Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América
Facultad de Ciencias Físicas
Escuela Académico Profesional de Ingeniería Mecánica de Fluidos

Diseño, instalación y evaluación de un sistema de riego por goteo en una parcela demostrativa en la provincia de Santiago de Chuco-La Libertad

MONOGRAFÍA TÉCNICA

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico de Fluidos

AUTOR

Mansueto Donato HIDALGO ZORRILLA

ASESOR

Guido Américo ROZAS OLIVERA

Lima, Perú

2008



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Hidalgo, M. (2008). *Diseño, instalación y evaluación de un sistema de riego por goteo en una parcela demostrativa en la provincia de Santiago de Chuco-La Libertad*. Monografía Técnica para optar el título profesional de Ingeniero Mecánico de Fluidos. Escuela Académico Profesional de Ingeniería Mecánica de Fluidos, Facultad de Ciencias Físicas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

DEDICATORIA

A Dios por permitirme culminar el objetivo de ser profesional

A Mis Padres**:** Isabel e Ignacio con todo mi cariño, por haberme dado la vida, y ayuda constante en todos los aspectos de mi vida.

A Mis Hermanos: Epifanio, Victoria, Amancia Por su permanente apoyo a cada uno de ellos por su comprensión y ayuda en los momentos mas difíciles.

AGRADECIMIENTO

A LOS INGENIEROS:

SANTOS AVILA VEJARANO
DANIEL ROMAGNOLI MANDRILE

Por su constante apoyo desde
el inicio de mi carrera hasta la
elaboración de este proyecto

INDICE

Pág.

CAPITULO I : Introducción…….……... 1

1.1 Ventajas……..... 1

1.2 Desventajas…….…..... 1

1.3 Datos Generales.…….…..... 2

1.4 Objetivos…….…..... 3

1.5 Justificación del Proyecto..... 3

1.6 Limitaciones..... 3

1.7 Ubicación……..……..... 4

1.7.1 Ubicación Geográfica..... 4

1.7.2 Vías de Comunicación….....5

1.7.3 Climatología…..... 5

Temperatura, Precipitación, Evaporación……. 6

CAPITULO II PRINCIPIOS TEORICOS PARA DISEÑAR UN SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO……..…….…..…… 7

2.1 Conceptos y Formulación Agronómica……..…...…..7

2.1.1 Textura del Suelo……..……..…….……...…. 7

2.1.2 Estructura del Suelo.…….…..…..… 9

2.1.3 Contenido de Agua en el Suelo.…..……..… 10

2.1.4 Permeabilidad del Suelo.……..…….…….…..… 11

2.1.5 Bulbo Húmedo.…….……..... 12

2.1.5.1 Factores que afectan la Formación del Bulbo……..…… 13

2.1.5.2 Consideraciones en la Formación del Charco…….. 13

2.1.6 Densidad de los Suelos.…….……...… 14

2.1.6.1 Densidad Aparente o Seca.……..……..…..…… 14

2.1.6.2 Densidad Real..……..…….. 14

2.1.7 Porosidad.…….……..……. 15

2.1.8 Potencial del Agua.…….…… 15

2.1.8.1 Capacidad de Campo.…….…… 15

2.1.9 Punto de Marchitez Permanente.…….…… 16

2.1.10 Humedad Aprovechable Total…..…… 17
2.1.11 Infiltración…….. 19

2.1.12 Necesidades de Riego de los Cultivos……..… 19
2.1.12.1 Evapotranspiración Potencial……..…..… 19
2.1.12.2 Evapotranspiración de Referencia de los Cultivos……..…20
Método de Penman Montieth……...…….…..20
Método de la cubeta evaporimétrica……...…….....21
2.1.13 Factor de Cultivo…….. 22
2.2 Conceptos y Formulación Hidráulica……..……. 23
2.2.1 Número de Reynolds…….…… 23
2.2.2 Regimenes Hidráulicos……..……25
2.2.3 Perdidas de Carga o de Presión en Tuberías…….…… 25
2.2.3.1 Fórmula de Darcy – Weisbach…….…… 25
2.2.3.2 Fórmula de Hagen - Poiseuille……..…… 26
2.2.3.3 Fórmula de Blasius……..…… 27
2.2.3.4 Fórmula de COLEBROOK WHITE…… 27
2.2.3.5 Pérdida de Carga en Accesorios ……28
2.2.3.6 Pérdidas de Carga en Laterales con Salidas Múltiples…...…28
2.2.4 Fórmula de HAZEN y WILLIAMS……..….... 29
2.2.5 Fórmula para Determinar el Caudal ……29
2.2.6 Efecto Emisor – Lateral……...…….. 30
2.2.7 Coeficiente de Uniformidad del Sistema…….……...…..…… 30
2.2.7.1 Factores que Intervienen en el Coeficiente de Uniformidad del Sistema……. 31
2.2.8 Coeficiente de Variación en el Diseño…….……..… 31
CAPITULO III COMPONENTES DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO
3.1 Cabezal de Riego ……..…….…… 32
3.1.1 Sistema de Impulsión……..…..…… 32
3.1.2 Sistema de Fertilización…….……..…… 32
3.1.3 Sistema de Filtrado……...… 33
3.2 Red de Distribución……..…… 34

3.3 Emisores..... 36
3.4 Purgadores..... 36

CAPITULO IV EJECUCION DEL PROYECTO..... 37
4.1 Cronograma de Trabajo 37
4.1.1 Ubicación del Fuente de Agua..... 37
4.1.2 Levantamiento Topográfico..... 38
4.1.3 Estudio de Suelos..... 38
4.1.4 Cálculos Agronómicos..... 39
4.1.5 Cálculos Hidráulicos..... 41
4.1.6 Listado de Materiales y Accesorios..... 45
4.1.7 Preparación del Terreno..... 46
4.1.8 Instalación del Sistema..... 46
4.1.9 Evaluación del Sistema..... 47
4.1.10 Sembrado de cultivos..... 51
CAPITULO V
5.1 Conclusiones de la Evaluación del Sistema..... 52
5.2 Recomendaciones..... 53

ANEXOS
Cálculos Justificativos..... 55
Calculo de la Eto..... 55
Presupuesto del Proyecto "Parcela Demostrativa de Riego por Goteo"..... 57
Registro Fotográfico..... 60
Bibliografía..... 70

PRESENTACIÓN

En la actualidad se esta viviendo un problema de cambios climáticos producto de la contaminación ambiental. El calentamiento global producido básicamente por la emisión de gases como el CO2 y la deforestación de los bosques, han ocasionado que los polos que actúan como termorreguladores ambientales se vean afectados en su volumen, afectando así el ciclo hidrológico, resultado de ello son las sequías e inundaciones que se tienen en todo el planeta.

Según estudios se pronostica una escasez de agua dulce en 15 a 25 años. Frente a esta problemática el gobierno a puesto en marcha programas para concientizar a la población sobre el ahorro e uso eficiente de este recurso. Uno de los campos de mayor énfasis es la Agrícola mediante la tecnificación del riego.

El proceso de la tecnificación de riego se empezó a ensayar en Alemania en 1899 y en los Estados unidos de Norteamérica en el año 1918 mediante tuberías porosas o perforadas. El riego por goteo tal como lo conocemos ahora empezó en Inglaterra después de la segunda guerra mundial. Sin embargo, es en la década de los sesenta tras el perfeccionamiento de las técnicas de inyección de los plásticos, y en el Estado de Israel, cuando se inicia su expansión.

El riego tecnificado contribuye a una mayor productividad en cantidad y calidad del producto e indudablemente en el ahorro del agua en un 50% en riego por goteo y 30% en riego por aspersión y microaspersión, conllevando esto a una ampliación de la frontera Agrícola, dado a la forma de aplicación se pueden transformar las tierras de secanos en tierras de regadío ayudado por el flujo bidireccional a diferencia del riego por gravedad que tiene un flujo unidireccional. Así mismo podemos mencionar que en el riego por goteo se puede utilizar agua de baja calidad (agua con mayor contenido de Cloro y Sodio) y tener mejor producción en comparación con el riego por gravedad.

Con los riegos tradicionales se encuentran problemas que el agricultor atribuye a problemas de plagas o enfermedades fisiológicas cuando en realidad la causa es en la forma de aplicación del agua a la planta, mencionaremos algunas de ellas:

CLOROSIS, se origina en tierras calizas especialmente en frutales ya que se ha activado la caliza existente desde siempre, acompañado de otros problemas de asfixia radicular, el peso del agua va poco a poco apisonando el suelo hasta formar una capa impermeable.

SALINIZACION, por las sales que porta continuamente el agua, sumados a las que se solubilizan del propio terreno; generalmente en zonas cercanas al mar.

EROSIÓN; pérdida del suelo más fértil, arrastrado fuera de la parcela por la energía que lleva el agua en movimiento.

RESUMEN

Ante la escasa disponibilidad de agua para el riego de cultivos en las comunidades campesinas del distrito de Santiago de Chuco, en el departamento de La Libertad se tiene como alternativa viable para su desarrollo la utilización de riego tecnificado por goteo, con el cual incrementarán sus fronteras agrícolas utilizando la misma cantidad de agua disponible que tienen en la zona, incrementando así su producción y su economía durante todo el año.

En el presente trabajo se muestra la realidad, ubicación y principales características de la comunidad de Canrramaca, (Lugar elegido para la parcela demostrativa de riego por goteo) así también las consideraciones teóricas y técnicas para realizar el diseño, instalación y evaluación del sistema de riego por goteo.

Existen manantiales en la zona que serán aprovechados por este sistema en épocas de sequía, asegurando así el riego de las parcelas durante todo el año.

Con el objeto de que el proyecto esté al alcance de los pobladores mas pobres se utilizarán materiales y equipos de bajo costo pero que sí aseguran el buen funcionamiento del sistema.

Para afianzar el proyecto se hará una limpieza a la poza de almacenamiento existente con una capacidad de 12 m3, el cual contribuye con el volúmen ofertado para el riego por goteo, luego un tendido de tuberías de 70 metros de longitud con tubería PVC C-5 de diámetro 2" (Tubería Primaria o Matriz) hasta la conexión con la tubería secundaria que se encuentra en el área agrícola y que alimentará a la sub unidad de riego.

Para comprobar el buen funcionamiento del sistema se realizó la evaluación del mismo, como el "Bulbo Húmedo" (B.H.) y el "Coeficiente de Uniformidad" (C.U.).

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

Ante la escasa disponibilidad de agua para el riego de cultivos en las comunidades campesinas del distrito de Santiago de Chuco, se tiene como alternativa para su desarrollo la utilización de riego por goteo, con el cual incrementarán sus fronteras agrícolas utilizando la misma cantidad de agua disponible que tienen en la zona.

Existen manantiales en la zona que serán aprovechados por este sistema en épocas de sequía, asegurando así el riego de las parcelas durante todo el año.

1.1 VENTAJAS

- Mejor aprovechamiento del agua en el riego.
- Uso en terrenos pedregosos
- Uso en terrenos de baja infiltración
- Mayor uniformidad de riego
- Disminuye el periodo vegetativo de los cultivos
- Reduce los problemas de malezas, debido a la menor superficie húmeda
- Aplicación de fertilizantes, pesticidas y correctores con el agua de riego.
- Aumento en la cantidad y calidad de las cosechas
- No impide las labores agrícolas.

1.2 DESVENTAJAS

- Inversión inicial elevada.
- Tratamiento y filtración del agua.
- Daños de animales.
- Adquisición de repuestos.
- Se necesita personal calificado
- Es preciso hacer un control de la dosis de agua, fertilizantes, pesticidas y productos aplicados al agua de riego

1.3 DATOS GENERALES

Las poblaciones rurales de las regiones alto andinas, en su mayoría están constituidas por agricultores; en muchas de estas poblaciones la necesidad de contar con agua para el riego es un problema por el escaso recurso, mas aún sumado a las perdidas por infiltración que llegan hasta un 40%, conllevando a una crisis y empobrecimiento de los agricultores en estas zonas.

Con el fin de atenuar esta problemática el presente proyecto plantea la modernización del sistema de riego tratando de reemplazar el sistema tradicional (riego por gravedad) muy arraigado en la cultura andina, por la técnica moderna lo cual consiste en la implementación del sistema de riego por goteo, con el fin de incrementar la eficiencia de uso y aplicación de agua hasta un 95% y un ahorro en fertilización hasta un 40%.

Para efectos de difusión y conocimiento del agricultor se ha implementado una parcela experimental en el caserío de Muycan sector Canrramaca en la cual se está produciendo hortalizas con sistema de riego por goteo, el proyecto facilitara que el poblador Santiaguino pueda darse cuenta de los beneficios del sistema de riego por goteo.

En el presente trabajo se trata en detalle la descripción de los componentes, proceso de diseño así como las evaluaciones básicas y necesarias para un correcto manejo y monitoreo del sistema de riego por goteo.

1.4 OBJETIVOS

1.- Difundir el sistema de riego por goteo como una nueva alternativa en las zonas de escasos recursos hídricos y económicos.

2.- Incrementar el ingreso económico de los agricultores en las regiones altoandinas.

3.- Favorecer a la mejor producción y mayor productividad agrícola en las zonas altoandinas.

4.- Aprovechamiento de los manantiales existentes para ampliar sus fronteras agrícolas, utilizando el sistema de riego por goteo.

1.5 JUSTIFICACION DEL PROYECTO

La aplicación de los sistemas de riego tecnificado (Goteo y Aspersión) en esta zona de Santiago de Chuco se justifica porque dicho distrito cuenta con suelos aptos para el riego con el sistema por goteo y los recursos hídricos escasos que no se aprovechan por falta de infraestructura y técnica de riego adecuado, que posibilitaría el incremento de producción y desarrollo sostenido que se pretende alcanzar en esta provincia con especial énfasis a sus poblados con bajos recursos hídricos y económicos.

1.6 LIMITACIONES

Entre los factores que inciden en los bajos rendimientos de los cultivos, esta el déficit de oferta de agua para riego, capacitación adecuada a los campesinos y también la falta de capital para que pueda ser invertido en la actividad agrícola, uso de semillas de baja calidad genética, condiciones climáticas, etc.

Los rendimientos agrícolas, son bastantes bajos debido principalmente a la predominancia de una tecnología tradicional caracterizado por:

1. Insuficiente o nula infraestructura de riego
2. Mal manejo de suelo
3. Falta de semillas mejoradas y seleccionadas
4. Falta de una cultura agrícola moderna

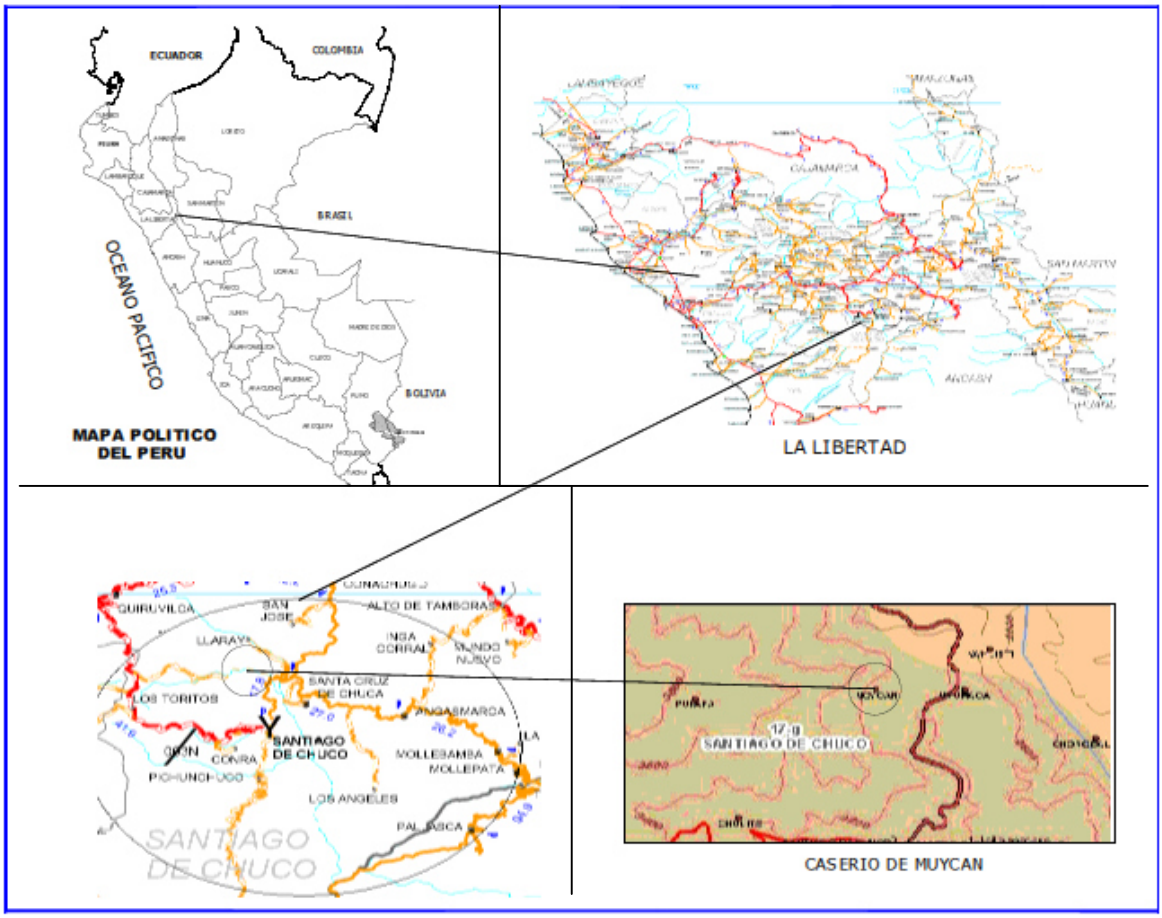
Sin embargo en términos generales estos bajos rendimientos son posibles de aumentar fácilmente utilizando una mejor tecnología: Riegos adecuados y oportunos uso racional de fertilizantes, uso de semillas de mejor calidad, rotación de cultivos y capacitación al agricultor.

1.7 UBICACION

1.7.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Sector	:	Canrramaca
Caserío	:	Muycan
Distrito	:	Santiago de Chuco
Provincia	:	Santiago de Chuco
Departamento	:	La Libertad

LAMINA N^{O} 1



Ubicación del Proyecto

Geográficamente, el Distrito de Riego Santiago de Chuco, se encuentra ubicado en el Departamento de La Libertad, comprendidas entre las coordenadas 07º57'00'' y 08º40'00'' de Latitud Sur y los meridianos 77º50´00'' y 78º20´00'' de Longitud oeste. Las coordenadas UTM son Norte = 9099100; Este = 811620.

El Distrito de Santiago de Chuco, está ubicado en la parte Sur y Central del departamento de la Libertad, asentada en la cordillera de los andes, ramal occidental.

El sistema instalado de riego por goteo se ubicada en el caserío Muycan sector Canrramaca a una altitud de 3000 m.s.n.m. Coordenadas UTM N = 9100706, E = 811920.

1.7.2 VÍAS DE COMUNICACIÓN

El acceso a la zona de Proyecto es a través de una trocha carrozable que es la vía principal entre los distritos Santiago de Chuco - Cachicadán, el recorrido es de 5 km. con un tiempo de 12 min. Luego se toma la desviación a pie de 300 m. en pendiente pronunciada en un tiempo de 5 min.

1.7.3 CLIMATOLOGÍA

El clima que presenta la Provincia de Santiago de Chuco es variado y complejo la razón es su ubicación geográfica con altitudes que varían desde 2000 m.s.n.m hasta los 4200 m.s.n.m.

El clima es frío, este tipo de clima es también conocido como **"clima de alta montaña"**, es el que predomina, extendiéndose entre los 3000 y 4000 m.s.n.m. comprende los valles meso andinos propios de los sectores Central y Meridional de los andes peruanos. Se caracteriza por sus precipitaciones anuales promedio de 700 mm y por sus temperaturas medias anuales de 12 ºC. Presenta veranos lluviosos e inviernos secos con fuertes heladas.

Temperatura:

Entre los 2000 y 3000 m.s.n.m. es de 15 ºC, entre los 3200 y 3800 m.s.n.m., la temperatura desciende siendo las mínimas de 0° a 4 °C. Es decir, templado en invierno y lluvias en primavera con un promedio de 15 a 16 °C, en la ciudad de Santiago de Chuco.

Fuente: Estación Meteorológica de la agencia zonal del Ministerio de Agricultura de Santiago de Chuco

Precipitación:

La intensidad de la precipitación esta relacionada con la altitud y su distribución es mas regular a mayor altura. Esta es de carácter sub-ecuatorial con lluvias convectivas y de intensidad durantes los meses de octubre a abril y por consiguiente con un promedio de 1000 a 2000 mm. En una zona alta se estima una precipitación anual de 950 a 1700 mm., con una media de 1300 mm. La precipitación máxima mensual es de 350 mm., y la máxima diaria de 90 mm. En la zona baja se estima una precipitación anual de 800 y 1000 mm., con una media de 900 mm., siendo la precipitación diaria máxima de 52 mm.

Fuente: Estación Meteorológica de la Agencia Zonal del Ministerio de Agricultura de Santiago de Chuco

Evaporación:

La evaporación potencial es de 2 a 6 mm., y la anual de 900 a 1000 mm.

Fuente: Estación Meteorológica de la agencia zonal del Ministerio de Agricultura de Santiago de Chuco

CAPITULO II

PRINCIPIOS TEORICOS PARA DISEÑAR UN SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

2.1 CONCEPTOS Y FORMULACIÓN AGRONÓMICA

2.1.1 TEXTURA DEL SUELO

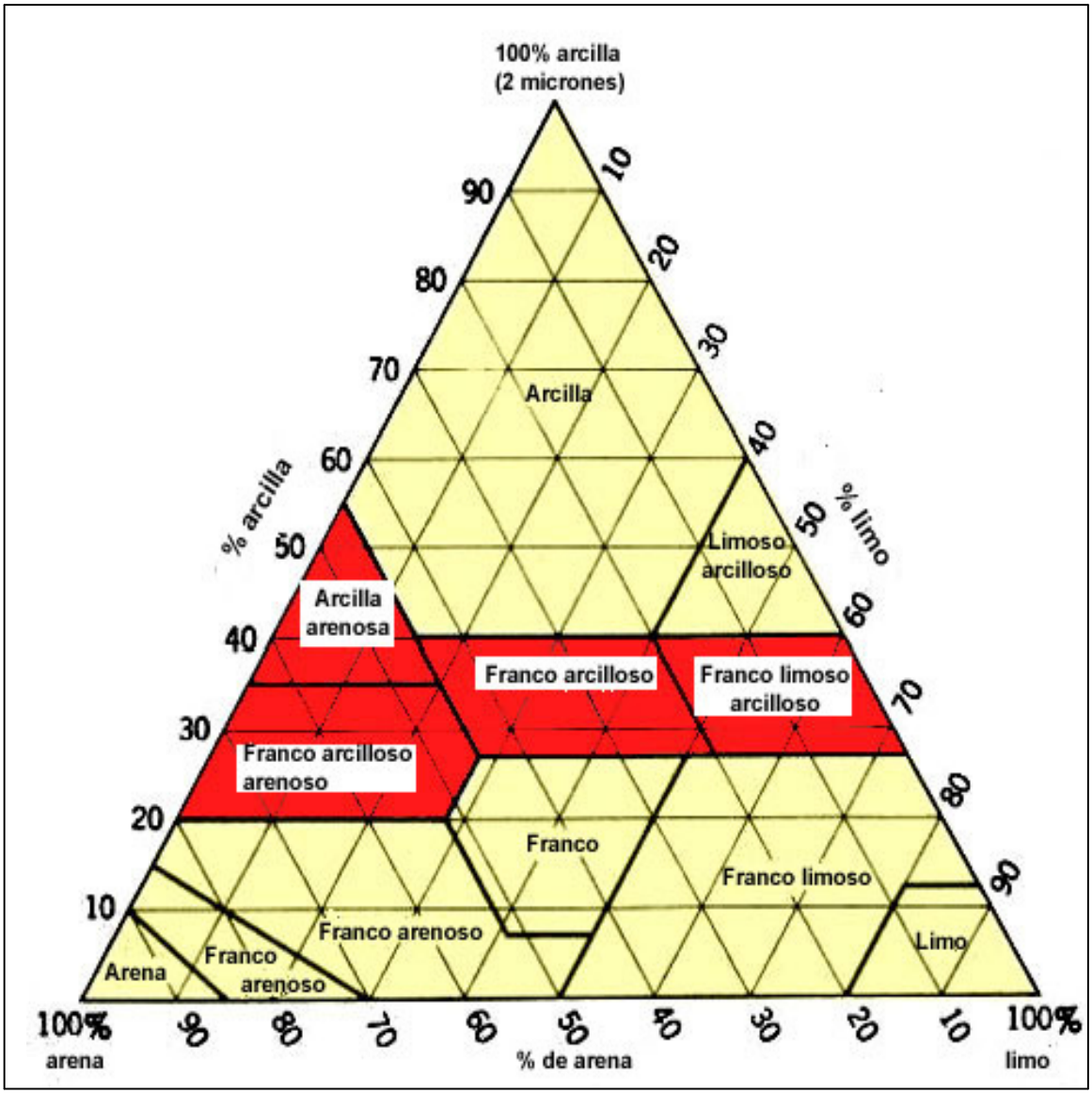
Es la relación en porcentaje de partículas del cual esta compuesto el suelo. Cuando predomina la arcilla, el suelo es capaz de almacenar mucha agua, y el aire circula con dificultad. Por el contrario en el suelo arenoso, el agua y el aire circulan fácilmente y muy poco la humedad.

Según predominen unas partículas u otras se considera: Arenoso, Limoso o Arcilloso; cuando la mezcla se encuentra en una proporción ideal para la agricultura, el suelo se denomina Franco y el porcentaje de las misma esta comprendido entre:

. Arena: 25 al 50%
. Limo: 30 al 50%
. Arcilla: 8 al 28%

Para determinar el porcentaje de partículas se realiza mediante un tamizado, luego para clasificarlo se realiza mediante el triangulo textural.

FIGURA N^{O} 1



Triangulo Textural

TAMAÑO DE LAS PARTÍCULAS

Arcilla	< 0.002 mm
Limo	0.002 - 0.05 mm
Arena	0.05 - 2 mm

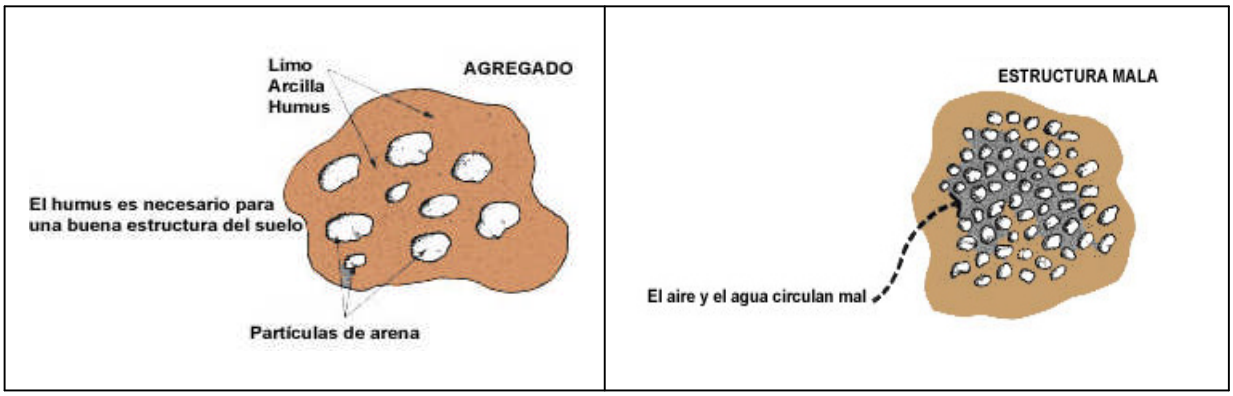
2.1.2 ESTRUCTURA DEL SUELO:

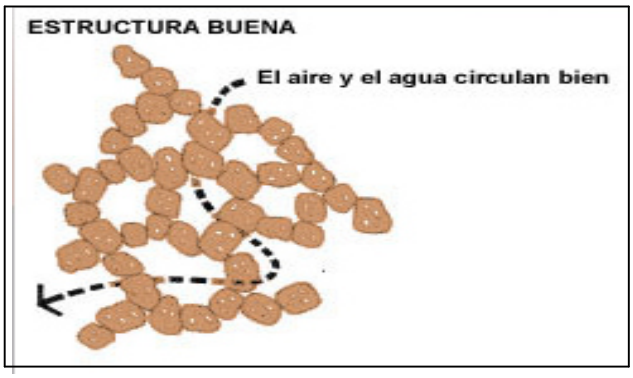
Es la forma en la cual están ordenadas las diferentes partículas granulométricas del suelo, la estructura influye también en su grado de porosidad, la velocidad de infiltración del agua en el suelo y su correspondiente movimiento dentro de él.

La forma estructural de los agregados determinan los tipos de estructura del suelo y estos pueden ser: laminar, poliédrico, granular.

La mejor estructura es el granular por la óptima hidro estabilidad que existe entre los espacios capilares que se presentan en los agregados

FIGURA N^{O} 2





DIFERENTES ESTRUCTURAS DEL SUELO

2.1.3 CONTENIDO DE AGUA EN EL SUELO

El suelo esta constituido por tres fases: sólida, líquida y gaseosa. La fase sólida está constituida por partículas minerales y una pequeña proporción de partículas orgánicas (MO), el espacio no ocupado por la fase sólida constituye los poros del suelo, que están normalmente ocupados por aire y por agua en proporciones variables según el estado de la humedad.

$$V= (Cc – Ca)\ Ph \times A \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

Donde:

V = Contenido de humedad en el suelo (m^3)

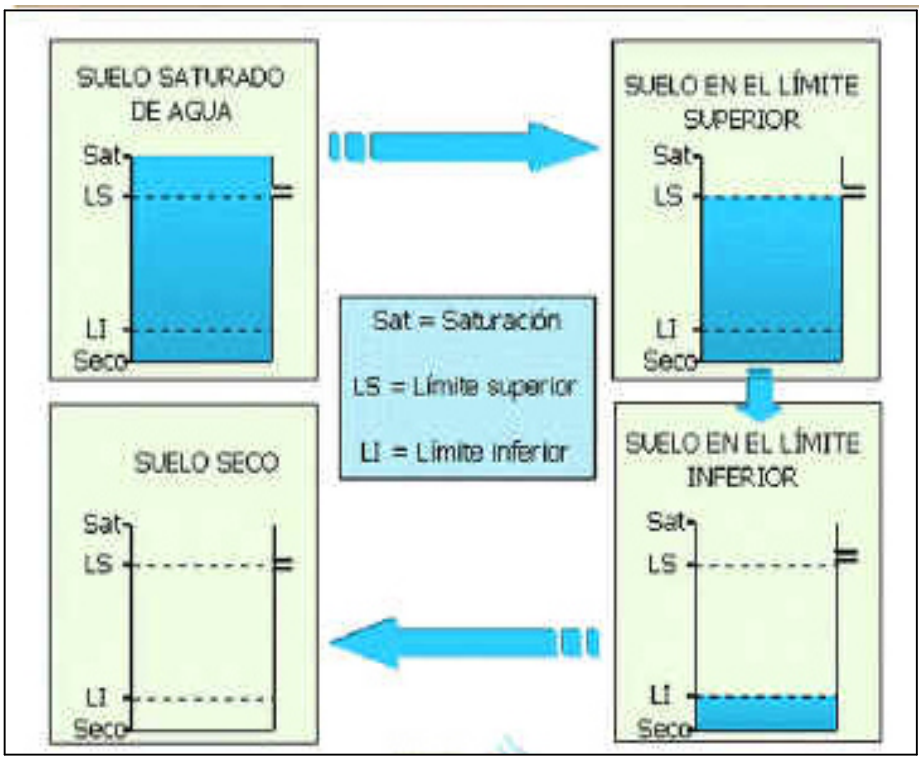
Cc = Capacidad de campo

Ca = Capacidad retenida de agua

Ph = Profundidad a humedecer (m)

A = Superficie a mojar (m^2)

FIGURA N^{O} 3



NIVELES DE AGUA CONTENIDO EN EL SUELO

2.1.4 PERMEABILIDAD DEL SUELO

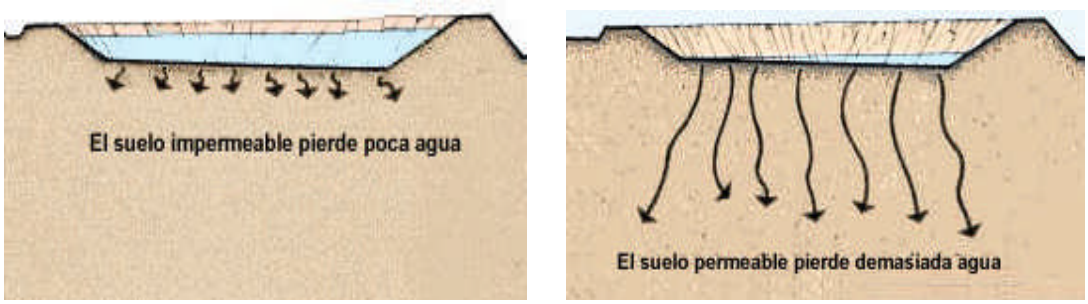
Es la facilidad que ofrece el suelo para ser atravesado por el agua sin alterar su estructura interna.

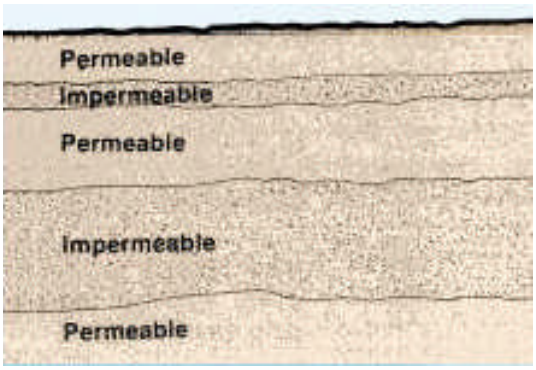
Por lo general los suelos se componen de capas, y menudo, la calidad del suelo varia considerablemente de una capa a otra.

La velocidad de infiltración para diferentes tipos de suelos:

- Suelos arenosos……. De 19 a 25.5 mm/hora
- Suelos ligeros ……. De 12 a 19 mm/hora
- Suelos medios……..... De 10 a 12.5 mm/hora
- Suelos arcillosos……. De 7.5 a 9 mm/hora

FIGURA N^{O} 4





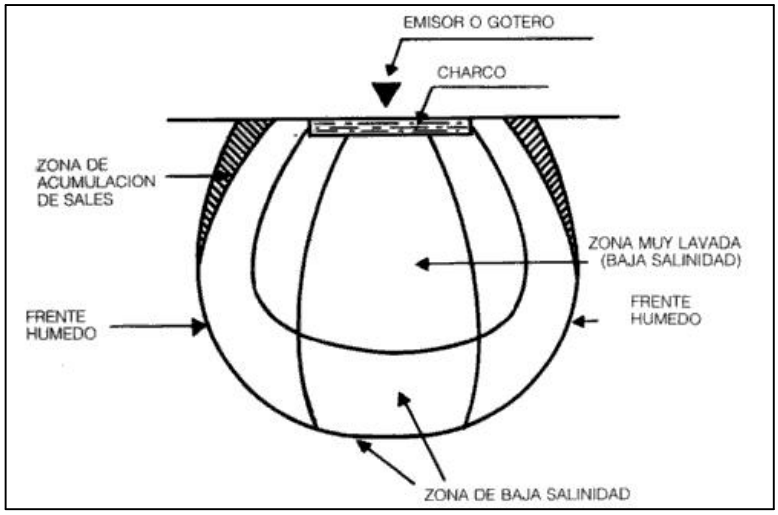
CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS SUELOS

2.1.5 BULBO HUMEDO

La formación de bulbo húmedo empieza cuando el agua empieza a fluir, a pesar de los pequeños caudales se produce un pequeño charco, cuyo radio se va extendiendo a medida que el riego continuo. Cuando mas húmeda va estando el suelo, la velocidad de infiltración del agua disminuye, ya que la conductividad hidráulica aumenta al aproximarse a la saturación, el gradiente del potencial disminuye en una proporción mucho mayor. La disminución de infiltración favorece aun mas el incremento del radio del charco y cuando la pluviometria del riego iguala a la infiltración, el charco se estabiliza.

A partir del charco el agua se distribuye por los poros vecinos, cuya humedad es menor. El potencial de esta zona vecina no saturada esta compuesta por el potencial gravitacional y el mátrico. El contenido de humedad es bajo si el potencial mátrico tiene una magnitud muy superior al potencial gravimétrico.

FIGURA N^{O} 5

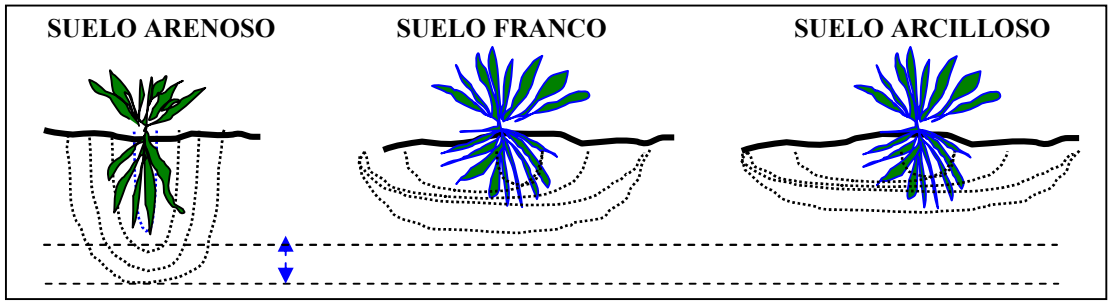


FORMACION DEL BULBO HUMEDO

CUADRO N^{O} 1

TIPO DE SUELO	SUPERFICIE DEL BULBO
Suelo arenoso y/o gravoso	De : 0.15 a 0.40 m2
Suelo franco arenoso	De : 0.80 a 3.50 m2
Suelo franco arcilloso	De : 1.5 a 12.5 m2

FIGURA N^{O} 6



FORMACION DEL BULBO HUMEDO PARA DIFERENTES TIPOS DE SUELO

2.1.5.1 FACTORES QUE AFECTAN LA FORMACIÓN DEL BULBO

Caudal del gotero

Textura y estructura del suelo

Topografía del terreno

Compactación del suelo

La formación de charco

2. 1.5.2 CONSIDERACIONES EN LA FORMACIÓN DEL CHARCO

El charco es el estancamiento del agua en el área de riego que produce la degradación del suelo (estructura laminar), disminuye la eficiencia del riego cuando el charco es muy excesivo y afecta a las raíces pudriéndolos.

$$D_{ch} = 2\sqrt{(0.06.Q/i)} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

i = velocidad de infiltración se considera en mm/h

Q = caudal l/h

Dch = diámetro del charco cm.

$D_m = 2.5\ D_{ch}$

Dm = diámetro del Bulbo

$$\text{Superficie mojada} = \frac{Qe}{i}$$

Qe = caudal del emisor

2.1.6 DENSIDAD DE LOS SUELOS

2.1.6.1 DENSIDAD APARENTE O SECA (Dap)

Representa la relación que existe entre el peso de suelo seco o peso de sólido (Ps) y el volumen total (Vt) de una muestra de suelo no disturbada, cuyos valores se expresan generalmente en g/cm^3.

$$Dap = \frac{Ps}{Vt} \quad \text{.....(3)}$$

Para casos prácticos se considera: Dap = Dr /2

CUADRO N^O 2

Textura	Densidad aparente (g/cm^3)
Suelo arenoso	1.51 – 1.70
Suelo franco	1.31 – 1.50
Suelo arcilloso	1.00 – 1.30
Suelo volcánico	Menor 1.00

Tabla de densidad aparente para diferentes suelos

2.1.6.2 DENSIDAD REAL (Dr)

Representa la relación que existe entre el peso de sólidos de la muestra de suelo (Ps) y el volumen de las partículas sólidas (Vs) en estado compacto sin considerar el volumen de los poros y se expresa en g/cm^3

$$Dr = \frac{Ps}{Vs} \quad \text{.....(4)}$$

2.1.7 POROSIDAD (Ɵ)

Se llama porosidad (Ɵ) al cociente entre el volumen de poros entre el volumen total de la muestra.

El contenido de agua en el suelo puede expresarse en peso o en volumen.

$$Vv = Va + Vg$$

Vv = volumen de poros o relación de vacíos

Va = volumen de aire

Vg = volumen de agua

$$\theta = \frac{Vv}{Vt} \quad \text{..... (5)}$$

Vt = volumen total del suelo

2.1.8 POTENCIAL DEL AGUA

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

2.1.8.1 CAPACIDAD DE CAMPO (Cc)

La capacidad de campo se define generalmente como el contenido de agua que permanece en el suelo una vez que ha drenado por la acción de la gravedad, después de un riego por inundación.

Tradicionalmente se ha considerado una constante para cada suelo y se ha utilizado para determinar las dosis de riego. Se puede interpretar como una medida de la cantidad de agua que el suelo es capaz de retener en contra de las fuerzas de la gravedad.

El potencial mátrico correspondiente a la capacidad de campo es:

1 bar para suelos ligeros

2 bar para suelos pesados

Otra forma de medir la C_C es mediante los resultados del tamizado

$$C_c = O.48\ Ac + 0.162\ L + 0.023\ Ar + 2.62 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(6)$$

Ac = porcentaje de arcilla

L = porcentaje de Limo

Ar = porcentaje de arena

Por lo general el tiempo que se llega a C_C después de un riego pesado se alcanza después de 12 a 72 horas dependiendo el tipo de suelo.

2.1.9 PUNTO DE MARCHITEZ PERMANENTE (PMP)

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

Esto no es rigurosamente cierto, pues varía según los cultivos. Unos empiezan a sufrir a niveles de potencial muy superiores al indicado y otros capaces de agotar el suelo a niveles de potencial sensiblemente inferiores.

Otra forma de medir el PMP es mediante los resultados del tamizado (Samuel Briggs)

$$C_c = O.30\ Ac + 0.102\ L + 0.147\ Ar \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(7)$$

Ac = porcentaje de arcilla

L = porcentaje de Limo

Ar = porcentaje de arena

2.1.10 HUMEDAD APROVECHABLE TOTAL O LÁMINA DE RIEGO

Es la diferencia que existe entre el contenido de la humedad del suelo a Cc y PMP.

$$Ln = (CC-PM)/100*Ds/Da*Pr*\%HD \quad \text{.....(8)}$$

Donde:

Ln= Humedad aprovechable del suelo (mm)

CC = contenido de humedad o capacidad de campo

PMP = contenido de humedad o punto de marchitez permanente

Pr = profundidad de la capa enraizada del suelo (mm)

Ds = densidad del suelo (gr/cc)

%HD = fracción de agotamiento o humedad fácilmente aprovechable

CUADRO N^{O} 3

Cultivos	HD	Cultivos	HD
Alfalfa	0.6	Maíz grano	0.4
Apio	0.15	Naranjo	0.35
Caña de azúcar	0.6	Papa	0.3
Cebolla	0.3	Platanera	0.3
Coliflor	0.45	Repollo	0.35
Fresa	0.1	Tomate	0.45
Lechuga	**0.35**	Zanahoria	0.4

FRACCION DE AGOTAMIENTO PARA DIFERENTES CULTIVOS (HD)

CUADRO N^{O} 4

CULTIVO	PROFUNDIDAD RADICAL EFECTIVA (cm)
Ají	60
Alcachofa	100
Alfalfa	180
Arveja	60
Brócoli	60
Cebolla	60
Coliflor	60
Espárragos	180
Fréjol	90
Habas	80
Lechuga	**60**
Maíz	120
Manzanos	180
Melón	90
Menta	60
Papas	60
Perales	180
Ciruelos	180
Pimiento	60
Repollo	60
Sandia	120
Vid	180
Zanahoria	90
Zapallo	120

PROFUNDIDAD DE LA RAIZ PARA DIFERENTES CULTIVOS

2.1.11 INFILTRACIÓN

Se entiende como tal al paso del agua a través de la superficie del suelo y tiene gran importancia en el proceso del riego

La velocidad de infiltración, es la relación entre lámina de agua infiltrada y el tiempo en que se infiltra dicha lámina.

Un método para calcularlo es mediante el ensayo del infiltrómetro cilíndrico. Se trata de dos cilindros de chapa concéntricos. El agua se vierte dentro del cilindro interior (lugar de lectura) y en la corona circular que queda entre ambas, para evitar con esto ultimo los efectos de borde.

Se procede de la siguiente forma:

Selección del punto de instalación

Clavar verticalmente los infiltrómetros min. 10 cm

Rellenar de agua los espacios entre los cilindros

Rellenar el cilindro interior

Realizar medidas de tiempo y alturas de agua contando el tiempo desde que se lleno el cilindro por primera vez.

2.1.12 NECESIDADES DE RIEGO EN LOS CULTIVOS

2.1.12.1 EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL (Etp)

La mayor parte del agua aplicada a las plantas para su desarrollo, es transferida a la atmósfera a través de sus tejidos y de la evaporación directa del suelo. A la combinación de los dos procesos se le llama evapotranspiración potencial (o uso consuntivo).

$$Etp = Kc \times .Eto \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (9)$$

2.1.12.2 EVAPOTRANSPIRACIÓN DE REFERENCIA DE LOS CULTIVOS (Eto)

Es un concepto establecido para indicar la cantidad de agua que se transfiere a la atmósfera de un suelo permanentemente húmedo, cubierto por un cultivo de referencia.

La Eto es una cantidad que depende exclusivamente de las condiciones del medio ambiente: temperatura máx. y min., radiación solar, humedad relativa, velocidad del viento, etc.

El que ha destacado más en el estudio es Penman Montieth para ello detallamos la ecuación.

A).- Método de Penman Montieth

En una reunión de expertos (FAO, 1990) se determinó recomendar universalmente el método de Penman- Montieth para la estimación de la Eto.

$$Eto = \frac{\Delta(Rn - G)}{\lambda(\Delta Y^*)} + \frac{y * Mw(e_s - e_d)}{RKr_v(\Delta + y*)} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (10)$$

Donde:

Eto = Evapotranspiración de referencia (Kg. m^{-2} s^{-1} o mm s^{-1})

Rn = Radiación neta (Kw m^{-2})

G = flujo térmico del suelo (Kw m^{-2})

Mw = masa molecular del agua (0.018 Kg mol^{-1})

R = constante universal de los gases (8.3 10^{-3} KJ mol^{-1})

K = Temperatura Kelvin (273º)

$e_s - e_d$ = Déficit de presión de aire (Kpa)

λ = Calor latente de vaporización del agua (2450 KJ Kg^{-1})

r_v = Resistencia al flujo de vapor de la cubierta vegetal (sm^{-1})

Δ = pendiente de la función de vapor de saturación (Pa^oC^{-1})

Δy = Constante psicometrica aparente (Pa^oC^{-1})

La FAO ha desarrollado un programa (CROPWAT) de fácil utilización para la determinación de la Eto, (Ver Anexo)

B).- Método de la cubeta evaporimétrica

Se trata de un tanque lleno de agua. Sirve para saber, en ausencia de lluvias, cuanta agua se ha evaporado. Y eso se puede saber gracias a que al evaporarse baja el nivel del agua del tanque. Midiendo ese descenso podemos diseñar planes de riego y determinar el balance hídrico de una región, por ejemplo. Por eso estos tanques suelen estar en observatorios agrometeorológicos y son de vital importancia en climas con los recursos hídricos limitados.

Los efectos combinados de la radiación, temperatura, la humedad y el viento influyen sobre la cantidad de agua evaporada en una superficie de agua libre.

La cubeta mas utilizada es de la clase A, que es de hierro galvanizado, de forma circular, con un diámetro de 121 cm y una profundidad de 25.5 cm. se coloca sobre una plataforma de madera a 15 cm de altura sobre el suelo.

La lectura de la altura de agua en la cubeta se hace todos los días a la misma hora mediante un tornillo micrométrico situado en un depósito. La lectura se debe realizar de forma meticulosa para evitar errores.

FOTOGRAFIA N^{O} 1



TANQUE EVAPORIMETRICO

2.1.13 FACTOR DE CULTIVO (Kc)

Llamado también coeficiente de cultivo, expresa la variación de su capacidad para extraer el agua del suelo durante su periodo vegetativo.

CUADRO N^{O} 5

CULTIVO	PORCENTAJE DE LA ESTACION DE CRECIMIENTO				
	Establecimiento Inicio	Desarrollo del Cultivo	Media Estación	Inicio Madurez	Madurez Fisiológica
Alfalfa	0,30–0,40	-	-	-	-
Papa	0,40-0,50	0,70-0,10	1,00-1,20	0,95-1,00	0,65-0,75
Lechuga	0,40 - 0,45	0,70-0,80	**1,00**	0,90 -0.95	0,85-0,95
Maíz	0,30-0,50	0,70-0,85	1,00-1,20	0,80-0,95	0,50-0,60
Fríjol Verde	0,30-0,40	0,65-0,75	0,95-1,05	0,90-0,95	0,85-0,95
Fríjol Grano	0,30-0,40	0,70-0,80	1,05-1,20	0,65-0,75	0,25-0,30
Vid	0,30-0,50	0,60-0,80	0,80-0,90	0,60-0,80	0,50-0,70
Arveja Verde	0,40-0,50	0,70-0,85	1,05-1,20	1,00-1,15	0,95-1,05
Pimentón	0,30-0,40	0,60-0,75	0,95-1,10	0,95-1,10	0,80-0,90
Cebolla	0,40-0,50	0,60-0,75	0,95-1,10	0,95-1,10	0,95-1,10
Tomate	0,30-0,40	0,60-0,80	1,10-1,25	0,80-1,00	0,60-0,80
Sandia	0,40-0,50	0,70-0,80	0,95-1,05	0,80-0,95	0,65-0,75

COEFICIENTE (Kc) PARA DIFERENTES CULTIVOS

FUENTE: TECNICAS DE RIEGO, JOSE LUIS FUENTES YAGUE

2.2 CONCEPTOS Y FORMULACIÓN HIDRÁULICO

En el calculo hidráulico de los sistemas de riego tecnificado se analiza con mucha frecuencia las relaciones entre las magnitudes: caudal (Q), diámetro interno (d), velocidad de agua (v), longitud de tubería (L), perdida de carga por fricción (H), y la pérdida de carga unitaria (f), donde f es igual al cociente entre la longitud (L)

Generalmente en riego tecnificado el caudal (Q) es en l/h, el diámetro en mm, la velocidad en m/s.

2.2.1 NÚMERO DE REYNOLDS

Según la ley de Newton, todo fluido en circulación presenta fuerzas de inercia y fuerzas de fricción interna entre las partículas del fluido. El cociente de estas fuerzas nos da un número adimensional que permite definir un régimen hidráulico. En 1883 Osborde Reynolds, logró comprobar la relación:

$$\mathrm{Re} = \frac{VD}{\nu} \quad \text{..... (11)}$$

O $\mathrm{Re} = \frac{\rho VD}{\mu}$ Donde $\nu = \frac{\mu}{\rho}$.

Donde:

ρ: densidad del fluido

V: velocidad característica del fluido

D: Diámetro de la tubería a través de la cual circula el fluido

μ: viscosidad dinámica del fluido

ν: viscosidad cinemática del fluido

La viscosidad cinemática varía inversamente proporcional con la temperatura y para rangos comprendidos entre 10 y 40 ºC, la viscosidad cinemática puede calcularse con la siguiente ecuación:

$$\nu = \frac{40x10^{-6}}{T+20} \quad \text{.....(12)}$$

CUADRO N^{O} 6

TEMPERATURA ºC	DENSIDAD (Kg/m^3)	VISCOCIDAD CINEMATICA (m^2/s)x10^{-6}
0	1000.1	1.785
5	1000.0	1.519
10	999.7	1.306
15	999.1	1.139
20	998.2	1.003
25	997.0	0.893
30	995.7	0.800
40	992.2	0.658
50	988.0	0.533
60	983.2	0.474

VISCOSIDAD CINEMÁTICA A DIFERENTES TEMPERATURAS.

FUENTE: MECANICA DE FLUIDOS CON APLICACIONES EN INGENIERIA, JOSEPH B. FRANZINI

2.2.2 REGÍMENES HIDRÁULICOS

Una manera de clasificar los regimenes hidráulicos es a través del número de Reynolds (Re). Estos se clasifican según el valor del número así para valores de Re menores de 2000 decimos que el régimen es laminar, por lo tanto no es función de la rugosidad, si no de la viscosidad cinemática, lo cual es inversamente proporcional a la temperatura. Asimismo bajo este régimen la relación caudal - presión es de tipo lineal. Para valores de Re entre 2000 y 4000 el régimen es considerado como inestable o critico, se le llama también régimen de transición; para valores de Re mayores que 4000 el régimen es turbulento. En este régimen se dan tres categorías que están en función del material del cual esta construido la tubería o ducto. Podemos hablar del régimen turbulento liso, intermedio y rugoso.

2.2.3 PERDIDAS DE CARGA O DE PRESIÓN EN TUBERÍAS

2.2.3.1 Formula de Darcy – Weisbach

Esta fórmula nos permite encontrar las pérdidas de carga en tuberías de trayecto y es usada para tuberías de diámetro mayor a 3 pulg. (para el caso de nuestro proyecto no se utiliza esta formula por que los diámetros de nuestras tuberías son menores a 3 pulg. Pero nos sirve como información para cuando tengamos diámetros mayores)

$$h_f = f \frac{Lv^2}{2g*d} \quad \ldots\ldots\ldots\

LAMINA N^{O} 2

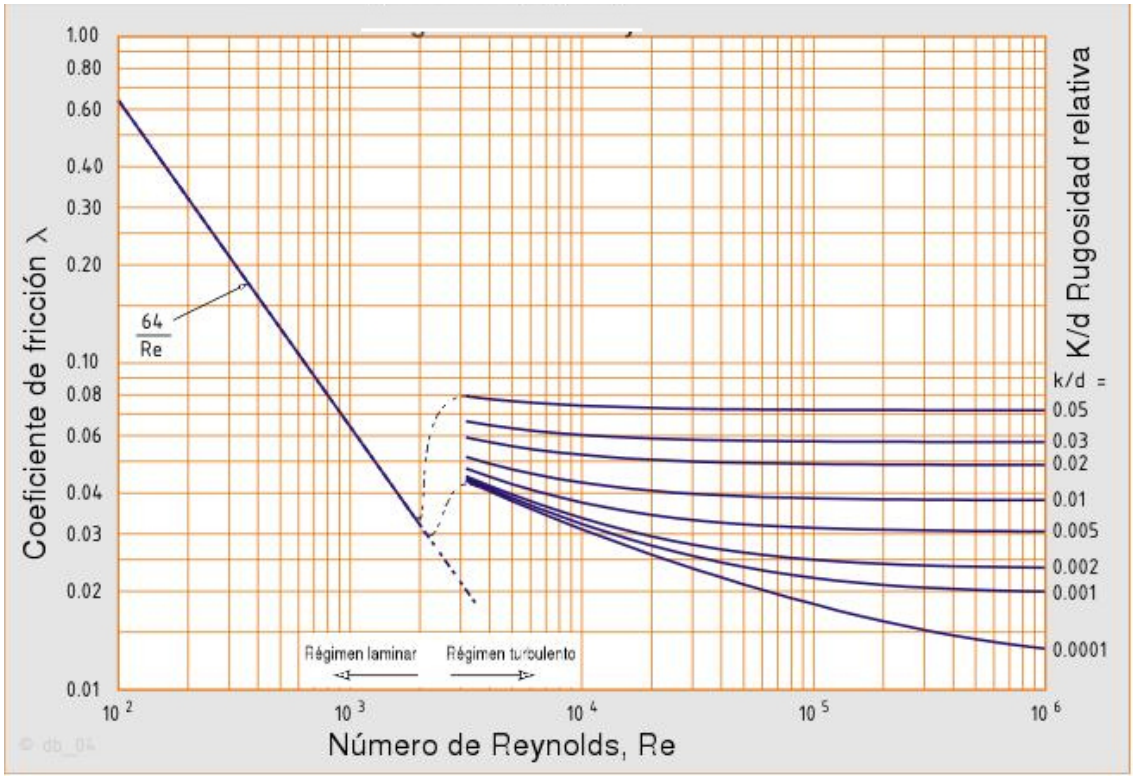


Diagrama de Moody para hallar el coeficiente de fricción

2.2.3.2 Formula de Hagen – Poiseuille.- Régimen laminar

El régimen hidráulico es laminar cuando Re < 2000 y bajo este régimen el valor del coeficiente de fricción (f) es función de Re e independiente de la rugosidad del ducto o tubería.

$$\mathbf{f} = \frac{64}{Re} \quad \text{..... (14)}$$

2.2.3.3 Formula de Blasius.- Régimen Critico

El régimen hidráulico es critico cuando el numero de Re esta comprendido entre 2000 y 4000, el valor de coeficiente de fricción (f) depende del numero de Reynolds (Re) y para tuberías de PVC o Polietileno, se cumple con error menor del 2% la aproximación de Blasius.

$$\mathbf{f} = \frac{0.3164}{Re^{0.25}} \quad \ldots\ldots\ldots\

CUADRO N^{O} 7

ACCESORIOS	K	L/D
Válvula esférica (totalmente abierta)	10	350
Válvula de seguridad (totalmente abierta)	2.5	-
Válvula de retención (totalmente abierta)	2	135
Válvula de compuerta (totalmente abierta)	0.2	13
Válvula de compuerta (abierta ¾)	1.15	35
Válvula de compuerta (abierta ½)	5.6	160
Válvula de compuerta (abierta ¼)	24	900
"T" por la salida lateral	1.8	67
Codo a 90º de radio corto	0.9	32
Codo a 90º de radio normal	0.75	27
Codo a 90º de radio grande	0.6	20
Codo a 45º de radio corto	0.45	-
Codo a 45º de radio normal	0.4	-
Codo a 45º de radio grande	0.35	-

VALORES APROXIMADOS DE K PARA ACCESORIOS

2.2.3.6 PÉRDIDAS DE CARGA EN LATERALES CON SALIDAS MÚLTIPLES

En los laterales de riego se da el efecto de disminución de pérdida de carga como consecuencia de la disminución progresiva de caudal por los hidrantes, y el efecto de incremento de la pérdida de carga por efecto de las conexiones de los emisores. Por lo tanto la pérdida final en el lateral se puede formular:

$$H = J' \times F \times L \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (18)$$

J´= Gradiente de perdidas de carga equivalente del lateral con emisores (m/100m)

L = Longitud de la Tubería

F= factor de reducción de Christiansen

$$F = \frac{1}{m+1} + \frac{1}{2N} + \frac{(m-1)^{1/2}}{6N^{2}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (19)$$

N= numero de salidas

m = exponente de la Velocidad = 2

2.2.4 FÓRMULA DE HAZEN Y WILLIAMS – RÉGIMEN TURBULENTO INTERMEDIO

Esta formula suele aplicarse a tuberías de diferentes materiales y para diámetros menores a 3 pulg.

$J_{f(m/100m)} = 1.21*10^{12}*(Q/C)^{1.85}*D^{-4.87}$ ……..…(20)

Donde:

C = coeficiente de flujo

D = diámetro de tubería (mm)

Q = caudal (l/s)

CUADRO N^{O} 8

MATERIAL	C
Asbesto cemento	140
PVC	150
Acero sin costura	120
acero soldado en espiral	100
Fierro fundido	100
Fierro galvanizado	100
concreto	110
polietileno	150

Valores recomendados del coeficiente de flujo (C) en función del material

2.2.5 FÓRMULA PARA DETERMINAR EL CAUDAL (Q)

Q = VA.…….…. (21)

Donde:

V= velocidad (m/s)

A= área (m^2)

Q= caudal (m^3/s)

2.2.6 EFECTO EMISOR – LATERAL

Las pérdidas de carga ocasionadas por las conexiones de los goteros o emisores, ya sea sobre o dentro del lateral de riego, se acostumbra calcular como la longitud equivalente del lateral de riego.

Esta pérdida de carga unitaria incluida el efecto de las conexiones se calcula incrementando el valor de f en f´ = f* incremento.

Incremento = (Se+Fe/Se)

Es decir: f´ = f* (Se+Fe/Se)…….. (22)

Donde:

Se = separación entre emisores (m)

Fe = longitud equivalente de conexión (m)

2.2.7 COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD DEL SISTEMA (Cu)

La uniformidad es una magnitud característica de todo sistema de riego, que interviene en el diseño agronómico como el hidráulico una sea para el calculo total de las necesidades de agua o definiendo los límites bajo los cuales pueden variar los caudales de los emisores.

$$\mathbf{Cu = q_{25} / q_m} \qquad \text{……..……} \quad (23)$$

Donde

Cu = coeficiente de uniformidad

$\mathbf{q_m}$ = Caudal medio de los emisores

q_{25} = Caudal medio de los emisores que constituyen el 25% de mas bajo caudal

Cuanto mayor es el coeficiente de uniformidad, más cara será el sistema, pues para que exista menos dispersión de caudales el régimen de presiones debe ser mas uniforme y por lo tanto exige mayores diámetros en las tuberías, laterales más cortos, más reguladores de presión, etc.

2.2.7.1 FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL Cu

Por fabricación y tipo de material

Factores hidráulicos: carga hidráulica, topografía

Factores de envejecimiento: taponamiento y obturaciones

Factores de temperatura

2.2.8 COEFICIENTE DE VARIACIÓN O FABRICACIÓN (Cv)

Es una medida de la dispersión de caudales respecto de la media, ya que, por razones constructivas, es difícil conseguir que todos los goteros de un mismo modelo den el mismo caudal a la misma presión. Se define mediante la siguiente expresión:

$C_V = s/qm$

Donde:

s = desviación típica respecto a la media de los caudales ensayados.

qm = caudal medio.

Cuanto más alto es el CV, menos uniformes son los emisores, de modo que según, éste pueden dividirse en tres categorías:

Categoría A: CV < 0,05 emisores de elevada uniformidad

Categoría B: 0,05 < CV < 0,10 emisores de baja uniformidad

Sin categoría: CV > 0,10

CAPITULO III

COMPONENTES DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

3.1 CABEZAL DE RIEGO

Está constituido por los sistemas de impulsión, fertirrigación y filtrado.

3.1.1 SISTEMA DE IMPULSIÓN

Sólo es necesaria su instalación en el caso en que el agua no llegue a la finca con suficiente presión. Para ello se emplean las bombas de riego, que suelen ser centrífugas, normalmente accionadas por motores eléctricos, o motores de combustión (gasolina o diesel) cuando no se dispone de electricidad.

3.1.2 SISTEMA DE FERTILIZACIÓN

Mediante este sistema se incorporan y distribuyen a través del agua de riego los abonos, productos fitosanitarios y otros tipos de productos a aportar al cultivo. Aún es común el uso de "abonadoras" o tanques de fertilización, aunque cada vez son más empleados los sistemas que introducen los fertilizantes mediante inyectores como venturi o por bombas de inyección e incluso aquéllos en los que la incorporación se realiza aprovechando la aspiración del equipo de impulsión.

FOTOGRAFIA N^{O} 2



SISTEMA DE FERTILIZACION

3.1.3 SISTEMA DE FILTRADO

El equipo de filtrado es fundamental para evitar posibles obturaciones en el pequeño diámetro del conducto del emisor. Suelen utilizarse filtros de arena, filtros de malla o filtros de anillas y es común que aparezcan a la vez filtros de malla y de anillas en el cabezal de riego y filtros de malla en la red de distribución.

Todos los elementos de este sistema requieren de un mantenimiento periódico, para lo cual es útil colocar manómetros antes y después de éstos, procediendo a la limpieza cuando se rebase una "diferencia de presión máxima aceptable" que normalmente se establece en 5 m.c.a. (metros de columna de agua).

FOTOGRAFIA N^{O} 3

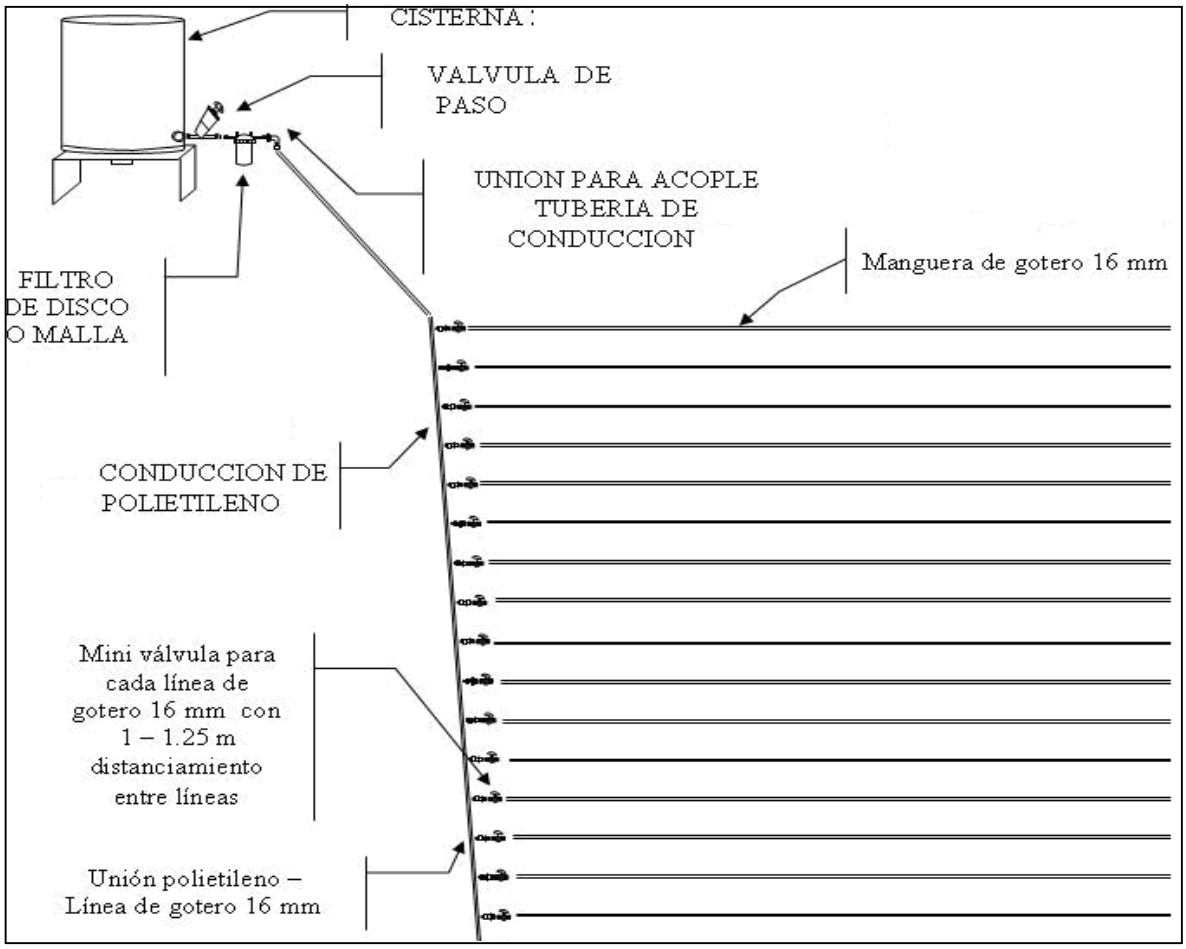


SISTEMA DE FILTRADO EN SERIE

3.2 RED DE DISTRIBUCIÓN

Está constituida por una red de tuberías que distribuyen el agua de riego desde la entrada en el cabezal, donde se colocara una llave de paso y un manómetro para regular la presión, generalmente son tuberías de polietileno, o de PVC (policloruro de vinilo). Las cintas o ramales porta emisores están fabricados a base de polietileno y suelen presentar diámetros de 12 ó 16 mm y una separación entre goteros que van desde 20 a 40 cm

ESQUEMA N^{O} 1



RED DE DISTRIBUCION BASICA PARA UN RIEGO POR GOTEO

FOTOGRAFIA N^{O} 4



Las dimensiones del reservorio dependen de la demanda requerida

FOTOGRAFIA N^{O} 5





Válvulas de Paso

FOTOGRAFIA N^{O} 6



Filtro de Malla



Conectores

FOTOGRAFIA N^{O} 7



Unión tubería con cinta de riego



Cinta de Riego clase 4000

3.3 EMISORES

Los emisores o goteros deben dar un caudal bajo, por lo que conviene que los diámetros sean pequeños, pero esto puede provocar que se produzcan obturaciones, de forma que existen diversos diseños de goteros en el mercado que intentan resolver este problema.

3.4 PURGADORES

Son componentes muy importantes del sistema sirven para realizar el lavado de las tuberías tanto matriz como secundarios.

Para efectuar la limpieza del sistema se mantienen cerradas las válvulas de las unidades de riego, para hacer esta operación conviene instalar válvulas o tapones roscados en los extremos.

FOTOGRAFIA N^{O} 8



Purgador del sistema de riego, se utiliza para el lavado de las tuberías

CAPITULO IV

EJECUCIÓN DEL PROYECTO

4.1 CRONOGRAMA DE TRABAJO

ACTIVIDADES Y/O TAREAS	MESES		
	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE
Ubicación del fuente agua			
Levantamiento Topográfico			
Estudio de Suelos			
Cálculos Agronómicos			
Cálculos Hidráulicos			
Listado de Materiales y Accesorios			
Preparación del Terreno			
Instalación del Sistema			
Evaluación del Sistema			
Sembrado del Cultivo			
Monitoreo del Cultivo			

4.1.1 UBICACIÓN DEL FUENTE DE AGUA

Se realizo visitas a diferentes caseríos del distrito de Santiago de Chuco con la finalidad de encontrar fuentes de agua para su posterior aprovechamiento.

En esta búsqueda llegamos al Caserío de Muycan, encontrando varios manantiales que afloran una cantidad de agua insuficiente para el uso agrícola, utilizando el riego por gravedad, pero sí suficiente para utilizar en riego por goteo previo almacenamiento.

Esta zona cuenta con terrenos apropiados para utilizar este sistema de riego por goteo. (Ver fotos anexo)

4.1.2 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

Se realiza un levantamiento topográfico en la zona seleccionada para sacar la diferencia de cotas que existe entre la parcela y el manantial, con esta información determinamos la carga de agua que se tiene para el proyecto. (Ver anexo, Planos)

FOTOGRAFIA N^{O} 9



LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

4.1.3 ESTUDIO DE SUELOS

Para determinar las propiedades y las características del suelo se realiza un muestreo de suelos que consiste en extraer muestras de las calicatas que posteriormente serán llevados a laboratorios especializados para su respectivo análisis. (Ver anexo, Resultados)

FOTOGRAFIA N^{O} 10



CALICATAS REALIZADOS PARA VER LAS CARACTERISTICAS DEL SUELO

4.1.4 CÁLCULOS AGRONÓMICOS

Se determinan las variables agronómicas que involucran a este sistema tales como:

A.- DATOS DE ENTRADA

Área = 1,200 m^2 (40 x 30)

Longitud de surco = 27m

Q_{Gotero} = 0.5 l/h = **$1.4x10^{-7}$ m^3/s**

P = 5 m.c.a **= 0.5 atm = 50.67 kPa**

Pendiente del terreno(S) = 0.001

Suelo: Franco

CC = 21.45%

PMP = 11.85%

Ds = 1.5gr/cc

%HD= 35%

CUADRO N^{O} 9

Evapotranspiración de referencia de los Cultivos (Eto)

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Set	Oct	Nov	Dic
Etp mm/día	4.7	4.6	4.8	5.3	5.2	5.1	5.5	5.7	5.8	5.5	5.2	5.0

VALORES OBTENIDOS CON EL SOD WARE CROP WAT

Cultivo:

Lechuga

Profundidad de raíz de la lechuga (Pr) : 0.60 m = 600 mm

Separación entre hileras de plantas (Sr): 0.60 m

Separación entre plantas (Sp): 0.20 m

B.- CAPACIDAD DE RETENCION DEL SUELO (Lamina Neta)

Ln = (CC - PMP)/100*Ds/Da*Pr*%HD

Ln = (21.45-11.85)/100*1.54*600*0.35 = **31.05mm**

C.- ESPACIAMIENTO ENTRE LOS GOTEROS (Se)

S_e = r*(2-a/100)

r = radio de humedecimiento

a = porcentaje de traslape

Se = 0.15*(2 - 60/100) = **0.21mm**

D.- PORCENTAJE DEL AREA MOJADA HUMEDA (%Am)

%Am = (e * Se * Dh * 100) / (Sp * Sr)

e = numero de emisores por planta

Se = espaciamiento entre goteros

Dh = Diámetro del circulo mojado del emisor

Sp = separación entre plantas

Sr = separación entre hileras de plantas

%Am = (1 * 0.21 * 0.30 * 100) / (0.20 * 0.60) = 52.5 %

E.- FRECUENCIA DE RIEGO (Fr)

F_R = Lnc / Etc (días)

Lnc = Ln*Am (Lamina neta corregida)

Lnc = 31.05*0.525 = 16.3 mm

Fr = 16.3 / 5.8 = 2.81 días

Tomaremos una frecuencia de riego a cada 3 días

F.- EFICIENCIA DE RIEGO (E_f)

Cu = 90% (se elije este valor para el diseño)

E_f = Cu*P_p Usando la percolación profunda

Pp = porcentaje referido al nivel de producción al 95%

E_f = 0.90*0.95 = 86%

G.- LAMINA BRUTA

L_b = Lnc / E_f

L_b = 16.3 / 0.86 = **18.95 mm**

H.- LAMINA, A APLICAR

L_{na} = ET_c / E_f

Etc = Eto * Kc = 5.8 * 1.00 **= 5.8 mm / día**

L_{na} = 5.8mm/día / 0.86 = **6.7mm /días** (se considera la evapotranspiración máxima)

Para una frecuencia de 3 días, la lamina de agua a aplicar será:

L_{na} = 3días*6.7mm/días = 20.1mm

I.- TIEMPO DE RIEGO

T = Vol /(n*q)

q = Caudal del gotero 0.5 l/h (elección según tabla de gotero)

n = numero de goteros por planta

Lamina aplicar = 20.1 mm

Vol = (Lna * Sp * Sr)

T = (20.1mm*0.20m*0.60m) / (1*0.5 l/h) **= 4.48 h**

Se considera un tiempo de riego igual a 5 horas

J.- CAPACIDAD PRELIMINAR DEL SISTEMA

Q = 2.78*A*Lb / (Fr *h/D)

Donde:

A = 1200 m^2 = 0.12 ha Área de riego

Lb = Lamina Bruta

Fr = Frecuencia de riego

h / D = Horas de riego por día

Q = 2.78*0.12*17.69/(3 *18) = 0.11 l/s = 1.1x10^{-5} m^3/s

4.1.5 CÁLCULOS HIDRÁULICOS

Se determinan las variables hidráulicas que involucran a este sistema tales como:

A .- COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD (CU)

Cu = 90%

$$Cu = \frac{(1 - 1.27 * \frac{CV}{\sqrt{e}}) * q_{min}}{q_{pro}}$$

e = Numero de emisores por planta = 1

q_{min} = caudal mínimo del gotero

q_{pro} = caudal promedio del gotero

CU = coeficiente de uniformidad

CV = coeficiente de variabilidad del gotero 5% (datos de fabricante)

$$0.90 = \frac{(1 - 1.27 * \frac{0.05}{\sqrt{1}}) * q_{min}}{0.50}$$

q_{min} = 0.48 l / hr = 1.33x10^{-7} m^3/s

Ecuación del emisor para una cinta de riego Aqua Traxx Clase 4000

$q_{min} = KHmin^{x}$

x = Exponente del emisor igual a 0.4 (información del fabricante)

k = 0.3 (información del fabricante)

$H_{min} = (q_{min}/K)^{(1/0.5)} = (0.48/0.3)^{(1/0.4)}$

Hmin = 3.24 m

B.- PERDIDA DE CARGA PERMISIBLE

$AH = 2.5*(h_{prom} - H_{min})$

$AH = 2.5*(5 - 3.24) = 4.4$ m

C.- DISEÑO DE LATERALES

N° de emisores por lateral = Long / Esp. Got

N° emisor. Lat = 27/0.2 = 135

$Q_{lateral}$ = 135*0.5 l /h = **67.5 l/h = 1.87x10^{-6} m^3/s**

Para este caudal consideraremos una cinta de riego de 16mm de diámetro interno.

Caudal para cada sub unidad de riego:

La parcela se dividirá en 2 sub unidades de riego, las cuales se regaran una después de la otra

Sub unidad 1

Diámetro de la tubería distribuidora

Tiene 32 laterales de riego

$Q_{subunidad1}$ = 32*67.5 = 2160 l/h = 6.0x10^{-5} m^3/s

Considerando Velocidad = 1 m/s

$$d = \sqrt{\left(\frac{4 * Q}{\pi * V}\right)}$$

d = 0.0276395 m = 1.08 pulg.

Se escoge un diámetro comercial de 1 ¼"

Diámetro de la tubería primaria

La red primaria se proyecta para una posible ampliación de la parcela y un abastecimiento de agua de otras zonas

$Q_{\text{total del sistema}} = Q_{subunid1} + Q_{subunidad2}$

$Q_{\text{total del sistema}}$ = **2160 l/h + 2160 l/h = 4320 l/h = 1.2x10^{-4} m^3/s**

$$d = \sqrt{\left(\frac{4 * Q}{\pi * V}\right)}$$

d = 0.03908816 m = 1.54 pulg.

Se aproxima a un Dímetro comercial que para este caso es 2"

D.- CALCULO DE PRESIONES

PRESION EN LATERAL DE RIEGO

Calculo del coeficiente de fricción según CHRISTIANSEN (F) para tuberías de salidas múltiples

$$F_{(N)} = \frac{1}{m+1} + \frac{1}{2N} + \frac{(m-1)^{1/2}}{6N^2}$$

Laterales de riego

L = 27m

N = 135

m = 2

$$F_{(135)} = \frac{1}{2+1} + \frac{1}{2(135)} + \frac{(2-1)^{1/2}}{6(135)^2}$$

F(135) = 0.337

Calculo de perdida de carga por 100 m

$J_{f(m/100m)} = 1.21*10^{12}*(Q/C)^{1.85}*D^{-4.87}$

Q = Caudal en lateral de riego = 0.019 l/s

D = 16 mm (diámetro de la cinta de riego)

C = 140 (para tuberías de polietileno)

$J_{f(m/100m)} = 1.21*10^{12}*(0.6/140)^{1.85}*16^{-4.87}$

$J_{f(m/100m)}$ = 0.11m

Calculo de perdida de carga en lateral de riego

H_f = **($J_{f(m/100m)}$ * F(135) *L) / 100**

H_f = (0.11*0.337*27) / 100 = 0.10 m

Calculo de Presión en lateral de riego

P_l = Poe + Hf

Pl = presión en el lateral

P_{oe} = presión de operación del emisor (dato del fabricante 5 m.c.a)

H_f = perdida de carga en el lateral

P_l = 5 + 0.1 = 5.1 m.c.a. = 0.51 atm = 51.67 kPa

PRESION EN LA DISTRIBUIDORA

Numero de laterales de riego (N) = 32

$P_{rs} = P_l + 0.75Hf_d$

P_{rs} = presión en la distribuidora

P_l = presión en lateral

H_{fd} = perdida en la distribuidora

$J_{f(m/100m)} = 1.21*10^{12}*(Q/C)^{1.85}*D^{-4.87}$

H_f = **$(J_{f(m/100m)}$ * F(32) *L) / 100**

Q total del sistema = 2160 l/h = 0.6 l/s

C = 150 (para tuberías de PVC)

D= 1 1/4" = 32 mm

J = $J_{f(m/100m)} = 1.21*10^{12}*(0.6/150)^{1.85}*32^{-4.87}$ = 2.01

$F_{(32)}$ = 0.35

H_f = (2.01*0.35*19) / 100 = 0.13 m.c.a

P_d = 5.1+0.75*0.13 = 5.2 m.c.a = 0.52 atm = 52.69 kPa

PRESION EN LA RED PRIMARIA

$P_{rp} = P_d + 0.75\ H_{fp}$

P_{rp} = presión en la red primaria

P_d= presión en la distribuidora

H_{fp} = perdidas de carga en la red primaria

S = pendiente de terreno

$J_{f(m/100m)} = 1.21*10^{12}*(Q/C)^{1.85}*D^{-4.87}$

$H_f = JL/100$

Q total del sistema = 4320 l/h

D= 2"

C = 150 (para tuberías de PVC)

J = 0.85

L = 51m

H_f = 0.85*51/100 = 0.43

H_k = perdidas singulares por accesorios

H_k = 3 m.c.a

Prp = 5.11 + 0.75*0.43 +3 = 8.43 m.c.a. = 0.843 atm = 85.42 kPa

En el campo se tiene una diferencia de cotas entre la poza de almacenamiento y la parcela de 12 m.c.a. el cual cubre el requerimiento de presión para el funcionamiento del sistema que es de 8.43 m.c.a.

E.- CALCULO DEL VOLUMEN DE AGUA POR RIEGO

Vol = Q*T = 2160*2.5 = 5,400 l volumen requerido para cada riego

V= Volumen almacenado (m3)

T= tiempo de riego (h)

Q= Caudal de sistema (l/h)

El caudal aforado en el manantial es de 0.050 l/s

Para una frecuencia de riego de 3 días = 72 horas el volumen de almacenamiento es de 0.50m3/h*72h = 12.96 m3 el cual cubre la demanda del proyecto, que es de 10.8 m3

4.1.6 LISTADO DE MATERIALES Y ACCESORIOS

Los Materiales que se utilizaron para este sistema son los siguientes:

- Filtro de Malla
- Válvulas de diferentes medidas
- Tuberías PVC
- Curvas
- Codos
- Cinta de Riego
- Conector Inicial
- Conector cinta Manguera
- Tapones con rosca
- Manguera de Polietileno de baja densidad

4.1.7 PREPARACIÓN DEL TERRENO

En esta etapa se realiza la limpieza y nivelación del terreno

FOTOGRAFIA N^{O} 11



Terreno nivelado, instalación de la red secundaria

4.1.8 INSTALACIÓN DEL SISTEMA

Se inicia con la excavación de zanja para la tubería principal, luego para las tuberías secundarias hasta una profundidad de 0.80 a 1.00 metro.

Se instala el filtro en el reservorio, luego se inicia con el entubado hasta llegar a la parcela.

La tubería secundaria o portalaterales lleva conectores a una separación de 0.60 cm en las cuales serán conectadas las cintas de riego, cada tubería secundaria lleva su propia válvula de control.

FOTOGRAFIA N^{O} 12



Instalación de la cinta de riego conectado a la red secundaria

4.1.9 EVALUACIÓN DEL SISTEMA

- **EVALUACION DEL COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD (C.U.)**

DATOS DE INGRESO

- Cinta de Riego: de tipo Aqua Traxx, Clase 4000. Con un distanciamiento de emisores a 20 cm.
- Longitud de cinta de riego 27 m.
- Presión inicial 9 m.c.a.
- Presión final (a entrada de la parcela), 5.5 m.c.a.
- Total de laterales de riego 61

CUADRO N^{O} 10

LUGAR:	MUYCAN - CANRRAMACA		
TRAMOS	**LONGITUD (m)**	**VOLUMEN (ml)**	**TIEMPO (seg)**
INICIAL	0	5.5	30
		5.5	30
		5.4	30
		5.6	30
	13.5	6.2	30
		6	30
		6	30
		6	30
	27	7	30
		7	30
		7	30
		7	30
1/3L	0	5.6	30
		5.6	30
		5.5	30
		5.6	30
	13.5	6	30
		5.8	30
		5.8	30
		5.8	30
	27	7.2	30
		7.2	30
		7.1	30
		7.1	30

(CONTINUA EL CUADRO N^{O} 10)

LUGAR:	MUYCAN - CANRRAMACA		
TRAMOS	**LONGITUD (m)**	**VOLUMEN (ml)**	**TIEMPO (seg)**
2/3L	0	5.5	30
		5.6	30
		5.5	30
		5.5	30
	13.5	5.8	30
		5.8	30
		5.8	30
		5.8	30
	27	7	30
		7.1	30
		7	30
		7	30
FINAL	0	5.5	30
		5.5	30
		5.5	30
		5.8	30
	13.5	5.8	30
		5.8	30
		5.8	30
		5.8	30
	27	7	30
		7	30
		6.9	30
		7	30

DATOS TOMADOS EN EL CAMPO PARA LA EVALUACION DEL SISTEMA

PROCESAMIENTO DE DATOS

CUADRO N^{O} 11

TRAMOS	LONGITUD (m)	VOLUMEN (ml)	TIEMPO (seg)	VOL (L)	CAUDAL (L/S)	Q. ASCENDENTE
INICIAL	0	5.5	30	0.006	0.000183	0.00018
		5.5	30	0.006	0.000183	0.000183
		5.4	30	0.005	0.00018	0.000183
		5.6	30	0.006	0.000187	0.000183
	13.5	6.2	30	0.006	0.000207	0.000183
		6	30	0.006	0.0002	0.000183
		6	30	0.006	0.0002	0.000183
		6	30	0.006	0.0002	0.000183
	27	7	30	0.007	0.000233	0.000183
		7	30	0.007	0.000233	0.000183
		7	30	0.007	0.000233	0.000187
		7	30	0.007	0.000233	0.000187
1/3L	0	5.6	30	0.006	0.000187	0.000187
		5.6	30	0.006	0.000187	0.000187
		5.5	30	0.006	0.000183	0.000187
		5.6	30	0.006	0.000187	0.000193
	13.5	6	30	0.006	0.0002	0.000193
		5.8	30	0.006	0.000193	0.000193
		5.8	30	0.006	0.000193	0.000193
		5.8	30	0.006	0.000193	0.000193
	27	7.2	30	0.007	0.00024	0.000193
		7.2	30	0.007	0.00024	0.000193
		7.1	30	0.007	0.000237	0.000193
		7.1	30	0.007	0.000237	0.000193

(CONTINUA EL CUADRO N^{O} 11)

TRAMOS	LONGITUD (m)	VOLUMEN (ml)	TIEMPO (seg)	VOL (L)	CAUDAL (L/S)	Q. ASCENDENTE
2/3L	0	5.5	30	0.006	0.000183	0.000193
		5.6	30	0.006	0.000187	0.000193
		5.5	30	0.006	0.000183	0.000193
		5.5	30	0.006	0.000183	0.0002
	13.5	5.8	30	0.006	0.000193	0.0002
		5.8	30	0.006	0.000193	0.0002
		5.8	30	0.006	0.000193	0.0002
		5.8	30	0.006	0.000193	0.000207
	27	7	30	0.007	0.000233	0.00023
		7.1	30	0.007	0.000237	0.000233
		7	30	0.007	0.000233	0.000233
		7	30	0.007	0.000233	0.000233
FINAL	0	5.5	30	0.006	0.000183	0.000233
		5.5	30	0.006	0.000183	0.000233
		5.5	30	0.006	0.000183	0.000233
		5.8	30	0.006	0.000193	0.000233
	13.5	5.8	30	0.006	0.000193	0.000233
		5.8	30	0.006	0.000193	0.000233
		5.8	30	0.006	0.000193	0.000233
		5.8	30	0.006	0.000193	0.000237
	27	7	30	0.007	0.000233	0.000237
		7	30	0.007	0.000233	0.000237
		6.9	30	0.007	0.00023	0.00024
		7	30	0.007	0.000233	0.00024
PROMEDIO TOTAL q_m						**0.000205**
PROMEDIO DE LOS PRIMEROS 25% VALORES ORDENADOS EN FORMA ASCENDENTE (q_m25%)						**0.000184**

$$Cu = \frac{q_{m1/4}}{q_m} 100\%$$

CU = coeficiente de uniformidad

q_m = promedio de datos tomados

$q_{m1/4}$ = caudal promedio de los primeros 25% valores ordenados ascendentemente

CU = 0.00020507 / 0.00018361 = 89.54%

Este resultado nos indica un alto grado de uniformidad en el sistema.

- **EVALUACION DEL BULBO HUMEDO**

FOTOGRAFIA N^{O} 13

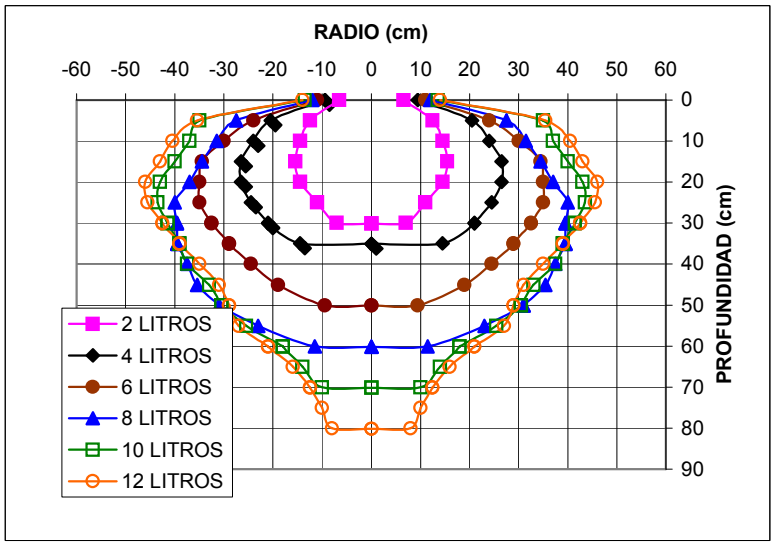


FOTOGRAFIA N^{O} 14



Medición de la formación del bulbo húmedo

FIGURA N^{O} 7



Radio de humedecimiento para diferentes caudales y profundidades

4.1.10 SEMBRADO DEL CULTIVO

Para este caso se escogió la lechuga ya que es el cultivo más representativo de las hortalizas.

CAPITULO V

5.1 CONCLUSIONES DE LA EVALUACIÓN DEL SISTEMA

- Se cuenta para el almacenamiento una poza de 12.6 m3 que abastece la demanda del proyecto que viene a ser de 10.80 m3
- El sistema cuenta con una red primaria con tubería de 2" de diámetro, una distribuidora con tubería de 11/4" y laterales de riego con cintas de riego de 16mm Clase 4000
- La parcela tiene una área de 1200 m^2 los cuales se ha dividido en 2 sub unidades por cuestiones de necesidades de agua, estas dos sub unidades de regaran de forma secuencial
- Para la red primaria se ha proyectado un aumento del diámetro con la finalidad de ampliar el área agrícola con riego tecnificado.
- El tiempo de riego para toda la parcela es de 5 horas, pero como se ha sub dividido el área en dos sub unidades se regara 2 horas con 30 min. y una frecuencia de riego de 3 días.
- Para el funcionamiento del sistema se ha calculado una presión de 8.43 mca el cual es cubierto por la diferencia de cotas entre el poza y la parcela que es de 12 mca.
- En una longitud de 27 metros de cinta de riego se obtuvo que a mayor presión aumenta el caudal siguiendo una relación potencial.

- El resultado del Coeficiente de Uniformidad nos indica un alto grado de uniformidad en el sistema, esto debido a la corta longitud de la cinta de riego.

- Dentro de las instalaciones de riego por goteo, no se producen los "golpes de ariete" al estar en comunicación el agua con el aire exterior a través de los goteros (aunque no se anula totalmente, lo que se asegura es que el valor que puede alcanzar no superará la suma de las pérdidas de carga y la presión disponible en los goteros)

- Se está llevando el proceso de difusión mediante charlas informativas a los agricultores.

- Mediante esta tecnología los agricultores han incrementado su ingreso económico, realizando ahora la venta de sus productos no como antes que producían solo para su consumo.

- Se esta aprovechando los manantiales existentes para el riego mediante las pozas de almacenamiento.

- La producción ha mejorado con la aplicación del fertirriego, el ahorro de los fertilizantes es casi en un 30% por campaña.

5.2 RECOMENDACIONES

- Los puntos de medición se deben colocar obligatoriamente a 1m de los accesorios de la tubería. (codos, curvas, etc.), en cercanía de estos accesorios el fluido produce remolinos o vórtices producto del cambio brusco del fluido. para uniformizarse recorre una cierta distancia.

- Para hacer las pruebas de presión se debe tener el reservorio lleno para que no influya el desnivel del agua en las mediciones

- Realizar las mediciones cada cierto tiempo ya que esto ayudará para detectar posibles fugas o taponamientos en la tubería.
- El riego en las zonas altoandinas se ve afectado por las bajas temperaturas, teniendo como consecuencia el congelamiento del agua en las tuberías, para evitar este tipo de inconvenientes se recomienda una programación de riego pasada las 3 de la tarde (actualmente los fabricantes de las cintas de riego están previendo este fenómeno agregando componentes anticongelantes en el proceso de fabricación).

ANEXOS

CALCULOS JUSTIFICATIVOS

DISEÑO AGRONOMICO

CALCULO DE LA Eto

Los cálculos de la Evapotranspiración de referencia de los datos climáticos mensuales, de acuerdo al método de Penman Modificado adoptada por la FAO, se hace atravéz de la información básica de la estación de la agencia zonal del Ministerio de Agricultura de Santiago de Chuco.

a).- Identificación de la estación meteorológica.

Tenemos:

Estación: **Santiago de Chuco**

Altitud: 3120 m.s.n.m.

Latitud: 8.19 S

Longitud: 72.17 W

b).- Entrada de datos climáticos.

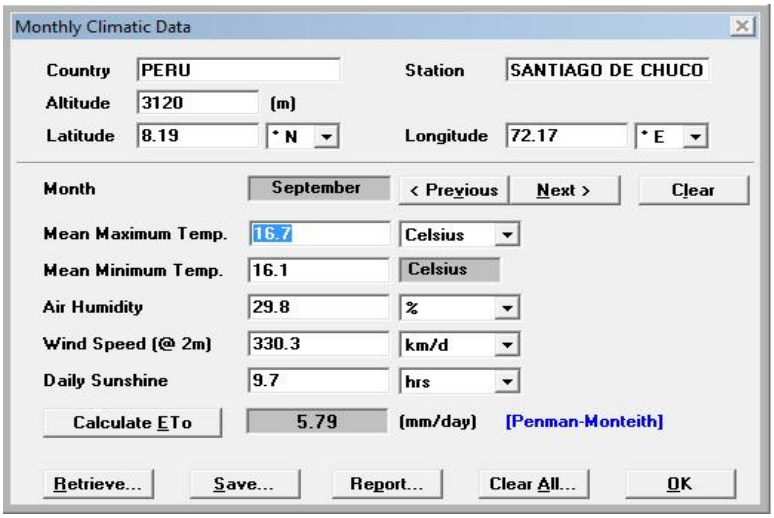
CUADRO N^{O} 12

MES	Temp. Max (^{o}C)	Temp. Min (^{o}C)	Hum. Rel. (%)	V. Viento (Km /d)	Horas sol	Precip. (mm)
ENERO	22	20.2	55	347	6.2	140
FEBRERO	20	17	54.3	312.4	7	200
MARZO	22	18	55.7	295.1	6.5	160
ABRIL	23	20.7	50.2	329.7	6	100
MAYO	19	18.5	45	347	7	20
JUNIO	14.9	14	35	303.8	10	1
JULIO	15.8	15.1	27.5	321	9.5	5
AGOSTO	15	14.3	25.3	329.1	10.3	8
SETIEMBRE	16.7	16.1	29.8	330.3	9.7	25
OCTUBRE	15.4	15	27.6	329.7	10	49
NOVIEMBRE	17	16.2	30.2	303.8	9	80
DICIEMBRE	17.3	16.8	35.4	312.4	8	120

Información indispensable para el calculo de la evapotranspiración mediante el Software, CropWat

Ingresamos los datos anteriores mes a mes al Software CropWat (Software creada para calcular la Evapotranspiración) se obtiene la Evapotranspiración, aquí por ejemplo ingresamos el dato del mes de setiembre.

FIGURA N° 8



Ingreso de datos al software CropWat

c).- Resultados

Obteniendo la Eto para cada mes y el promedio empleando la ecuación de Penman Modificado utilizando el programa de calculo CropWat, elaborado por la FAO.

FIGURA N° 9

Climate Data Table

Country PERU Station SANTIAGO DE Altitude 3120 (m)

Month	Max Temp. (C)	Min Temp. (C)	Humidity (%)	WindSpeed (km/d)	SunShine (hours)	Solar Radiation (MJ/m2/d)	ETo (mm/d)
January	22.0	20.2	55.0	347.0	6.2	17.0	4.7
February	20.0	17.0	54.3	312.4	7.0	19.2	4.6
March	22.0	18.0	55.7	295.1	6.5	19.4	4.8
April	23.0	20.7	50.2	329.7	6.0	18.8	5.3
May	19.0	18.5	45.0	347.0	7.0	19.8	5.2
June	14.9	14.4	35.0	303.8	10.0	23.7	5.1
July	15.8	15.1	27.5	321.0	9.5	23.1	5.5
August	15.0	14.3	25.3	329.7	10.3	25.0	5.7
September	16.7	16.1	29.8	330.3	9.7	24.3	5.8
October	15.4	15.0	27.6	329.7	10.0	23.9	5.5
November	17.0	16.2	30.2	303.8	9.0	21.1	5.2
December	17.3	16.8	35.4	312.4	9.0	20.4	5.0
Average	18.2	16.9	39.3	321.8	8.3	21.3	5.2

Report... Close

Resultados obtenidos de la Evapotranspiración con el software CropWat

Así tenemos la Evapotranspiración mensual, la máxima (5.8) y la mínima (4.6)

PRESUPUESTO DEL PROYECTO "PARCELA DEMOSTRATIVA DE RIEGO POR GOTEO"

RESUMEN GENERAL DEL PRESUPUESTO

S10 **Página :** 1
CCCEIC **Fecha :** JULIO 2007

Resúmen general

Obra 0502001 PROYECTO DE RIEGO POR GOTEO
Propietario 02100002INDEPZRU S.A
Lugar 131001 SANTIAGO DE CHUCO
Fecha JULIO 2007

#	Descripción Fórmula	Costo Directo	Total Fórmula
01	OBRAS PRELIMNARES	633.60	633.60
02	EXCAVACION DE ZANJA	221.60	277.00
03	RED PRINCIPAL	452.26	565.33
04	RED SECUNDARIA	287.79	287.79
05	LATERALES DE RIEGO	1,183.08	1,183.08
06	CABEZAL DE FILTRADO	18.92	18.92
07	VALVULAS DE CONTROL	25.14	25.14
08	PURGADORES	66.00	82.50
	TOTALES	2,888.39	3,073.36

PARTIDAS DEL PRESUPUESTO CON LOS PRECIOS UNITARIOS

S10 Página : 1
CCCEIC Fecha : JULIO 2007

Partidas del presupuesto

Obra 0502001 PROYECTO DE RIEGO POR GOTEO
Cliente INDEPZRU S.A
Departamento LA LIBERTAD Provincia SANTIAGO DE CHUCO Distrito SANTIAGO DE CHUCO Costo al

Sp	Item	Descripción	Unidad	Metrado	Precio	Parcial	% Inc.	% Acum
01	1.1	TRAZO Y REPLANTEO	M2	960.00	0.58	556.80	19.28	19.28
01	1.2	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	M2	960.00	0.08	76.80	2.66	21.94
02	2.1	EXCAVAC. ZANJA T.S.R. A PULSO TUB. 2" MENOR= 1 M	M	80.00	2.77	221.60	7.67	29.61
03	3.1	TUBERIA DE PVC SAL 11/2"	M	85.00	3.49	296.65	10.27	39.88
03	3.2	CODO PVC SAL 11/2"X90°	PZA	1.00	8.28	8.28	0.29	40.17
03	3.3	TEE PVC-SAP 11/2* 1/2"	UND	1.00	9.14	9.14	0.32	40.49
03	3.4	TEE PVC-SAP 1 1/2"* 11/4"	UND	3.00	18.06	54.18	1.88	42.37
03	3.5	VALVULA DE COMPUERTA 1 1/2"	UND	1.00	53.76	53.76	1.86	44.23
03	3.6	VALVULA AIRE MECANICA ROSCA DE 11/2"	UND	1.00	30.25	30.25	1.05	45.28
04	4.1	TUBERIA DE PVC SAL 11/4"	M	31.00	6.45	199.95	6.92	52.20
04	4.2	CODO PVC SAL 11/4"X90°	PZA	3.00	6.62	19.86	0.69	52.89
04	4.3	CODO PVC SAL 11/4"X45°	PZA	3.00	10.02	30.06	1.04	53.93
04	4.4	UNION FLEXIBLE TIPO DRESSER DE 11/2"	UND	6.00	2.54	15.24	0.53	54.46
04	4.5	VALVULA AIRE MECANICA DE 11/2"	UND	3.00	7.56	22.68	0.79	55.25
05	5.1	TENDIDO Y COLOCADO CINTA DE RIEGO CLASE 8000 D=16MM GOTERO A 20CM	M	680.00	1.25	850.00	29.43	84.68
05	5.2	CONECTORES INICIALES	PZA	44.00	3.50	154.00	5.33	90.01
05	5.3	CONECTORES MANGUERA CINTA	PZA	44.00	3.50	154.00	5.33	95.34
05	5.4	MANGUERA DE POLIETILENO CLASE 400 16MM	M	26.40	0.95	25.08	0.87	96.21
06	6.1	MALLA POLIETILENO PROTECTORA 150 MESH	M2	0.80	23.65	18.92	0.66	96.87
07	7.1	VALVULA TIPO BOLA 1 1/2"	UND	1.00	25.14	25.14	0.87	97.74
08	8.1	VALVULA DE AIRE DE FIERRO FUNDIDO DE 2"	UND	3.00	22.00	66.00	2.29	100.03
		Total costo directo				2,888.39		

PRESUPUESTO DE LOS INSUMOS REQUERIDOS PARA EL PROYECTO

S10 Página : 1
CCCEIC Fecha : JULIO 2007

Resúmen de insumos requeridos en el presupuesto

Obra 0502001 PROYECTO DE RIEGO POR GOTEO
Precios Lugar 131001 SANTIAGO DE CHUCO

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cantidad	Precio	Parcial	Presupuestado
065064	CONECTORES DE PLASTICO DE 3/4"	PZA	88.00	3.50	308.00	308.00
304611	PEGAMENTO PARA PVC AGUA FORDUIT	GLN	0.27	105.00	28.35	28.36
305504	NIVEL	DIA	3.84	35.00	134.40	134.40
305510	TEODOLITO	DIA	3.84	40.00	153.60	153.60
320029	FLETE TRANSPORTE LOCAL	KG	75.00	0.35	26.25	26.25
390620	TIZA	BOL	9.60	4.00	38.40	38.40
470101	CAPATAZ	HH	8.10	4.70	38.07	38.07
470102	OPERARIO	HH	26.97	4.20	113.27	109.42
470104	PEON	HH	330.47	3.70	1,222.74	1,227.96
650515	UNION UNIVERSAL DE Fo. GALV. DE 1 1/2"	UND	2.00	4.00	8.00	8.00
720214	REDUCCION SP PVC SAP P/AGUA 1 1/2" A 1"	UND	3.00	3.50	10.50	10.50
720714	TEE SP PVC SAP P/AGUA DE 1 1/2"	UND	4.00	3.50	14.00	14.00
723102	ADAPTADOR PVC SAP 1 1/2"	UND	2.00	3.00	6.00	6.00
730107	TUBO PVC SAL 2" X 3M	PZA	12.75	11.00	140.25	140.25
731102	CODOS PVC SAL 2" X 90°	PZA	1.05	3.00	3.15	3.15
770006	VALVULA COMPUERTA DE BRONCE DE 1 1/2"	UND	1.00	35.00	35.00	35.00
771306	VALVULAS TIPO BOLA 1 1/2"	PZA	1.00	17.00	17.00	17.00
780210	VALVULA DE AIRE F.F. UNA ESFERA DE 2"	UND	3.00	15.00	45.00	45.00
780220	VALVULA DE AIRE ROSCADA DOBLE ESFERA 1"	UND	1.00	25.00	25.00	25.00
800101	CINTA DE RIEGO CLASE 8000 SEP GOT 20 CM	M	680.00	0.23	156.40	156.40
810101	MANGUERA DE PE C 400 16MM	M	26.40	0.95	25.08	25.08
				SUB-TOTAL	2,548.46	2,549.84
		INSUMOS COMODIN				
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.00	0.00	31.84
				SUB-TOTAL		31.84
				TOTAL	2,548.46	2,581.68
				MONTO PARTIDAS ESTIMADAS		0.00
						2,581.68

Nota : Los montos son aproximados porque han sido redondeados solo al final y no en cada subtotal como en los análisis de costos

5.10 REGISTRO FOTOGRAFICO

Fotografía del Aforo realizado por el método volumétrico para calcular el volumen del fuente agua



Foto del Levantamiento Topográfico para calcular el pendiente del terreno



Fotografía de la calicata realizada para el estudio de suelo



Fotografía de la instalación del Sistema, se muestra la tubería secundaria con los conectores



Foto donde se observa las cintas de riego, conectores, tubería secundaria y válvula de paso



Foto donde se muestra la válvula de control con su protección



Foto donde se muestra al Purgador de aire y de limpieza



Foto del Sistema Instalado



Foto del Sistema en prueba



Fotografía que muestra la formación de la Franja húmeda



Foto que nos muestra la formación de la salinidad



Fotografía que muestra la fertirrigación optado para el proyecto



Fotos: Realizando la evaluación del sistema





Fotos: con los cultivos sembrados bajo el sistema de riego por goteo en este proyecto





Cultivo de la lechuga

Fotos: con los cultivos sembrados bajo el sistema de riego por goteo en este proyecto



Cultivo del repollo



Cultivo de la zanahoria

Fotos: con los cultivos sembrados bajo el sistema de riego por goteo en este proyecto



Cultivo de Espinaca

Fotografía que muestra la capacitación a los agricultores



5.2 BIBLIOGRAFÍA

1.- BOS, M., REPLAGE, J. y CLEMMENS, A. 1986. Aforadores de caudal para canales abiertos. Holanda, Wageningen. ILRI. 293 p.

2.- FUENTES YAGUE, JOSE LUIS, 2003. Técnicas de Riego 4ta Edición , Editorial grupo Mundi Prensa.

3.- GPER, Inka; Capacitación en Manejo y Gestión del Agua – Experiencias en el Sur Andino. Bizz
Editores E.I.R.L. 1,995 Lima – Perú.

4.- GONZÁLEZ, J., HERNANDEZ, J., PEREZ, A. y RODRIGO, J. 1992. Riego Localizado. Madrid, Ediciones Mundi − Prensa. 405 p.

5.- GUROVICH, L. 1985. Fundamentos y diseño de sistemas de riego. San José, ICA. 433 p.

6.- INRENA, Dirección General de Aguas y Suelos 1 997 Compendio de Normas Legales. Tomos I, II. ATDR Santa
Lacramarca y Chincha Pisco.
Lima – Perú.

7.- ISRAELSEN, O. y HANSEN, V. 1965. Principios y aplicaciones del riego. Madrid, Reverté. 383 p.

8.- MOYA, TALENS JA.
3ra Ed. 2002 "Riego localizado y Fertirrigación"
Edit. MUNDI PRENSA Madrid. Barcelona. México

9.- TALENS, J.A. JUAN G. SALDARRIAGA 1998
" *Hidráulica de Tuberías"*
ED McGrawHill Madrid

10.- VASQUEZ, Abasalón;
Manejo de Cuencas Altoandinas. Tomos I, II.
Editorial FIRMART - S.A.C. 2,000 Lima – Perú.

11.- ZIMMERMAN, J. 1970. El riego, Editorial Continental. 604 p. México



LA LIBERTAD



CASERIO DE MUYCAN

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

FACULTAD DE CIENCIAS FISICAS

E.A.P. INGENIERIA MECANICA DE FLUIDOS

LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ESTA ESTRICTAMENTE PROHIBIDA SU REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL

UBICACIÓN:
CANRRAMACA
DISTRITO: SANTIAGO DE CHUCO
PROVINCIA: SANTIAGO DE CHUCO
DEPARTAMENTO: LA LIBERTAD

CAMPO EXPERIMENTAL

DIBUJADO POR:
D.H.Z.

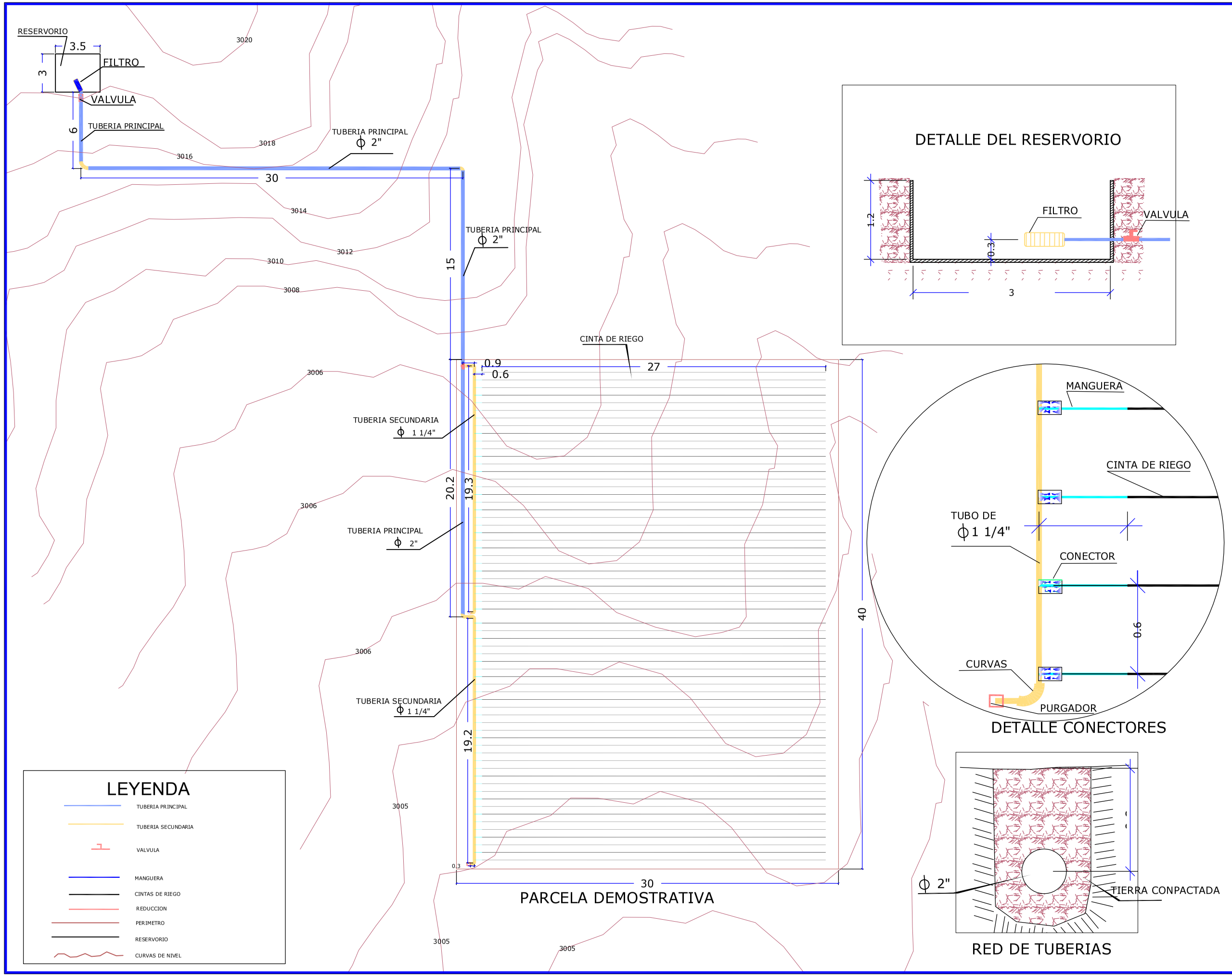
PROYECTO:
SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

PLANO:
UBICACION

NÚMERO DE LÁMINA:
01

ESCALA: S / E

FECHA: JULIO 2007



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

FACULTAD DE CIENCIAS FISICAS

E.A.P. INGENIERIA MECANICA DE FLUIDOS

LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ESTA ESTRICTAMENTE PROHIBIDA SU REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL

UBICACIÓN:
CANRRAMACA
DISTRITO: SANTIAGO DE CHUCO
PROVINCIA: SANTIAGO DE CHUCO
DEPARTAMENTO: LA LIBERTAD

CAMPO EXPERIMENTAL

DIBUJADO POR:
D.H.Z.

PROYECTO:
SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

PLANO:
PLANTA DETALLES

NÚMERO DE LÁMINA:
02

ESCALA: INDICADA

FECHA: JULIO 2007