito o cauce naturales o artificiales.

GEOMORFOLOGÍA: parte de la geología que trata el relieve terrestre.

INTRUSIVO: Materia mineral que se ha introducido y cristalizado entre rocas preexistentes en el seno de la corteza terrestre.

METAMORFISMO: Modificación físico – química de una roca por acciones de origen interno.

OROGENIA: parte de la geología que trate de la formación de las montañas.

PERCOLAR: Dicho de un líquido: Moverse a través de un medio poroso.

PIRO CLÁSTICOS: Materiales derivados de la actividad volcánica.

PLATEO: Labor cultural que consiste en quitar las ramas o follaje en exceso para evitar la proliferación de plagas y malezas.

RDE: Es la relación que existe entre el diámetro y el espesor de un tubo.

SOLIFLUCCIÓN: deslizamiento lento del suelo cuando la presencia en el mismo de arcilla le confiere cierta viscosidad.

SURCO: Hendidura que se hace en la tierra con el arado.

# INTRODUCCIÓN

Los cultivos necesitan gran cantidad de agua para poder sobrevivir y producir. Las plantas solo pueden aprovechar el agua del suelo cuando se tiene a disposición suficiente cantidad de aire; la cantidad de agua y aire en el suelo deben estar en completo equilibrio para obtener un alto rendimiento en los cultivos. Por esto, el productor debe controlar el suministro y el flujo de agua en la tierra.

En casos de escasez, el agricultor debe suministrar agua por medio de sistemas de riego. Por muchos factores, el agricultor debe decidir sobre el método de riego que va a emplear en su cultivo, para así efectuar un adecuado suministro.

Tanto el agua como el suelo son recursos fundamentales del medio ambiente y de la agricultura. La creciente presión del aumento de la población, asistida de su derecho de alimentarse adecuadamente, ha motivado que estos recursos se tornen cada vez más escasos o ha llevado a su abuso en muchas partes del mundo; la necesidad de manejar adecuadamente estos recursos en forma continua es una de las tareas vitales en esta época.

Para lograr niveles de producción agrícola acordes con los requerimientos de la economía de un pueblo, es necesario incorporar continuamente nuevas superficies a la agricultura, a través de nuevos proyectos de riego y también mejorar los sistemas y prácticas de riego existentes, con el fin de asegurar un uso eficiente de este recurso escaso y la continua productividad de los terrenos regados.

El Gobierno Nacional en sus políticas de fortalecimiento del sector agropecuario ha destinado importantes recursos para la construcción de pequeños distritos de riego a través del INCODER (Instituto Colombiano de Desarrollo Rural).

El INCODER de acuerdo a su misión, contrató la ejecución de las obras necesarias para la construcción del distrito de riego ALEX – SAN ALEJANDRO del Municipio de Guaitarilla Nariño, el cual a través de una licitación nacional los señores del consorcio G y G de la ciudad de Cúcuta fueron los elegidos como los contratistas para esta obra. De tal manera la interventoría estará a cargo del consorcio Gómez y Pérez LTDA.

# 1. JUSTIFICACIÓN

El Municipio de Guaitarilla por ser una zona de producción agrícola, y considerarse como uno de los mejores productores de trigo y maíz a nivel Departamental, debe asumir el gran reto de aprovechar al máximo los suministros de agua que hoy en día escasean al rededor de sus cuencas hidrográficas. Por tal razón, la Alcaldía Municipal conjuntamente con ICODER (Instituto Colombiano de Desarrollo Rural) han desarrollado el proyecto Distrito de Riego en pequeña escala para las veredas ALEX – SAN ALEJANDRO, brindando a su población ciertas alternativas para mejorar su nivel social y calidad de vida.

Estas obras por ser de gran magnitud e importancia, requieren de personal idóneo para su ejecución, supervisión y apoyo técnico; por lo tanto la Universidad de Nariño con el compromiso de entregar a la sociedad Nariñense profesionales capacitados en las diferentes ramas de la Ingeniería, adelanta a través de sus pasantías programas de vinculación de estudiantes egresados los cuales se encargan de cumplir diferentes funciones tales como : supervisión general, apoyo técnico, auxiliares de interventoría etc.

De otra manera brinda a los futuros Ingenieros la posibilidad de acercamiento a la comunidad y de apoyar las diferentes obras que se realizan en los municipios. La aplicación de conocimientos y la experiencia adquirida en el proyecto ofrece un gran aporte a la formación profesional del Ingeniero Civil y lo encamina con bases teóricas y prácticas hacia su ejercicio.

# 2. OBJETIVOS

## 2.1 OBJETIVO GENERAL

Supervisar la construcción del Distrito de Riego en Pequeña escala ALEX – SAN ALEJANDRO del Municipio de Guaitarilla Departamento de Nariño.

## 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- trabajar como supervisor general de las obras que se ejecuten en ell periodo que abarca la pasantía.
- Prestar apoyo técnico en la elaboración de nuevas obras para el proyecto, en caso de que esta lo requiera.
- Llevar un control de cantidades de obra ejecutadas.
- Llevar a cabo las obras de protección ambiental que están predestinadas para este proyecto
- Prediseñar estructuras.
- Presentar informe final.

# 3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El distrito de riego en pequeña escala “ALEX – SAN ALEJANDRO” se encuentra ubicado en las veredas de San Alejandro y Alex en el Nororiente del municipio de Guaitarilla, departamento de Nariño. A esta zona se accede por la vía que conduce de Pasto a Guaitarilla por carretera pavimentada 12 Km., luego por vía destapada hasta el Cabuyo - San Alejandro a 15 km.

## 3.1 SITUACIÓN Y UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Guaitarilla se encuentra en la región central y al sur oriente del Departamento de Nariño, con una altura de 2.653 m.s.n.m, con una temperatura de 16 a 18 °C. Sus límites son: (ver figura 2)

Al norte con el Municipio de Ancuya.

Al sur con los Municipios de Imués y Túquerres.

Al oriente con los Municipios de Yacuanquer y Consacá.

Al occidente con los municipios de Providencia y Samaniego.

## 3.2 DIVISIÓN POLÍTICA

La capital es la población de su mismo nombre y se divide en 15 veredas.

Veredas: Motilón, Cabuyo, Ciénega, El Cid, San Antonio, San José, Guaramuez, San Germán, San Francisco Bajo, San Francisco Alto, Cuatro Esquinas, Villa Nueva, la Cocha, El Naranjo y Yunguita.

Inspecciones: Ahumada, Alex, Buenos Aires, San Alejandro, La Esperanza, La Victoria, San Nicolás, Girardot y Cumag...

En el aspecto hidrográfico se destaca como único río que baña su territorio el río Guaitara que recibe como afluentes las quebradas: Guaramuez, Basal, Chorrillo, Ahumada, Guacal y San Benito. (ver figura 3)

En lo que respecta al clima, se puede decir que de los 150 km$^2$ de superficie, 105 pertenecen al clima medio y 35 al clima frío, y el resto a clima cálido en las orillas del río Guaitara.

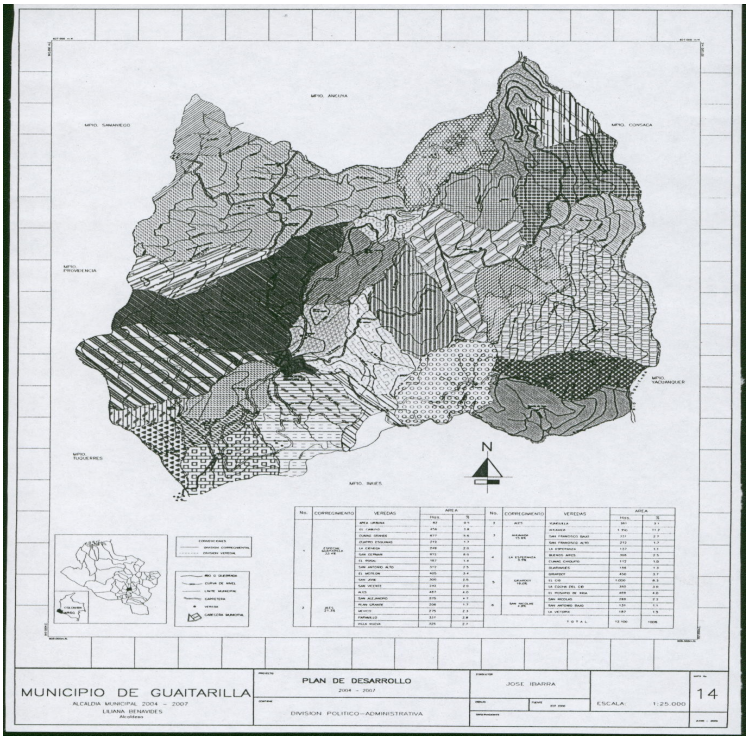
**Figura1. Ubicación geográfica en Suramérica.**

Fuente: Plan de Ordenamiento territorial, febrero 2003, Pasto.

## Figura 2. Ubicación en País y en el departamento

Fuente: Plan de Ordenamiento territorial, agosto de 2004.Guaitarilla

## Figura 3. Municipio de Guaitarilla y sus Veredas




Fuente: Plan de Ordenamiento territorial, agosto de 2004.Guaitarilla

## 3.3 CLIMATOLOGÍA

La temperatura varía de acuerdo con la altitud siendo en las partes mas bajas de 18° Centígrados, la cual disminuye a medida que se asciende llegándose a registrar valores cercanos a los 10 ° Centígrados. (ver cuadro 1)

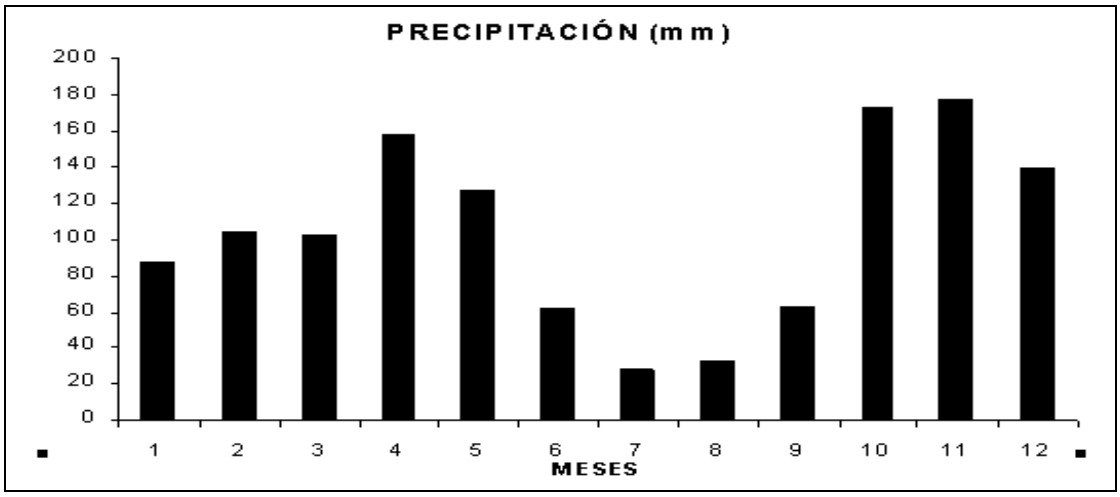
**Cuadro 1 .Relación Altura Temperatura**

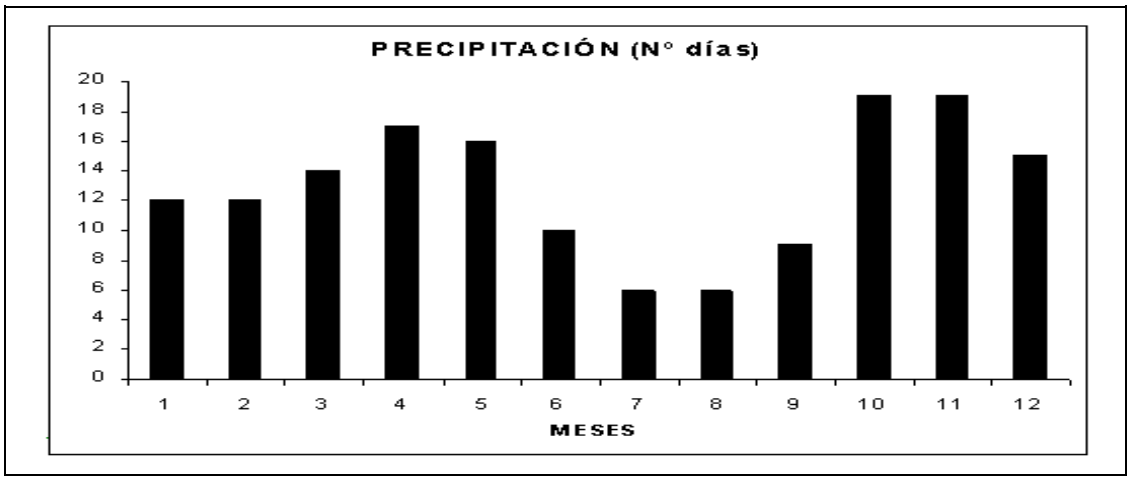
| a.s.n.m | TEMPERATURA | LOCALIDADES |
|---|---|---|
| 2000 - 2200 | 18ºC | LA Cocha, El Cid, Yunguita, San Nicolás |
| 2200 - 2400 | 14ºC | El Paramillo, San Alejandro |
| 2400 - 2600 | 13ºC | El Cabuyo, El Motilón, San Antonio, San Francisco, Ahumada |
| 2600 - 2800 | 12ºC | Girardot, Cuatro Esquinas, Ciénaga, casco Urbano |
| 2800 - 3000 | 11ºC | San José, Buenos Aires, La Esperanza, Cumag |

**3.3.1 Tipos de clima.** En el municipio de Guaitarilla se pueden encontrar cuatro tipos de clima a saber: cálido, medio, frío y páramo, de los cuales el clima medio es predominante.

**3.3.2 Precipitación.** Según el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM, los datos de precipitación en mm los más representativos para el municipio de Guaitarilla. Su valor medio es de 258.9 mm. (Ver figura 4).

**Figura 4. Precipitaciones medias mensuales Nariño**






Fuente: IDEAM. Cartas climatológicas para el Departamento de Nariño.

**3.3.3 Vientos.** En época de verano, la dirección de los vientos en la región es de este a oeste y, en sentido contrario, en época de lluvia.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Valor anual medio | 36.689 kilómetros | o | 4.18 kilómetros por hora |
| Valor mensual máximo | 8.119 kilómetros | o | 11.27 kilómetros por hora |
| Valor mínimo mensual | 3 kilómetros | o | 0.004 kilómetros por hora. |

## 3.4 DESCRIPCIÓN

Las obras a construir en el distrito se diseñaron para transportar agua presurizada a través de tuberías PVC con el objeto de suministrar un caudal, a una presión específica, a cada uno de los beneficiarios, para que estos puedan regar una hectárea por aspersión.

Las aguas captadas para este proyecto provienen de la Quebrada Motilón, tratándose de aguas servidas ya que aguas arriba la quebrada es utilizada para la descarga de alcantarillados.

Debido a las características topográficas del cauce (montañoso) se adopta una bocatoma de fondo con caja de gravas construidas en concreto ciclópeo y concreto reforzado.

Los caudales estimados de la Quebrada son los siguientes:

| | |
|---|---|
| Caudal mínimo | = 44 LPS |
| Caudal medio | = 49 LPS |
| Caudal máximo | = 245 LPS |

Por lo tanto el caudal de Diseño dependiendo del módulo de riego será:
Módulo de riego = 0.34 lps/ha
Nº de Hectáreas = 250 ha
Qd = 85 lps

Debido a la escasez de agua para dar un servicio a la totalidad de los usuarios se harán dos turnos de riego, por lo tanto el caudal de diseño será de 42.5 lps.

Por último se asume un caudal de diseño para todo el distrito de 42 lps. El agua es tratada mediante un desarenador convencional que maneja el agua de acuerdo al consumo, devolviendo al río el agua que no se utiliza. Dentro de la red de conducción y distribución está previsto construir unas cámaras de quiebre con sistema de control de nivel hidráulicos y automáticos que presurizan y distribuyen el agua de acuerdo a la demanda.

Las redes de conducción y distribución las conforman unas tuberías PVC que varían de diámetros entre 10'' y 1'' y las acometidas prediales en tubería PVC de ¾''. La longitud de tubería necesaria será la siguiente:

**Cuadro 2. Longitud de tubería**

***LONGITUD DE TUBERÍA***

| *RAMALES* | *ABSCISA* | | *LONGITUD* |
|---|---|---|---|
| | Inicial | Final | |
| Conducción principal | 145.48 | 4709.95 | 4564.47 |
| Ramal 0A | 0 | 392.54 | 392.54 |
| Ramal Nº 2 San Alejandro Centro | 0 | 2840.00 | 2840.00 |
| sub ramal 2 - 1 - centro | 0 | 500.00 | 500.00 |
| Ramal Nº3 México | 0 | 3280 | 3280.00 |
| Ramal Principal | 0 | 7119.34 | 7119.34 |
| sub-ramal 1 - 1 - A | 0 | 276.49 | 276.49 |
| sub-ramal 1 - 2 - A | 0 | 300.65 | 300.65 |
| sub-ramal 1 - 3 - A | 0 | 340.00 | 340.00 |
| sub-ramal 1 - 1 - Alex | 0 | 293.30 | 293.30 |
| sub-ramal 1 - 2 - Alex | 0 | 637.43 | 637.43 |
| sub-ramal 1 - 3 - Alex | 0 | 620.00 | 620.00 |
| sub-ramal 1 - 4 - Alex | 0 | 220.00 | 220.00 |

| | | |
|---|---|---|
| **TOTAL LONGITUD DE TUBERÍA** | **21384.22** | mts |

Cada usuario contará con una cajilla control sistema predial que regulará el caudal y la presión de entrada garantizando el suministro y evitando que tomen más caudal del establecido.

Para mejorar la calidad del agua y volver más eficiente el uso de la misma, el sistema tendrá una estación de filtrado general que permitirá que los usuarios puedan acceder a otro tipo de riego más especializado como el de micro aspersión y/o goteo. El número de usuarios y el total de hectáreas a regar están dados en las siguientes tablas:

**Cuadro 3. Hipótesis de diseño**

| | | | |
|---|---|---|---|
| ***HIPÓTESIS DE DISEÑO*** | | | |
| | | | |
| ***NÚMERO DE USUARIOS*** | | | |
| | | | |
| *RAMALES* | | *USUARIOS* | *USUARIOS* |
| | | *ACTUALES* | *POSIBLES* |
| Ramal 0A | | 6 | 0 |
| Ramal Nº 2 San Alejandro Centro | | 32 | 10 |
| Ramal México | | 35 | 21 |
| Ramal Principal | | 65 | 5 |
| sub-ramal | 1 - 1 - A | 2 | 0 |
| sub-ramal | 1 - 2 - A | 4 | 0 |
| sub-ramal | 1 - 3 - A | 1 | 0 |
| sub-ramal | 1 - 1 - Alex | 10 | 0 |
| sub-ramal | 1 - 2 - Alex | 17 | 8 |
| sub-ramal | 1 - 3 - Alex | 16 | 8 |
| sub-ramal | 1 - 4 - Alex | 7 | 3 |
| | | | |
| **TOTALES** | | 195 | 55 |
| **TOTAL USUARIOS PROYECTADOS** | | 250 | |

**Cuadro 4. Distribución predial**

***DISTRIBUCIÓN PREDIAL***

| *ÁREA DE RIEGO* | *NÚMERO DE USUARIOS* | *%* | *ÁREA TOTAL m2* | *AREA A REGAR m2* |
|---|---|---|---|---|
| Menores de 1 Has | 61 | 36.3 | 51 | 15 |
| 1 a 3 Has | 97 | 40.6 | 142 | 125 |
| 3 a 5 Has | 15 | 9 | 92.5 | 30 |
| 5 a 10 Has | 16 | 9.6 | 110.75 | 32 |
| Mayores de 10 Has | 6 | 3.7 | 99.5 | 12 |
| TOTAL | 195 | 99.2 | 495.75 | 250 |

Según esta investigación la sumatoria de áreas de los usuarios alcanza las 495.75 has de las cuales es importante aclarar que se beneficiarán con riego 250 has y en las cuales el principal renglón productivo lo ocupan el cultivo de fríjol con el 41.5 % y seguidamente los cultivos de arveja, maíz, y café, cultivo que en los últimos años presenta gran expectativa, el cual está ganando áreas principalmente a la salida del cultivo de trigo y cebada del mercado.

# 4. SISTEMAS DE RIEGO

## 4.1 CONCEPTO DE RIEGO AGRÍCOLA

Para regar un cultivo, el agricultor de riego debe formularse cuatro preguntas fundamentales; las respuestas concretas y cuantitativas a esas preguntas permiten el uso eficiente y racional del agua, ya que define la tecnología de riego a usar en cada región (combinación específica de suelo, cultivo y clima).

Estas preguntas son:

**1. ¿por qué regar?,** o sea ¿cuál es el **beneficio económico** que se espera obtener incorporando al riego un suelo de secano?
**2. ¿cuándo regar?,** o sea ¿con qué **frecuencia** se debe repetir riegos consecutivos y cuál es el criterio para determinar esa frecuencia?
**3. ¿cuánto regar?,** o sea ¿durante **cuánto tiempo** o con **cuanta agua** debe regarse una superficie agrícola que constituye la unidad de riego?
**4. ¿cómo regar?,** o sea ¿de qué **forma aplicar** el agua al suelo, lo que constituye el método de riego?[1]

Para contestar estas preguntas se debe conocer los aspectos fundamentales del sistema suelo-agua-planta-atmósfera y la forma con que los componentes de este sistema y sus Inter.- relaciones físicas determinan exactamente para cada caso por qué, cuándo, cuanto y cómo regar.
Los principales problemas que pueden surgir de un riego deficiente son:

**1. pérdidas de agua,** o sea una baja eficiencia en el aprovechamiento del recurso. Estas pérdidas pueden deberse a dos procesos fundamentales: pérdidas por **escurrimiento superficial** al final del área que se riega, cuya causa principal es el uso de los grandes caudales de agua o tiempos de riego exageradamente largos; las pérdidas pueden corresponder también al proceso de **precolación profunda** bajo la zona ocupada por las raíces de las plantas, proceso que se debe principalmente al uso de superficies de riego muy grandes, asociadas con tiempos de riego también exagerados.

**2. lavado de nutrientes minerales,** bajo la zona donde se desarrollan las raíces, derivadas principalmente de problemas de precolación profunda; asociado con este lavado de nutrientes se puede producir una concentración de sales en el área donde se desarrollan la raíces, como
Efecto de un drenaje deficiente o por el uso continúo de agua con mucho contenido salino.
**3. Bajos rendimientos de los cultivos,** por falta o exceso de agua en diferentes lugares de una misma unidad de riego; se producirá un déficit de agua en

aquellos lugares en que no se aplique en forma adecuada el agua de riego por problemas de tiempo de riego muy cortos o riegos demasiado rápidos, y se producirá problemas de **exceso** de agua en aquellas áreas de la unidad de suelo en el que el agua es mantenida sobre la superficie (queda apozada) durante un tiempo muy largo. [1]

Los problemas anteriormente mencionados, se presentan con mucha frecuencia en la agricultura regada, de tal manera que en muchos casos se produce la increíble **paradoja** en que el factor limitante de la producción de los cultivos regados es justamente el riego. Si el agricultor no tiene una buena respuesta para las preguntas que se ha planteado, la productividad de los cultivos agrícolas no se incrementará apreciablemente y las inversiones en grandes obras hidráulicas no tendrán justificación económica.[2]

## 4.2 AGUA PARA PRODUCIR MAS CON MENOS

Puesto que la agricultura utiliza casi el 70% del agua extraída en todo el mundo de ríos, lagos y acuíferos subterráneos para uso humano, el incremento de la eficiencia de la agricultura de regadío es lo que mayores posibilidades ofrece para la conservación del agua...

En su mayoría, los sistemas de riego desperdician agua. Por lo común, sólo entre 15% y 50% del agua extraída para la agricultura de regadío llega a la zona de cultivos. La mayor parte se pierde por absorción en las acequias no revestidas, por las fugas de las cañerías, o por evaporación antes de llegar a los campos de cultivo. Si bien parte del agua "perdida" en los sistemas de riego ineficientes retorna a las corrientes de agua o acuíferos, de donde puede volver a extraerse, su calidad se ha degradado por obra de los plaguicidas, fertilizantes y sales que se escurren por el suelo. Paradójicamente, aun cuando llegue en cantidad suficiente a las tierras agrícolas, el agua de riego puede estropear gran parte de las tierras a menos que se drene de manera apropiada. Especialmente en muchas zonas áridas, las sales que existen naturalmente en el suelo deben drenarse con el riego por escorrentía. Si se dejan acumular en el suelo, llegarán finalmente a la superficie, envenenando la tierra, además, el agua de riego deficientemente drenada puede elevar la capa freática hasta llegar a la altura de la raíz, anegando y ahogando los cultivos.

---

1. 1. I.P. Aidarov, A.I. Golovanov y M.G. Mamaév. El Riego. Moscú : Mir , 1985 p 310

2. GOROVICH R, Luís A. Riego superficial tecnificado. Chile: Ediciones Universidad Católica de Chile, Alfa omega, 2003. p 415

## 4.3 MEJORAMIENTO DE LA EFICIENCIA DEL RIEGO.

El riego por goteo es una de las técnicas, consistente en una red de tubos porosos o perforados, instalados generalmente en la superficie o bajo tierra, que llevan el agua directamente a las zonas de las raíces de los cultivos. Mediante esta técnica se mantienen bajas las pérdidas por evaporación, con una tasa de eficiencia del 95%. Se estima que en los sistemas de riego por goteo el uso del agua se reduce de un 40% a 60%, en comparación con los sistemas de riego por gravedad.[1]

Otro método de conservación promisorio —la aplicación de precisión con bajo uso de energía ofrece considerables mejoras en relación con los sistemas de aspersión corrientes, que esparcen agua en el aire. Se lleva el agua a los cultivos mediante tubos goteadores que se extienden del brazo del rociador

## 4.4 ¿QUÉ ES EL RIEGO?

El riego consiste en completar la aportación de agua de lluvia para cubrir las necesidades de agua de los cultivos y así para obtener la máxima producción minimizando las pérdidas de agua. El riego también diluye las sales del suelo, creando un ambiente más adecuado para el desarrollo de los cultivos. La elección del método de riego más adecuado se realiza en función de factores como:

**4.4.1 La topografía.** El riego por superficie precisa de una nivelación del terreno. Esta nivelación puede en ocasiones dañar al suelo y ser más costosa que el equipamiento necesario para el riego por aspersión o goteo.

**4.4.2 Las características físicas del suelo**. Mientras que los sistemas de aspersión y goteo son poco sensibles a las propiedades del suelo, el riego por superficie necesita de suelos de infiltración media. Es de esta manera como alcanza una eficiencia elevada y no tiene problemas de encharcamiento.

**4.4.3 En aspersión y goteo**, si el suelo tarda en infiltrar el agua se pueden dar problemas de escorrentía y erosión.

**4.4.4 El tipo de cultivo.** Hay cultivos que se realizan de la forma óptima en algunos sistemas de riego. Así, los árboles frutales se desarrollan muy adecuadamente en riego por goteo, y los cultivos hortícolas se suelen asociar al riego por surcos o al riego por goteo

**4.4.5 La disponibilidad de agua**. Los sistemas que puedan resultar más eficientes en una determinada situación serán los más adecuados cuando la disponibilidad de agua es baja. .[2]

---

1. I.P. Aidarov, A.I. Golovanov y M.G. Mamaév. Op. Cit. p 280

2. GOROVICH R, Luis A. Op. Cit. p 320

**4.4.6 La calidad del agua.** Los problemas de calidad de agua pueden presentarse de muchas formas diferentes. En general, una deficiente calidad del agua será más dañina para el cultivo si éste se moja con el agua de riego, por lo que el riego por aspersión no se recomienda en la mayoría de los casos de baja calidad del agua (por ejemplo, cuando la salinidad es elevada).

**4.4.7 Disponibilidad de mano de obra.** Hoy en día, la disponibilidad de mano por superficie resulta muy difícil encontrar personal para las tareas de riego que tenga la formación necesaria.

**4.4.8 El valor de instalación.** Este es un factor importante, aunque en este momento los costes de implantación de nuevos sistemas de riego por superficie, aspersión y goteo pueden ser muy similares.

**4.4.9 El efecto sobre medio ambiente**. Los problemas de baja eficiencia de riego o los derivados del impacto ambiental de acequias, nivelaciones tuberías, canales o estaciones de bombeo suponen un factor de creciente importancia en la elección del sistema de riego.

## 4.5 LA EFICIENCIA DEL RIEGO.

Las pérdidas de agua durante el riego pueden ser:

**4.5.1 Por escorrentía:** Es la fracción del agua de riego que circula sobre la superficie del suelo al regar, sin llegar a infiltrarse en el mismo. Estas pérdidas pueden ser significativas en riegos por superficie, sobre todo cuando la pendiente del terreno es superior al 4 por mil. En aspersión este tipo de pérdidas se produce cuando la pluviométrica es mayor que la velocidad de infiltración. La escorrentía puede producir erosión en parcelas con pendiente Además, la escorrentía induce arrastre de fertilizantes. El agua de escorrentía viaja mediante el sistema de drenaje a cauces superficiales.

**4.5.2 Por percolación profunda:** Es la fracción del agua de riego que se infiltra en el suelo y atraviesa la zona radicular sin quedar retenida en ella. Por ejemplo, en el riego por goteo, estas pérdidas son las únicas que se consideran, ya que los otros tipos de pérdidas no tienen importancia en el goteo.

El agua que percola va en parte a los acuíferos y en parte se mueve lateralmente hacia el sistema de drenaje... Este tipo de pérdidas están relacionadas con el buen o mal manejo del agua. Las pérdidas de percolación suelen ser importantes en el riego por superficie. Cuando el suelo infiltra mucha agua, o puede retener poca más de la mitad del agua de riego puede acabar como percolación profunda. En estas condiciones se produce un lavado de abonos y productos fitosanitarios que pueden llegar a contaminar acuíferos. También puede producirse una salinización del suelo por ascenso capilar de agua en zonas mal drenadas.

4.5.3 **Pérdidas por evaporación y arrastre:** Estas pérdidas son muy importantes en el riego por aspersión, Esta agua es evaporada por el viento o bien arrastrada en la corriente de aire a las parcelas vecinas. Para minimizar estas pérdidas se puede actuar sobre el diseño de los sistemas de aspersión y de la red de distribución. Así, si la red tiene suficiente capacidad, es posible regar cuando no hace viento o de noche, y así evitar las condiciones adversas.

**4.5.4 Pérdidas en el transporte y sistemas de distribución**: Estas pérdidas suelen ocurrir en acequias o canales no revestidas o con revestimientos en mal estado. A veces no es posible utilizar el agua de riego y se vierte a los desagües por los aliviaderos en los cambios de sección y por las colas de los canales. Estas pérdidas son con frecuencia debidas a la carencia de partidores, compuertas de nivel constante de limitadores de caudal en redes a presión. También guarda relación con estas pérdidas la carencia de aforadores en tomas de acequias y la falta de limpieza de acequias, lo que disminuye la capacidad de transporte.

## 4.6 CALCULO DE LAS NECESIDADES DE RIEGO

Para la determinación de estos fenómenos como lo es la de evaporación y evapotranspiración se ejecutan usualmente estudios en dos sentidos:

- Elaboración de formulas teórico – empíricas para explicar el fenómeno con máxima cercanía a condiciones reales (métodos de estimación).
- Elaboración de aparatos y métodos de mediada para la obtención de los valores reales de evaporación desde superficies (métodos de medida).

Los métodos de cálculo pueden llevar consigo algunos desfases tanto por falta como por exceso de riego debido a que por lo general se basarán en estados medios de temperatura, humedad, pluviometría y desarrollo de las plantas.

Los métodos directos tienen el problema de que se deben desarrollar en el momento de realizar los riegos, lo que pueden ralentizar los tiempos.

### *4.6.1 Métodos de cálculo empírico*

**Método aerodinámico.**
Esta basado en el proceso de difusión del vapor. Presenta serias dificultades pues la ecuación general de la difusión del vapor presenta soluciones simples solo en condiciones especiales. Utilizando ecuaciones de contorno adecuadas:

$$E_0 = (a + bu)(e1-e2)$$

En donde:

u: velocidad media del viento.
e1 y e2: presiones de vapor de agua en los niveles z1 y z2.
a y b: son coeficientes.

Si e1 es la presión de vapor a la temperatura de la superficie, ésta se iguala a la presión de saturación de vapor $e'_s$ es la temperatura $t'_s$ de la capa limitante entre el agua y el aire, y e2 es la presión de vapor de aire $e_a$ a la temperatura del aire, entonces:

$$E_0 = (a + bu)( e'_s - e_a)$$

En donde la tasa de evaporación por unidad de área y tiempo puede ser estimada a través de medidas de viento en un nivel, y la diferencia entre la presión del vapor de agua en la capa limitante ente el aire y el agua, y la presión en el aire.

**Método de balance energético**

**E**stá basado en el Principio de conservación de energía. El balance de energía entre la superficie y el aire vecino puede ser expresado como:

$$R_1 = F_c + Q_s + L\,E_0$$

En donde:

$R_1$ : flujo de radiación líquida por unidad de área y tiempo ((cal/cm$^2$)/día).

$F_c$ : flujo de calor en el interior del suelo, por unidad de área y tiempo ((cal/cm$^2$)/día).

$L\,E_0$: flujo de calor latente o cantidad de energía gastada en la evaporación.

Y finalmente

$$E_0 = \frac{10\,(R1 - fc)}{L\,(1 + B)}\ (mm/día) \quad ó \quad E_0 = \frac{(R1 - fc)}{L\,(1 + b)}\ \text{en}\ (gr/cm^2)/día$$

$$B = Ɣ \frac{\Delta T}{\Delta e}$$

En donde:

L: calor latente de evaporación.

$R_1$ : flujo de radiación líquida por unidad de área y tiempo ((cal/$cm^2$)/día). Puede ser obtenido directamente con el empleo de un radiómetro líquido o a través de expresiones analíticas.

$F_c$ : flujo de calor en el interior del suelo, por unidad de área y tiempo ((cal/$cm^2$)/día). Puede ser obtenido con placas de flujo (fluxímetro).

ΔT: gradiente de temperatura medido en el suelo superficial.

**Método de Penman**

Penman propuso combinar los métodos de balance de energía y el aerodinámico. Penman planteó también que el flujo de calor en el suelo puede ser despreciado en relación con los demás términos cuando son aplicados para periodos de un día o más.

*Distribución de energía en la atmósfera*

$$Rc = Ra\,(0.20 + 0.48(n/D))$$

Ra: es la cantidad de energía que alcanza el límite exterior de la atmósfera. ((cal/$cm^2$)/día).

n: número actual de horas de sol por día

D: máximo número posible de horas de sol por día ( de salida a ocaso del sol).

$$R1 = Rc(1 - r) = Ra\,(1-r)(0.20 + 0.48(n/D)$$

R1: cantidad de radiación de onda corta retenida en la superficie de la tierra ((cal/$cm^2$)/día).

r: $\frac{\text{energía relejada}}{\text{Energía incidente.}}$

La fórmula de Penman fue deducida a partir de experiencias realizadas en el lago Hefner, Oklahoma. El volumen de agua que el lago pierde por evaporación se relaciona con las variables propuestas por Dalton, de tal manera se llega a la expresión de Penman:

$E_L = 0.35\,(0.5 + (V_2 / 160))\,(e_s - e_d)$

$E_L$: evaporación real del lago, mm/ día.
$V_2$: velocidad del viento que circula sobre la superficie del lago, medida a 2 metros sobre la superficie evaporante, Km. /día.
$e_s$,$e_d$ : son presiones en mm de mercurio

---

1. MONSALVE S, Germán. Hidrología en la Ingeniería. Ed, Escuela Colombiana. Bogotá Colombia. P 160

**Método de Turc**

El método de Turc propone el cálculo de la evapotranspiración a partir de una serie de índices climáticos y una serie de factores intrínsecos a la agricultura y que dependen del tipo de suelo sobre el que estemos realizando el estudio, así como los factores referidos al tipo de cultivo. Por lo tanto, según Turc, el valor de la evapotranspiración en un mismo terreno va a variar en función de las características del cultivo que vayamos a poner. La evapotranspiración de Turc (ETc) se calcula para diez días y siguiendo la siguiente formula:

$$E = \frac{P}{(0.9 + (P_2/[L(t)]^2)^{0.5}}$$

Donde:
E: es la evapotranspiración según Turc, media anual (mm).
P: es la precipitación media anual (mm).
V: es la humedad que queda disponible para la transpiración.
L(t): $300 + 25t + 0.05t]^2$ .
t: temperatura media anual (ºC)

El valor de V normalmente se relaciona con la capacidad de la planta de generar materia seca. Este factor es el que determina la capacidad transpiradota de un cultivo determinado.[1]

**Método de Blaney y Criddle**

es uno de los mas utilizados porque utiliza f actores climáticos de fácil acceso y la aproximación a al evapotranspiración se ajusta bastante a la realidad. A partir de los datos simples de iluminación (I) y temperatura (t) calcula la evapotranspiración (Etb).

$$ETb = k\,(It/100)$$

Esta formula esta calculada a partir de una temperatura expresada en grados Fahrenheit y alturas de evapotranspiración en pulgadas. Para que resulte mas cómodo su uso se unificaran las unidades para grados centígrados y las alturas las obtendremos en mm. La formula resultante es:

$$ETb = (P/\Sigma p)(45.72t + 812.8)$$

Con esta evapotranspiración se podría calcular la evapotranspiración potencial (ETP), a partir de una serie de coeficientes que varían con los distintos cultivos. De esta forma la expresión para calcular la evapotranspiración potencial es:[2]

$$ETP = k * ETb$$

1. MONSALVE, Op. Cit. P 163
2. CARRETERO C, Isidoro. Técnico en Agricultura. Ediciones Cultural, S.A., Madrid España. 2002. vol 1

Con la siguiente tabla se obtiene los distintos coeficientes para distintas especies.

**CUADRO 5. COEFICIENTES PARA ALGUNAS ESPECIES**

| **planta** | **Meses del periodo de desarrollo** | **K** |
|---|---|---|
| alfalfa | Meses sin heladas | 0.80 – 0.85 |
| Judias | 3 | 0.60 – 0.70 |
| Maíz | 4 | 0.75 – 0.85 |
| Algodón | 7 | 0.60 – 0.70 |
| Lino | 7 – 8 | 0.80 |
| Grano pequeño | 3 | 0.75 – 0.85 |
| Sorgo | 4 – 5 | 0.70 |
| Agrios | 7 | 0.50 – 0.65 |
| Nogal | Meses sin heladas | 0.70 |
| Foresta caduca | Meses sin heladas | 0.60 – 0.70 |
| Pastos | Meses sin heladas | 0.75 |
| trébol | Meses sin heladas | 0.80 – 0.85 |

En la siguiente tabla se exponen los valores de K mensuales para las distintas especies, en función de las posibilidades de desarrollo vegetativo en los meses del año.

**CUADRO 6. VALORES DE K**

| | E | F | M | A | My | J | JL | Ag | S | O | N | D |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Frutales | | | 0.14 | 0.45 | 0.49 | 0.74 | 0.71 | 0.55 | 0.43 | 0.36 | | |
| Cebollas | | | 0.28 | 0.45 | 0.3 | | | | | | | |
| Albaricoques | | | 0.22 | 0.45 | 0.43 | 0.46 | 0.51 | 0.51 | 0.38 | 0.6 | 0.41 | |
| Ciruelas | | | 0.17 | 0.34 | 0.34 | 0.5 | 0.48 | 0.32 | 0.42 | 0.48 | 0.24 | |
| Melones | | | | | | 0.32 | 0.41 | 0.71 | 0.67 | 0.81 | | |
| Hortalizas | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.6 | 0.5 | 0.2 | 0.2 |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Arroz | | | | 0.32 | 1.34 | 1.42 | 1.40 | 1.44 | 1.52 | | | |
| Patata | | | | | | 0.4 | 0.65 | 0.7 | 0.75 | 0.3 | | |
| Alfalfa | | | 0.41 | 0.7 | 0.64 | 0.67 | 0.74 | 0.67 | 0.64 | 0.4 | 0.41 | |
| Maiz | | | | | | 0.12 | 0.38 | 0.42 | 0.26 | 0.10 | | |
| cereall | | | 0.4 | 0.6 | 0.5 | | | | | | | |
| Algodón | | | 0.12 | 0.38 | 0.5 | 0.5 | 0.6 | 0.65 | 0.3 | 0.3 | | |

***4.6.2 Método basado en mediciones directas.*** Este método se basa en llenar una cubeta de unas determinadas dimensiones conocidas de agua; sobre esta cubeta van a incidir todos los factores meteorológicos que influyen sobre la planta, radiación, temperatura, viento, precipitaciones, etc.
Sin embargo existen algunas diferencias como:

Las plantas tienen un porcentaje de reflexión entre 3 – 4 veces mayor que el del agua.

La cubeta puede seguir evaporando por la noche, lo que en las planta raramente se produce, ya que con la falta de luz se cierran los estomas.

Los valores obtenidos por medición directa, una vez corregidos, consiguen unas aproximaciones bastante buenas.

## 4.7 PROGRAMACIÓN DEL RIEGO

La programación del riego es una metodología que permite decidir cuándo regar y qué dosis de riego aplicar a un cultivo para cumplir uno o varios objetivos. La programación debe tener en cuenta:

El clima de la zona (temperatura, precipitación, radiación solar, viento, humedad); el suelo de la parcela a regar (profundidad, capacidad de retención de agua); el cultivo (fecha de siembra y recolección, períodos de crecimiento); y el sistema de riego (tipo de riego, pluviometría, eficiencia...)

# 5. EL RIEGO EN COLOMBIA

## 5.1 EL CLIMA

El clima tropical es característico de la selva amazónica, costa Pacífico norte y el Valle Central de Magdalena. En el sur de la costa del Pacífico y en la costa del Caribe, así como en zonas puntuales del interior, predomina el clima tropical monzónico, marcado por un corto período seco. Las condiciones de sabana tropical, con estaciones húmedas y secas alternativamente, predominan en las tierras bajas de la costa del Atlántico, en la región de Los Llanos y en la parte alta del Valle de Magdalena. La estación seca va generalmente de noviembre a abril mientras que la estación húmeda va de mayo a octubre, esta última con cortos períodos secos intermedios. Un clima de sabana pero más seco se puede encontrar en el litoral del Caribe, del Golfo de Morrosquillo a la Península de La Guajira en el noreste, con dos períodos húmedos (abril y de octubre a noviembre) que raramente superan los 750 mm. Anuales. Solamente el 1 por ciento del territorio es considerado de clima árido. El consumo del agua por sectores en 1996 estaba distribuido de la siguiente forma: el sector agropecuario demandaba el 37 por ciento del recurso utilizado en el país, el 59 por ciento era utilizado para consumo humano y el 4 por ciento para uso industrial, para una extracción total aproximada de 8,9 $km^3$/año. Hay que resaltar la gran presión que la población ejerce sobre ciertas zonas geográficas, particularmente en las cuencas de los ríos Magdalena y Cauca donde se asienta el 80 por ciento de la población colombiana. El porcentaje de población rural abastecida de agua potable era en 1996 del 44,6 por ciento y el 89,4 por ciento en la población urbana. De los 2,1 $km^3$ anuales de aguas residuales que se producía en el país, solamente el 6,8 por ciento es tratado antes de ser vertido a los cauces

Excepto en las áreas más húmedas de las selvas del Pacífico y del Amazonas, en el resto del país la precipitación muestra una marcada estacionalidad con, al menos, tres meses secos durante el año. Para una buena producción de cultivos permanentes y anuales es necesario el riego. El área potencial de riego, en base a la disponibilidad y aptitud de clima, suelo y agua, se estima en 6,6 millones de hectáreas.

Con la política de transferencia a las asociaciones de usuarios, así como el programa de riego a pequeña escala iniciado por el HIMAT. La superficie bajo riego en Colombia en 1998 se estimaba en unas 900 000 ha, de las cuales casi dos tercios correspondían a proyectos desarrollados por el sector privado,

---

1. LEGARDA BURBANO, Lucio; ARIAS HERNANDEZ, Antonio y CITELLI PADILLA, Francisco. Riego y Drenaje. Pasto: Universidad de Nariño FACIA. 1974. p.223

Principalmente de riego a pequeña escala, y la cantidad restante al riego público. La superficie bajo riego público está compuesta por los Distritos de Riego, que se pueden clasificar en medianos y grandes, con superficies totales variables entre las 762 y 44 100 ha, y de riego a pequeña escala.

Bajo el Programa de riego a pequeña escala, el INAT realiza la identificación, estudios y diseños, así como la construcción, puesta en marcha y entrega de los denominados Distritos de Riego en pequeña escala. El principal objetivo del Programa es beneficiar a los pequeños productores de todo el país, priorizando los proyectos, con apoyo a la formación de Asociaciones de Usuarios, capacitación y asistencia técnica, financiación, subsidios e incentivos.

Dado el desarrollo del INAT, el presente gobierno ha anunciado una reestructuración de las instituciones del sector y un fortalecimiento técnico del CONSUAT, así como un esquema financiero con crédito subsidiado, que involucre las instancias regionales del gobierno y la utilización de esquemas de concesión y cobro de tarifas por uso.

Los proyectos de sistemas de riego públicos grandes y medianos que podrían ser desarrollados a mediano plazo (etapa de identificación y prefactibilidad, factibilidad, diseño y construcción) se estiman en una superficie total cercana a 1,06 millones de ha.

A partir de la promulgación de la ley 41 de 1993 se ha registrado un aumento de la inversión del sector privado en la adecuación de tierras y se espera que se mantenga por encima de los 20 millones U.S. $. Anuales durante los próximos años. Es de esperar que debido a la disminución de los subsidios estatales en los distritos de adecuación públicos, el área con cultivos de bajo valor disminuya y que se produzca una reconversión tecnológica a fin de mejorar la eficiencia de aplicación.[1]

1. LEGARDA BURBANO, Lucio; ARIAS HERNANDEZ, Antonio y CITELLI PADILLA, Francisco. Op. Cit. p.227

# 6. MÉTODOS DE RIEGO

Los cultivos agrícolas, como todas las plantas, precisan para desarrollarse y ofrecer cosechas comerciales el aporte de agua y nutrimentos además de buenas condiciones de suelo y prácticas de manejo.

Hay zonas donde el aporte de las precipitaciones es suficiente para cumplir con los requerimientos de los cultivos, en esos lugares se hace lo que se denomina **agricultura de "secano",** es decir sin riego y es el tipo de agricultura que mas superficie representa en la agricultura mundial y es el caso de zonas de cultivos extensivos (como pasturas, cereales, soja etc.). **La agricultura bajo riego** se diferencia de la agricultura de "secano" en que precisa la aplicación de agua a los cultivos ya que el aporte natural de las lluvias no es suficiente para cumplir con los requerimientos de los cultivos que se realicen en ella.

El riego puede ser de carácter **"complementario",** esto es cuando el déficit se presenta solo durante un período del cultivo o durante una época del año.

El riego se define como la aplicación "artificial" de agua a los cultivos a efectos de compensar déficit de agua en su ciclo productivo con el objetivo de lograr cosechas la producción y calidad adecuada.

Si bien la agricultura bajo riego supone mayores costos en el cultivo, la mayor cantidad de producción de frutales, hortalizas y otros cultivos intensivos en el país y el mundo se realizan bajo riego.

## 6.1 SUELO COMO RESERVORIO DE AGUA.

En agricultura tradicional el suelo demás de ser el soporte de las plantas es el proveedor de **agua** y de nutrientes (que ingresan en forma de sales compuestos simples disueltos en el agua). Si bien las hojas pueden cumplir también con estos fines, normalmente lo hacen en una proporción muy pobre comparado con las

raíces. Dado esto, el riego consiste en reponer al suelo la humedad o el agua que las plantas extraen.

## 6.2 EFICIENCIAS EN EL SISTEMA DE RIEGO.

Las prácticas de riego racionales buscan reponer en el momento adecuado la humedad en el suelo que es explorado por las raíces. Bajo este concepto se puede definir las pérdidas en el sistema de riego como toda cantidad de agua infiltrada o escurrida que no logre ser reservada en el suelo que exploran los cultivos a los que se vaya a regar.

**a. nivel externo de la finca:** Toda pérdida por infiltración o derivación indeseada de los cauces de riego que evite que sea entregado al destinatario.

**b. A nivel interno de las propiedades:**

**Percolación profunda**: es la porción de agua que sobrepasa la profundidad del suelo explorado por las raíces, esto es variable según el cultivo y la edad o desarrollo que éste tenga.

**Infiltración fuera del cuadro del cultivo**: por conducciones dentro de la finca pero fuera de los cuadros del cultivo.

**Escurrimiento al pié de la parcela**: Especialmente se presenta en los riegos superficiales con pendiente, es el volumen que escurre al pié del cuadro que se esté regando, este volumen se suele rehusar “aguas abajo”.

El volumen de agua que se infiltra depende de la permeabilidad del suelo y del tiempo en que esté infiltrando. . [1]

## 6.3 MÉTODOS DE GRAVEDAD O SUPERFICIALES

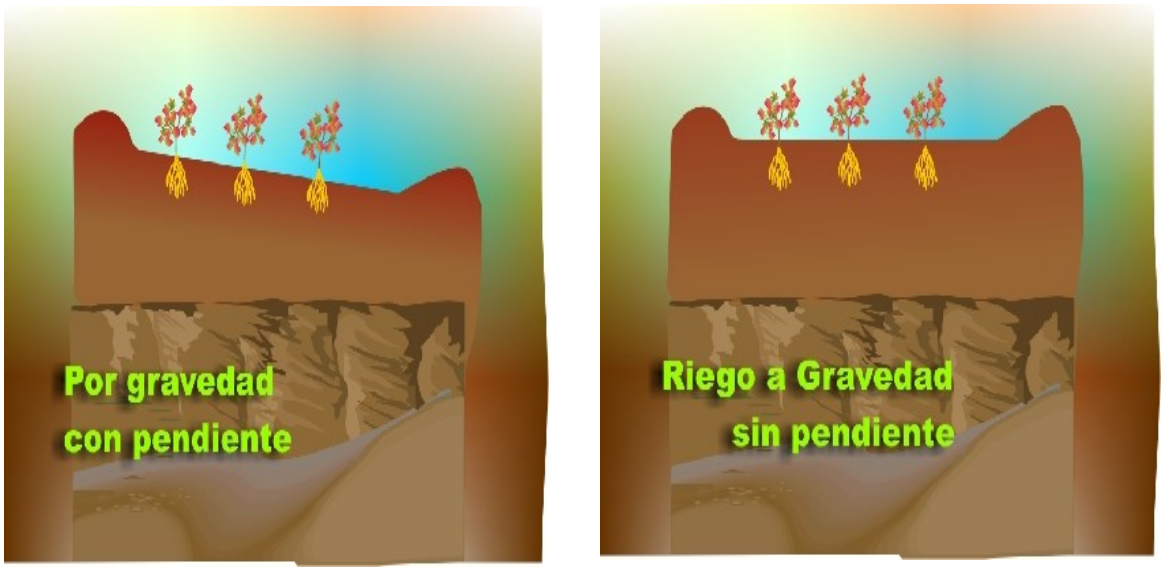
Son métodos de riego en que el agua se conduce solamente por la fuerza de gravedad. Son sistemas de riego que se caracterizan por no requerir inversiones a nivel predial de equipos de bombeo, tuberías, válvulas etc. pero sí precisan un alto grado de sistematización previa de los cuadros a regar, esto es nivelaciones y sistematización para poder conducir el agua adecuadamente. Según la topografía

y el tipo de sistematización que se haya realizado en la finca se pueden dividir en dos grupos principales: Con pendiente o Sin Pendiente. (Ver figura 5)

---

1. ZIMMERMAN, Josef. El Riego. México: Editorial Continental, 1976. p 580

**Figura 5. Métodos de gravedad o superficiales**




Cuando se riega sin pendiente, La superficie a regar es “plana” y el método consiste en “llenar” el surco con el volumen deseado de agua y luego cerrar este “recipiente” y pasar a regar otros, El surco permanece con agua hasta que el volumen se infiltra. Las pérdidas en este método suceden por percolación excesiva en cabecera. (Ver figura 6)

**Figura 6. Surcos o melgas**

Cuando se riega con pendiente, el riego consiste en hacer escurrir el agua durante un tiempo suficiente para que se infiltre el volumen que se vaya a aplicar. (Ver figura 7)

**Figura 7. Riego con pendiente**

**6.3.1 Riegos por gravedad tecnificados:** Hay otros métodos de riego, que si bien siguen distribuyendo el agua a los cultivos por gravedad, buscan evitar

alguna de las pérdidas mencionadas y mejorar el control y la homogeneidad en que el agua es aplicada, entre ellos están:[1]

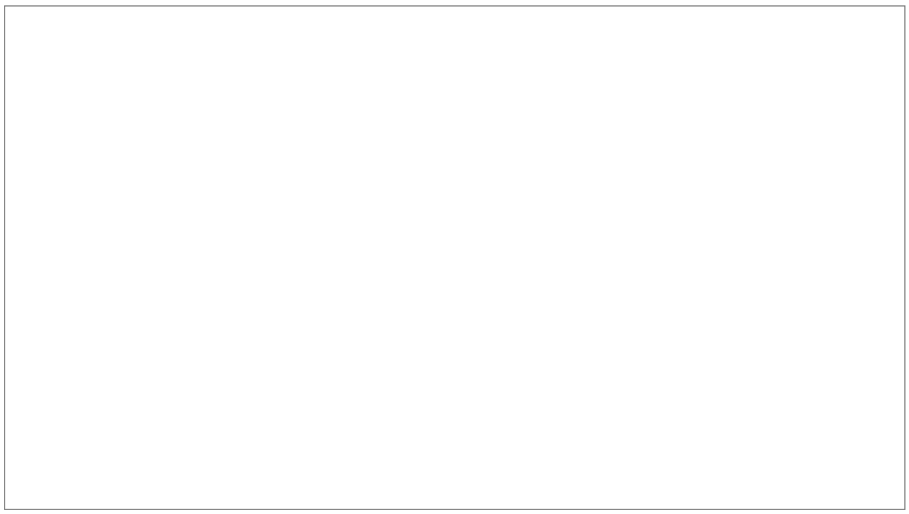
**Conducción por tuberías**. Reducen las pérdidas por conducción fuera de los límites de los cuadros de cultivo. (Ver figura 8)

1. ZIMMERMAN. Op .cit. p 583

**Figura 8. Conducción por tuberías.**

**Riego discontinuos o con dos caudales**. Especialmente diseñados para riego con pendiente, buscan mejorar la uniformidad de infiltración a lo largo de los surcos y reducir a un mínimo las pérdidas por escurrimiento al pié. Mediante la interrupción del caudal o el uso de caudales variables ya que con caudal grande logran un mojado más rápido de la totalidad del surco y luego aportan un caudal mínimo que se infiltra casi en su totalidad. (Ver figura 9)

**Figura 9. Riego discontinuos**



**Dosificadores a los surcos.** Son métodos que logran que el caudal que recibe cada surco sea el mismo, esto se logra mediante el uso de “sifones” para tomar de canales a cielo abierto o de orificios uniformes y regulables si los surcos son abastecidos desde tuberías.[1]

## 6.4 RIEGO POR ASPERSIÓN

**6.4.1 ¿Qué es?:** Son métodos que simulan de alguna manera el aporte de agua que realizan las lluvias. Consiste en distribuir el agua por tuberías a presión y aplicarla a través de aspersores en forma de lluvia. Se busca aplicar una lámina que sea capaz de infiltrarse en el suelo sin producir escorrentía. Si el equipo está bien diseñado respecto al tipo de suelo que se pretenda regar, se obtendrá una lámina muy uniforme sin que se presente escurrimiento.

### 6.4.2 ¿De qué Elementos se Compone?:

Un equipo de elevación encargado de proporcionar agua a presión. En algunas zonas no resulta necesario este equipo ya que se dispone de presión natural.

Una red de tuberías principales que llevan el agua hasta los hidrantes, que son las tomas de agua en la parcela.

Una red de ramales de riego que conducen el agua hasta los emisores instalados en la parcela que se pretende regar.

Dispositivos de aspersión o emisores, que son los elementos encargados de aplicar el agua en forma de lluvia.

### 6.4.3 clasificación

**6.4.3.1 Sistemas estacionarios**: permanecen en la misma posición mientras dura el riego.

**6.4.3.2 Sistemas mecanizados**: se desplazan mientras aplican el agua de riego

**Sistema móvil**: Los ramales de riego suelen ser de aluminio o de PVC y se instalan sobre la superficie del terreno. [2]

---

1. ZIMMERMAN. Op .cit. p 584
2. BERLIJN, Johan D. Riego y Drenaje. Cor Brouwer. México: Trillas, 1998. p 80

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

**6.4.3.4 Sistema Semifijo**: En este sistema son fijos el grupo de estructuras y la red de tuberías principales, que normalmente se encuentra enterrada. Esta tubería principal suele ser de PVC. 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 deber 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. El uso de mangueras disminuye el traslado de los ramales de riego ya que se puede regar en varias posiciones antes de que sea necesario mover el ramal. (Ver figura 10)

**Figura 10. Sistema semifijo**

**6.4.3.5 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 tipo, **los sistemas aéreos y los enterrados**. (Ver figura 11)[1]

1. BERLIJN. Op. Cit. P 83

**Figura 11. Sistema fijo**

**6.4.3.6 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. (Ver figura 12)

**Figura 12. Cañones de riego**

### 6.4.4 ¿cómo aplican el agua?

El objetivo del riego por aspersión es conseguir una distribución uniforme del riego. En los distintos sistemas de riego por aspersión este objetivo se consigue estableciendo unos ramales con emisores en el campo que variando los tiempos de riego en las distintas posturas o las velocidades de desplazamiento del ramal, se logre una alta uniformidad del agua aplicada.

**VENTAJAS**

- En el riego por aspersión se necesita menos mano de obra que en el riego por superficie.

- No es necesaria la preparación y nivelación previa del suelo, tanto en terrenos llanos como ondulados. Al suprimir la nivelación se disminuyen los costos de inversión y se evita la pérdida de fertilidad del suelo. Como no necesita canales, acequias y regueras, queda disponible para el cultivo la mayor parte del terreno regable.

- Se puede utilizar en una gran variedad de suelos, incluso en aquellos que exigen riegos frecuentes y ligeros. Puesto que la cantidad de agua aplicada únicamente es función del tiempo.

- El riego por aspersión permite establecer calendarios de riego muy perfeccionados ya que se tiene un perfecto control sobre la dosis aplicada en cada riego y por tanto permite el ahorro de agua.

  En las parcelas con riego por aspersión hay una mayor posibilidad de mecanizar los cultivos, ya que se eliminan los obstáculos propios del riego por superficie. Sin embargo en las coberturas enterradas los aspersores pueden dificultar en cierta medida la mecanización de los cultivos.

- Se reduce la pérdida de elementos fertilizantes por lixiviación ya que se puede adaptar la dosis de riego a las características del suelo de la parcela.

- El riego por aspersión se puede utilizar de un modo eficaz en la lucha contra las heladas. Se puede utilizar también para realizar fertilizaciones y tratamientos fitosanitarios. La incorporación del fertilizante en el agua de riego permite un fraccionamiento del abonado que es realmente eficaz para conseguir un desarrollo óptimo del cultivo y evitar pérdidas de fertilizantes.

- Se adapta a la rotación de cultivos y a los riegos de socorro.

---

1. BERLIJN. Op. Cit. p 85

**INCONVENIENTES**

- Puede producir interferencias sobre los tratamientos por el lavado de los productos fitosanitarios que protegen la parte aérea del cultivo.

- El riego por aspersión no puede utilizarse cuando se tienen aguas salinas. Se originan problemas de salinidad en las hojas.

- Mala uniformidad en el reparto del agua por la acción de fuertes vientos.

- Superficie de riego). Sin embargo, esto se compensa con la supresión de otros gastos (nivelación, construcción de acequias, etc.).

- En algunos cultivos y en algunas fechas la vegetación puede verse perjudicada por un incremento de enfermedades. También se puede dificultar la fecundación cuando se riega en época de floración.

**USOS**

- Se usan en una diversa gama de cultivos que van desde hortalizas, pasturas, cereales

- Riegos complementarios de cultivos extensivos, papa, hortalizas etc.

**RECOMENDACIONES PARA EL MANEJO**

- No regar con aguas salinas, ya que pueden producir fitotoxidad en la parte aérea del cultivo.

- No regar con viento alto, ya que la uniformidad de distribución del agua aplicada disminuye considerablemente con el viento.

- Aplicación de riegos nocturnos. El regar por la noche disminuye el valor de las pérdidas por evaporación y arrastre ya que la velocidad del viento y la temperatura del aire es menor que por el día. Para realizar riegos nocturnos, lo más adecuado es automatizar el riego en la parcela.

- Realizar un mantenimiento adecuado de todos los elementos de la instalación. En muchas ocasiones la falta de uniformidad de sistemas de riego por aspersión es debida a: emisores obturados o rotos, descensos de presión debidos a falta de limpieza en los filtros, etc.[1]

---

1. BERLIJN. Op. Cit. p 86

## 6.5 RIEGO POR MICRO ASPERSIÓN

Es similar al anterior pero a una escala muy reducida, se disponen de una gran cantidad de mangueras de riego que recorren las líneas del cultivo con emisores individuales o para un grupo de plantas “micro aspersor” que con diferentes diseños moja una superficie relativamente pequeña

Este sistema de riego consiste en aplicar agua en forma de una fina lluvia sobre la superficie del suelo o del cultivo. El radio de alcance de estos emisores no suele sobrepasar los 3m. Este sistema de riego localizado consume un mayor caudal que los anteriores (de 16 a 200 l/h) y está considerado como de elevada presión dentro del riego localizado (de 1 a 2 Kg. /$cm^2$). Está indicado para cultivos leñosos y herbáceos a distintos marcos de plantación. Dentro del riego por micro aspersión se pueden encontrar dos tipos de emisores:

**Difusores**: Emisores con todos los componentes fijos.

**Micro aspersores**: Emisores con algún mecanismo de rotación. (Ver figura 13).

**Figura 13. Micro aspersor**

**6.5.1 Características de la aplicación del agua en los sistemas de riego localizado.** En el riego localizado el agua no moja la totalidad del suelo, sino sólo la parte en la que se encuentra el sistema radicular de los cultivos. El agua, una vez aplicada, se redistribuye en el suelo en función de las características que tiene el terreno. La zona del suelo que recibe el agua de riego se denomina bulbo húmedo. La forma que adopta el bulbo húmedo depende de la textura del suelo, el caudal de cada emisor, el número de emisores y el tiempo de riego. De estos cuatro factores, el único que no se puede controlar es la textura del suelo de la parcela a regar. Por este motivo, los otros tres factores (tiempo de riego y caudal y número de emisores) forma del bulbo húmedo serán los que haya que adaptar para que sea la adecuada a las necesidades del cultivo.

La textura del suelo determina en gran medida la forma del bulbo húmedo. Si el suelo es arcilloso, el agua no infiltrará fácilmente y se generará un bulbo ancho y poco profundo. Si el suelo es arenoso, el agua infiltrará rápidamente y el bulbo húmedo será profundo y estrecho. En los suelos francos la forma del bulbo húmedo será más equilibrada.

**Ventajas:**

- ✓ El riego por goteo ahorra agua de riego debido a que aplica agua únicamente en la parte del suelo que se encuentra ocupada por las raíces de los cultivos.

- ✓ El riego por goteo aplicado correctamente tiene una elevada eficiencia de aplicación, ya que se evitan las pérdidas por escorrentía superficial, percolación y evaporación directa del agua desde el suelo.

- ✓ Dificulta la aparición de malas hierbas en la parte del suelo que no se humedece. Por este motivo, el control de las malas hierbas se reduce únicamente a la zona del suelo que se riega.

- ✓ Las labores agrícolas no se ven interrumpidas durante el ciclo del cultivo ya que en ningún momento se encuentra mojada toda la superficie del suelo.

- ✓ Permite un preciso control de las dosis de fertilizantes y productos químicos aplicados en el agua de riego.

  El riego localizado es muy adecuado para zonas en las que la presión disponible no es muy elevada, ya que son sistemas que funcionan a bajas presiones.

- ✓ Permite el cultivo en zonas con aguas de mala calidad (con salinidad) ya que en el bulbo húmedo las sales se encuentran disueltas y la mayor concentración de éstas se acumula en la zona externa del bulbo húmedo, lugar al que no llegan las raíces del cultivo.

  La uniformidad de aplicación del agua depende únicamente del buen diseño de la red de riego y no se ve afectada por el tipo de suelo ni por las condiciones climáticas. [1]

**Inconvenientes:**

  El riego por goteo requiere una elevada inversión inicial y su costo ddepende del cultivo, modalidad de riego elegida, calidad del agua de riego, necesidades de filtrado.

- ➢ Necesita un continuo control y mantenimiento de la red y del cabezal de riego. Los emisores requieren mucha atención ya que son muy sensibles a las obstrucciones.

- Pueden original problemas de salinidad dentro del bulbo húmedo si no se maneja adecuadamente el sistema de riego.

- No es un sistema de riego adecuado para la gran mayoría de los cultivos extensivos.

- En cultivos leñosos, puede ocasionar problemas de enraizamiento si no se maneja correctamente el bulbo húmedo, ya que el volumen de suelo mojado ha de ser el suficiente para que las raíces proporcionen un buen anclaje al cultivo.

**Recomendaciones**

1. Mantener los equipos de filtrado en perfectas condiciones de funcionamiento durante toda la campaña de riegos.

2. Hacer tratamientos preventivos en el agua de riego para evitar obturaciones en los goteros.

3. Hacer una limpieza general de la red de distribución una vez al año, antes del inicio de la temporada de riego.

   Comprobar el buen funcionamiento de los elementos del cabezal de riego y de los goteros al inicio de la campaña de riegos.[2]

---

1. BERLIJN. Op. Cit. P 75
2. Ibid., p 76

5. Tener precaución en la incorporación de los fertilizantes, evitando mezclas que puedan producir precipitaciones o elevada salinidad del agua de riego.

En el riego por goteo es muy importante el control de los distintos tipos de obturaciones, ya que si no se detectan a tiempo puede producirse una interrupción en el aporte de agua causando un descenso del rendimiento en las plantas afectadas

**Ventajas**

- No moja la totalidad del suelo

- Permite el riego por debajo de las copas de las plantas sin mojarlas

**Usos**

- Principalmente frutales

## 6.6 RIEGO POR GOTEO

El agua se conduce a presión por tuberías y luego por mangueras de riego que recorren las hileras del cultivo. El emisor, externo o incorporado a la manguera de riego es un “gotero” de caudal y separación variable según el suelo y los cultivos aplica el agua en forma de gotas que se van infiltrando a medida que caen. (Ver figura 14).

**Figura 14. Riego por goteo**

### 6.6.1 ¿QUÉ ES?

Es un sistema de riego en el que se aplica el agua únicamente a la zona del suelo que exploran las raíces del cultivo Esta aplicación se realiza mediante emisores (goteos, micro aspersores...) a los que llega el agua a través de una red de tuberías a presión.

### 6.6.2 Componentes de un sistema de riego localizado.

Los elementos que componen este tipo de sistema de riego son los siguientes:
Un cabezal de riego. Dentro de este elemento se encuentran el sistema de filtrado y el equipo de fertirrigación y el de tratamiento del agua de riego. También integran el cabezal de riego todos los automatismos del sistema y los elementos de medida y control del agua aplicada.

Una red de tuberías de distribución a presión que pueden ir sobre el suelo o enterradas.

Emisores que aplican el agua de riego en la superficie del suelo (goteros superficiales, tuberías perforadas), en la zona radicular (goteros enterrados) o en forma de una fina lluvia (micro aspersores).

### 6.6.3 Clasificación de los sistemas de riego Localizado.

Los sistemas de riego localizado se clasifican en función del tipo de emisor que aplica el agua de riego al cultivo. Se pueden encontrar tres tipos:

1. **Riego por goteo.**

   El agua se aplica al cultivo por medio de goteros. Estos emisores aplican el agua gota a gota bien sobre la superficie del suelo o bajo ésta. Para que el agua salga gota a gota. Estos emisores han de llevar un sistema que reduzca la velocidad y la presión del agua de riego que les llega por los laterales. [1] (Ver figura 15)

---

1. LA COMISIÓN. Riego por Goteo. Bucarest, Rumania: Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación. 1974. p 62.

**Figura 15. Riego por goteo.**

Cultivo de Limón , Piura

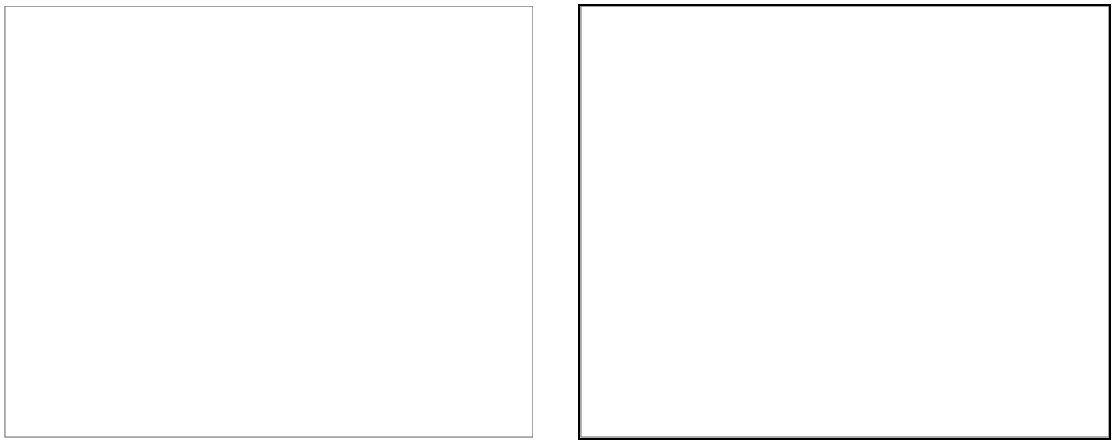
Los goteros funcionan a bajas presiones (1 Kg. /$cm^2$) y aplican un pequeño caudal (de 2 a 16 l/h).

El riego por goteo es especialmente indicado para cultivos leñosos (frutales,) que tienen un marco amplio de plantación. También da buenos resultados en cultivos en línea espaciados entre sí. No es un buen sistema de riego para cultivos que cubren toda la superficie del suelo. En el mercado se pueden encontrar distintos tipo de goteros. Para definir un tipo de gotero se puede atender a distintas clasificaciones:

Según el sistema que utilizan para disminuir la presión del agua que les llega por la red de distribución:

**Goteros de laberinto:** El agua atraviesa un conducto en forma de laberinto que hace disminuir su presión y velocidad. Es poco sensible a las obstrucciones y a los cambios de presión y temperatura. . (Ver figura 16)

**Figura 16. Goteros de laberinto**



**Goteros laminares**: El orificio de salida del agua de riego se encuentra al final de un pequeño tubo. El régimen del agua en este emisor es laminar, de aquí proviene su nombre.

**Goteros de vórtice**: El agua se introduce en un pequeño compartimiento circular en el que se produce un remolino, en cuyo vórtice se encuentra el orificio de salida del agua de riego. Son emisores poco sensibles a los cambios de presión y temperatura

**Goteros de orificio:** Este tipo de goteros dispone de una serie de orificios de pequeño tamaño que hacen disminuir la presión y velocidad del agua a aplicar. Tienen el inconveniente de ser muy sensible a las obstrucciones dado que el diámetro de los orificios es muy pequeño.

**Goteros autocompensantes**: En estos emisores la presión de salida del agua de riego es prácticamente constante a lo largo del ramal gracias a un sistema de regulación de presión que tienen en su interior. Este sistema consiste en una membrana que varía el tamaño del conducto del interior del emisor en función de la presión de la tubería que distribuye el agua de riego. . (Ver figura 17)[1]

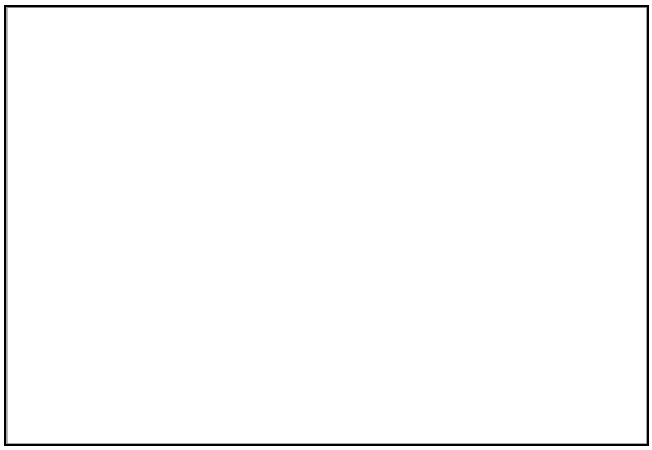
1. LA COMISIÓN. Op Cit. P 65

**Figura 17. Goteros autocompensantes.**

Según la conexión de los emisores a la tubería:

En línea: Los emisores se encuentran insertados dentro de la línea de la tubería. Pueden venir insertados de fábrica o realizar la operación al montar el riego en la parcela, cortando la tubería e instalando los emisores. . (Ver figura 18)

**Figura 18. Goteros en línea**



En derivación: Los emisores se encuentran pinchados a la tubería o conectados a ésta mediante un micro tubo. . (Ver figura 19)

**Figura 19. Goteros en derivación**

**Ventajas**

No moja las hojas por lo que ésta no exige calidad de agua

No tiene piezas móviles y es de fácil mantenimiento gran uniformidad

**Usos**

Cultivos hortícolas y frutales

## 6.7 RIEGO POR SUPERFICIE

La tecnología del riego por superficie ha sido la única disponible en todas las puestas en riego realizadas desde la antigüedad hasta mediados del siglo XX momento en el cual se desarrollaron los primeros sistemas de riego a presión

### 6.7.1 ¿QUÉ ES?

El riego por superficie incluye una amplia gama de sistemas de riego que tienen la característica común de que el agua fluye por la superficie del terreno por gravedad hasta cubrir toda la superficie de la parcela. La característica principal del riego de superficie es que el propio suelo es el sistema de distribución del agua. Es decir, no es necesario disponer de complejas estructuras de distribución de agua (como las tuberías de los sistemas de aspersión o goteo) cubriendo la parcela a regar.

La idoneidad del riego depende de:
El aumento del agua almacenada que aporta el riego en la zona del suelo donde las raíces del cultivo pueden aprovecharla.

Las pérdidas por percolación profunda (agua que pasa a zonas profundas sin que el cultivo la aproveche).

Las pérdidas por escorrentía superficial (agua que va a parar al desagüe del final de la parcela).

La uniformidad de la lámina infiltrada (¿todos los puntos de la parcela reciben la misma dosis?).

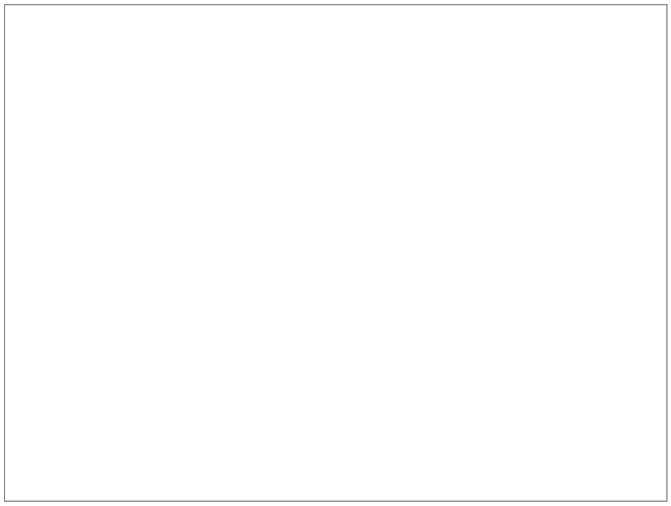
El déficit de humedad en el suelo después del riego (la dosis aplicada, ¿es suficiente para el cultivo?)

Un buen riego es aquel que asegura que las plantas que menos agua reciban en la parcela van a tener suficiente cantidad para satisfacer sus necesidades y que además no va a haber muchas diferencias entre las cantidades que reciban una u otra planta. Esto quiere decir que sería un riego eficiente y uniforme.

### 6.7.2 TIPOS DE RIEGO POR SUPERFICIE

**6.7.2.1 Riego por inundación:** Es un sistema muy extendido en regadíos tradicionales. El tablar está rodeado completamente por un dique o caballón. Las características principales del riego por inundación son que la parcela está nivelada a pendiente cero y que no hay desagüe. La forma del tablar es generalmente rectangular o cuadrada. . (Ver figura 20)

**Figura 20. Riego por inundación**



**6.7.2.2 Riego por escurrimiento:** En este sistema los tablares tienen una pendiente longitudinal. Según se permita o no la escorrentía desde el extremo aguas debajo de tablar se puede hablar de escurrimiento libre o en tablares cerrados.

**6.7.2.3 Riego por escurrimiento libre:** Este tipo de riego por superficie se caracteriza por que los tablares tienen una pendiente longitudinal y desagüe libre en su parte inferior. Los tablares tienen generalmente forma rectangular, y en ocasiones sus lados mayores se curvan para seguir las curvas de nivel del terreno.

**6.7.2.4 Riego por escurrimiento en tablares cerrados**: Este tipo de riego es en realidad una mezcla del riego por inundación y el riego por escurrimiento libre. Se trata de tablares alargados, rodeados de caballones en los que hay una pendiente longitudinal y en los que, no hay provisión de desagüe. La ventaja de este sistema es que se puede aprovechar el efecto positivo de la pendiente del terreno para acelerar el proceso de avance encharcamiento en la

parte baja que va a poner en peligro en muchas ocasiones la producción y la supervivencia del cultivo.

**6.7.2.5 Riego por surcos:** Este tipo de riego se diferencia únicamente del riego por escurrimiento en que la superficie del suelo está ondulada formando pequeños canales de longitud variable a lo largo de los que circula el agua de forma independiente. El agua se aplica de forma individual a cada surco mediante sifones o tuberías con compuertas. Una característica importante del riego por surcos es que la parcela puede tener una pendiente lateral sin que sea necesario realizar una labor intensa de nivelación para corregir este efecto tal como debería hacerse en riego por inundación. [1]

1. LA COMISIÓN. Op.Cit. p78

## 7. MODERNIZACIÓN DE LOS RIEGOS

Los problemas más habituales que afectan a los regadíos tradicionales se pueden Resumir en los siguientes puntos:

- Deterioro de las instalaciones e infraestructuras de los sistemas de distribución.
- Insuficiente capacidad de la red de distribución.
- Falta de regulación interna que dificulta la buena gestión del riego.
- Turnos de riego de 24 horas que obligan a los regantes a regar por la noche.

- Mala nivelación de las tierras.
- Alta división de la propiedad (parcelas pequeñas y dispersas).
- Necesidades de mano de obra para el riego elevadas.
- Avanzada edad de los regantes.
- Poca rentabilidad.
- Problemas medioambientales.
- Abandono de tierras de regadío.

## 7.1 ACCIONES A REALIZAR

**7.1.1 Diagnóstico del manejo y gestión del riego en la zona regable**. Esta fase incluye los estudios necesarios para conocer la problemática específica en las condiciones actuales.

En primer lugar se debe realizar el estudio general de la zona, determinando como se realiza la gestión del riego, que infraestructuras existen (red de acequias y caminos, tomas de agua, embalses de regulación, etc.), en qué estado de conservación se encuentran, qué aspectos sociales determinan el manejo del riego (mano de obra disponible, edad media, dedicación a la agricultura, etc.).

Un segundo paso es la determinación de la eficiencia y uniformidad de los riegos en parcelas representativas. Para ello es necesario hacer un estudio detallado de la capacidad de retención de agua de los suelos, de la longitud y anchura de los tablares y de las características de infiltración de los suelos.

**7.1.2 Diseño correcto del riego por superficie.** Para que un sistema de riego por superficie sea eficiente debe estar bien diseñado y ser manejado de forma idónea. En general, el riego por superficie produce un reparto uniforme del agua pero frecuentemente es poco eficiente debido a que la dosis aplicada suele ser mayor que la capacidad de retención de agua del suelo, produciéndose en ese caso pérdidas de agua por percolación profunda. Los mayores problemas de baja eficiencia en el riego por superficie se producen en suelos de poca capacidad de retención de agua (suelos de poca profundidad y muy permeables).

**7.1.3 Mejora en el sistema de gestión.** La mejora de la gestión técnica y económica del riego en una Comunidad de Regantes permite ganar tiempo y eficacia en el suministro de agua a los regantes. Actualmente existen programas informáticos de gestión que tienen un gran interés. Si se quiere exista un control

del gasto del agua, será necesaria la instalación de aforadores de caudal en los puntos estratégicos de la red de riego. Esto permite conocer las cantidades de agua que consume cada agricultor y tarifar en función de ese gasto en lugar de por superficie.

**7.1.4 Mejora de la red de distribución.** Dependiendo de la antigüedad del sistema de riego pueden encontrarse deficiencias en la red de acequias que provocan pérdidas de agua o suponen una restricción para el paso de los caudales necesarios.

**7.1.5 Mejora de la regulación.** En muchos casos la escasa disponibilidad de agua obliga a establecer turnos de riego muy rígidos que disminuyen la calidad de vida del agricultor quien, en muchas ocasiones, ha de regar durante las noches. Otro problema es qué hacer con el agua concedida si ha llovido el día de antes. Por lo general ese agua acaba en los desagües por lo que se pierde si no hay posibilidad de aprovechar estos excedentes aguas abajo.

Si se construyen embalses de regulación interna puede alcanzarse una mayor flexibilidad y una mejor utilización del agua disponible, pero ha de considerarse

Que esta solución debe ir acompañada de una mejora de la red de distribución. Por medio de estos embalses de regulación instalados en las cabeceras de las acequias, los regantes podrían regar solamente durante el día con el doble de caudal y llenar el embalse durante la noche. Esta práctica supondría por un lado una disminución del tiempo de riego por hectárea y por otro evitar el riego nocturno.[1]

---

1. LA COMISIÓN. Op.Cit. p80

**7.1.6 Cambio de sistema de riego.** El cambio de sistemas de riego por inundación a riego a presión supone una importante mejora en muchos aspectos tanto de aprovechamiento del agua como de manejo de ésta. Este cambio, además, permite la inclusión de otras tecnologías adicionales como la automatización del riego, que reduce de una forma drástica la necesidad de mano de obra en el sistema y la incorporación de fertilizantes.

Esa sostenibilidad de un sistema de regadío viene determinada por distintos aspectos relacionados con esas actuaciones:

a. Uso eficiente del agua de riego. A través de:

   Mejora en la eficiencia de transporte y distribución.

   Aumento de la eficiencia de aplicación en parcela.

Adopción de nuevas tecnologías de riego.

Mejora en la gestión del agua de riego.

Incremento del rendimiento económico de las explotaciones. Es decir: Ahorro en costos de explotación.

Aumento en la calidad y cantidad de la producción.

Mejora de la calidad ambiental por medio de: Reducción y control de la salinidad en suelos y aguas.

Reducción en la contaminación de acuíferos. [1]

1. LA COMISION. Op. Cit. P 87

# 8. PROYECTO SISTEMA DE RIEGO

## 8.1 LA MICRO CUENCA

Es la parte más importante del sistema está formado por todo el terreno que está hacia arriba del punto de captación del agua. Su función es la de recibir el agua de la lluvia y concentrarla en el cauce del río o de la quebrada.

Cuando la vegetación de la micro cuenca ha sido destruida, toda la lluvia llega en corto tiempo al cauce de la quebrada y se producen crecientes peligrosas, de gran caudal y con arrastre de materiales, después de lo cual queda poca agua para aprovechar. . (Ver figura 21)

**Figura21. Micro cuenca**

**Quebrada el motilón. Ubicación Vereda el Motilón.**

Si la vegetación de la micro cuenca la cubre densamente, parte de la lluvia se infiltra en el suelo y forma reservas para alimentar el cauce de la quebrada con agua limpia, que puede ser aprovechada a lo largo de todo el año.

En las zonas donde a pesar del buen estado de la cobertura de la micro cuenca, el caudal no es suficiente durante la época de riego, la construcción de un reservorio o un pequeño lago, reemplaza la función reguladora de la micro cuenca.

Es necesario cercar al rededor de la micro cuenca para proteger su follaje de animales y quemas.

## 8.2 LA BOCATOMA

Es la zona que capta y deriva el agua de la quebrada hacia el sistema de riego tiene los siguientes componentes.

El muro de presa,  que es una barrera construida a lo ancho de la quebrada y que sirve para  el nivel del agua  y dirigirla por la rejilla  hasta la cámara de derivación. A los lados se encuentran las aletas o muros de contención, que encauzan el agua y protegen las orillas.  En las quebradas pequeñas, la rejilla se construye sobre el muro de presa. Esta es una bocatoma de fondo.

Para la construcción de la bocatoma, se utilizó un concreto de 3000 PSI, triturado con un diámetro de ¾ de pulgada, arena blanca y además plastocrete sika, que es un impermeabilizante. .  (Ver figura 22)

**Figura 22. Construcción de bocatoma de fondo**

**Bocatoma principal. Ubicación k0 + 000**

En los ríos y quebradas con caudal grande, la rejilla se construye sobre una de las aletas.  Esta es una bocatoma lateral.  En este caso,  sobre el muro de presa se instala una compuerta de lavado hidráulico, para desalojar los sedimentos próximos a la rejilla.

Además al pie del muro de presa, en el sitio donde golpea el agua que no entró al sistema de riego, existe un disipador de energía, destinado a prevenir la socavación del lecho del río o de la obra.

Si la quebrada presenta material de arrastre en gran cantidad es necesario construir un disipador de energía aguas arriba para proteger la  bocatoma.

Se debe limpiar la cámara de aducción por lo menos cada mes y efectuar el engrase de los tornillos de las compuertas. .  (Ver figura 23)

**Figura 23. Bocatoma terminada.**

**Bocatoma principal. Ubicación k0 + 000**

## 8.3 DE BOCATOMA A DESARENADOR

La manera más segura de llevar el agua desde la bocatoma hasta el desarenador es por medio de un canal de alta pendiente, para que la velocidad del agua arrastre los sedimentos hasta el desarenador.

**Figura 24. De bocatoma a desarenador**

**Conducción de bocatoma a desarenador en tubería de pvc.**

Para la conducción se utilizó tubería Gerfor PVC de 10" RDE 51, pero en este caso se debe tener mayor cuidado para evitar que se obstruya, especialmente en el caso de ríos y quebradas que presentan crecientes con alta carga de sedimentos.

## 8.4 EL DESARENADOR

Es un tanque que tiene tres cámaras o compartimientos. En la primera cámara de llegada, se encuentra el vertedero de excesos, el cual permite que el agua sobrante pueda volver al río. . (Ver figura 25)

**Figura 25. Vertedero de excesos.**

**Construcción del vertedero de excesos.  Ubicación k0 + 316.70**

Al  pasar el agua a la segunda cámara a través de los orificios que existen en el muro deflector, pierde turbulencia y los sedimentos descienden hasta el fondo acumulándose en el depósito para lodos, desde donde pueden ser removidos mediante la operación de la válvula de lavado. .  (Ver figura 26)

**Figura 26. Muro deflector**

La cámara de aquietamiento cuenta con 26 orificios, colocados 10 orificios en la pared y 16 en la losa de piso, con un diámetro de 4”
La tercera cámara equivale a un tanque de regulación, que se llena con agua limpia de sedimentos que pasa por encima del muro vertedero. Desde ese tanque pasa el agua a las tuberías mediante la operación de la válvula principal

**Figura 27. Construcción muros del tanque del desarenador**

**Tanque del desarenador.  Ubicación k0 + 316.70**

Parrillas de muros y losas de 3/8” @ 14 cm., con espesores de 50 cm. para losas y 30 cm. para muros.
Es importante estar verificando los niveles, regulándolos con las compuertas y así evitar daños como erosión en las bases del desarenador.

**Figura 28. Construcción losa de tanque del desarenador.**

**Tanque del desarenador terminado. Ubicación k0 + 316.70**

## 8.5 LA RED DE CONDUCCIÓN

La mayoría de las áreas de ladera y minifundio cuenta con una bocatoma más alta que la zona de riego, de tal manera que mediante el uso de tuberías en lugar de acequias, el agua puede llegar a los predios con la calidad, el caudal y la presión suficientes para operar el sistema de riego, sin desperdicios ni necesidad de motobombas. En algunos casos, por razones de la topografía, se hace necesario combinar la conducción en canales (preferiblemente revestidos) y tuberías.

En cada proyecto debe existir un plano de la red de conducción. En el plano se encuentra indicada la localización, el diámetro y la presión de trabajo de las tuberías de cada tramo de la red de conducción. En la línea principal y en los ramales también aparece la localización de los principales accesorios y estructuras. Para este proyecto de distrito de riego, se utilizó tubería Gerfor PVC con diámetros de 10, 8, 6, 4, 3, 2½, 2, 1½, 1 pulgadas y con RDE de 51, 41, 32.5, 26 21 y 13.5

**Figura 29. Red de conducción**

**Red de conducción. Ubicación tramo k2 + 365**

## 8.6 VÁLVULAS DE CORTE

**Figura 30. Válvulas de corte**

**Válvulas de corte. Ubicación en el k4 + 717.03**

Están ubicadas en el comienzo de la línea principal y de los ramales. Su mecanismo está diseñado para abrir y cerrar lentamente el paso de agua, con el fin de evitar la ocurrencia de sobre-presiones que podrían romper las tuberías es muy importante que estas sean manipuladas por personal especializado en el manejo de mini distritos de riego, (fontaneros). . (Ver figura 30)

## 8.7 VÁLVULAS VENTOSAS

Están localizadas en los puntos altos del recorrido de las tuberías, donde se acumula el aire que transporta el agua. Sirven para extraer el aire que reduce u

obstruye el paso de agua en estos puntos, también, durante la operación de vaciado del sistema, permiten la entrada de aire evitando la formación de vacío, que igualmente puede romper las tuberías. Existen tres clases de ventosas automáticas, cinéticas y de doble propósito. . (Ver figura 31)

**Figura 31. Válvulas ventosas.**

**Ventosa. Ubicación k0 + 596 en el ramal principal**

Se recomienda una revisión periódica para su mantenimiento debido a que algunas veces se tapan los orificios por la acumulación de sedimentos u hojas.

**Figura 32. Válvulas ventosas.**

**Ventosa. Ubicación k1+253 en el ramal principal**

En el proyecto se instalaron ventosas en las siguientes abscisas. (Ver cuadro 5)

**Cuadro 7. Localización de ventosas**

| VENTOSA NÚMERO | UBICACIÓN ABSCISA |
|---|---|
| 1 | K0 + 418 |
| 2 | K0 + 596 |
| 3 | K0 + 678 |
| 4 | K0 + 951 |
| 5 | K1 + 253 |
| 6 | K1 + 405.50 |
| 7 | K2 + 480 |
| 8 | K2 + 860 |
| 9 | K3 + 0.82 |
| 10 | K3 + 376 |
| 11 | K3 + 600 |
| 12 | K3 + 925 |
| 13 | K4 + 402 |
| | |

## 8.8 VÁLVULAS DE PURGA

Están localizadas en los puntos bajos del recorrido de las tuberías, donde se acumulan sedimentos, que reducen e impiden el paso de agua. Funcionan como una válvula de lavado, su mecanismo está diseñado para abrir y cerrar lentamente el paso de agua, con el fin de evitar la ocurrencia de sobre-presiones que podrían romper las tuberías es muy importante que estas sean manipuladas por personal especializado en el manejo de mini distritos de riego, (fontaneros). (Ver figura 33)

**Figura 33. Válvulas de purga**

**Válvula de purga.  Ubicación en el k0 + 678**

Se ubicaron además 10 purgas repartidas así:

**Cuadro 8.  Localización de purga**

| PURGA NÚMERO | UBICACIÓN ABSCISA |
|---|---|
| 1 | K0 + 450 |
| 2 | K0 + 754 |
| 3 | K1+ 648 |
| 4 | K2 + 580 |
| 5 | K2 + 920 |
| 6 | K3+ 400 |
| 7 | K3 + 958 |
| 8 | K4 + 150 |
| 9 | K4 + 820 |
| 10 | K5 + 175 |
| | |
| | |
| | |

## 8.9 CÁMARAS DE QUIEBRE DE PRESIÓN y/o REPARTO

Las presiones muy altas debidas a una gran diferencia de altura desde la captación del agua, pueden causar debilitamiento y rotura de tuberías. Además se hace difícil el manejo del agua.

Para controlar las presiones excesivas y disminuir los costos por tuberías de alta resistencia, los sistemas de riego cuentan con cámaras de quiebre, las cuales consisten en tanques abiertos, en los que el agua pierde su presión al volver a estar en contacto con el aire.

También se utilizan para la distribución del agua a cada predio controladas a través de vertederos.

Cada tanque tiene dos compartimientos, en el primero de los cuales llega el agua y en el segundo, penetra sin turbulencia al siguiente tramo de tubería. Cuenta además con una válvula de corte, una válvula de flotador en la entrada, un vertedero de excesos y una válvula de lavado.

## 8.10EL HIDRANTE Y EL EQUIPO DE RIEGO POR ASPERSIÓN

Por cada hectárea de riego se instala uno o dos hidrantes o tomas de riego. Cada hidrante se acciona hundiendo la llave bayoneta que está en uno de los extremos de la manguera que lleva el tubo elevador y el aspersor. Este conjunto se llama ala de riego.

El aspersor aplica el riego en forma de lluvia en una superficie circular. En los sistemas de pequeña irrigación generalmente se trabaja con un solo aspersor, el cual se va cambiando de lugar hasta completar el humedecimiento de todo el lote.

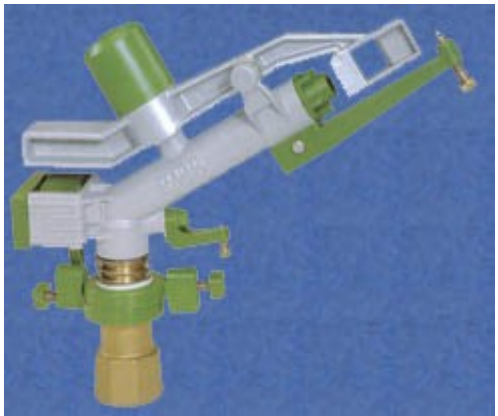
**Figura 34. Aspersor**

El aspersor tiene una o dos boquillas, que son los orificios a través de los cuales sale el chorro de agua a presión, que hace impacto sobre el brazo y se produce el friccionamiento del chorro en pequeñas gotas de lluvia.

Este brazo, al regresar por efecto del resorte, golpea el cuerpo del aspersor y produce parte del giro. Algunos aspersores tienen un tornillo difusor, el cual ayuda a romper el chorro en gotas muy finas y sirve para el riego de semilleros.

Otros disponen de un mecanismo de giro parcial, muy útil para regar en los bordes y en las esquinas de los lotes.

**Figura 35. Tipos de Aspersores**



## 8.11VIADUCTOS Y PASOS ELEVADOS

Para los viaductos se construyen muertos a cada lado, esto con el fin de apoyar la cercha y así darle firmeza, para asegurar la tubería con el viaducto, se ensambla con abrazaderas especiales para un buen sostenimiento del tubo. Para proteger al tubo de la intemperie se lo protege con una pintura bituminosa que es alumol de sika.

**Figura 36. Viaductos**

**Viaductos. Ubicación k0 + 365 y k2 + 758 del ramal principal**

Además se hicieron pasos elevados con anclajes en concreto de 3000 PSI, zapatas de 0.80 * 0.80 * 0.30 con hierro de 1/2" @ 15 cm., columnas de 2m * 0.4 * 0.40 con 4 varillas de ½", estribos de 3/8" @ 0.20. (Ver figura 36)

**Figura 37. Pasos elevados**

**Pasos elevados. Ubicación k1+ 466**

**Pasos elevados.  Ubicación k3 + 148**

# 9. OPERACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO

## 9.1 LLENADO Y VACIADO DE TUBERÍAS:

Para poner en funcionamiento el sistema por primera vez, para suspender el servicio o para reestablecerlo después de un corte, es necesario tomar precauciones que eviten la disminución o la interrupción del caudal y la rotura de tubos, debida a la presencia de aire, o a la ocurrencia de una sobre presión o de un vacío.

### 9.1.1 PARA EL LLENADO, SE DEBE PROCEDER ASÍ:

1. Informar a los usuarios con la debida anterioridad
2. Dejar conectado el mayor número de aspersores
3. Abrir la compuerta de la cámara de derivación y llenar el desarenador
4. Desde la válvula principal, iniciar lentamente el llenado del sistema, con una pequeña parte del caudal total.
5. Vigilar la salida de aire en las ventosas
6. Aumentar el caudal hasta la cantidad normal.
7. Comprobar la llegada de agua a cada una de las válvulas de purga y cerrarlas lentamente comenzando por la primera.

### 9.1.2 PARA EL VACIADO SE DEBE PROCEDER ASÍ:

1. Informar a los usuarios sobre el día y la hora del corte del servicio
2. Revisar el buen funcionamiento de las válvulas ventosas antes y durante el vaciado de las tuberías
3. Cerrar lentamente la válvula principal
4. Vaciar las tuberías abriendo las válvulas de purga comenzando por la primera.
5. Procurar que el vaciado se realice lentamente
6. Evitar la entrada de sedimentos, al finalizar el vaciado de tanques
7. Vaciar totalmente las tuberías antes del siguiente llenado, abriendo parcialmente las válvulas de purga

## 9.2 LA APLICACIÓN DEL RIEGO POR ASPERSIÓN

Regar en exceso es perjudicial para el terreno y el cultivo. Además afecta a los demás usuarios del sistema. Regar insuficientemente disminuye los rendimientos de la cosecha. Para regar bien cada agricultor debe comprobar las condiciones de funcionamiento de su equipo de riego, mediante la prueba de campo. Si lo considera necesario, puede pedir apoyo al Técnico del INAT.

## 9.3 SELECCIONE LA DISTANCIA PARA CAMBIAR EL ASPERSOR

Ponga a funcionar el aspersor cuando no haya viento y mida el alcance del chorro con un metro. El valor obtenido multiplíquelo por 1.2 si en la región no hay viento, o por 1 si domina el viento moderado. El resultado es la distancia a la cual debe colocar el aspersor cada vez que lo cambie de sitio.

Ejemplo: Si el chorro avanza 15 metros y no hay viento, el aspersor se cambia cada vez a una distancia de 15 x 1.2 o sea 18 metros.

## 9.4 CONOZCA LA SUPERFICIE CUBIERTA POR EL ASPERSOR

Este mismo valor multiplíquelo dos veces y sabrá cuántos metros cuadrados riega su aspersor en cada posición.

Ejemplo: 18 metros multiplicado otra vez por 18 es igual a 324 metros cuadrados regados en cada posición de su aspersor.

## 9.5 RECOMENDACIONES PARA UN BUEN USO DEL RIEGO

a. Revise el buen estado de su equipo de riego. Repare oportunamente los daños
b. No cambie el tamaño de las boquillas del aspersor
c. Utilice un regulador de presión junto al aspersor, especialmente para el riego de los lotes que no son planos
d. Nunca riegue durante la ocurrencia de vientos fuertes
e. Siembre árboles de diferente altura y abundancia de follaje en los linderos del lote de riego, para reducir el efecto del viento.
f. En los suelos encharcables, mantenga en buen estado los drenajes
g. En las zonas en las que el agua freática se encuentra cerca de la superficie nunca riegue en exceso. Si el agua de riego se une con el agua freática su suelo puede salinizarse.
h. Adopte las prácticas de conservación de suelo, como las siembras en contorno, las barreras vivas, las terrazas y el abono orgánico. Todo esto también sirve para el mejor aprovechamiento del agua del riego.
i. Familiarícese con la medición del riego y participe en las actividades de capacitación.
j. Solicite la asesoría al Técnico del INAT.

## 9.6 MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO

Al igual que todas las obras materiales, el sistema de riego está expuesto al deterioro y a la ocurrencia de daños. La comunidad beneficiaria puede enfrentar

ésta situación mediante procedimientos de PREVENCIÓN Y REPARACIÓN, para lo cual se requiere tanto ORGANIZACIÓN como RECURSOS ECONÓMICOS.

## 9.7 HERRAMIENTAS Y ACCESORIOS BÁSICOS

Cada sistema de Pequeña Irrigación debe tener la herramienta apropiada y suficiente para la ejecución de las labores de mantenimiento y reparación. En general las herramientas más usuales son las siguientes:

**9.7.1 para movimientos de tierra y control de malezas.** Palas, picas, palendras, barretones, machetes, bomba fumigadora y carretilla.

**9.7.2 para reparación de tuberías y accesorios.** Marco para segueta, seguetas, llaves de tubo, destornillador, alicates, flexómetro, limpiador liquido para tubería PVC, grasa y pegante.

**9.7.3 para trabajos de albañilería.** Nivel, plomada palustre, llana metálica, serrucho, martillo y tenazas.

## 9.8 LABORES DE MANTENIMIENTO

Las tareas más usuales en un sistema de riego, son las siguientes:

### 9.8.1 conservación y rehabilitación de la micro cuenca

Para garantizar la cantidad y la calidad de agua para el sistema de riego y para las demás necesidades de los habitantes de la región, es indispensable realizar acciones que contribuyan a mantener en buen estado la cubierta vegetal de la micro cuenca, para que se facilite la infiltración del agua de la lluvia y se reduzca la escorrentía y la erosión. Las siguientes medidas pueden ser desarrolladas por la comunidad

1. conocer la micro cuenca en toda su extensión, las especies vegetales que la componen y los sitios que presenten problemas en la vegetación o el suelo.

2. Promover la adquisición de los terrenos de la micro cuenca, en concertación con los organismos estatales para efectos de cercar su alrededor.

3. Ejercer vigilancia para prevenir la extracción de leña y otros materiales

4. Preparar un plan comunitario de emergencia para la extinción de incendios forestales

5. Reemplazar el consumo de leña y carbón provenientes de la micro-cuenca, mediante la siembra de especies maderables en los linderos de los predios, en las orillas de los caminos y en los terrenos no aptos para agricultura y ganadería.

6. Construir y mantener un vivero forestal

7. Adelantar obras de reforestación, corrección de cárcavas, retención de sedimentos y prevención de la erosión en la micro cuenca

8. Promover la participación de los niños y los jóvenes en estas actividades

### 9.8.2 Vigilancia del sistema

El funcionamiento del sistema de riego debe controlarse permanentemente. El Fontanero es la persona encargada de esta labor, que incluye tanto las obras de toda la red, como la supervisión del uso del riego a nivel de cada predio y del estado de los equipos de aplicación, ningún usuario debe operar el mini distrito pues traería consecuencias posteriores por su mala operación.

### 9.8.3 Control de malezas

El crecimiento de malezas junto a las estructuras de concreto y a los accesorios para la operación del sistema, puede causar daños a los mismos y altos cotos de reparación, además de que el funcionamiento normal del sistema sea afectado

### 9.8.4 Reparación de concretos

Además de precisar las características y requerimientos de la reparación, de informar a los usuarios y encargar la ejecución a una persona experta, conviene tener en cuenta el uso de productos aditivos existentes en el comercio para algunos casos especiales, como la adherencia entre el concreto nuevo y el viejo, el sellado de fisuras en los canales, la impermeabilización de tanques y el acelerado del fraguado, cuando se requiere restablecer rápidamente el servicio después de una reparación. Es muy importante consultar estos tipos de arreglos con el personal especializado o acudir al INAT.

### 9.8.5 Reparación de tuberías y accesorios

En general conviene tener en cuenta las siguientes recomendaciones

1. Determinar con precisión la naturaleza del daño, los repuestos y herramientas necesarios
2. Informar a los usuarios del tramo afectado y suspender el servicio

3. Descubrir la tubería en una longitud suficiente para no forzarla durante la reparación
4. No realizar reparaciones improvisadas o temporales
5. La reparación debe ser dirigida por una persona autorizada y conocedora del manejo del sistema. Muchas personas opinando, solo producen confusión y malos resultados
6. No olvide de usar los materiales más indicados para su reparación.
7. Se debe comprobar el buen resultado de la reparación antes de proceder a tapar las tuberías
8. Lleve un buen control sobre los problemas presentados en el minidistrito anotando las posibles causas, para su revisión con el personal técnico calificado que le proporciona el servicio.

## 10. INFORME FINAL DEL CONTRATO DE REFORESTACIÓN DE 13 HECTÁREAS DE ÁRBOLES NATIVOS

### 10.1 ACUERDO Y DELIMITACIÓN DE ÁREAS:

Se acordó sembrar 13 hectáreas de árboles nativos en la cuenca de la quebrada El Motilón en los lotes de terreno ubicados en las veredas de: La Cienaga, San Vicente, Buenos Aires, Cuatro Esquinas y San Antonio.

### 10.2 ACUERDO CON LOS PROPIETARIOS DE LOS PREDIOS A REFORESTAR:

Este acuerdo consiste en identificar las áreas potenciales y que verdaderamente causen impacto en la conservación y recuperación del caudal de agua de la quebrada El Motilón y luego concertar con los dueños de los lotes para que permitan voluntariamente la intervención y se comprometan a mantenerla durante el transcurso del tiempo.

### 10.3 AHOYADO Y PLATEO:

El ahoyado se realizó en promedio a distancia de 3 metros entre plantas y 3 metros entre surcos, para una densidad de siembra de 1111 árboles por hectárea y luego se hizo un plateo para evitar la proliferación de malezas que compitan por alimento con el árbol plantado.

### 10.4 APLICACIÓN DE FERTILIZANTES

Se aplico 0.2 kilos de abono orgánico (compost) por sitio, al que se le agrego calfos y bórax para ayudar a la planta en su desarrollo.

### 10.5 SIEMBRA:

Se realizó con especies nativas como son: sauce llorón, acacia amarilla, quillotocto, botón de oro, y aliso. Se sembraron entre 1100 y 1200 plantas por hectárea.

### 10.6 AISLAMIENTO Y CERCADO:

Se realizó instalando una cerca entre 2 y 3 cuerdas de alambre de púas soportada en postes vivos de lechero o pinllo a un metro fuera del lote de árboles sembrados con el fin de protegerlos de la acción de los animales domésticos.

### 10.7 MANTENIMIENTO:

Se aplican insecticidas para el control de las plagas comedoras de follaje y raíz, y para su desarrollo se aplica abono foliar.

**Cuadro 9. Resumen áreas sembradas y aisladas**

| VEREDA | MICRO CUENCA | PROPIETARIO | AREA REFORESTADA has | ESPECIES DE ÁRBOLES SEMBRADAS |
|---|---|---|---|---|
| La Cienaga | El Chorrillo | Campo Elías Bastidas | 1 | Botón de oro, sauce, acacia, y quillotocto |
| San Vicente | El Morro | Jaime Pantoja | 4.5 | Aliso y laurel |
| Cuatro Esquinas | Tierra Blanca | Municipio de Guaitarilla | 2 | Aliso, sauce y acacia |
| San Vicente | Q. los Zurrones | Ferney Bastidas | 2 | Aliso, sauce y acacia |
| San Vicente | Peña Blanca | Luís Bastidas | 0.5 | Aliso , sauce, acacia y laurel |
| San Vicente | Peña Blanca | Jairo Pantoja | 0.5 | Aliso, sauce y Acacia |
| San Vicente | Peña Blanca | Jaime Pantoja | 0.5 | Aliso y acacia |
| San Vicente | Peña Blanca | Bernardo Pantoja | 1 | Acacia y laurel |
| San Antonio | El Motilón | Milton pantoja | 1 | Botón de oro, acacia, sauce, y quillotocto |
| TOTAL | **HECTÁREAS** | **REFORESTADAS** | **13** | |

## 10.8 IMPLEMENTACIÓN PLAN DE MANEJO AMBIENTAL A TRABAJADORES

### 10.8.1 Aislamiento sectores cercanos a poblaciones

Tiene por objeto disminuir la accesibilidad de personas y niños ajenos a la obra. Para tal fin, el Contratista Constructor demarcó la zona de obras con colombinas o postes de madera hincadas, las cuales soportarán malla en polipropileno clavada en las colombinas o listones de madera... Este cerramiento se debe mantener en buenas condiciones en todo momento.

### 10.8.2 Aislamiento zonas con vegetación

Con el fin de proteger los relictos de vegetación remanentes dentro del proyecto, localizados a menos de 20 m de distancia de los frentes de obra, se debió contar con un aislamiento especial, similar al anterior, consistente en cercas en postes de madera y malla de polipropileno.

Esto impedirá el acceso de maquinaria al bosque remanente, y de trabajadores que contaminan y dañan estas áreas sensibles con basura, incitan a la caza de fauna, se arrojan escombros y sobrantes, etc.

Otras medidas de mitigación
El contratista no acumuló en los sitios de trabajo, materiales pétreos, tubería y otros elementos a largo plazo, es decir, se debió traer los materiales necesarios para su uso a corto plazo (máximo 8 días).

Una vez concluidas las actividades constructivas, se debió retirar todos los elementos de demarcación o aislamiento, cintas y mallas usadas, palos de madera, sobrantes, elementos de señalización, etc.

## 10.9 MANEJO DE COBERTURA VEGETAL A REMOVER

Con el fin de minimizar los efectos generados sobre la cobertura vegetal por la construcción del proyecto, el Contratista debió cumplir con las siguientes exigencias:

- **Marcación de árboles:**

Identificar y marcar con pintura de aceite los árboles en pie dentro del área de limpieza de la zona a intervenir. El Contratista Constructor deberá llevar registro escrito de la vegetación arbórea a talar (individuos arbóreos con diámetro mayor o igual a 10 cm. de DAP), en formato que contenga: fecha, frente de obra, número consecutivo de identificación, nombre común, altura total, altura comercial, DAP y cálculo del volumen total a remover. Se deberá anexar registro fotográfico del sector una vez se tengan los árboles marcados

- **Erradicación de vegetación arbórea y arbustiva**

*Equipo de apeo o tala*: El equipo de apeo conformado por el operario de la motosierra y tres obreros entrarán al sitio de trabajo con casco protector, botas altas con puntera reforzada en acero, las herramientas de trabajo deben ser las más adecuadas, en buen estado y excelente mantenimiento, con el fin de disminuir riesgos de accidentes y evitar fatiga en el operario. En tiempos de borrasca se debe suspender el apeo.

*Tala*: Al iniciar la tala se debe cortar primero bejucos, rastrojo alto y arbustos a machete con el fin de ampliar espacio y facilidad de trabajo en el apeo de los árboles mayores. En segunda instancia se cortan los árboles con diámetros mayores o iguales a 10 cm. con motosierra y que se encuentren únicamente en la zona a intervenir, los cuales deben ser dimensionados en el sitio según los usos y apilados en un costado de la obra.

Se deben tomar las precauciones necesarias frente a la vegetación existente en los límites de los árboles a apear, con la apertura de trochas en sus extremos (2 m de ancho) y a partir de estas se inicia el proceso de tala hacia el interior de la zona de canal. En el caso de los árboles superiores a 30 cm. de DAP se delimitará un cono de caída el cual se demarca con un boquete, que el operador de motosierra realiza en dos cortes, a manera de cuña, este se profundiza según la inclinación del árbol entre un 25% a 50% del diámetro del tronco. Extraído el boquete y perfilado su corte inferior se procede al destronque total, haciendo un corte recto y definitivo por el costado opuesto al boquete. En el suelo, el árbol debe ser dimensionado según secciones y posibilidades de uso local o para la obra.

El retiro de rastrojos bajos puede hacerse conjuntamente con la capa vegetal. De existir rastrojo (no mayores de 1 m) se deben tratar de trasladar temporalmente, para reutilizarlos

*Suelo Orgánico*: En el descapote, se debe conservar el suelo orgánico, con el fin de utilizarlo como última capa en taludes y áreas descubiertas para iniciar los procesos de revegetalización, para ello se deben realizar las siguientes actividades:

Remover la capa de suelo orgánico de manera diferenciada de los demás horizontes del suelo. Apilar el material orgánico removido en una zona dentro del frente de obra, para acopiarla temporalmente.

Establecer canales temporales de escorrentía, evitando que se generen vertimientos de aguas con sedimentos a drenajes naturales.

Controlar la remoción del material orgánico del suelo para evitar sobre-excavaciones y contaminar el material

Colocar listones o trinchos de madera ordinaria o guadua para control en las patas de las pilas de acopio.

- **Control de aguas**

El esquema más adecuado para el desarrollo de las obras de captación, sobre fuentes de agua superficiales, considera dos etapas para el manejo de sus aguas:

Etapa 1. Se prevé el cierre de tramo del cauce de la fuente sobre alguna de las dos márgenes dependiendo de la conveniencia, para la construcción de las obras

propuestas, la corriente drenará por la parte del cauce no obstruido de la otra margen.

Etapa 2. Esta etapa considera un cierre de la margen opuesta, que permita la construcción del tramo faltante.

Se prohíbe el vadeo sobre los cuerpos de agua, para lo cual, se utilizarán puentes u otras estructuras para no invadir el lecho húmedo del cauce.

El Contratista deberá tomar medidas de control de tal forma que se evite que el cemento, limos, arcillas, concreto fresco, ingresen al curso de agua.
En caso que en el curso de agua intervenido se encuentre que aguas abajo tiene aprovechamiento por parte de la comunidad, deberá previamente informarse a esta sobre las actividades que se realizarán, la duración de las obras y el tipo de restricción del paso de agua.

El Contratista no podrá de ninguna manera, arrojar al cauce, escombros, residuos, bolsas de concreto, palos, arenas, fragmentos de formaleta, residuos de desechables de comida, estopas, aceites, tarros, residuos de pintura, etc.

Deberá con anterioridad al inicio de los trabajos aplicar las medidas de aislamiento de la vegetación remanente que se estipulan en el Programa de Señalización y aislamiento de frentes de obra de este Plan de Manejo Ambiental.

## 10.10 DISPOSICIÓN FINAL DE SOBRANTES

Evitar la interferencia de cauces o drenajes naturales por el material talado. No arrojar por ningún motivo el material de excavación a los cuerpos de agua.

El material proveniente de excavaciones que no vaya a ser utilizado para rellenos, debe ser dispuesto adecuadamente en los sitios de disposición final que se dispongan para tal fin, evitando la acumulación de éstos en las orillas de las corrientes de agua, lo que puede producir interrupción en la dinámica natural de las corrientes.

Asimismo, el material de excavación que vaya a ser utilizado para rellenos, se debe mantener alejado de las orillas, para evitar su desplazamiento hacia los cauces

El material de excavación, que no vaya a ser utilizado como relleno, se debe disponer adecuadamente en las zonas de disposición final.

## 10.11 MANEJO Y CONTROL EN LA COLOCACIÓN DE CONCRETOS

Para la preparación de concretos en el frente de obra, en los sitios donde se realice la mezcla, se deberá confinar la zona para evitar vertimientos accidentales de esta mezcla a drenajes, zona de bajos y caños cercanos. Este confinamiento se puede hacer en madera, con fondo metálico con geotextil. El transporte interno entre el sitio de mezcla hasta el frente de trabajo debe ser muy cuidadoso, con el fin de evitar derrames accidentales que contaminen las aguas y los suelos circundantes. En caso de derrame, el Contratista deberá recoger y disponer apropiadamente la mezcla esparcida, obviamente de manera inmediata.

## RECOMENDACIONES

Tener en cuenta las herramientas necesarias como planos, precios actualizados de mano de obra y materiales para la construcción, esto con el fin de que al momento de realizar un presupuesto, este se acomode a las condiciones reales del proyecto.

Mantener un registro actual del fichero de existencias, ya que con este podemos adquirir con anterioridad los suministros de los materiales necesarios, evitando retrasos durante la construcción de las obras.

Concienciar al personal de la importancia de usar elementos de protección tales como cascos, guantes etc. Y exigir además el uso de los mismos con el fin de garantizar las condiciones adecuadas de trabajo, evitando posibles accidentes.

Para la ejecución de una obra, elaborar su respectivo cronograma de ejecución , con el fin de tener herramienta que le facilite conocer el estado de avance de la obra con respecto al tiempo de ejecución, para de esta manera determinar a que actividades se les debe designar mas tiempo para el cumplimiento de los objetivos.

## CONCLUSIONES

- Terminado el estudio del relieve del municipio de Guaitarilla, se puede afirmar que las veredas de Alex y San Alejandro necesitan de un sistema de riego acordes a las necesidades agrícolas actuales por ser esta una zona agrícola importante en el departamento.

- El riego con el pasar de los tiempos se ha convertido en un método muy eficiente para cubrir las necesidades de agua de los cultivos; lo que genera una máxima de producción.

- La agricultura bajo riego precisa la aplicación de agua a los cultivos que por carencia de un basto aporte natural de la lluvia no obtienen una suficiente cantidad de líquido para suplir los requerimientos que ellos necesiten.

- Existen diferentes tipos de problemas que usualmente afectan a los regadíos tradicionales; entre ellos el deterioro de la infraestructura de los sistemas de distribución, la insuficiente capacidad de distribución, mal uso del sistema etc.… Lo que hace necesaria una adecuada supervisión del sistema y un permanente manteniemieto del mismo.

- Para poner en funcionamiento el sistema de riego se debe seguir unas indicaciones y tomar algunas precauciones durante el llenado y vaciado que eviten la disminución o interrupción del caudal, la rotura de tubos por presencia de aire, ocurrencia de una sobre presión por vaciado que impida su correcto funcionamiento.

- El desarrollo de Pasantías permite la práctica, el seguimiento y la verificación de las diferentes etapas y procesos constructivos de obras civiles, lo cual permite que los estudiantes se enfrenten a problemas y soluciones de manera real y práctica interactuando con otros profesionales.

- Toda ejecución de obras de interés público y social, deben someterse a una supervisión técnica basada en el seguimiento y control de cada una de sus diferentes etapas del proceso de construcción con relación a la calidad de materiales, ajustes a los diseños, estado de avance, cantidades de obras y el cumplimiento de contratos y resoluciones, lo cual implica conocimientos especializados y la aplicación de las normas y especificaciones técnicas de construcción

## BIBLIOGRAFÍA


LA COMISION. Riego por Goteo. Bucarest, Rumania: Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación. 1974. 160 p.

BERLIJN, Johan D. Riego y Drenaje. Cor Brouwer. México: Trillas, 1998. 100 p.

CARRETERO C, Isidoro. Técnico en Agricultura. Ediciones Cultural, S.A., Madrid España. Cultural. 2002. vol 1.

GOROVICH R, Luís A. Riego superficial tecnificado. Chile: Ediciones Universidad Católica de Chile, Alfa omega, 2003. 610 p.

I.P. Aidarov, A.I. Golovanov y M.G. Mamaév. El Riego. Moscú : Mir , 1985 367 p.

LEGARDA BURBANO, Lucio; ARIAS HERNANDEZ, Antonio y CITELLI PADILLA, Francisco. Riego y Drenaje. Pasto: Universidad de Nariño FACIA. 1974. 228 p.

MONSALVE S, Germán. Hidrología en la Ingeniería. Ed, Escuela Colombiana. Bogotá Colombia. 382 p.

SALDARRIAGA V, Juan. Hidráulica de tuberías. Bogotá Colombia: Editora Emma Ariza. 1998. 254 p .

ZIMMERMAN, Josef. El Riego. México: Editorial Continental, 1976. 604 p.