

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**DISEÑO HIDRÁULICO DE UN SISTEMA DE RIEGO
TECNIFICADO POR GOTEOS PARA PRODUCTOS
ORGÁNICOS EN LA LOCALIDAD DE CONACHE, DISTRITO
DE LAREDO**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

Área de Investigación: HIDRÁULICA

AUTOR: Br. RIXI SMITH BLAS FERREL
:
Br. OSCAR FRANCISCO MARTELL REYES

ASESOR: Ms. Ing. RICARDO ANDRÉS NARVÁEZ ARANDA

SEPTIEMBRE 2017

TRUJILLO, PERÚ

TESIS: DISEÑO HIDRÁULICO DE UN SISTEMA DE RIEGO
TECNIFICADO POR GOTEO PARA PRODUCTOS ORGÁNICOS EN LA
LOCALIDAD DE CONACHE, DISTRITO DE LAREDO

JURADO:

Ing. GARCIA RIVERA, JUAN PABLO

PRESIDENTE

Ing. CABANILLAS QUIROZ, GUILLERMO

SECRETARIO

Ing. VERTIZ MALABRIGO, MANUEL

VOCAL

ASESOR:

Ms. Ing. NARVÁEZ ARANDA, RICARDO

ASESOR

PRESENTACION

Señores Miembros Del Jurado:

De conformidad y en cumplimiento de los requisitos estipulados en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Privada “Antenor Orrego”, es grato poner a vuestra consideración, el presente trabajo de investigación titulado: DISEÑO HIDRÁULICO DE UN SISTEMA DE RIEGO TECNIFICADO POR GOTEO PARA PRODUCTOS ORGÁNICOS EN LA LOCALIDAD DE CONACHE, DISTRITO DE LAREDO, con el propósito de obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil.

El contenido de la presente tesis ha sido desarrollado considerando los conocimientos adquiridos en nuestra universidad en el área de irrigación, proponiendo de riego tecnificado por goteo en la localidad de Conache Distrito de Laredo Provincia de Trujillo, debido a que los agricultores muestran su disconformidad por los bajos rendimientos obtenidos en las cosechas como consecuencia de la deficiente tecnología aplicada en riego y en el manejo del cultivo, en la localidad de Conache.

La presente tesis propone iniciar el estudio de riego tecnificando por goteo aportando el estudio agronómico y diseño hidráulico, aplicando esta alternativa ayudara a optimizar la utilización de recursos y beneficiar económicamente a los agricultores. para lo cual deben de realizar un cambio en su sistema de riego y cédula de cultivo, como alternativa rentable para el agro exportación agrícola.

Atentamente,

Bach. Rixi Smith Blas Ferrel

Bach. Oscar Francisco Martell Reyes

DEDICATORIA

A Dios

Por darme la oportunidad de vivir

A mi amada familia

*Que siempre están a mi lado y que
no critican mis actos sino me hacen
aprender de mis errores.*

Rixi Smith Blas Ferrel

A Dios

*Por nunca dejarme de lado a pesar de todo,
por brindarme un día más de vida y por su
Amor Incomparable.*

A mi madre

*Por ser ser una mujer ejemplar, mi apoyo
incondicional desde siempre, guiándome
con sus consejos, cuyo afecto y aliento me
dieron las fortalezas para emprender los
retos del mañana.*

Oscar Francisco Martell Reyes

AGRADECIMIENTO

A Dios por ser quien guio nuestros pasos en cada nueva etapa de nuestra vida, como nuestro padre, mentor y guía.

A nuestros padres, porque con sus consejos, apoyo, ejemplo y sobretodo amor; nos ayudaron a ser alguien en esta vida, formándonos como personas y profesionales.

Agradecemos a nuestro asesor, Ricardo Andrés Narváez Aranda, por su apoyo constante, metodológico y profesional para la orientación en el desarrollo de nuestra tesis.

A la Universidad Privada Antenor Orrego por brindarnos a través de sus docentes todos los conocimientos y valores que me ayudan en la vida profesional.

A los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil que a lo largo de la formación académica nos inculcaron la dedicación al estudio, la constante superación personal y el cariño hacia nuestra carrera.

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación titulado **DISEÑO HIDRÁULICO DE UN SISTEMA DE RIEGO TECNIFICADO POR GOTEO PARA PRODUCTOS ORGÁNICOS EN LA LOCALIDAD DE CONACHE, DISTRITO DE LAREDO**, se ha realizado el estudio de riego en la actividad agrícola en la Localidad de Conache Distrito de Laredo, provincia de Trujillo, Región La Libertad, viene atravesando una dura crisis debido a la baja producción obtenida en las cosechas como consecuencia de la deficiente tecnología aplicada en riego y en el manejo del cultivo.

La localidad de conache, al igual que la mayoría de los intervalles de la región La Libertad, se caracteriza por tener un riego no regulado; la infraestructura de los canales principales, canales secundarios y laterales no están revestidos, careciendo el intervalo de infraestructura de almacenamiento (reservorio).

Los agricultores de la localidad de Conache se dedican al cultivo de frijol, maíz amarillo, lenteja, verduras, maracuya, sandía, árboles frutales como mango, palta, hass entre otros, los productos son puestos a disposición del público del Distrito de Laredo y de la Provincia de Trujillo. Las tierras son irrigadas con aguas del canal Chavimochic.

En los últimos años, la oferta de agua para riego ha venido cayendo progresivamente debido a la disminución constante de precipitaciones pluviales en la parte media y alta de la cuenca, así como el permanente deterioro del canal Chavimochic, el cual capta sus aguas del río Santa.

Para el diseño agronómico se ha considerado las siguientes características físicas de la zona, del suelo y calidad de agua. Considerando que el área de estudio tiene un suelo arenoso, es apropiado para instalar el sistema de riego por goteo, siendo apto para el cultivo propuesto de aboles frutales de palto has.

Para el diseño hidráulico se ha considerado un area total neta de riego de 46.01 ha y considerando como cultivo de palto has.

El agua demandada por el sistema de riego será dotada el Canal Chavimochic. cuya oferta hídrica, acorde a la prueba de rendimiento realizada abastece satisfactoriamente a la demanda del cultivo mencionado.

Instalandoce los cabezales de riego, que constará de los siguientes equipos:
Unidad de bombeo, equipo de filtrado, equipo de fertilización.

A partir del cabezal de riego, el agua será conducida por una tubería telescópica con goteros autocompensados, pasando por cada uno de los sectores a irrigarse.

ABSTRACT

In the present research work entitled HYDRAULIC DESIGN OF A SYSTEM OF IRRIGATION TECHNIQUE BY DRIP FOR ORGANIC PRODUCTS IN THE LOCALITY OF CONACHE, DISTRICT OF LAREDO - TRUJILLO, the study of irrigation in the agricultural activity in the Locality of Conache District of Laredo, province of Trujillo, Region La Libertad, has been suffering from a severe crisis due to the low production obtained in the harvests as a consequence of the poor technology applied in irrigation and crop management.

The locality of conache, like most intervals of the region the Freedom, is characterized to have an irrigation not regulated. The infrastructure of the main channels, secondary and lateral channels are not coated, lacking the intervalle of storage infrastructure (reservoir).

The farmers of the locality of Conache are dedicated to the cultivation of bean, yellow maize, lentils, vegetables, maracuya, watermelon, fruit trees like mango, avocado hass among others, the products are made available to the public of the District of Laredo and of the Province of Trujillo. The lands are irrigated with waters of the channel Chavimochic

In recent years, the supply of water for irrigation has been falling progressively due to the constant decrease of rainfall In the middle and upper part of the basin, as well as the permanent deterioration of the Chavimochic canal, which captures its waters of the Santa River.

For the agronomic design the following physical characteristics of the area, the soil and water quality have been considered. Considering that the study area has a sandy soil, it is appropriate to install the drip irrigation system, being suitable for the proposed cultivation of fruit trees of avocado.

For the hydraulic design, a total net irrigation area of 46.01 ha has been considered and considered as avocado has.

The water demanded by the irrigation system will be endowed with the Chavimochic Canal. Whose water supply, according to the performance test performed satisfactorily satisfies the demand of the crop mentioned.

Installing the irrigation heads, which will consist of the following equipment: Pumping unit, filtration equipment, fertilization equipment.

From the irrigation head, the water will be driven compensating drippers, passing through each Sectors to be irrigated

ÍNDICE DEL CONTENIDO

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
RESUMEN.....	v
ABSTRACT	vii
INDICE DE CONTENIDO.....	ix
INDICE DE TABLAS	xi
INDICE DE GRAFICOS	xii
I. INTRODUCCION.....	1
1.1 Planteamiento del problema	2
1.2 Delimitacion del problema	3
1.3 Formulacion del problema.....	3
1.4 Formulacion de la hipotesis.....	3
1.5 Objetivo del estudio	4
1.6 Justificacion del estudio	5
II. MARCO TEORICO	6
2.1 Antecedentes.....	7
2.2 Definiciones.....	9
III MATERIALES Y MÉTODOS	54
3.1. MATERIAL	55
3.1.1 Descripción del área de estudio.....	55
3.1.2. Fuente de agua.....	57
3.2. MÉTODO.....	57
3.2.1. Técnicas de recolección de datos	57
3.2.1.1. Topografía de la zona de estudio	57

3.2.1.2. Análisis del agua	57
3.2.1.3. Análisis del suelo	58
3.2.1.4. Características climatológicas.....	58
3.2.1.5. Datos del cultivo	62
3.2.2. Diseño de acuerdo a condiciones edafo – climáticas y fisiológicas del cultivo	63
3.2.2.1. Diseño Agronómico del Riego por Goteo	64
3.2.2.2. Diseño Hidráulico del Riego por Goteo	77
IV. RESULTADOS	91
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	112
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	116

ANEXOS

FOTOS DE CAMPO, PLANO DE DISEÑO, NOMOGRAMA DE PÉRDIDA DE CARGAS PARA TUBERÍA, ANÁLISIS DE SUELO

INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Necesidad de utilización de filtros según elementos presentes en el agua de riego	31
Tabla 3.1. Cuadro de análisis textural.....	58
Tabla 3.2. Datos climatológicos utilizados	59
Tabla 3.3. Parámetros preliminares de diseño.....	63
Tabla 3.4. Velocidad de infiltración de diferentes clases texturales.....	71
Tabla 3.5. Velocidades de sedimentación calculadas por Arkhangelski (1935) en función al diámetro de partículas	84
Tabla 3.6. Tabla 3.6. valor de “a” según el diámetro	86
Tabla 4.1. Cuadro de superficies netas y compensación de turnos	90
Tabla 4.2. Parámetros de diseño	91
Tabla 4.3. Parámetros de operación.....	92
Tabla 4.4. Cuadro de pérdida de carga.....	96
Tabla 4.5. Cálculo Hidráulico	97
Tabla 4.6. Características técnicas unidad de bombeo	101
Tabla 4.7. Elección pre - filtro.....	105
Tabla 4.8. Elección filtro de arena.....	105
Tabla 4.9. Diámetro de tubería	106
Tabla 4.10. Accesorios de tubería y arco de riego.....	106
Tabla 4.11. Tubines de aire	111

INDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Frecuencia de riego por superficie, aspersión y goteo	15
Figura 2.2. Eficiencia de riego por goteo	16
Figura 2.3. Eficiencia de riego tradicional por surcos	16
Figura 2.4. Eficiencia de riego por aspersión	17
Figura 2.5. Eficiencia de riego por microaspersión	17
Figura 2.6. Esquema de un sistema de riego presurizado	27
Figura 2.7. Conjunto de hidrociclones	28
Figura 2.8. Funcionamiento de hidrociclón	28
Figura 2.9. Conjunto de filtros de gravas	29
Figura 2.10. Filtro de mallas	29
Figura 2.11. Funcionamiento de filtro de mallas	29
Figura 2.12. Filtro de anillas	30
Figura 2.13. Funcionamiento de filtro de anillas	30
Figura 2.14. Equipo de riego con filtrado de anillas.....	30
Figura 2.15. Manómetro.....	31
Figura 2.16. Controlador de riego.....	32
Figura 2.17. Detalle de conexión de laterales a la tubería terciaria	33
Figura 2.18. Cabezales de campo con válvula hidráulica instalada	34
Figura 2.19. Esquema de válvula hidráulica	34
Figura 2.20. Gotero de laberinto.....	35
Figura 2.21. Corte transversal de gotero de laberinto	35

Figura 2.22. Goteros tipo vortex.....	36
Figura 2.23. Corte transversal de goteo tipo vortex.....	36
Figura 2.24. Cintas de goteo.....	37
Figura 2.25. Esquema general de la distribución de las conducciones en sistemas de riego	45
Figura 2.26. Sedimentador (Planta y corte longitudinal)	49
Figura 2.27. Criterios de diseño.....	51
Figura 3.1. Ubicación cartográfica de la zona de estudio	55
Figura 3.2. Ubicación satelital de la zona de estudio.....	56
Figura 3.3. Inicio de programa Eto Calculator	59
Figura 3.4. Menu de inicio de Eto Calculator	60
Figura 3.5. Ingresando datos al programa	61
Figura 3.6. Procesamiento de datos	61
Figura 3.7. Gráfico de evapotranspiración de referencia	62
Figura 3.8. Relación entre el coeficiente de cultivo (K_c) y el porcentaje de cobertura (f_c) obtenido por Lozano et al. (2016), Allen y Pereira (2009) y Grattan et a. (1998).....	67
Figura 3.9. Relación velocidad de infiltración – tiempo según textura del suelo	71
Figura 3.10. Nomograma Stokes - Sellerio	85

I: INTRODUCCION

1.1. Planteamiento del problema

En el sector de Conache, Distrito de Laredo, provincia de Trujillo, Región La Libertad, viene atravesando una dura crisis debido a los bajos rendimientos obtenidos en las cosechas como consecuencia de la deficiente tecnología aplicada en riego y en el manejo del cultivo, así como también la falta de desconocimiento de otros sistemas de riego al tradicional

El presente proyecto corresponde como iniciativa para que los agricultores de la Junta de regantes del sector de conache , en su propósito de mejorar las eficiencias de riego a través de la innovación tecnológica como es la tecnificación del riego presurizado por goteo, plantear esta alternativa de riego y de esta manera mejorar su condición económica para lo cual deben de realizar un cambio en su sistema de riego y cédula de cultivo, como alternativa rentable para la agro exportación agrícola.

Las actividades agrícolas del país enfrentan cambios acelerados que están alterando el contexto de los mercados de insumos, de servicios a la producción y de consumo, con mercados agropecuarios más erráticos y vulnerables a los impactos de los mercados internacionales, a lo que se agrega el redimensionamiento de aparato público que atiende al sector. Ante las nuevas condiciones de competencia, la producción agrícola requiere contar con capacidad de respuesta para producir con altos rendimientos, calidad y oportunidad, así como con bajos costos, que tenga como base un cambio tecnológico, basado en la inversión para modernizar las áreas de riego y en el aprovechamiento racional del agua.

El desarrollo agrícola que se propone, se basa en la potencialidad productiva de un sector de conache, la misma que es resultado de las características climatológicas, la capacidad de uso de los suelos, su aptitud para el riego y la tendencia de introducir nuevos cultivos que se explotan en zonas similares del proyecto, para cuyos productos hay mercados potenciales.

El agua es el principal líquido elemento más importante para desarrollar la actividad agrícola, la cual es la base de la economía en el sector de Conache. La disponibilidad de agua con fines agrícolas abastece del canal matriz Chavimochic.

Los productores del sector de Conache, utilizan el agua del canal Chavimochic en tiempos de avenida. Actualmente, los usuarios se abastecen de agua del canal de Chavimochic mediante tubos de PVC, luego realizan acequias para regar surco por surco, lo que a su vez conlleva a una pobre o casi nula inversión y capitalización en el campo.

1.2. Delimitación del problema

La zona donde se desarrollará el estudio y presente proyecto se encuentra en la localidad de Conache, ubicada a 10 minutos del Distrito de Laredo a 14 km de la Ciudad de Trujillo.

1.3. Formulación del problema

¿Cómo influye el Diseño Hidráulico de un Sistema de Riego Tecnificado por Goteo en el abastecimiento hídrico en la localidad de Conache, distrito de Laredo?

1.4. Formulación de la hipótesis

Si se realiza el Diseño Hidráulico de un Sistema de Riego Tecnificado por goteo, entonces se garantizará el abastecimiento HÍDRICO en un 95% de las tierras agrícolas de la localidad de Conache, Distrito de Laredo, Provincia de Trujillo, La Libertad.

1.4.1. Variables

Variable Independiente:

(V1): Las tierras agrícolas de la localidad de Conache

Variable Dependiente:

(V2): Sistema de Riego Tecnificado por Goteo

1.4.2. Operacionalización

VARIABLE	INDICADOR	MEDICIÓN
(V1)	Las tierras agrícolas de la localidad de Conache	Hect.
(V2)	Sistema de Riego Tecnificado por Goteo	Lt/s

1.5. Objetivo del estudio

1.5.1 Objetivo General

Realizar el diseño hidráulico de un sistema de riego tecnificado por goteo para el palto hass en la localidad de Conache.

1.5.2 Objetivo específico

- Analizar la problemática agrícola y de riego de la zona de estudio.
- Especificar los componentes principales de un riego por goteo.
- Determinar las características climatológicas, suelos y calidad de agua de la zona de estudio.
- Realizar el diseño agronómico para el sistema de riego.
- Realizar el diseño agronómico e hidráulico del sistema de riego tecnificado por goteo para 50 hectáreas de terreno de cultivo.
- Diseño de sedimentador y desarenador.

1.6. Justificación del estudio

Justificación Académica: El proyecto de tesis se justifica académicamente porque permitirá aplicar procedimientos y metodologías para realizar el diseño hidráulico de un Sistema de Riego Tecnificado

Justificación Ambiental: El sistema de riego por goteo disminuye la erosión y contribuye a la conservación de la capa arable, posibilita el control mecánico de algunas plagas, disminuye el proceso erosivo del suelo mediante la buena selección de aspersores y contribuye a la mejor conservación de los recursos naturales.

Justificación Técnica: Se justifica desde el punto de vista técnico debido a que se tomaran consideraciones de la modificación del Reglamento de la Ley N°28585, que crea el Programa de Riego Tecnificado, en donde se optará por la propuesta más factible en los aspectos técnicos y económicos para su ejecución.

Justificación Social: El proyecto se justifica socialmente porque la ejecución de este moderno Sistema de Riego Tecnificado por Goteo proporcionará una alternativa de solución ante deficiente método de riego utilizado como es el Riego Tradicional, en condiciones de salubridad con un Impacto ambiental sostenible y de esa manera beneficiará en tema agrícola y económico a la localidad de Conache, distrito de Laredo, provincia de Trujillo.

II: MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de la Investigación

2.1.1. Antecedente Internacional

Bathia y Falkenmark (1993), en su investigación **“Water resource policies and the urban poor: innovate approaches and policy imperatives (Políticas de recursos hídricos y la pobreza urbana: Enfoques de innovación y política obligatoria)”**, mencionan que el agua usada en la irrigación por la agricultura genera a cuentas más del 80 por ciento de su desperdicio en los países en desarrollo.

Velásquez (2016), en su investigación **“Riego por goteo: una técnica innovadora para la agricultura paraguaya”**, manifiesta lo siguiente:

La aplicación de la tecnología de riego por goteo es apropiada para todo tipo de suelo, y es muy compatible con las prácticas agrarias de productores paraguayos. Cuando está bien diseñado y manejado, el riego por goteo tiene muchas ventajas sobre otros métodos de irrigación, como la eliminación de la escorrentía superficial, un nivel constante en la humedad del suelo, alta eficiencia en el uso del agua, flexibilidad en la aplicación de fertilizantes, previene el crecimiento de malezas y enfermedades de las plantas, entre otros beneficios. Los sistemas de goteo también pueden ser fácilmente integrados en los sistemas de fertirrigación y automatización, y con esta técnica se utilizan emisores de caudales bajos, y las presiones de operación son relativamente bajas. En tales sistemas de riego, se aplica el agua solamente en zonas específicas en el campo, donde se cultivan las plantas (pp. 4 – 5).

Gualpa (2009), en su investigación titulada: **“Diseño de un proyecto de riego por goteo y microaspersión para el cultivo de cacao en el Congoma, Santo Domingo de los Tsáchilas”**, recomendó incorporar el uso del fertirriego en las actividades de cultivo a fin de elevar la eficiencia del sistema de riego. Además, propone implementar el

sistema de riego por goteo y microaspersión, debido a que el proyecto es viable al analizar la relación costo – beneficio.

2.1.2. Antecedente Nacional

Meza (2014), en su investigación titulada “**Planeamiento, diseño y evaluación técnico-económico del sistema de riego del programa de frutales-fundo en la Universidad Nacional Agraria La Molina**”, manifiesta que dentro de los diversos sistemas de riego que tratan de economizar el agua existe el denominado riego por goteo, el cual es un sistema capaz de implementarse hasta en terrenos no muy buenos y sin mucha exigencia de calidad y cantidad de agua, como es el caso de los valles de la costa peruana (Camacuari y Flores 2010).

Cruz (2009), en su tesis denominada “Diseño de un sistema de riego por goteo controlado y automatizado para uva italia” sostiene:

En el Perú los pequeños agricultores no aplican las técnicas ni la tecnología de riego practicadas en otras partes del país por desconocimiento de las mismas o por el bajo presupuesto con el que cuentan, el riego tecnificado sólo es usado por el 1.9% del total del área agrícola bajo riego, por lo general en campos medianos y grandes ubicados en la costa. El 97.4% de los terrenos agrícolas efectúan el riego por gravedad o inundación, lo cual conlleva a perder grandes volúmenes de agua por filtración o evaporación y la creciente depreciación de los suelos por erosión y salinización. El riego tecnificado tiene la ventaja de ahorrar entre un 40% a 60 % de agua, al permitir que ésta llegue a la planta en la cantidad necesaria y en el momento indicado. El impacto en el rendimiento y reducción de costos en el agua utilizada en los cultivos es bastante buena (pp. 3 - 4).

2.2 Fundamentación teórica de la investigación:

2.2.1. Descripción de Sistema de Riego:

Según Lesur (2006):

Los sistemas de riego tienen la función de hacer llegar el agua a las raíces de las plantas para satisfacer sus necesidades de humedad uniformemente, con una filtración profunda de las sales. Constituyen la parte final de un sistema de regadío, que está compuesto por tres elementos: La fuente de abastecimiento de agua, el sistema de conducción hasta la parcela y finalmente el mecanismo o modo cómo se riegan las raíces del cultivo (p. 49).

2.2.2. Qué es tecnificar el Riego:

De acuerdo al Programa de Riego Tecnificado (PSI) (2006):

- Mejorar la tecnología de la agricultura irrigada, por medio de modernos y eficientes sistemas de riego.
- Utilizar sistemas de riego eficientes, tales como: mangas, tubos multi compuertas, californiano y riego intermitente, aspersión, microaspersión y goteo.
- Aplicar al cultivo el agua que requiere: en cantidad, calidad y oportunidad para mejorar la producción.
- Mejorar la producción de los cultivos con el uso adecuado y eficiente del agua de riego, eliminando las pérdidas y desperdicios.
- Realizar capacitación permanente en materia de riego y uso eficiente del agua en la agricultura (p. 4).

2.2.3. Por qué tecnificar el Riego:

Según el Programa de Riego Tecnificado (PSI) (2006):

Al tecnificar los sistemas de riego se pueden obtener los siguientes beneficios:

- Disminución del consumo de agua en las parcelas y, por consiguiente, disminución de gastos por tarifa.

- Mayor eficiencia en el uso del agua y fertilizantes, por consiguiente, obtención de mayor producción y mejor calidad de los productos; consecuentemente mayores ganancias.
- Mayor disponibilidad de tiempo para dedicarse a otras actividades.
- Mayores ingresos económicos para los agricultores (p. 5).

2.2.4. Método de Riego:

2.2.4.1. Riego de superficie:

Lesur (2006) afirma:

El riego de Superficie se puede hacer de dos maneras: por inundación y por surcos o corrugaciones.

Riego por Inundación:

Hay dos tipos de riego por inundación: Controlado y no Controlado.

El riego por inundación no controlado consiste en abrir los costados de las zanjas de riego para que sin control salga una cantidad de agua que inunde los terrenos adyacentes. Una vez anegadas las tierras se vuelven a cerrar los costados de las zanjas. Con este sistema las aplicaciones de agua al Suelo son muy irregulares y llevan el riesgo de que algunas plantas se ahoguen o que en partes del terreno se formen zonas salinas.

En el riego por inundación controlada, una cantidad relativamente considerable de agua se distribuye por gravedad sobre la superficie de un terreno formado por varios compartimientos, melgas o charcos rodeados de pequeños diques o bordes. Una vez que el agua cubre una melga pasa a la siguiente hasta llenar con una lámina de agua todas las melgas del terreno de cultivo.

Para el riego de Inundación controlada se requiere un suministro relativamente grande de agua y un suelo poco permeable, generalmente arcilloso.

Riego por Surcos o Corrugaciones:

Los surcos y las corrugaciones son hendiduras que se hacen en la tierra con el arado y que sirven entre otras cosas, para que el agua de riego corra a través de ellas y se infiltre a la zona de absorción (p. 52).

Por otro lado, Moya (2002) lo clasifica como:

Riegos tradicionales sin presión o de pie:

Son Riegos que no crean problemas al agricultor experto pero pueden producir pérdidas de abonos por lavados y arrastre, al no poder controlar la dosis de agua.

Inundación: Cuando se inunda completamente la superficie de la parcela. El agua tiene un movimiento descendente total. Solo aconsejable en cultivos muy específicos (arroz)

Calles: El agua tiene un movimiento descendente y lateral. Tiene la ventaja de los riegos localizados, reduciendo las pérdidas y arrastre de los abonos.

Surcos: El agua tiene un movimiento ascendente y lateral hacia los lomos.

Tanto la técnica de riego por “calles” como por “surcos”, si bien no son riegos totales, para que sean localizados tiene que haber un porcentaje igual o inferior al 50% del volumen del suelo no se moje, para que no sufra los efectos de la inundación (asfixia y apelmazamiento, principalmente) (pp. 34).

Por último, Fuentes (2003) lo define como:

Riego por Superficie: Es un Sistema de Riego en donde el agua fluye por gravedad, utilizándose la superficie del suelo agrícola como parte del sistema de distribución del agua.

Tipos de Riego por Superficie:

El riego por superficie se puede hacer de dos formas:

- Riego a Manta: El agua moja toda la superficie del Suelo

Admite dos modalidades:

▪ Riego por escurrimiento o por fajas

▪ Riego por inundación o por estanques

- Riego por Surcos: El agua fluye por surcos paralelos infiltrándose por el fondo y costados de los mismos, sin que la superficie del suelo quede mojada en su totalidad (p. 206).

2.2.4.2. Riego por aspersion:

Según Lesur (2006):

Riego por Aspersion:

Consiste en la distribución del agua a los cultivos en forma de lluvia, mediante la presión hidráulica de una bomba, una o más líneas de tuberías y un conjunto de boquillas o aspersores que la rocían. (pp. 52).

Por su parte, Moya (2002) define el riego por aspersion como:

Riegos a presión:

De presión media:

De 2,5 a 4 atmósferas

Aspersion:

Consiste en suministrar el agua como si fuera una lluvia (pp. 34).

Por otro lado, Fuentes (2003) menciona:

Riego por Aspersión:

Es una técnica de riego en donde el agua se aplica en forma de lluvia por medio de unos aparatos de aspersión alimentados por agua a presión. Estos aparatos deberán asegurar el reparto uniforme sobre la superficie que se pretende regar.

Puede realizarse de dos formas:

Riego Individual: Basado en el aprovechamiento individual de una fuente de suministro de agua

Riego Colectivo: En donde se proporciona agua a presión en unas tomas o bocas de riego situadas en las distintas unidades de explotación (p. 206).

2.2.4.3. Riego localizado:

Lesur (2006) indica lo siguiente:

Se conoce como la aplicación de agua a los cultivos a través de tubos con pequeños orificios.

Consiste en la aplicación local de agua en las raíces de la planta o del árbol, de manera individual de modo que el agua cae solo en los lugares donde se necesita.

Por otra parte, Moya (2002) lo clasifica en:

a) De pequeña presión:

De 0,3 a 2 atmósferas

Microaspersión:

Parecido al anterior, pero se puede evitar mojar plantas. Con menor presión y, por lo tanto, con menor radio de alcance. El riego puede ser localizado o total.

Microchorro o Microjet:

Derivado del anterior, emitiendo el agua en pequeños chorros, que pueden abarcar una parte o todo un círculo.

b) Sin presión de Salida:

De 0,3 a 1 atmósfera

Microtubos:

Localiza el agua en varios puntos, pudiendo salir desde un emisor.

Goteros:

Emisores aislados o individuales para cada punto.

Mangueras:

Localiza el agua en bandas o zonas, porque los puntos de salida están muy próximos.

Cintas:

El agua queda localizada en bandas, por ser de material permeable (p. 34).

Finalmente, Fuentes (2003) define al riego localizado de la siguiente manera:

Riego Localizado:

Consiste en aplicar el agua a una zona más o menos restringida del volumen de suelo que habitualmente ocupan las raíces.

El riego localizado incluye:

- Riego por Goteo: El agua se aplica mediante dispositivos que la echan gota a gota o mediante flujo continuo, con un caudal inferior a 16 litros/hora por punto de emisión o por metro lineal de manguera de goteo.
- Riego por Microaspersión: El agua se aplica mediante dispositivos que la echan en forma de lluvia fina, con caudales comprendidos entre 16 y 200 litros/hora por punto de emisión (p. 206).

2.2.5. Frecuencia de riego entre los tres sistemas:

Lesur (2006) afirma:

El de superficie se realiza más espaciado: cada dos, tres o cuatro semanas, de manera que cuando se hace, el suelo se satura de agua y la planta tiene un breve periodo de abundancia del líquido, que va disminuyendo conforme pasa el tiempo hasta que al final del periodo entre cada riego se llega a los límites de la sequía. Así, oscila entre la gran abundancia y la casi escasez.

El riego por aspersión es más frecuente y menos intenso en cada ocasión, algunas veces hasta más superficial, según la profundidad de las raíces de cultivo, de manera que la absorción de nutrientes por la planta es más uniforme que cuando el riego es de superficie.

El riego es el sistema de riego más constante, pues se hace diario, directo a las raíces; por lo tanto, la absorción de nutrientes es todavía más uniforme y equilibrada que con el riego de superficie o aspersión (p. 51).

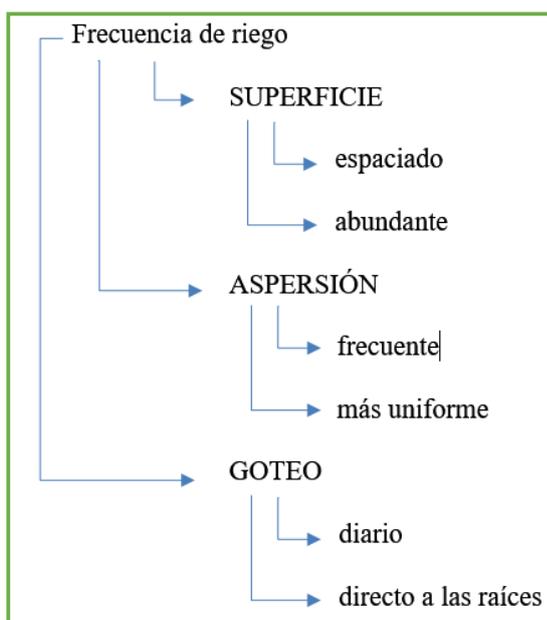


Figura 2.1. Frecuencia de riego por superficie, aspersión y goteo



Figura 2.2. Eficiencia de riego por goteo



Figura 2.3. Eficiencia de riego tradicional por surcos

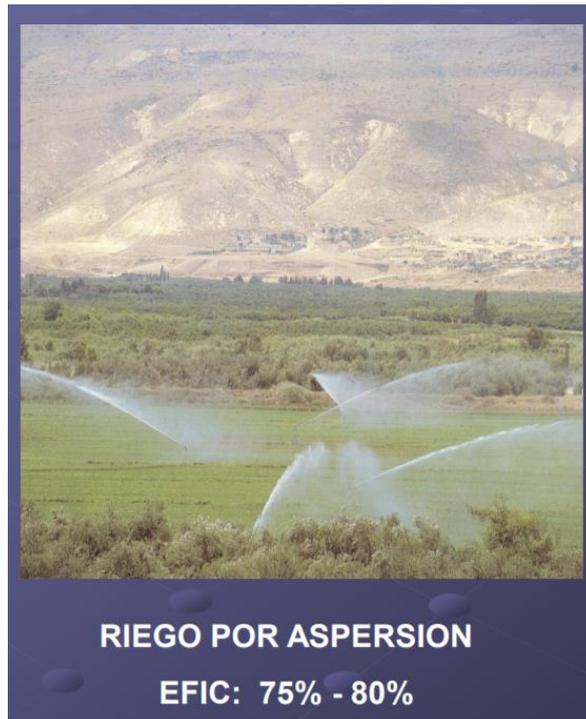


Figura 2.4. Eficiencia de riego por aspersión

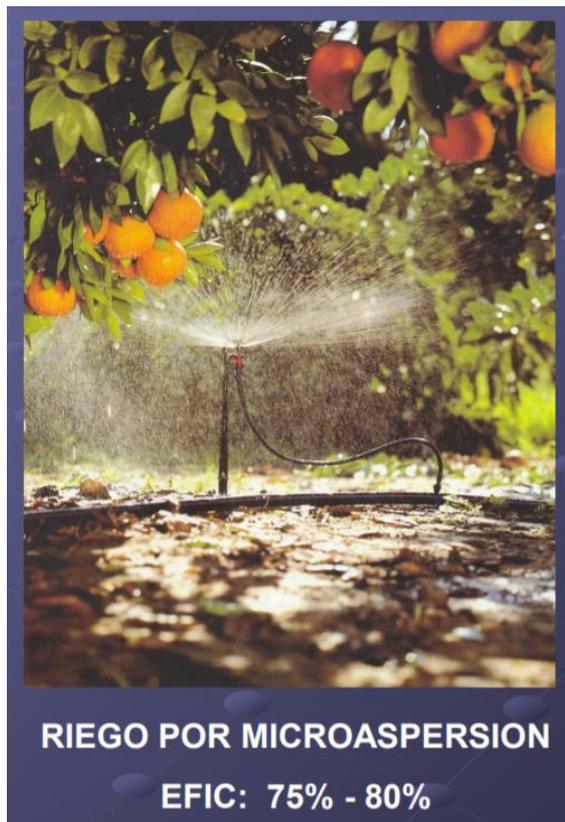


Figura 2.5. Eficiencia de riego por microaspersión

Fuente: Helfgott (2010)

2.2.6. Consideraciones para la elección del método de riego:

De acuerdo a Lesur (2006):

Se toma en cuenta la topografía, la cantidad y calidad de agua disponible, el clima, el tipo de cultivo y su funcionamiento. Además, se debe considerar la inversión, el costo de mantenimiento del sistema y la disponibilidad de mano de obra para operarlo.

- Por la topografía del terreno:

El riego de superficie requiere pendientes uniformes que no sean demasiado pronunciadas, a menos que se lleve a cabo en terrazas o en un área nivelada, ambos procesos son costosos, por lo que en pendientes pronunciadas suele ser más conveniente el riego por goteo o aspersión.

- Por la cantidad y calidad de agua disponible:

Si la cantidad total de agua es pequeña, se deberá utilizar con la mayor efectividad posible. Las altas eficiencias no se obtienen en general con métodos superficiales, sino con la aspersión o el goteo.

Los sedimentos y las impurezas en el agua dificultan el uso de rociadores y de goteros, a menos que se utilice un complejo equipo de filtración, pero en los sistemas de superficie los sedimentos raramente provocan trastornos, aunque sí azolvan los canales.

Si el agua contiene cualquier material indeseable, por ejemplo, aguas negras, entonces no deberán utilizarse rociadores para evitar que el agua entre en contacto con la parte comestible de la planta.

Donde la salinidad constituye un problema, ya sea en el agua, en el suelo o en ambos, se prefiere un método de superficie.

- Por el clima:

Los vientos de más de 15 kilómetros por hora distorsionan el patrón de caída del agua y se llevan las gotas pequeñas de los sistemas de riego por aspersión que entonces resultan poco eficientes.

- Por el tipo de cultivo:

Cuando las plantas son altas resultan incómodo desplazarse entre ellas, y por ende, puede resultar difícil el movimiento de las tuberías y los rociadores.

- Por el funcionamiento:

Uno de los principales argumentos a favor de los riegos por aspersión y por goteo es su facilidad de manejo, no solo en lo que se refiere a la programación del riego, sino también en el proceso de distribución del agua.

El primer año de operación de un riego por superficie tiene problemas que redundan en bajos rendimientos en los cultivos. Sin embargo, esas dificultades disminuyen cuando se utiliza el riego por aspersión o por goteo (pp. 68-69).

2.2.7. Riego por Goteo

2.2.7.1. Descripción y definiciones en el riego por goteo:

Según García y Briones (2007):

Un sistema de riego tecnificado por goteo es aquel donde se aplica agua filtrada (y fertilizante) dentro o sobre el suelo directamente a cada planta en forma individual. En los árboles sembrados en huertas y otros cultivos ampliamente espaciados, esto se realiza utilizando líneas laterales que corren a lo largo de cada hilera de cultivo. Los “emisores” que son anexados a la línea lateral suministran las necesidades de agua a cada planta. En el caso de algunos cultivos vegetales existen mangueras de pared delgada los cuales tienen orificios pequeños perforados por un rayo láser, espaciados a intervalos regulares, a este tipo de emisores se les llama comúnmente “emisores de manguera”.

Con un sistema de riego por goteo el agua puede ser suministrada al cultivo con base en una baja tensión y una alta frecuencia, con lo cual se crea un medio ambiente óptimo de humedad necesaria en el suelo.

Debido a la alta frecuencia de los riegos, se pueden obtener eficiencias muy altas. La eficiencia en el uso del agua se define como el rendimiento de cultivo por unidad de agua aplicada. Las investigaciones hechas por Hiler y Howell (1972), indicaron que la eficiencia en el uso del agua podría ser aumentada en un 50% o más usando un riego por goteo en lugar de un riego por superficie.

Debido a que solamente la zona radicular de la planta es suplida con agua, bajo un apropiado manejo solo muy pequeña cantidad de agua se pierde por percolación profunda, consumo por plantas no beneficiosas o evaporación desde la superficie del suelo (p. 182).

Lesur (2006) por su parte afirma:

Las mangueras que distribuyen el riego por goteo pueden ir colocadas sobre la superficie del suelo o enterradas, en cuyo caso se habla de riego por goteo subterráneo.

Un sistema de riego por goteo consta de tubos conductores, tubos laterales, filtros, reguladores de presión y goteros.

La parte principal del sistema es un tubo de plástico tendido sobre el terreno en la base de una hilera de plantas, que es alimentado con el agua de una tubería.

Las tuberías se dejan en su lugar durante toda la temporada de cultivo y el agua se suministra diariamente (pp. 66).

2.2.7.2. Cultivos usualmente irrigados mediante sistemas de riego por goteo:

García y Briones (2007) mencionan:

- Árboles frutales y viñedos: manzanas, peras, uvas, duraznos, chabacanos, ciruelos, nueces, almendras, pistaches, cítricos como: naranjas, toronjas, limones, además plátanos, dátiles, olivos, mangos, guayabas, aguacates, etcétera.

- Vegetales u hortalizas: tomate, chile, pepinos, berenjenas, lechugas, chícharos, espárragos y alcachofas.
- Cultivos sembrados en surco como: algodón, caña de azúcar, sorgo y maíz.
- Otros: fresas, melones, sandía y flores (pp. 192 – 193).

2.2.7.3. Ventajas y desventajas del riego tecnificado por goteo:

De acuerdo a Liotta (2015):

Ventajas:

- Ahorro de agua: la cantidad de agua que se aplica se ajusta en cantidad y oportunidad a la evaporación de los cultivos. Se eliminan las pérdidas por conducción ya que el agua es transportada por tuberías hasta la planta y se reducen las pérdidas por infiltración profunda y de escurrimiento al pie, lo cual es común en el riego a superficie (90% eficiencia de riego).
- Uniformidad de aplicación: debido a que la aplicación se realiza con emisores de igual caudal y ubicados a distancias regulares, es posible la entrega de agua con muy buen grado de uniformidad, inclusive en terrenos con topografía irregular.
- Menor presencia de malezas: contribuye a facilitar el control de malezas al humedecer el suelo en forma localizada, ya que el agua se entrega directamente al lado de las plantas y a lo largo de la hilera del cultivo. Además, la población de malezas disminuye porque el agua se aplicada filtrada, libre de semillas.
- Compatible con labores culturales: en goteo es posible efectuar otras labores mientras se riega (tratamientos fitosanitarios, poda, raleo de frutos, cosecha, etc.). La presencia de áreas secas permite el tránsito de personas y maquinarias.
- Ahorro en labores culturales: debido a una menor proliferación de malezas, se disminuyen trabajos de desmalezado (arada, desbrozado, rastreada, etc.). También se reduce el laboreo para mejorar condiciones de infiltración (como es común en riego por superficie)

y se elimina la labor de construcción de acequias y preparación del riego.

- Ahorro de mano de obra: permite disminuir la mano de obra involucrada. Un solo operador de riego puede manejar 80-100 ha.
- Aprovechamiento de terrenos marginales: ofrece la ventaja de poder utilizar en terrenos en donde no es técnica o económicamente factible utilizar riego por superficie tradicional (melgas, surcos) u otros métodos de riego. Por ejemplo, áreas medanosas, suelos muy someros o pedregosos con baja retención de humedad y/o altos costos de nivelación.
- Mejoras en la producción y calidad de frutos: debido a que se encuentran mejor satisfechas las necesidades hídricas y nutritivas en todo momento y a lo largo de la temporada.
- Fertirriego: la posibilidad de poder fertilizar continuamente y cuando se desee a través del sistema. Se aumenta la eficiencia de fertilización y se economiza en fertilizantes.
- Empleo de aguas salinas: aquellas aguas de mala calidad que son peligrosas por la concentración de sales pueden ser utilizadas con el riego de alta frecuencia.
- Automatización: el trabajo del operario es más eficiente, preciso y cómodo, pudiendo destinar parte del tiempo para otras tareas. Por ejemplo, al automatizar se prescinde de tener que abrir y cerrar válvulas manualmente cada vez que se cambie de operación de riego.

Desventajas:

- Costo elevado de adquisición e instalación: antes de realizar la inversión se deben analizar los costos y los beneficios a obtener.
- Consumo de energía: el costo de la electricidad para el funcionamiento de la instalación y los combustibles.
- Dependencia de la electricidad: el cultivo tiene muy poca capacidad de soportar periodos prolongados sin riego. En zonas donde los cortes de energía son frecuentes representa un problema.

- Necesidad de un sistema de filtrado: el sistema requiere de un especial cuidado en el filtrado del agua. Los emisores son sensibles a las obstrucciones por materia orgánica, algas y sólidos en suspensión. Esta condición se hace más exigente cuando el agua posee gran cantidad de sedimentos.
- Necesidad de mantenimiento y limpieza del sistema: es necesario la limpieza periódica del sistema tanto en la zona del cabezal como en tuberías y laterales. Dependiendo de la calidad del agua e impurezas esta operación varía entre una a tres veces por temporada.
- Acumulación de sales: en zonas áridas y de bajas precipitaciones, el empleo de estos sistemas puede ocasionar acumulación salina a niveles peligrosos, en particular cuando el agua de riego es de regular a mala calidad y la textura del suelo no favorece el lavado de sales en profundidad.
- Necesidad de mano de obra especializada: requiere de personal calificado para operar el sistema y solucionar problemas. Es necesaria una verificación permanente del buen funcionamiento de los goteros, control de obstrucciones, rotura de tuberías, válvulas y el funcionamiento del equipo en general.
- Necesidad de un buen diseño: es condición fundamental que el equipo se diseñe correctamente, tanto desde el punto de vista agronómico como del hidráulico, y una correcta operación de la fertirrigación, un diseño inadecuado puede producir deficiencias en los rendimientos y la calidad de los cultivos, gastos de energía innecesarios y problemas de manejo.
- Otros: necesidad de levantar laterales de riego o enrollarlas para labores culturales cruzadas o desmalezado en la hilera de plantas. Reparación de daños en laterales producidos por labores con herramientas manuales (pp. 22 – 26).

Según García y Briones (2007):

Ventajas del sistema de riego por goteo:

- Ahorro de agua: debido al alto control posible en este sistema de riego, el agua puede ser aplicada muy eficientemente. Solamente aquella porción del suelo con actividad radicular necesita ser irrigada y las pérdidas por evaporación pueden ser reducidas a un mínimo. La baja tasa de evapotranspiración reduce las pérdidas por percolación profunda.
- Respuesta de Cultivo: un alto promedio temporal de nivel de humedad junto con una adecuada aireación del suelo, puede mantenerse con este sistema. Esto resulta en una respuesta favorable de algunos cultivos aumentando su rendimiento y la calidad de sus frutos.
- Ahorro de mano de obra: la mayoría de sistemas de riego por goteo son permanentes o semipermanentes teniendo así muy bajos requerimientos de mano de obra. Estos sistemas pueden ser automatizados para lograr una reducción adicional en la mano de obra.
- Uso óptimo y ahorro en el fertilizante: el fertilizante puede ser aplicado a través de un sistema de riego por goteo usando un equipo especial. Debido al alto control que se ejerce sobre el agua, esto puede resultar también en un buen control sobre la aplicación del fertilizante, resultando en notables ahorros.
- Menos crecimiento de hierbas: debido a que solo una fracción de la superficie del suelo es mojada con este sistema, se reduce el área disponible para el crecimiento de hierbas y plantas no benéficas. Así, el control necesario para las hierbas es mucho menor que para otros sistemas.
- Ahorro en pesticidas y control de ciertas enfermedades en las plantas: las partes de las plantas arriba de la superficie del suelo se encuentran completamente secas bajo un sistema de riego por goteo

reduciendo la incidencia de hongos y otras plagas que dependen de un medio ambiente húmedo.

- Posible uso de agua salina: debido al mantenimiento de una presión osmótica baja que reduce el esfuerzo de la planta para obtener agua que bajo condiciones salinas podría resultar en altas presiones osmóticas.

- Una rápida maduración: experimentos en tomates, uvas, remolacha azucarera, para nombrar solo algunos cultivos han demostrado una temprana maduración a la obtenida con otros sistemas de riego.

- Minimiza la formación de costras en la superficie del suelo: un problema significativo en algunos suelos es la formación de una superficie costrosa dura. Esto puede evitar la emergencia del cultivo, aun pensando que haya germinado apropiadamente. Al mantener una alta humedad constante la formación de costras es eliminada.

- Mejora la penetración de las raíces: el alto promedio de humedad que se mantiene con un riego por goteo puede aliviar el problema de algunos suelos cuya penetración es mínima o imposible con un bajo contenido de humedad.

- Puede operar en suelos con muy baja tasa de infiltración: el agua puede ser aplicada con un sistema de riego por goteo a tasas tan pequeñas como 0.025cm/h, con el correspondiente decrecimiento de las posibilidades de escurrimiento de agua en estos suelos.

Desventajas del sistema de riego por goteo:

- Sensibilidad a taparse: las pequeñas aberturas de los emisores o goteros los hacen extremadamente sensibles a taparse.

- Peligros de salinidad: aunque los sistemas de riego por goteo pueden ser operados con agua de cierta salinidad, deben ser manejados apropiadamente, de otra manera, las sales pueden depositarse dentro de la zona radicular si existe un cambio de dirección de flujo.

- Problemas con la distribución de la humedad: existe la evidencia de que no todos los cultivos responden bien a una sola localización de región de humedad.
- Alto costo comparado con los sistemas de superficie o sistemas portátiles de aspersión.
- Suelo seco y formación de polvo durante las operaciones mecánicas: esto se debe a que solo una parte del total del campo de cultivo recibe agua durante el riego y la mayor parte permanece seca creando los problemas antes mencionados.
- Alta especialización y habilidad para el diseño, instalación y mantenimiento (pp. 183,184,193).

2.2.7.4. Componentes del sistema de riego por goteo:

Según Liotta (2015):

Consta básicamente de:

- Cabezal principal
- Tuberías de conducción principales
- Cabezales de campo
- Tuberías terciarias
- Laterales de riego con emisores

El sistema consta de sectores diferentes que se denominan:

- Subunidad de riego: es el área que se riega con una válvula o cabezal de campo.
- Unidad de riego: es la superficie que se riega simultáneamente tomando un conjunto de subunidades de riego.
- Operación de riego: es la superficie que se riega a la vez en el conjunto de unidades de riego (p. 7).



Figura 2.6. Esquema de un sistema de riego presurizado

- Cabezal de Riego: Es el conjunto de elementos que dominan toda la instalación y sirve para proveer presión y caudal al sistema, filtrar el agua, inyectar fertilizantes, medir volúmenes y presiones, y controlar en forma manual o automática el funcionamiento del equipo.
- Equipo de bombeo: Constituido por una o más bombas cuyo tamaño y potencia depende de la superficie a regar. Las más usadas son del tipo centrífuga abastecidas por energía eléctrica.
- Sistema de filtrado: Es una parte del sistema y uno de los problemas más graves que suele presentarse en los equipos de riego es la obstrucción del gotero, que se puede producir por: partículas minerales en suspensión (arcilla, limo y arena), materia orgánica, precipitados (principalmente carbonatos).

Para evitar la entrada de estos elementos se deben tomar precauciones desde el ingreso del agua al reservorio:

- Sedimentadores o decantadores: Se usan en la entrada del agua al reservorio para retener grandes elementos tales como ramas y hojas. Los decantadores se utilizan para separar principalmente arenas. Consisten en depósitos donde el agua pierde velocidad y las partículas se precipitan en el fondo.
- Pre-filtrado en la succión: La zona de succión debe protegerse en la válvula de retención antes de ingresar al cabezal, lo cual puede lograrse con un canasto construido con una malla fina que impide el ingreso de partículas minerales, algas, piedras o elementos sólidos que puedan ser succionados y deteriorar la turbina de la bomba.

Clasificación de filtros: Los más usados son los siguientes:

- Hidrociclones: Se utilizan para separar gravillas y arenas. Las arenas decantan y se depositan en un recipiente inferior que debe limpiarse frecuentemente. Se usan en aguas provenientes de perforaciones. Se consigue separar hasta un 98% de partículas superiores a 100 micrones.



Figura 2.7. Conjunto de Hidrociclones

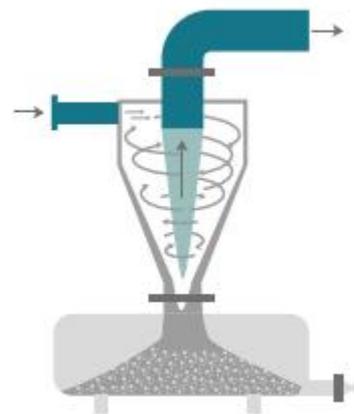


Figura 2.8. Funcionamiento Hidrociclón

- Filtros de grava: Son tanques metálicos o de plástico que contiene arena o grava tamizadas de un determinado tamaño. El agua se filtra al pasar por el estrato de arena/grava. Son muy efectivos para retener sustancias orgánicas y partículas, porque se emplea todo el espesor de la arena.



Figura 2.9. Conjunto de filtros de gravas

- Filtro de malla y anillas: El filtro de malla es una carcasa que aloja en su interior un cartucho con una malla de diferentes diámetro u orificios. La malla puede ser metálica o plástica. El tamaño de orificio se define por el número de aberturas por pulgasa lineal (25,4 mm) lo cual se denomina “mesh”. Para riego por goteo se recomienda una malla de 140 – 150 mesh (110 – 106 micrones).



Figura 2.10. Filtro de mallas

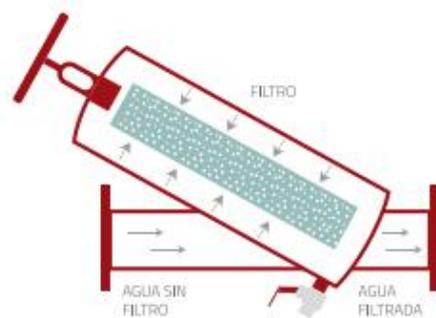


Figura 2.11. Funcionamiento de filtro de mallas

Los filtros de anillas son similares a los de malla, pero el conjunto filtrante está constituido por una serie de discos o anillas con ranuras en ambas caras, que superpuestos forman los conductos de paso del agua. Su efecto en gran medida es de limpieza en profundidad como las de grava. Pueden retener gran cantidad de sedimentos antes de obstruirse.

La limpieza de ambos tipos de filtros puede hacerse de forma manual o por retro-lavado. Existen también filtros automáticos auto-limpiantes (pp. 9 – 14).

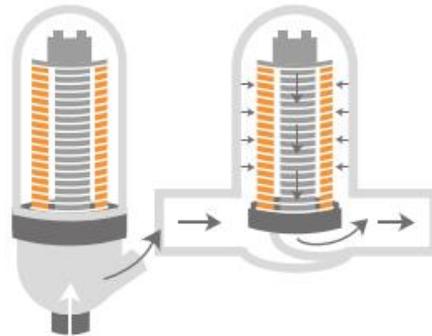


Figura 2.12. Filtro de anillas *Figura 2.13. Funcionamiento de filtro de anillas*



Figura 2.14. Equipo de riego con filtrado de anillas

- Selección de filtros

Tabla 2.1. Necesidad de utilización de filtros según elementos presentes en el agua de riego

TIPO DE ELEMENTO	HIDROCICLÓN	GRAVA	MALLA Y ANILLA
ARENA	SI	NO	SI
LIMOS Y ARCILLAS	NO	SI	SI
SUBSTANCIAS ORGÁNICAS	NO	SI	SI

- Aparatos de control y medición:

- Manómetro:

Es un componente importante en el sistema ya que permite determinar la presión en los puntos que se desee, tanto en el cabezal como en el campo.



Figura 2.15. Manómetro

- Contadores o caudalímetros:

Cumplen la función de medir el caudal instantáneo y el volumen escurrido. Se instala en el cabezal a la salida de los filtros; el más conocido es el contador tipo Woltman.

▪ **Controlador de riego:**

No es absolutamente necesaria la automatización del equipo de riego. Sin embargo, presenta ventajas principalmente en instalaciones grandes como las siguientes:

- Mejor control de la frecuencia y láminas de riego.
- Programación del retro-lavado y fertilización.
- Control de fallas y averías.
- Almacenamiento de datos de riego.
- Ahorro de tareas manuales.

Los controladores se instalan en el cabezal de riego y manejan las operaciones de riego en forma secuencial. Funcionan con válvulas solenoides conectadas al controlador y a cada válvula de campo por medio de mandos hidráulicos. De esta manera cada válvula inicia y finaliza el riego en función de la orden enviada por el controlador.



Figura 2.16. Controlador de riego

- **Tuberías de Conducción:**

Las tuberías más empleadas son de cloruro de polivinilo (PVC) y de polietileno.

El PVC se usa en diámetros superiores a 50 mm para las líneas de distribución primaria, secundaria y terciaria. Los diámetros más comunes son de 50, 63, 75, 90, 110 y 160 mm. En instalaciones grandes las tuberías principales tienen diámetros superiores a los 200 mm.

Las tuberías se clasifican por clase en relación a la presión que son capaces de soportar. Por ejemplo 4, 6, 10, etc. que es la presión máxima de trabajo expresada en kg/cm².

- Laterales de riego:

Son tuberías que se ubican dentro del cultivo a lo largo de la hilera de plantas. Normalmente son de 16 y 20 mm en función del caudal a distribuir y la longitud de riego. El material es polietileno de baja densidad. También se denominan tuberías porta-emisores.



Figura 2.17. Detalle de conexión de laterales a la tubería terciaria

- Cabezales de Campo:

Son válvulas que se instalan en el campo para suministrar el agua a las diferentes unidades de riego. Pueden ser simples (tipo esféricas) para operación manual o hidráulicas. En estas últimas la presión hidráulica acciona un diafragma que corta el flujo del agua. Se puede accionar manualmente en el lugar de instalación o a distancia con mandos hidráulicos o eléctricos.



Figura 2.18. Cabezales de campo con válvula hidráulica instalada

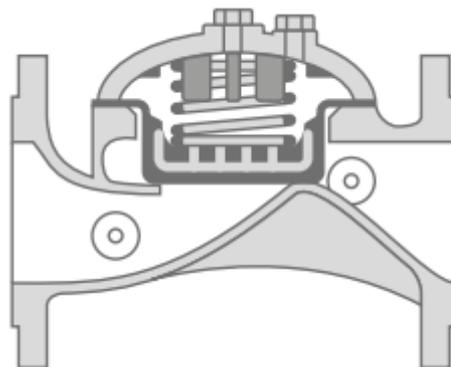


Figura 2.19. Esquema de válvula hidráulica

- Emisores:

Son dispositivos instalados en el lateral que controlan la salida del agua. Deben reunir las siguientes características:

- Caudal uniforme y poco sensible a la variación de presión.
- Poca sensibilidad a las obturaciones.
- Elevada uniformidad de fabricación.
- Resistencia a productos químicos y al ambiente.
- Costo reducido.
- Estabilidad de la relación caudal-presión en su vida útil.
- Pérdida de carga reducida en sus conexiones.
- Resistencia al ataque de roedores e insectos.

Los emisores se clasifican de la siguiente forma:

- Goteros: existen una gran variada de goteros de diferente forma y configuración para disipar la presión. Los más utilizados operan con caudales entre 1 y 4 litros/hora. Los principales goteros que se usan en la actualidad son:
 - De laberinto: son de largo conducto que obliga al agua a un recorrido en forma tortuosa y perder presión. Son de régimen turbulento, poco sensibles a la temperatura y a las obstrucciones.



Figura 2.20. Gotero de laberinto **Figura 2.21. Corte transversal de gotero de laberinto**

- Tipo Vortex (de botón): en este caso el agua después de atravesar un orificio, ingresa a una pequeña cámara en forma tangencial originando un movimiento en espiral que ocasiona una pérdida de carga y luego sale al exterior en forma de gota.

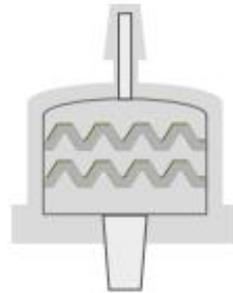


Figura 2.22. Goteros tipo vortex Figura 2.23. Corte transversal de goteo tipo vortex

- Cintas: poseen emisores, normalmente espaciados entre 0,2 a 0.60 m. Su uso es más frecuente en cultivos de temporada (hortalizas) y trabajan con presiones inferiores a 10 m (1kg/cm²). La pared de la cinta puede ser muy delgada (0,1 – 0,2 mm) por esta razón tienen bajo costo.

Las cintas de riego y los goteros laberínticos vienen de fábrica con los emisores ya incorporados, en una gran variedad de caudales y espaciamientos. También se denominan interlínea o “in line”. En cambio, los de botón o sobre línea “on line”, tienen la opción de poderlos insertar manualmente en el lateral de riego.



Figura 2.24. Cintas de goteo

Si los emisores tienen mecanismo de regulación de presión se clasifican en:

- Auto-compensados: tiene la particularidad de mantener el mismo caudal, aunque varíe la presión. Su uso es más frecuente en terrenos ondulados, con pendientes pronunciadas y para longitudes extensas.
- No-compensados: no tiene mecanismo de regulación de caudal y varía en función de la presión. Puede funcionar con menor presión que los auto-compensados y son más económicos (pp. 17 - 21).

2.2.8. Conceptos generales agronómicos aplicado al riego:

Según Lesur (2006):

Absorción del agua:

- Introducción: Las plantas absorben agua principalmente a través de sus raíces, por tanto, para que las plantas se desarrollen debe haber humedad en el suelo, precisamente en la zona donde crecen las raíces, cuya profundidad varía de un cultivo a otro.
- Absorción por los cultivos: Cada especie tiene raíces con características y hábitos de desarrollo distintos, así, hay algunas plantas que tienen una raíz como taladro que penetra profundamente en el suelo, si las condiciones son favorables.

- Nivel de absorción según el ciclo de cultivo: A medida que se desarrolla una planta, aumenta su necesidad de agua y extiende su sistema radicular para aumentar su capacidad de absorción.

- Transpiración: Luego de ser absorbida por los pelos de las raíces, el agua sube a través del tallo hacia las hojas, de donde sale a la atmosfera en forma de vapor en un proceso llamado transpiración donde a mayor número de hojas de la planta hace aumentar su transpiración.

- Evaporación: Paralela a la transpiración ocurre la evaporación del agua de la superficie del suelo, que se va a la atmosfera en forma de vapor.

- Evapotranspiración: Se habla de la evapotranspiración cuando se toma en cuenta la perdida de agua tanto por evaporación como por transpiración (pp. 11 – 16).

Por su parte Fuentes (2003):

Calculo de las necesidades de agua de los cultivos: La determinación de las necesidades de agua de un cultivo puede hacerse por diversos métodos.

$$ET(cultivo) = ET_0 \times K_c$$

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

ET₀ = Evapotranspiración de cultivo de referencia, expresado en mm por día.

Kc = Coeficiente de cultivo, variable por el propio cultivo y con su periodo vegetativo (p. 46).

Método de Blaney-Criddle:

Este método se aplica para periodos de un mes.

$$f = p(0,46t + 8,13)$$

f = Factor de Blaney-Criddle, expresado en mm de agua diarios. Tiene el mismo valor para todos los días del mes considerado.

T = Temperatura media mensual, expresado en °C

$$f = \frac{T \text{ maxima media} + T \text{ minima media}}{2}$$

P = Tanto por uno de horas diurnas del mes respecto de las totales (p. 47).

Método de la radiación:

Este método se aplica para periodos de un mes o 10 días.

$$ET0 = W . Rs . C$$

ET0 = Evapotranspiración del cultivo de referencia, expresado en mm/día. Tiene el mismo valor para todos los días del periodo considerado (30 o 10 días).

Rs = Radiación que llega a la superficie de la tierra, expresada en equivalente de evaporación en mm/día.

W = Factor de ponderación, que depende de la temperatura y de la altitud.

C = Factor de ajuste, que depende de valores estimados de la humedad y del viento (p. 52).

Método de Penman:

Este método se utiliza en zonas donde se disponga de datos medidos sobre temperatura, radiación, humedad y viento.

$$ET0 = c[(W.Rn + (1 - W).f(u).(ea - ed)]$$

ET0 = Evapotranspiración del cultivo de referencia, expresado en mm/día.

ea = Presión saturante del vapor de agua, expresada en milibares.

ed = Presión real del vapor de agua, expresada en milibares (p. 57).

Método de la cubeta evaporimétrica:

$$ET0 = Kp \times Ep$$

ET0 = Evapotranspiración del cultivo de referencia, expresada en mm por día.

Kp = Coeficiente de la cubeta, que depende del tipo de cubeta, del clima y del medio que circunda a la cubeta.

Ep = Evaporación de la cubeta, expresada en mm por día.

Representada el valor medio diario del periodo considerado (p. 61).

Coeficiente de cultivo :

El valor del coeficiente de cultivo depende de las características de la planta, y expresa la variación de su capacidad para extraer el agua del suelo durante su periodo vegetativo (p. 64).

Corrección de la ET0 y determinación del coeficiente de cultivo:

Los métodos de cálculo de ET0 solo son válidos para aquellas condiciones climáticas donde el método se desarrolló inicialmente. Cuando no se obtiene de datos fiables sobre el coeficiente de cultivo, este se puede calcular de la siguiente forma.

$$ET(cultivo) = ET0 \times Kc$$

Por otra parte, según la cubeta evaporimétrica, se obtiene:

$$ET0 = Ep \times Kp$$

Sustituyendo estos valores en la primera fórmula:

$$ET(cultivo) = Ep \times Kp \times Kc$$

ET(cultivo) es conocido, puesto que se mide en el lisímetro. Ep también es conocido, puesto que se mide en la cubeta. Por consiguiente, se conoce el producto $Kp \times Kc$.

$$Kp \times Kc = \frac{ET(cultivo)}{Ep} = K$$

Kp también es conocido. De donde se deduce:

$$Kc = \frac{K}{Kp} \text{ (p. 67).}$$

Finalmente Lesur (2006) menciona:

Signos de falta de agua: Cuando la necesidad de agua de una planta no se satisface, esta comienza a marchitarse y su crecimiento se retarda o cesa por completo.

Exceso de agua en los cultivos: Cuando hay un alto nivel de humedad en el suelo, la raíz no puede respirar o tomar oxígeno suficiente de los poros del suelo, por lo que limita su crecimiento.

Absorción del agua por los suelos: El suelo es a la vez un almacén de elementos nutritivos, un asidero para las raíces y un depósito de agua para la alimentación de las plantas.

Textura y estructura del suelo: La textura de un suelo es el resultado de la combinación de partículas de diferentes tamaños, que pueden ir desde las muy grandes, como la grava, grande, como la arena, finas como el limo que se va formando en las orillas de los ríos, hasta las muy finas como la arcilla.

Materia orgánica: Además de los compuestos minerales de arena, limo y arcilla, los suelos contienen 5% de materia orgánica constituida por una gran variedad de productos, desde residuos frescos de plantas y animales, hasta grupo complejos de compuestos de descomposición lenta, llamados humos.

Distribución del agua en el suelo: El agua en el suelo se encuentra alrededor de las partículas y entre ellas, así como entre los agregados de partículas.

Movimiento del agua en el suelo: El agua disponible en la zona de absorción cambia constantemente.

Infiltración: Es el flujo de agua de la superficie hacia abajo, primero en la zona de raíces y después en el sub suelo.

Almacenaje del agua en el suelo: Los espacios más grandes del suelo contienen aire, pero temporalmente sirven como depósito para absorber y retener grandes cantidades de agua.

Arropes: La evaporación en zonas calurosas de poca humedad puede disminuirse al poner arropes o cubiertas en el suelo, alrededor de las plantas cultivadas.

Determinación de la humedad del suelo: Es conveniente determinar la humedad del suelo para establecer con mayor precisión el momento en que se debe iniciar el riego de un cultivo (pp. 16 – 21).

2.2.9. Conceptos generales de hidráulica aplicada al riego:

Según Fuentes (2003):

Régimen laminar y régimen turbulento:

Una conducción abierta o con superficie libre es aquella cuyo cauce tiene una parte de su sección transversal en contacto con la atmósfera, como es el caso de los canales y las tuberías parcialmente llenas.

- Régimen laminar: Las partículas de líquido se mueven en capas o laminas que se deslizan unas sobre otras en la dirección del eje del tubo sin acercarse ni alejarse de dicho eje, formando unas superficies o filetes líquidos concéntricos con velocidades crecientes conforme se alejan de las paredes del tubo.

- Régimen turbulento: Las partículas del líquido se mueven con trayectoria irregular, no paralela al eje de la tubería (p. 411).

Numero de Reynolds: El régimen laminar predominan las fuerzas de viscosidad sobre las de inercia. En el régimen turbulento predominan las fuerzas de inercia sobre las de viscosidad. En caso de tuberías a presión se expresa así.

$$Re = \frac{\text{Fuerzas de inercia}}{\text{Fuerzas de rozamiento}} = \frac{D \times V}{\nu}$$

D = Diámetro de la conducción, en m.

V = Velocidad del líquido, en m/seg.

ν = Viscosidad cinemática, en m²/seg, que solo depende de la temperatura.

Comportamiento hidrodinámico de las tuberías: La superficie interior de las tuberías presenta cierta rugosidad (p. 413)

Perdidas de carga por rozamiento en tuberías a presión: La pérdida por rozamiento (hr) se puede calcular mediante la fórmula fundamental de Darcy-Weisbach.

$$hr = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g}$$

De la fórmula anterior se deduce:

$$hr = 0,0826f \cdot D^{-5} \cdot Q^2 \cdot L$$

hr = Pérdidas de carga por rozamiento, en m.

f = Factor de fricción, adimensional.

V = Velocidad media del agua, en m/seg.

D = Diámetro interior de la tubería, en m.

L = Longitud de la tubería, en m.

g = Aceleración de la gravedad (9,8 m/seg²).

Q = Caudal, en m³/seg (p. 414)

Perdidas de carga en elementos singulares: Las pérdidas localizadas en elementos singulares (h_s) se puede expresar de la forma.

$$h_s = K_s \frac{V^2}{2g}$$

h_s = Pérdida de carga por singularidad, en m.

K_s = Coeficiente de resistencia del elemento singular.

V = Velocidad media, en m/seg.

g = Aceleración de la gravedad (9,8 m/seg²) (p. 416)

- Cálculo de conducciones en sistemas de riego a presión: El esquema general de la distribución de las conducciones viene indicado en la figura 2.25

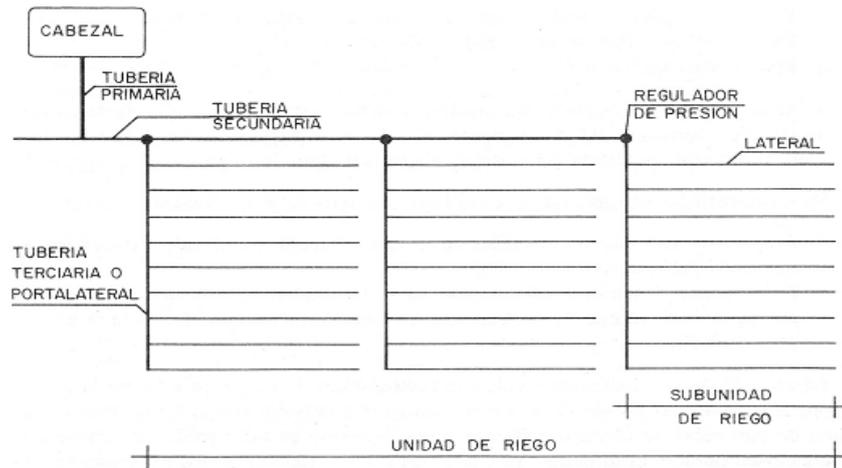


Figura 2.25. Esquema general de la distribución de las conducciones en sistemas de riego

- Cálculo de tuberías laterales: Las tuberías laterales o portales emisoras son las que distribuyen el agua a las plantas por medio de emisores acoplados a ellas. Desde el punto de vista hidráulico se comportan como tuberías con salidas uniformemente espaciadas, por lo que en el cálculo de la pérdida de carga habrá que aplicar el factor de Christiansen. Para calcular el diámetro de un ramal lateral se necesitan los datos siguientes.
 - Exponente de descarga y presión de trabajo del emisor.
 - Caudal en el origen del lateral.

$$Q = n \cdot q$$

Q = Caudal en el origen, en litros/seg.

n = Número de emisores del lateral.

q = Caudal medio del emisor.

- Longitud ficticia del lateral.

$$L_f = L + n \cdot l_e$$

L_f = Longitud ficticia, en m.

L = Longitud real, en m.

n = Número de emisores del lateral.

l_e = Longitud equivalente del emisor, en m (p. 419).

Calculo de tuberías terciarias o porta laterales: Para calcular el diámetro de una tubería terciaria o porta laterales se necesita conocer los datos siguientes.

- Caudal en el origen de la terciaria, que es igual al número de laterales que derivan de la terciaria por el cual de cada uno.
- Longitud ficticia (Lf) de la terciaria, que es igual a la longitud real equivalente de los accesorios instalados. Por lo general se toma.

$$L_f = a L$$

a varia de 1,05 a 1,20

- Perdida de carga admisible en la terciaria. Las pérdidas de carga producidas en un lateral son menores del 55% de las producidas en la subunidad, debido a que se ha tomado un diámetro comercial superior al que sale en el cálculo. Por lo consiguiente, las pérdidas de carga admisibles en la terciaria serán iguales a las perdidas admisibles en la subunidad menos las perdidas reales producidas en un lateral.

$$h'a = \frac{0,1}{x} H - h$$

h'a = Perdidas de carga admisible en la terciaria.

H = Presión de trabajo del emisor.

x = Exponente de descarga del emisor.

h = Perdida de carga real en el lateral (se toma el lateral de mayor perdida de carga) (p. 424).

Calculo de tuberías secundarias: Las tuberías secundarias son aquellas de las que derivan las terciarias. Para calcular su diámetro se conoce el caudal y se fija la velocidad.

D = Diámetro, en m.

Q = Caudal, en m³/seg.

v = Velocidad, en m/seg.

$$Q = v \frac{\pi \cdot D^2}{2}$$

$$Q = \sqrt{\frac{4 Q}{\pi \cdot v}}$$

Cambiando de unidades.

$$Q = 0,5947 \sqrt{\frac{Q}{v}} \quad (p. 427).$$

Ecuación de continuidad: Se llama caudal o gasto a la cantidad de líquido que pasa por una sección transversal de una conducción durante la unidad de tiempo. Generalmente se mide m³ por segundo. Se expresa mediante la fórmula.

$$Q = S \times V$$

Q = Caudal, en m³/seg.

S = Sección transversal de la vena líquida, en m².

V = Velocidad media, en m/seg.

Ecuación de Bernoulli: En el caso de líquidos perfectos (es decir, incompresibles y sin viscosidad), la ecuación de Bernoulli dice que en la circulación de un líquido en régimen permanente, la suma de las cargas de posición, de presión y de velocidad es constante en cualquier sección de la vena líquida. Se expresa así.

$$Z + \frac{P}{\gamma} + \frac{V^2}{2g} = \text{constante} \quad (p. 430)$$

Emisores de agua: Un emisor de agua es un mecanismo, tobera o simple orificio por donde el agua fluye desde una tubería a la atmósfera.

$$q = k \cdot H^X$$

q = Caudal del emisor, en litros/hora.

k = Coeficiente característico de cada emisor, que equivale al caudal que proporciona una presión de 1 mca.

H = Presión de entrada del emisor, en mca.

x = Exponente de descarga del emisor (p. 437).

Bombas hidráulicas: Las bombas hidráulicas son máquinas que transforman la energía mecánica en energía hidráulica, incrementando la energía específica (energía de la unidad de peso) de la corriente en donde se intercalan.

$$H_b = H_2 - H_1$$

H_1 = energía del punto 1

H_2 = Energía específica del punto 2.

H_b = Incremento de la energía específica debido a la bomba (p. 442).

2.3. Diseño de sedimentador:

Según la Guía de Diseño Sedimentadores y Desarenadores de la Organización Panamericana de la Salud (2005):

2.3.1. Componentes: Esta unidad se puede dividir en cuatro partes o zonas.

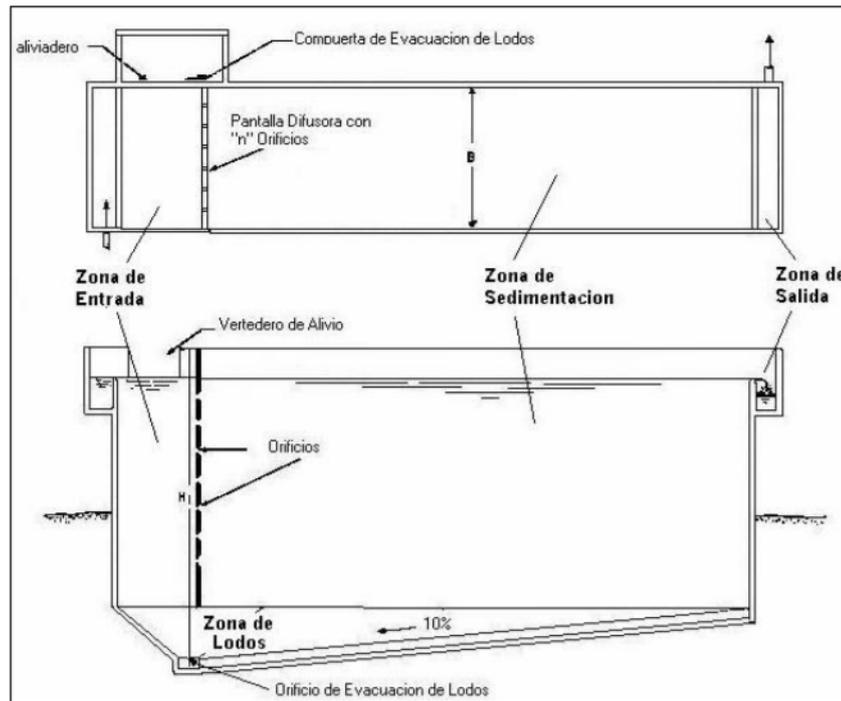


Figura 2.26. Sedimentador (Planta y corte longitudinal)

- a) Zona de entrada: Estructura hidráulica de transición, que permite una distribución uniforme del flujo dentro del sedimentador.
- b) Zona de sedimentación: Consta de un canal rectangular con volumen, longitud y condiciones de flujo adecuados para que sedimenten las partículas. La dirección del flujo es horizontal y la velocidad es la misma en todos los puntos, flujo pistón.
- c) Zona de salida: Constituida por un vertedero, canaletas o tubos con perforaciones que tienen la finalidad de recolectar el efluente sin perturbar la sedimentación de las partículas depositadas.

- d) Zona de recolección de lodos: Constituida por una tolva con capacidad para depositar los lodos sedimentados, y una tubería y válvula para su evacuación periódica.

2.3.2. Criterios de diseño:

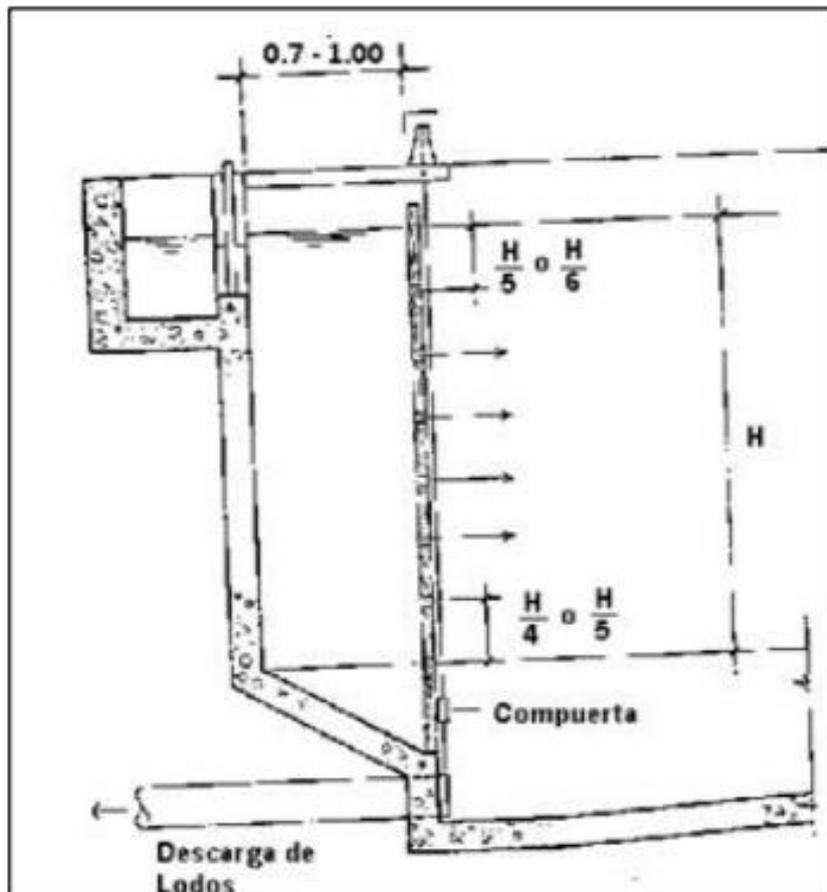
- El periodo de diseño, teniendo en cuenta criterios económicos y técnicos es de 8 a 16 años.
- El número de unidades mínimas en paralelo es de dos (2) para efectos de mantenimiento.
- El periodo de operación es de 24 horas por día.
- El tiempo de retención será entre 2 - 6 horas.
- La carga superficial será entre los valores de 2 - 10 m³ /m² /día.
- La profundidad del sedimentador será entre 1,5 – 2,5 m.
- La relación de las dimensiones de largo y ancho (L/B) será entre los valores de 3 - 6.
- La relación de las dimensiones de largo y profundidad (L/H) será entre los valores de 5 - 20.
- El fondo de la unidad debe tener una pendiente entre 5 a 10% para facilitar el deslizamiento del sedimento.
- La velocidad en los orificios no debe ser mayor a 0,15 m/s para no crear perturbaciones dentro de la zona de sedimentación.
- Se debe aboquillar los orificios en un ángulo de 15° en el sentido del flujo.
- La descarga de lodos se debe ubicar en el primer tercio de la unidad, pues el 80% del volumen de los lodos se deposita en esa zona.
- Se debe efectuar experimentalmente la determinación del volumen máximo que se va a producir.
- El caudal por metro lineal de recolección en la zona de salida debe ser igual o inferior a 3 l/s.
- Se debe guardar la relación de las velocidades de flujo y las dimensiones de largo y altura.

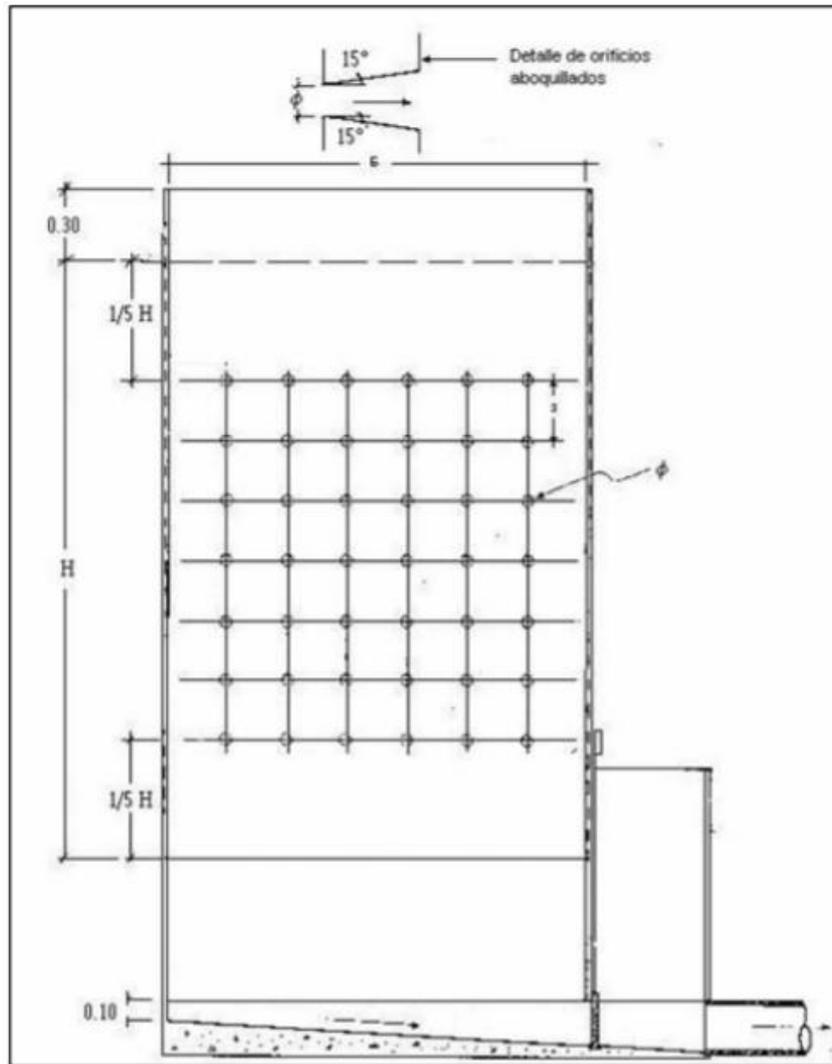
$$\frac{L}{H} = \frac{Vh}{Vs}$$

- La sección de la compuerta de la evacuación de lodos (A2) debe mantener la relación. Donde t es el tiempo de vaciado.

$$A2 = \frac{As * \sqrt{H}}{4850 * t}$$

- La ubicación de la pantalla difusora debe ser entre 0,7 a 1,00 m de distancia de la pared de entrada.
- Los orificios más altos de la pared difusora deben estar a 1/5 o 1/6 de la altura (H) a partir de la superficie del agua y los más bajos entre 1/4 ó 1/5 de la altura (H) a partir de la superficie del fondo.





2.3.3.

Figura 2.27. Criterios de diseño

Dimensionamiento:

- Determinar el área superficial de la unidad (A_s), que es el área superficial de la zona de sedimentación, de acuerdo a la relación:

$$A_s = \frac{Q}{V_s}$$

V_s = Velocidad de sedimentación (m/seg)

Q = Caudal de diseño (m³/seg)

- Determinar las dimensiones de largo L (m), ancho B (m) y altura h (m) de manera tal que se cumplan las relaciones o criterios mencionados anteriormente. Considerando el espaciamiento entre la entrada y la cortina o pared de distribución de flujo.

- Determinar la velocidad horizontal VH (m/seg) de la unidad mediante la ecuación. El cual debe cumplir con las relaciones mencionadas anteriormente.

$$VH = \frac{100 * Q}{B * H}$$

- Determinar el tiempo de retención To (horas), mediante la relación:

$$T0 = \frac{As * H}{3600 * Q}$$

Determinar el número de orificios, cumpliendo con los criterios de diseño.

$$A0 = \frac{Q}{V0}$$

V0 = Velocidad en los orificios (m/seg)

Q = Caudal de diseño (m3/seg)

A0 = Área total de orificios (m2)

$$n = \frac{A0}{a0}$$

a0 = Area de cada orificio (m2)

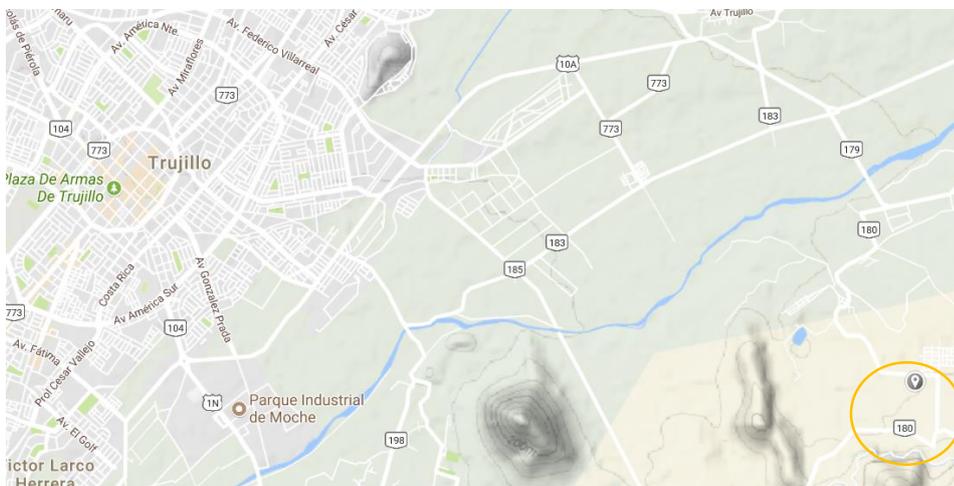
n = Numero de orificios (pp. 16 – 20).

CAPITULO III
MATERIALES Y METODOS

3.1. Descripción del área de estudio:

Ubicación:

El diseño de sistema de riego tecnificado por goteo se llevó a cabo en el sector de Pampas de San Juan en Conache, ubicado a 15 minutos del distrito de Laredo, provincia de Trujillo y que abarca una extensión de 50 hectáreas.



FUENTE: Google Maps

Figura 3.1. Ubicación cartográfica de la zona de estudio



FUENTE: Google Maps

Figura 3.2. Ubicación satelital de la zona de estudio

Cultivos en la zona:

Los principales cultivos en las Pampas de San Juan – Conache son los siguientes:

- Alfalfa
- Maiz Chala
- Yuca
- Camote
- Frutales (Maracuya, palto, mango)

Fuente de Agua:

La captación de agua se hace tomando como principal y única fuente el Canal Chavimochic para el riego de las áreas de cultivo de la zona.

Materiales:

Los materiales considerados para el diseño del sistema de riego tecnificado por goteo han sido los siguientes:

- Plano topográfico
- Registros climatológicos
- Análisis de las características del suelo y agua
- Datos del cultivo a considerar (fenología del cultivo)
- Libros y manuales
- Uso de software

3.2. Metodología de estudio:

Se desarrolló la siguiente metodología para cumplir con los objetivos propuestos:

Técnicas de recolección de datos:

a) Topografía:

El levantamiento topográfico se realizó con la ayuda de un GPS debido a que no es necesario tener gran precisión al tratarse de riego y por casos prácticos. La elaboración del plano topográfico se hizo procesando los datos obtenidos en el software Civil 3D 2017.

b) Análisis de Agua:

Según Pinna (2017) en su libro “Curso de Riego Tecnificado” menciona que en la irrigación CHAVIMOCHIC hay épocas de contenido de sólidos en suspensión de 800 ppm con picos hasta 1600 ppm, cuya composición es de 50% de arena y 50% de limo más arcilla.

c) Análisis de Suelo:

Se realizó la toma de muestras de suelo mediante el método del zig-zag en diversas partes del terreno y como paso siguiente se llevó a su respectivo análisis en el Laboratorio de Suelos el cual nos permitió conocer tanto la textura del suelo y otras características como la Capacidad de Campo y el Punto de Marchitez.

Tabla 3.1. Cuadro de análisis textural

ANALISIS TEXTURAL				
MUESTRA N°	Porcentaje de Partículas			TEXTURA (U.S.D.A.)
	Arena	Limo	Arcilla	
1	99.3	0.7	0	Arena
2	99.3	0.7	0	Arena

FUENTE: Elaboración Propia.

Capacidad de Campo (%)

$$C.C. = (\% \text{ arcilla}) (0.555) + (\% \text{ de limo}) (0.187) + (\% \text{ de arena}) (0.027)$$

$$C.C. = (0.00) (0.555) + (0.70) (0.187) + (99.30) (0.027)$$

$$C.C. = 2.812$$

$$PMP = \frac{C.C.}{1.84}$$

$$PMP = 1.53$$

d) Características Climáticas:

Evapotranspiración de Referencia (Eto):

Para conocer la evapotranspiración potencial o de referencia se recopiló información climática proporcionados por la página web de Senamhi de la

estación metereológica del Distrito de Laredo, Provincia de Trujillo, por ser la más cercana a la zona de estudio, ubicada en las coordenadas 8.11°S y 78.97° W, a 65 m.s.n.m.

La serie de datos obtenidos son un promedio de los 3 últimos años 2015 – 2017 y se tomaron de los 3 primeros meses del año dado que son meses en los que se obtiene la evapotranspiración máxima para ser posteriormente procesados en el software ETo Calculator 3.2, software desarrollado por la División de Tierras y Aguas de la FAO. Su función principal es para calcular la evapotranspiración de referencia (ETo) de acuerdo con las normas de la FAO y evalúa ETo a partir de datos meteorológicos por medio de la ecuación de FAO Penman-Monteith . Este método ha sido seleccionado por la FAO como referencia.

Tabla 3.2. Datos climatológicos utilizados

	Temp. Min (°C)	Temp. Max (°C)	Humedad (%)	Viento (m/s)
1)enero	20.3	27.9	90.4	7.6
2)febrero	22.0	29.3	91.8	7.1
3)marzo	21.8	29.8	89.7	7.8

FUENTE: Elaboración Propia

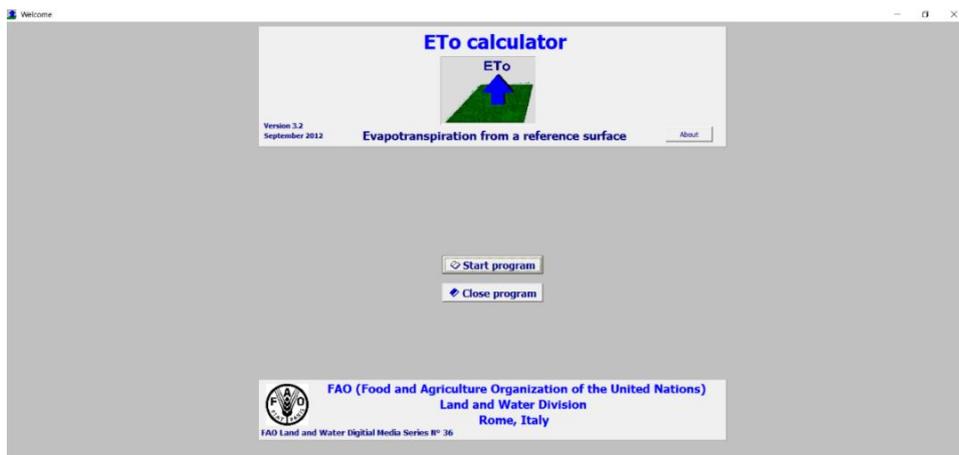


Figura 3.3. Inicio de programa Eto Calculator

Create menu

File name: File 1

Station description

Station: Laredo

Country: Perú

Location: Degrees and Minutes Decimal degrees

Latitude: 8.12 decimal degrees South

Longitude: 78.97 decimal degrees West

Altitude: 65 meter above sea level

Location: at the coast interior location

in arid or semi-arid area in semi-humid or humid area

light winds in area light to moderate winds in area moderate to strong winds in area

Meteorological Data

Type: Daily 10-daily Monthly

Time range: not linked to a specific year

First Month: January Last Month: December

Figura 3.4. Menu de inicio de Eto Calculator

Data and ETo menu

Station Country File

Input data description | **Meteorological data and ETo** | Plot data | Export results

Celsius
 Fahrenheit

Air temperature

Mean temperature [°C]
 Minimum and Maximum temperature [°C]

Air humidity

Mean Relative Humidity [%]
 Minimum and Maximum Relative Humidity [%]
 Mean dew point temperature [°C]
 Mean actual vapour pressure kPa

Psychrometric data

Mean dry and wet bulb temperature [°C]
 Ventilated Coefficient psychrometer
 Natural ventilated
 Indoors

IF missing air humidity

Tdew = Tmin + subtract [°C] (sub)humid

Wind speed

Mean wind speed m/sec
height of measurement [meter]

IF missing wind speed

U2 = m/sec light to moderate wind

Sunshine and Radiation

Hours of bright sunshine (n) [hours]
 Relative sunshine hours (n/N) [-]
 Solar radiation (Rs) MJ/m2.day
 Net radiation (Rn) MJ/m2.day

Coefficients Angstrom equation

IF missing radiation

< ... 0.16 (interior) 0.19 (coastal) ... >
Rs = x SQRT(Tmax - Tmin) x Ra

Figura 3.5. Ingresando datos al programa

Data and ETo menu

Station Country File

Input data description | **Meteorological data and ETo** | Plot data | Export results

Month		January	February	March
Tmax	°C	27.9	29.3	29.8
Tmin	°C	20.3	22.0	21.8
RHmean	%	90.4	91.8	89.7
u(2)	m/sec	7.60	7.10	7.80
ETo	mm/day	3.6	3.6	3.9

Figura 3.6. Procesamiento de datos

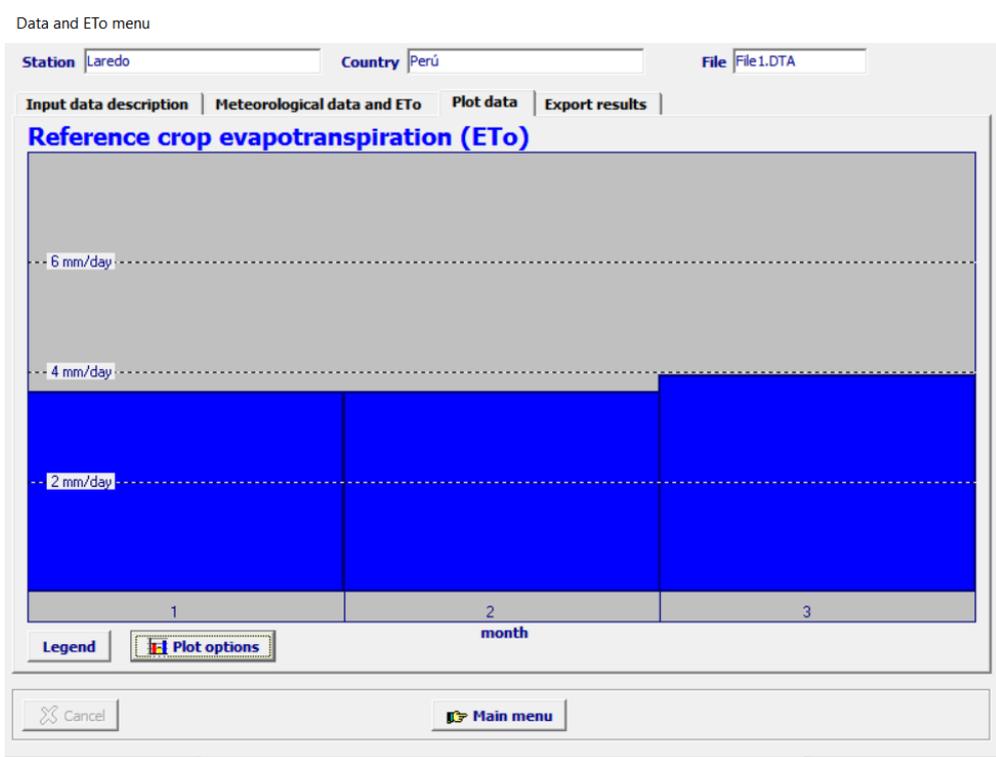


Figura 3.7. Gráfico de Evapotranspiración de referencia

e) Datos de Cultivo:

Se consultó información acerca de la fenología del cultivo a elegir tomando en cuenta su rentabilidad debido a que el sistema de riego por goteo tiene un alto costo de instalación a comparación de otros métodos de riego empleados.

A continuación, luego de haber obtenido los datos mencionados en el punto anterior se procedió a efectuar el diseño agronómico tomando en cuenta tanto las características del suelo, de cultivo como el coeficiente de cultivo, la distancia de plantación y distancia entre hileras, profundidad radicular para así poder calcular la lámina de riego, el diámetro de bulbo de humedecimiento, el intervalo de riego, horas de riego por turno, la superficie de riego, el caudal requerido de riego, etc.

Posteriormente de los datos vistos anteriormente en el estudio agronómico serán de gran utilidad para determinar la subunidad de riego, tolerancia de presiones y caudales, pérdidas de carga, diámetros de tubería, etc. para finalmente diseñar la unidad de riego, trazado y diámetros de la tubería primera, secundaria y el cabezal de riego.

3.2.2. Diseño de un Sistema de Riego Tecnificado por Goteo de acuerdo a condiciones edafo – climáticas y fisiológicas del cultivo

Parámetros Preliminares de Diseño:

Se efectuó el diseño agronómico del sistema de riego tomando en consideración diversos parámetros preliminares como datos de cultivo, tipo de suelo, fuente de agua, evapotranspiración y localización, así como topografía del lugar:

Tabla 3.3. Parámetros preliminares de diseño

PARÁMETROS PRELIMINARES	
SUPERFICIE BRUTA (Ha)	49.48
CULTIVO (s)	PALTO HASS
MARCO DE PLANTACION	4.00 m x 5.00 m
FUENTE DE AGUA	CANAL PROYECTO ESPECIAL CHAVIMOCHIC
TIPO DE SUELO	ARENA C.E.= 0.65 – 1.33 ms/cm, PH= 7.7 – 8.34
Eto (mm/día)	3.70
FACTOR DE CULTIVO (Kc)	0.63
RENDIMIENTO DE CULTIVO (Tn/ha)	15
DENSIDAD DE SIEMBRA (planta/ha)	500
NÚMERO DE PAÑAS AL AÑO	1
DIAS PICO	30
MODALIDAD DE COSECHA	Manual con uso de escaleras
EFICIENCIA RIEGO (%)	90

Posteriormente se establecieron pasos necesarios para un adecuado diseño tomando en cuenta ciertas consideraciones indicadas por el Ing. Pinna (2017):

3.2.2.1. Diseño Agronómico del Sistema de Riego por Goteo:

1. Ancho de calles:

Se tomaron recomendaciones tanto para la calle principal, secundaria y perimétrica:

Calle Principal: Depende principalmente del transporte a utilizar y de los restos de cosecha al borde del campo. Es común que se diseñe para el paso simultáneo de dos trailers con espacio para residuos de cosecha y para envases de productos cosechados a ambos lados.

La calle principal tiene el mismo sentido que el sentido de surcos, líneas de cultivo, laterales de riego o hileras de cultivo. Normalmente se encuentra la tubería principal enterrada en uno de los bordes. Su profundidad depende del diámetro de tubería y jamás debajo del cultivo ni en el centro del camino.

Calle Perimétrica: Posee las mismas dimensiones que la calle principal

Calle Secundaria: Depende igualmente del transporte pero principalmente de la maquinaria agrícola. Debe ser lo suficientemente ancha para que las válvulas no puedan romperse debido a los implementos.

Según las recomendaciones dadas, se consideraron los siguientes valores para el ancho de calle:

- Calle principal: 6 m
- Calle perimétrica: 6 m
- Calle secundaria: 5 m

2. Superficie del lote deseado: Para la facilidad de cálculos en fertilización y aplicaciones fitosanitarias la superficie de lote se recomienda que sea de 1 ha en el diseño agronómico.

Superficie del lote deseado: 1 ha

3. Longitud del Surco deseado:

3.1.

- Rendimiento: 15 Tn/ha
- Duración de paña: 3 meses = 90 días
- Días pico: 30 días x 1 paña = 30 días pico
- Días de cosecha: 90 días
- Días de cosecha normal: 90 días – 30 días pico = 60 días
(cosecha normal con cantidades similares de producto)

3.2. Cálculo de $kg. ha^{-1}. día^{-1}$:

- Rendimiento: 15000 kg/ha

$$\frac{\text{Rendimiento}}{\text{días de cosecha}} = \frac{15000}{90} = 166.67 \text{ kg} \times 1.4 (40\%) = 233.33 \text{ kg. día}^{-1}$$

- Cosechas días pico:
= 233.33 x 30 días pico = 7000 kg. $día^{-1}. pico^{-1}$
= 90 días de cosecha normal – 30 días pico = 60 días de cosecha normal

- Días de cosecha normal:

$$15000 - 7000 = 8000 \text{ kg. ha}^{-1}$$

$$\frac{8000}{60 \text{ días de cosecha normal}} = 133.33 \text{ kg. ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$$

3.3. Cálculo del número de surcos: Guarda relación con el ancho de la hectárea entre el distanciamiento de laterales.

$$N^{\circ} \text{ surcos} = \frac{100 \text{ m (ancho ha)}}{5 \text{ m (dist.surco)}} = 20 \text{ surcos}$$

3.4. Cosecha por surco ($kg. \text{ surco}^{-1}$)

$$\frac{133.33 \text{ kg. ha}^{-1} \text{ día}^{-1}}{20 \text{ surcos}} = 6.67 \text{ kg. surco}^{-1} \text{ día}^{-1}$$

- Capacidad jaba de palto: 18 kg/jaba

3.5. Longitud de Surco deseado:

$$6.67 \text{ kg} \text{ _____ } 100 \text{ m}$$

$$18 \text{ kg} \text{ _____ } x$$

$$X = 269.87 \text{ m} \rightarrow 269.87/100 = 2.7$$

Escogemos el que más se aproxime al surco deseado. En este caso sería el primero:

$$\frac{269.87}{2 \text{ surcos}} = 134.94 \text{ m}$$

$$\frac{269.87}{3 \text{ surcos}} = 89.96 \text{ m}$$

4. Necesidad de riego:

Las plantas transpiran y el agua que se evapora necesita ser aplicada.

El diseño se realiza con los valores máximos de la Evapotranspiración Potencial. En este proyecto se tomaron valores máximos de los tres primeros meses del año de los últimos tres años por la estación meteorológica. Se tomó un promedio y se procesaron los datos para así obtener el valor de la Evapotranspiración Potencial.

Referente al coeficiente de cultivo se calculó con la densidad de siembra y utilizando el área del círculo debido a la proyección de sombra.

Mientras que la Evapotranspiración Potencial (E_o) depende de la atmósfera, en la Evapotranspiración Real interviene el cultivo.

Para el cálculo del coeficiente del cultivo se consideró el porcentaje de cobertura del cultivo antes que el proporcionado por la FAO debido a ser el resultado real de campo y debido a que guardan relación directa.

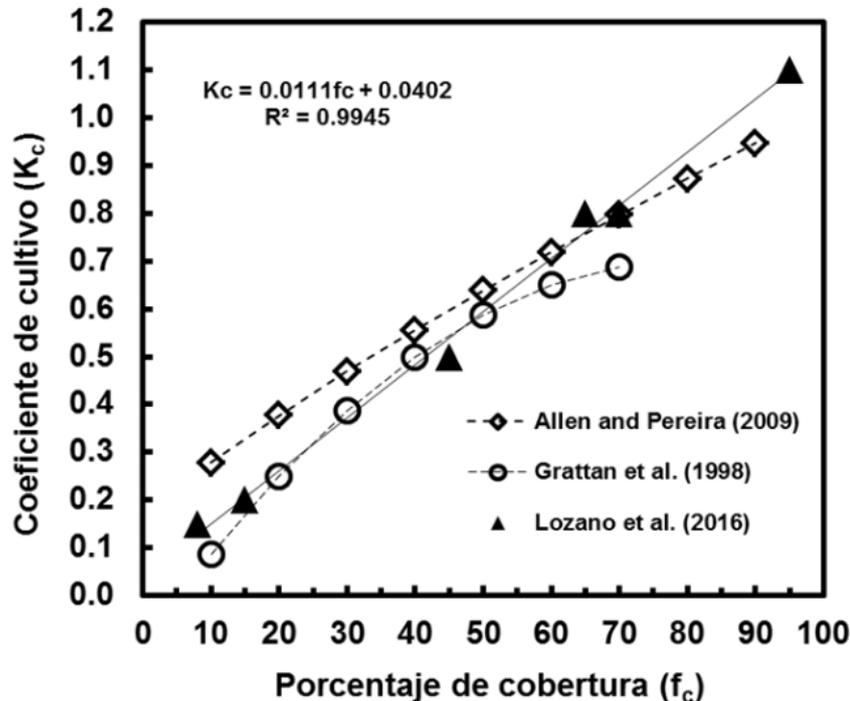


Figura 3.8: Relación entre el coeficiente de cultivo (K_c) y el porcentaje de cobertura (f_c) obtenido por Lozano et al. (2016), Allen y Pereira (2009) y Grattan et al. (1998)

$$NR = E_0 \times Kc$$

Donde: E_0 = Evapotranspiración mm.día

Kc = Coeficiente de cultivo

$$A_0 = \pi r^2 = 0.785d^2 = 0.785(4)^2 = 12.56 \text{ m}^2 \text{ (área verde de árbol)}$$

$$\text{Densidad de árboles/ha} = \frac{10000}{4 \times 5} = 500 \text{ árboles /ha}$$

Por lo que la superficie cubierta de verde es: $500 \times 12.56 = 6280 \text{ m}^2$ de cubierta verde/ha.

$$Kc = \frac{6280}{10000} = 0.63 \times 100 = 63\%$$

$$NR = E_0 \times Kc$$

$$NR = 3.7 \text{ mm} \times 0.63 = 2.33 \frac{\text{mm}}{\text{día}} = 23.31 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{día}^{-1}$$

5. Capacidad de riego:

Se considera como la velocidad con la cual el agua de riego se aplica en el suelo. Es necesario conocer el cálculo del distanciamiento entre laterales, el que depende del cultivo. Cuando se trata de un frutal y como la instalación del cultivo es para varios años se calcula como el distanciamiento entre líneas de árboles dividido entre dos por lo que finalmente tendremos como datos:

- N° de laterales por surco: 2
- Distanciamiento entre surcos: 5 m
- Distanciamiento entre laterales: $5/2 = 2.5$ m.
- Caudal del emisor: 1.6 l/h
- Distanciamiento entre emisores : 0.5 m (teniendo en cuenta que el terreno es de textura arena y que el palto cuenta con raíces superficiales se requiere un manto húmedo)
- Longitud de ha : 103 m (se considera un 3% adicional debido a las ondulaciones que presenta la superficie)

$$CR = \frac{\text{ancho de ha}}{\text{dist. laterales}} \times \frac{\text{long. ha}}{\text{dist. emisores}} \times \text{Caudal del emisor}$$

$$CR = \frac{100}{2.5} \times \frac{103}{0.5} \times 1.6 \text{ lph} = 13184 \text{ litros/h} = 13.18 \text{ m}^3/\text{h}$$

5.1. Cálculo de la pendiente:

Se procede a calcular la pendiente para determinar si es necesario el uso de goteros (mangueras) según el plano topográfico, buscando el espacio menor entre dos cotas midiendo y haciendo una regla de tres, en relación con 100 m. y el resultado deben cumplir con lo siguiente:

- Pendientes > 2% se usarán **goteros autocompensados**
- Pendientes < 2% se usarán goteros **no autocompensados**
- Las curvas de nivel indican diferencias de nivel de 2 metros. En el plano se ubica el menor espacio entre 2 cotas y se mide la distancia entre ellos.

$$\begin{array}{l} 16 \text{ m} \text{-----} 2\text{m} \\ 100 \text{ m} \text{-----} X \end{array}$$

$$X = \frac{100 \times 2}{16} = 12.5 \% \text{ Se usarán goteros autocompensados.}$$

5.2. Selección del lateral:

Los laterales pueden ser cintas de riego que son láminas de polietileno (PE) o mangueras.

Las cintas suelen tener poca durabilidad debido a sus paredes delgadas y su paso pequeño por lo que se utilizan en cultivos de poca duración y alta rentabilidad.

A pesar que el precio de las cintas son menores que las mangueras, estas últimas duran muchos años y no se obstruyen con facilidad.

Los goteros autocompensados poseen encima del laberinto o de la piscina un diafragma de silicona que al aumentar la presión cambia su forma haciendo que disminuya el paso de agua por la piscina o laberinto provocando un menor diámetro de paso de agua y mayor pérdida de presión, es decir, que disminuya la presión y se compense, sea la misma que la original y el caudal se vea afectado. Se debe saber que las cintas no tienen emisores autocompensados.

Para la elección del lateral se tuvo en cuenta la calidad del agua (agua del proyecto especial chavimochic), por lo que se eligió el lateral NAAN-TIF P.C. ya que tiene goteros autocompensados, y son de paso grande, permitiendo un libre flujo de agua con alto contenido de sólidos en suspensión. Se tomó en cuenta también la longitud del surco real = 149.75 m y el distanciamiento entre goteros, por lo tanto de acuerdo al catálogo de riego se eligió una longitud máxima de lateral de 190 m).

- Marca, modelo: NAAN-TIF P.C.
- Diámetro nominal: 16 mm
- Diámetro interno: 13.6 mm ($D_i = e \times 2 = 1.2 \times 2 = 2.4$)
 $16 - 2.4 = 13.6$)
- Caudal del emisor: 1.6 lph
- Longitud máxima del lateral: 190 m
- Presión: 1.0 atm
- Distancia entre goteros: 0.5 m
- Espesor: $1.2 = (D_n - D_i) / 2$

5.3. Velocidad de Infiltración:

Es la velocidad con la cual el agua penetra en el suelo y necesariamente debe poseer un mayor valor que la capacidad de riego, caso contrario, el agua se encharcaría. Si pasara esto se debería disminuir el caudal de los emisores o aumentar su distanciamiento. Para la infiltración básica se tomaron valores de estudios previos según la textura del suelo.

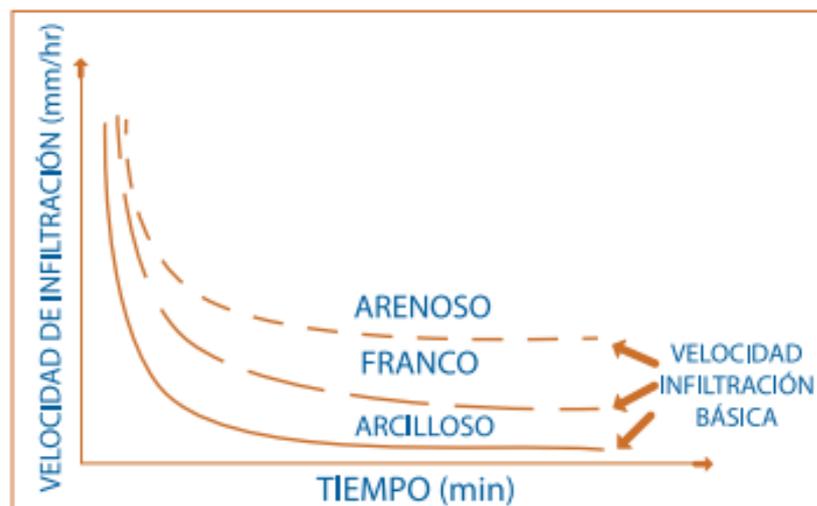


Figura 3.9. Relación velocidad de infiltración – tiempo según textura del suelo

Tabla 3.4. Velocidad de infiltración de diferentes clases texturales

VELOCIDAD DE INFILTRACIÓN	
MUY ARENOSO	20-25 mm/h
ARENOSO	15-20 mm/h
LIMO-ARENOSO	10-15 mm/h
LIMO-ARCILLOSO	8-10 mm/h
ARCILLOSO	< 8 mm/h

Se ha tomado como referencia el valor de 20mm/h como velocidad de infiltración por tratarse de un suelo arenoso y como la capacidad de riego no debe superar la velocidad de infiltración se tiene:

$$CR < Ib$$

$$CR = \frac{100}{2.5} \times \frac{103}{0.5} \times 1.6 \text{ lph} = 13184 \text{ litros} = 13.18 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$CR = 13.18 \div 100 = 0.13 \text{ cm} \cdot \text{h}^{-1} < Ib = 2 \text{ cm} \cdot \text{h}^{-1}$$

Se cumple que la velocidad de infiltración del suelo arenoso es mayor que la CR.

6. Horas de Riego (HR) y Número de Turnos (NT):

$$HR = \frac{NR}{CR}$$

$$HR = \frac{23.31}{13.18} = 1.77 \text{ horas}$$

$$NT = \frac{\text{Horas día}}{HR}$$

$$NT = \frac{20}{1.77} = 11.27 \downarrow = 11 \text{ turnos}$$

El día tiene 24 horas pero se consideran 20 horas de riego y el resto, es decir, 4 horas se utiliza como seguridad en caso de reparaciones por fugas de agua, por rotura de tubería y para preveer momentos metereológicos excepcionales.

7. Sentido del Surco:

- Mismo sentido que la calle principal
- En el trazado la dirección de los surcos es de norte a sur para frutales, para recibir una buena cantidad de energía solar (mejor actividad fotosintética y de producción de la planta).
- Se ubica el plano en la línea (N-S) y se traza una paralela.
- Se corrige la ubicación final de la calle principal al hallar el ancho principal del lote
- Finalmente, se traza la calle perimétrica a lo largo de la superficie del terreno.

8. Cálculo de jirones, longitud del surco:

$$\text{N}^\circ \text{ jirones} = \frac{\text{longitud de calle}}{\text{surco deseado} + \text{ancho de la calle secundaria}}$$

$$\text{N}^\circ \text{ jirones} = \frac{614}{134.94 + 5} = \frac{614}{139.94} = 4.39 \text{ jirones}$$

Se escogió el primero como deseado:

$$\frac{614}{4 \text{ jirones}} = 153.5$$

Donde: 148.5 m de surco neto y 5 m de calle secundaria

$$\frac{614}{5 \text{ jirones}} = 122.8$$

Donde: 117.8 m de surco neto y 5 m de calle secundaria

$$\text{Calles que sobran} = \frac{\text{ancho calle secundaria}}{\text{número de jirones}}$$

$$= \frac{5 \text{ m}}{4 \text{ jirones}} = 1.25 \text{ m}$$

Largo total del surco = $148.5 + 1.25 = 149.75$ m (Surco ideal a longitud real)

$$= 149.75 + 5 \text{ m de calle secundaria} = 154.75 \text{ m}$$

9. Trazo de jirones: Son trazados perpendicularmente a la calle principal para evitar usar curvas adicionales después de las TES en los cruces de calles.

10. Superficies:

10.1. Calles y caminos (%), superficie neta:

- Superficie bruta = 49.48 ha Superficie neta = 46.01 ha

- Calle principal = $648 \text{ m} \times 6 \text{ m} = 3888$ = 0.39 ha

- Calle perimétrica = $2979 \text{ m} \times 6 \text{ m} = 17874$ = 1.79 ha

- Calle secundaria = $2580 \text{ m} \times 5 \text{ m} = 12900$ = 1.29 ha

3.47 ha

Superficie de calles y caminos: $\frac{3.47}{46.01} \times 100 = 7.54 \% \text{ de calles y caminos}$

11. Superficie del turno, superficie del lote:

- Superficie del turno = $\frac{Aneta}{N^{\circ} Turnos} = \frac{46.01}{11} = 4.18 \text{ ha. turno}^{-1}$

- Superficie del lote:

$$\frac{\text{Superficie del turno}}{1 \text{ ha}} = \frac{4.18}{1 \text{ ha}} = 4.18 \text{ lotes}$$

$$\frac{4.18}{4} = 1.05 \text{ ha. lote}^{-1}$$

$$\frac{4.18}{5} = 0.84 \text{ ha. lote}^{-1}$$

Escogemos por lo tanto el primero debido a que se aproxima a 1 ha que es el lote deseado.

Con la superficie del lote se calcula el ancho del lote ya que el largo es el mismo que la longitud del surco.

12. Ancho del lote:

$$Al = \frac{\text{Superficie del lote} \times 10\,000\text{m}^2}{\text{longitud del surco}}$$

$$Al = \frac{1.05 \text{ ha} \times 10\,000\text{m}^2}{149.75 \text{ m}} = 70.12 \text{ m}$$

13. Trazo de lotes, numeración en plano:

Se empiezan a trazar los lotes en el plano y a enumerarlos de acuerdo a cada turno

14. Cuadro: superficies - turnos:

Se elabora un cuadro donde figura el área por turno en hectáreas y se calcula el porcentaje de la diferencia del área del turno mayor y del turno menor entre el turno de área menor y si es mayor a 5% se compensarán los turnos.

$$\frac{4.47 - 3.93}{3.93} \times 100 = 13.74 \%$$

Se tendrán los turnos que compensar

15. Igualar superficies netas:

Se procede a calcular la sumatoria de áreas y se divide entre el número de turnos para encontrar el valor promedio que será restado posteriormente con el área de cada turno.

16. Compensación de superficies de turnos:

A la cantidad encontrada en metros luego de haber multiplicado el resultado de la suma de la diferencia del promedio y del área y el resultado del turno anterior por una hectárea en m² y haber dividido entre el largo del surco, se le adiciona o se le resta al turno inmediato ya que se procura que las áreas sean iguales.

3.2.2.2. Diseño Hidráulico del Sistema de Riego por Goteo:

17. Pérdida de carga:

Llamadas también presión por conducción y se ubica el turno más alejado de la fuente de agua o el que se encuentra en el punto topográfico más alto al que se le denomina turno crítico. Se calcula la pérdida de carga para el sector más crítico.

Turno Crítico: Turno XI

17.1. Pérdida de carga - tubería principal:

- Se calcula con el caudal de turno y se convierte sus unidades de m^3h^{-1} a l/s
- Se debe tener en cuenta la velocidad de flujo máxima de $1.5 mseg^{-1}$ para evitar flujos turbulentos.
- Se calcula el diámetro y longitud de tubería hasta el turno crítico utilizando la fórmula de Hazen – Williams para la pérdida de carga. Del mismo modo se pueden utilizar nomogramas con el caudal en l/s proyectando del lado izquierdo al derecho para encontrar el diámetro de tubería correspondiente evitando la diagonal de flujo turbulento.
- Se toma apunte del diámetro que coincide con el caudal en l/s y se busca en el catálogo un diámetro igual o mayor. Se escoge el diámetro y se regresa al nomograma para buscar el diámetro interior de la tubería y posteriormente hallar la pérdida de carga en $m.km^{-1}$
- Como último paso por una regla de tres se determina la pérdida de carga en la tubería principal.

Caudal del turno crítico → Turno XI = $55.09 m^3h^{-1} \div 3.6 = 15.30 l/s$

Diámetro encontrado = 125 mm

Diámetro interno = 133 mm

Diámetro nominal = 140 mm

$$\begin{array}{r} \text{Pérdida de carga} \rightarrow 7 \text{ m} \quad \text{_____} \quad 1000 \text{ m} \\ \text{X} \quad \text{_____} \quad 1009 \text{ m} \end{array}$$

$$X = 7.06 \text{ m.c.a.}$$

17.2. Pérdida de carga – tubería secundaria:

Se calcula únicamente en el turno crítico, ya que podrán regarse el resto de turnos si se riega este turno. El procedimiento es el mismo que de la tubería principal considerando la disminución del caudal en cada lote por donde pasan las válvulas y posteriormente se suman las pérdidas de carga de la tubería secundaria al estar en serie.

Caudal del turno crítico \rightarrow Turno XI

TRAMO 1:

$$55.09 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1} \div 3.6 = 15.30 \text{ l/s}$$

Diámetro encontrado = 125 mm

Diámetro interno = 133 mm

Diámetro nominal = 140 mm

$$\begin{array}{r} \text{Pérdida de carga} \rightarrow 7 \text{ m} \quad \text{_____} \quad 1000 \text{ m} \\ \text{X} \quad \text{_____} \quad 35.06 \text{ m} \end{array}$$

$$X = 0.25 \text{ m.c.a.}$$

TRAMO 2:

$$41.25 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1} \div 3.6 = 11.46 \text{ l/s}$$

Diámetro encontrado = 100 mm

Diámetro interno = 104.60 mm

Diámetro nominal = 110 mm

$$\begin{array}{r} \text{Pérdida de carga} \rightarrow 15 \text{ m} \underline{\hspace{10em}} 1000 \text{ m} \\ X \underline{\hspace{10em}} 70.12 \text{ m} \end{array}$$

$$X = 1.05 \text{ m.c.a.}$$

TRAMO 3:

$$27.41 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1} \div 3.6 = 7.61 \text{ l/s}$$

Diámetro encontrado = 80 mm

Diámetro interno = 85.6 mm

Diámetro nominal = 90 mm

$$\begin{array}{r} \text{Pérdida de carga} \rightarrow 18 \text{ m} \underline{\hspace{10em}} 1000 \text{ m} \\ X \underline{\hspace{10em}} 70.12 \text{ m} \end{array}$$

$$X = 1.26 \text{ m.c.a.}$$

TRAMO 4:

$$13.34 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1} \div 3.6 = 3.70 \text{ l/s}$$

Diámetro encontrado = 60 mm

Diámetro interno = 71.20 mm

Diámetro nominal = 75 mm

$$\begin{array}{r} \text{Pérdida de carga} \rightarrow 12 \text{ m} \quad \underline{\hspace{10em}} \quad 1000 \text{ m} \\ X \quad \underline{\hspace{10em}} \quad 69.45 \text{ m} \end{array}$$

$$X = 0.83 \text{ m.c.a.}$$

$$\Sigma \text{ Pérdida de carga tubería secundaria} = 2.59 \text{ m.c.a.}$$

17.3. Pérdida de carga – tubería distribuidora:

Se calculó únicamente para el lote de mayor caudal del turno crítico. Tanto el caudal como el ancho del lote se dividen entre dos ya que la válvula se encuentra en la mitad del lote y la pérdida de carga es hacia los extremos del lote a partir de la válvula.

$$\text{Caudal del lote: } 13.84 \div 2 = 6.92 \div 3.6 = 1.92 \text{ l/s}$$

$$\text{Ancho del lote: } 70.12 \text{ m} \div 2 = 35.06 \text{ m}$$

$$\text{Diámetro encontrado} = 50 \text{ mm}$$

$$\text{Diámetro interno} = 59.80 \text{ mm}$$

$$\text{Diámetro nominal} = 63 \text{ mm}$$

La distribuidora es de 63 mm (2") debido a que se trabaja con caudales muy pequeños y distancias cortas ya que se reduce la pérdida de carga con el factor de Christiansen.

$$\begin{array}{r} \text{Pérdida de carga} \rightarrow 8 \text{ m} \quad \underline{\hspace{10em}} \quad 1000 \text{ m} \\ X \quad \underline{\hspace{10em}} \quad 35.06 \text{ m} \end{array}$$

$$X = 0.28 \text{ m.c.a.}$$

Las tuberías distribuidoras tienen salidas equidistantes:

$$N^{\circ} \text{ de salidas} = 35.06 \div 2.5 \text{ (dist. laterales)} = 14.02 \text{ salidas}$$

Con el número de salidas se va a la tabla del factor de corrección de Christiansen la salida de 14.02 que tiene un factor de 0.387

El factor de corrección de Christiansen se calcula porque la tubería no es ciega y porque es equidistante.

Se calcula con el N° de salidas:

$$0.28 \times 0.387 = 0.11 \text{ m. c. a.}$$

17.4. Pérdida de carga – lateral de riego:

- Se calcula solo para una porque está en paralelo y muchas veces la brinda el fabricante.
- La longitud del lateral es la longitud del surco y el diámetro es el interior que le da el fabricante.
- Longitud de surco real o ideal = 149.75×1.03 (3%) = 154.24
- El lateral elegido es el autocompensado porque el terreno es de pendiente mayor a 0.2%
- El lateral es de paso grande porque la fuente de agua es del proyecto Chavimochic y esta agua tiene altos sólidos en suspensión.

- Marca / modelo = NAAN – TIF P.C.
- Diámetro nominal = 16 mm
- Diámetro interno = 13.6 mm
- Q del emisor = 1.6 lph
- Long. máxima del lateral = 190 m
- Presión = 1.0 atm
- Distancia entre goteros = 0.5 m
- Espesor = 1.2

17.4.1. Caudal del lateral:

$$Q_{lateral} = (149.75 \times 1.03 \div 0.5) \cdot 1.6 \text{ lph}$$

$$Q_{lateral} = 493.6 = 0.494 \text{ m}^3$$

17.4.2. Pérdida de carga de Hazen – Williams:

$$H_f = 1.131 \times 10^9 \times \left(\frac{0.494}{150}\right)^{1.852} \times 154.24 \times \left(\frac{1}{13.6}\right)^{4.871} = 13.27 \text{ m. c. a.}$$

17.4.3. Factor de Corrección de Christiansen:

$$H_{f\text{corregido}} = 13.27 \times 0.356 = 4.72 \text{ m. c. a.}$$

17.4.4. Fórmula de Pizarro:

$$H_{f\text{total}} = 4.72 \times \left(\frac{0.5 + 0.23}{0.5}\right) = 6.89 \text{ m. c. a.}$$

17.5. Pérdida de carga – válvula:

- Se calcula con el gráfico proporcionado por el fabricante que relaciona el caudal del lote con la pérdida de carga. Debe ser inferior a 0.25 kg. cm^{-2} , es decir 2.5 m. Si es mayor se escoge una válvula de mayor tamaño.

17.6. Pérdida de carga – presión de funcionamiento:

- Para que puedan funcionar la válvula y los emisores se requiere una presión mínima. Frecuentemente el caudal de los goteros es para una presión de 10 m. Se deben tener antes de filtros para determinar la clase de tubería a utilizar.

17.7. Pérdida de carga – sistema de filtrado:

- No se calcula la pérdida de carga para el sistema de filtrado. Tan solo se considera 10 m para todo el conjunto.

17.8. Pérdida de carga – accesorios:

- Se le considera 5 m a la pérdida de carga de todos los accesorios en conjunto.

17.9. Pérdida de carga – seguridad:

- Se le adicionan elementos por seguridad. En nuestro país se le considera una pérdida de carga de 5 m.

17.10. Pérdida de carga – topografía:

- Al encontrarse el turno crítico en un nivel topográfico inferior a la fuente de agua, no se le considera a la suma de pérdidas de carga.

18. Sistema de Filtrado:

Se han diseñado con la finalidad de eliminar o disminuir la cantidad de sólidos en suspensión que ingresan a los laterales de riego y prevenir de esa forma el taponamiento u obstrucción de los emisores.

18.1. Desarenador

Caudal de Turno: $55.09 \text{ m}^3\text{h}^{-1}$

Diámetro máximo de patrícula a eliminar = 0.5mm (para fines de riego)

- Según Arkhangelski:

Para un diámetro de $d = 0.5\text{mm}$ tenemos:

$$w = 5.4\text{cm/s} = 0.054\text{m/s}$$

Tabla 3.5. Velocidades de sedimentación calculadas por Arkhangelski (1935) en función al diámetro de partículas

d (mm)	w (cm/s)
0.05	0.178
0.10	0.692
0.15	1.560
0.20	2.160
0.25	2.700
0.30	3.240
0.35	3.780
0.40	4.320
0.45	4.860
0.50	5.400
0.55	5.940
0.60	6.480
0.70	7.320
0.80	8.070
1.00	9.44
2.00	15.29
3.00	19.25
5.00	24.90

Fuente: Manual de criterios de Obras Hidráulicas para la formulación de proyectos hidráulicos multisectoriales y de afianzamiento hídricos – ANA (2010)

- Según el nomograma de Stokes y Sellerio:
 - Según Stokes: $w = 15\text{cm/s} = 0.15\text{m/s}$ aprox.
 - Según Sellerio: $w = 5\text{cm/s} = 0.05\text{m/s}$ aprox.

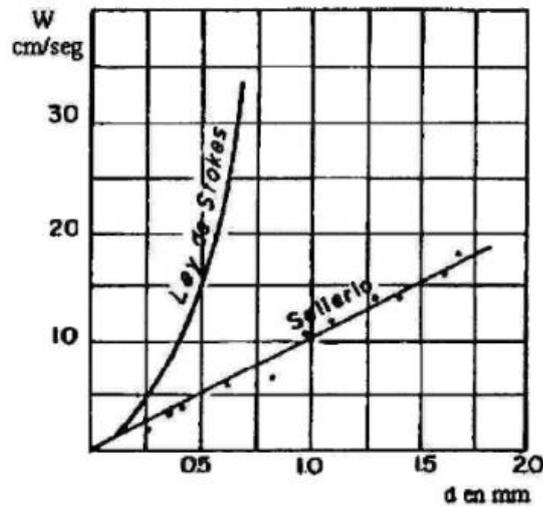


Figura 3.10. Nomograma Stokes - Sellerio

- Según Scotti – Foglieni:

$$w = 3.8d^{0.5} + 8.3d$$

$$w = 3.8(0.0005)^{0.5} + 8.3(0.0005)$$

$$w = 3.8d^{0.5} + 8.3d$$

$$w = 0.089m/s$$

- Tomando el promedio de los w obtenidos = 0.086m/s
- Asumiendo h= 2m (Se recomienda una altura útil de desarenador entre 1.5 – 4m)

- Cálculo de la velocidad de flujo en el tanque:

Utilizando las formulas de Camp:

$$v = a \sqrt{d}(\text{cm/s}) = 44\sqrt{0.5} = 31.11\text{cm/s} = 0.31\text{m/s}$$

Tabla 3.5. valor de “a” según el diámetro

a	d (mm)
51	< 0.1
44	0.1 - 1
36	> 1

- Cálculo la longitud del desarenador:

$$L = \frac{hv}{w} = \frac{2 \times 0.31}{0.086} = 7.21m = 7.3m$$

- Calculo del ancho de desarenador:

$$b = \frac{Q}{h} = \frac{55.09}{2} = 27.55 = 28m$$

18.2. Sedimentador

$$55.09 \text{ m}^3 \text{ _____ 1 hora}$$

$$X \text{ _____ 20 horas (riego durante el día)}$$

$$X = 1101.8 \text{ m}^3$$

$$1101.8 \div 6 \text{ m (prof. a criterio)} = 183.63 \text{ m}^2$$

$$183.63 \text{ m}^2 = 5a^2$$

$$a = \frac{\sqrt{183.63}}{5} = 6.06 \text{ m} \approx 6.5 \text{ m}$$

$$l = 5 \times 6.06 = 30.3 \text{ m} \approx 31 \text{ m}$$

$$\text{las dimensiones son: } 6.5 \text{ m} \times 31 \text{ m} \times 6 \text{ m} = 1209 \text{ m}^3$$

18.3 Reservorio:

$$\begin{array}{r} 55.09 \text{ m}^3 \text{ _____ } 1 \text{ hora} \\ X \text{ _____ } 20 \text{ horas (riego durante el} \\ \text{día)} \end{array}$$

$$X = 1101.8 \text{ m}^3 \cdot \text{día}^{-1}$$

$$1101.8 \text{ m}^3 \times 30 \text{ días (cada mes se llena el reservorio)}$$

$$= 33054 \text{ m}^3 / \text{mes}$$

$$\frac{33054}{6 \text{ m (profundidad)}} = 5509 \Rightarrow \sqrt{5509} = 74.22 \text{ m} \approx 75 \text{ m}$$

$$\text{las dimensiones son: } 75 \text{ m} \times 75 \text{ m} \times 6 \text{ m} = 33750 \text{ m}^3$$

18.4 Pre filtro (Hidrociclón):

Se tomó en cuenta un hidrociclón que es un dispositivo que funciona con la fuerza centrífuga expulsando partículas de mayor densidad (arenas, sobre todo gruesas) a las paredes del hidrociclón donde caen a un recipiente por gravedad. Se utiliza en agua con pozos que tienen más de 20 ppm de sólidos en suspensión, la mayoría arena, y en aguas superficiales con contenidos mayores que los pozos.

El pre filtro debe contar preferiblemente con una pérdida de carga menor a 2.5 m

18.5 Filtros:

18.5.1. Filtros de anillas:

Se tomó en consideración un filtro de anillas con discos unidos entre sí como material filtrante que dejan pasar el agua entre ellos y detienen los sólidos. Las paredes de los discos tienen ranuras que determinan su mesh. Las ranuras tienen posición radial pero están puestas diagonalmente para facilitar la detención de partículas.

$$\text{Caudal de turno} = 55.09 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$$

Modelo = 2" Batería automática

– Spinklin Compacto de 20 m³h⁻¹

$$\text{Número de cuerpos} = \frac{Qt}{Q_{\text{modelo}}} = \frac{55.09}{20} = 2.75 \approx 3 \text{ cuerpos}$$

18.5.2. Filtros de arena:

Se utilizó un filtro de arena que servirá como material filtrante de arena (partículas entre 25 y 100u), limo y arcilla como de semillas de malezas

Luego de haber instalado los filtros de arena se hace lo mismo para los filtros de mallas o discos por cuestiones de seguridad, constituyéndose filtros de control ya que un poco proporción de arena o gravilla podrían escaparse de los filtros de arena siendo detenidos por los filtros de control (filtros de mallas o discos).

19. Válvulas

Se consideraron tanto válvulas de filtrado de arena como válvula de filtrado de anillas.

20. Laterales:

20.1. Longitud total:

$$\frac{100}{2.5 \text{ (dist.lat.)}} \times 103 = 4120 \text{ m. ha}^{-1} \times 46.01 \text{ (Área Neta)} = 189561.2 \text{ m}$$

20.2. Numero de conectores:

$$\frac{\text{longitud tubería distribuidora}}{\text{distancia laterales}} = \frac{3767.31}{2.5} = 1506.98 \approx 1507$$

20.3. Longitud de tubería Ciega:

$$1507 \times 0.6 \text{ m} = 904.2 \text{ m}$$

20.4. Válvula de prueba para manómetro:

$$2 \text{ por lote} \times 44 \text{ lotes} = 88 \text{ válvulas}$$

20.5. Longitud de laterales para calle perimétrica:

$$\text{longitud de calle perimétrica} = 2979 \text{ m de lateral de riego}$$

20.6. Tensiómetros:

$$\frac{46.01}{5 \text{ (1 batería cada 5 ha)}} = 9.2 = 9 \text{ baterías de } 0 - 30 \text{ cm / } 30 - 60 \text{ cm}$$

20.7. Manómetro:

Múltiple metálico de 140 mm (diámetro de la tubería principal)

- 1 para campo
- 2 para el filtrado (entrada y salida)

21. Bomba:

21.1. Pérdida de carga:

Caudal del turno crítico: 55.09 m³/h

- Aplicando la fórmula de Hazen – Williams para los dos primeros tramos:

$$Hf = 1.131 \times 10^9 \left(\frac{Q}{C} \right)^{1.852} \times L \times \left(\frac{1}{133} \right)^{4.871}$$

$$\text{a) } Hf = 1.131 \times 10^9 \left(\frac{55.09}{80} \right)^{1.852} \times 4.47 \times \left(\frac{1}{133} \right)^{4.871} = 0.11 \text{ m. c. a.}$$

$$\text{b) } Hf = 1.131 \times 10^9 \left(\frac{55.09}{150} \right)^{1.852} \times 237.41 \times \left(\frac{1}{133} \right)^{4.871} = 1.90 \text{ m. c. a.}$$

$$\sum Hf = 0.11 + 1.90 = 2.01$$

21.2. Presión necesaria en la bomba:

6 (altura dinámica – sumatoria de pérdidas de carga) + 2.01 + 30 (0.3

MPa presión necesaria funcionamiento filtros en la bomba) = 38.01

21.3. Potencia de Bomba:

$$Hp = \frac{HxQxFs}{270xEf}$$

Donde:

Fs= Factor de servicio : 1.2 (motor eléctrico) / 1.4 (motor diesel)

Ef= 80% (0.8) = eje vertical / 60% (0.6) = eje horizontal

Qt= Caudal de turno crítico

H= Presión de la bomba

- Bomba eje Vertical:

Motor Eléctrico:

$$HP = \frac{38.01 \times 55.09 \times 1.2}{270 \times 0.8} = 11.63 \text{ HP}$$

$$Kw = HP \times 0.746 = 11.63 \times 0.746 = 8.68 \text{ Kw}$$

21.4. Diámetro de la bomba:

$$Q = Axv$$

Donde:

Q = Caudal de turno = 55.09

A = 0.785 d²

v = 1.5 m/s

$$55.09 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1} \div 3600 \text{ seg} = 0.0153 \text{ m}^3 \text{seg}^{-1}$$

$$0.0153 \text{ m}^3 \cdot \text{seg}^{-1} = 0.785 \text{ d}^2 \times 1.5 \text{ m}^3 \text{seg}^{-1}$$

$$0.0153 = 1.18 \text{ d}^2$$

$$\sqrt{\frac{0.0153}{1.18}} = d$$

$$d = 0.114 \text{ m} = 11.4 \text{ cm} = 114 \text{ mm}$$

d = 140 mm (diámetro comercial)

CAPITULO IV: RESULTADOS

4.1. Concepción del Proyecto

El cultivo propuesto para el presente estudio es el palto Hass.

El agua demandada por el sistema de riego será dotada por el canal madre Chavimochic.

Se instalará el cabezal de riego, que constará de los siguientes equipos:

- Unidad de bombeo (de eje vertical)
- Equipo de fertilización
- Equipo de filtrado

A partir del cabezal de riego, el agua será conducida por una tubería principal de PVC UF – C-5, desde los 140, 110, 90 mm, 75 mm hasta los 63 mm de diámetro, pasando por cada uno de los sectores a irrigarse.

De la cabecera de las parcelas el agua se distribuirá por un sistema de tubería de PVC UF – C-5, con diámetros que van desde 63 mm.

Los arcos de riego están conformados por una Válvula Hidráulica de 2", acompañada de una válvula de aire de 2", además de contar con un piloto regulador de presión de 3".

Los elementos que aplican el riego son las mangueras de goteo de pared gruesa de 16 mm de diámetro con goteros

4.2. Diseño Agronómico del Proyecto:

Se presentan los Cuadros de Compensación de Turnos, Parámetros de Diseño y Parámetro de Operación para el cultivo de Palto Hass mediante el Sistema de Riego por Goteo:

Tabla 4.1. Cuadro de superficies netas y compensación de turnos

A (ha)	4.14	4.2	3.93	4.2	3.99	4.14	4.47	4.38	4.2	4.2	4.2	46.01
Turnos	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	Σ
A (ha)	4.14	4.2	3.93	4.2	3.99	4.14	4.47	4.38	4.2	4.2	4.2	46.01
X	4.18	4.18	4.18	4.18	4.18	4.18	4.18	4.18	4.18	4.18	4.18	
	+0.040	-0.020	+0.250	-0.020	+0.190	+0.040	-0.290	-0.20				
		+0.040	+0.020	+0.270	+0.250	+0.440	+0.480	+0.190				
		+0.020	+0.270	+0.250	+0.440	+0.480	+0.190	+0.010				

FUENTE: Elaboración Propia

$$\begin{aligned}
 x1000m^2 \Rightarrow & +0.04 + 0.02 + 0.27 + 0.25 + 0.44 + 0.48 + 0.19 - 0.01 \\
 & 400 + 200 + 270 + 250 + 440 + 480 + 190 - 100 \\
 \div 149.75 \Rightarrow & +2.67 + 1.34 + 18.03 + 16.69 + 29.38 + 32.05 + 12.69 \\
 & + 0.67
 \end{aligned}$$

4.2.1. Parámetros de Diseño:

Tabla 4.2. Parámetros de Diseño

PARÁMETROS DE DISEÑO		
REGION	LA LIBERTAD	
PROVINCIA	TRUJILLO	
DISTRITO	LAREDO	
JUNTA DE USUARIOS	CONACHE	
SUPERFICIE	ha	49.48
CULTIVO (s)		PALTO HASS
MARCO DE PLANTACION		4.00m x 5.00 m
FUENTE DE AGUA		CANAL PROYECTO ESPECIAL CHAVIMOCHIC
Eto	mm/día	3.70
FACTOR DE CULTIVO	Kc	0.63
EFICIENCIA RIEGO	%	90
TIPO DE RIEGO A EMPLEAR		GOTEO
TIPO DE EMISOR		MANGUERA NAAN – TIF PC DE Ø 16 MM - Clase 5
CAUDAL DEL EMISOR	l/hr	1.60
ESPACIAMIENTO ENTRE GOTEROS	m	0.50
N° LATERALES / HILERA DE PLANTA		1.00
CAUDAL DEL SISTEMA POR HA	m ³ /ha/hr	13.18
	lps-ha	3.66
INTERVALO DE RIEGO		DIARIO
TIEMPO MÁXIMO DE RIEGO / TURNO	hrs	1.77
SECTOR		

NÚMERO DE TURNOS / DÍA		11
TIEMPO MÁXIMO DE RIEGO / DÍA	hrs	19.47
LONGITUD MÁXIMA DE LATERALES	m	190.00
Nº VALVULAS	und	46
SUPERFICIE MÁXIMA POR VÁLVULA	Has	1.45
SUPERFICIE MINIMA POR VÁLVULA	Has	0.37
CAUDAL MÁXIMO POR VÁLVULA	m3/hr	19.11
CAUDAL MINIMO POR VÁLVULA	m3/hr	4.88
SUPERFICIE MÁXIMA POR TURNO	Has	4.20
DESCARGA MÁXIMA POR TURNO	m3/hr	55.09
	l/s	15.30
PRESIÓN MÍNIMA DE EMISOR	m.c.a.	0.50
PRESIÓN MÁXIMA DE EMISOR	m.c.a.	3.50
PRESION DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA	m.c.a.	54.00

FUENTE: Elaboración Propia

4.2.2. Parámetros de Operación:

Tabla 4.3. Parámetros de Operación

VÁLVUL A	AREA (ha)	CAUDAL (m3/h)	CAUDAL (l/s)	TURNO	CULTIVO	TIEMPO RIEGO (hr)	TURNO
1	1.00	13.18	3.66	I	PALTO	1.77	I
2	1.05	13.77	3.83				
3	1.05	13.77	3.83				
4	1.09	14.37	3.99				
TOTAL	4.19	55.09	15.31	TOTAL TURNO I		1.77	I
5	1.01	13.31	3.70	II	PALTO	1.77	II
6	1.05	13.77	3.83				
7	1.05	13.77	3.83				
8	1.07	14.81	4.11				

TOTAL	4.18	55.66	15.47	TOTAL TURNO II		1.77	II
9	1.03	13.58	3.77	III	PALTO	1.77	III
10	0.97	12.78	3.55				
11	0.86	11.33	3.15				
12	1.32	17.40	4.83				
TOTAL	4.18	55.09	15.30	TOTAL TURNO III		1.77	III
13	0.78	10.28	2.86	IV	PALTO	1.77	IV
14	1.05	13.77	3.83				
15	1.05	13.77	3.83				
16	1.30	17.13	4.76				
TOTAL	4.18	54.95	15.28	TOTAL TURNO IV		1.77	IV
17	0.80	10.54	2.93	V	PALTO	1.77	V
18	1.05	13.77	3.83				
19	1.05	13.77	3.83				
20	1.28	16.87	4.69				
TOTAL	4.18	54.95	15.28	TOTAL TURNO V		1.77	V
21	1.16	15.29	4.25	VI	PALTO	1.77	VI
22	1.35	17.79	4.94				
23	1.09	14.37	3.99				
24	0.57	7.51	2.10				
TOTAL	4.17	54.96	15.28	TOTAL TURNO VI		1.77	VI
25	0.57	7.51	2.09	VII	PALTO	1.77	VII
26	0.95	12.52	3.48				
27	1.21	15.95	4.43				
28	1.45	19.11	5.31				

TOTAL	4.18	55.09	15.31	TOTAL TURNO VII		1.77	VII
29	1.04	13.71	3.81	VIII	PALTO	1.77	VIII
30	1.05	13.77	3.83				
31	1.05	13.77	3.83				
32	1.05	13.77	3.83				
TOTAL	4.19	55.02	15.30	TOTAL TURNO VIII		1.77	VIII
33	1.05	13.77	3.83	IX	PALTO	1.77	IX
34	1.05	13.77	3.83				
35	1.05	13.77	3.83				
36	1.05	13.77	3.83				
TOTAL	4.20	55.09	15.32	TOTAL TURNO IX		1.77	IX
37	1.05	13.77	3.83	X	PALTO	1.77	X
38	1.05	13.77	3.83				
39	1.05	13.77	3.83				
40	1.05	13.77	3.83				
TOTAL	4.20	55.09	15.32	TOTAL TURNO X		1.77	X
41	1.05	13.77	3.83	XI	PALTO	1.77	XI
42	1.05	13.77	3.83				
43	1.05	13.77	3.83				
44	1.05	13.77	3.83				
TOTAL	4.20	55.09	15.32	TOTAL TURNO XI		1.77	XI
TOTAL	46.01	606.08	168.49	TOTAL PROYECTO		19.47	11

FUENTE: Elaboración Propia

4.3.Diseño Hidráulico

4.3.1. Red de Conducción y Distribución:

Tubería Matriz y Portalaterales: Las tuberías seleccionadas son de PVC, de Unión Flexible para las Tuberías Norma ISO y de Unión Simple Pegar para las tuberías Norma Itintec.

Para el diseño hidráulico de las Tuberías de PVC se ha tenido en cuenta las leyes que rigen el flujo de agua en tuberías a presión, empleándose las fórmulas de Hazen- Williams para calcular las pérdidas de carga y el factor de corrección de Christiansen. Además se ha considerado como criterio práctico que las velocidades no sobrepasen de 1.5 m/s debido a que se debe evitar la velocidad de flujos turbulentos mayores a 1.5 m/s.

Para la selección de la Clase de las tuberías de PVC, se ha tenido en cuenta el desnivel topográfico y la línea de presión producida.

Se ha elegido Tuberías Matrices en los diámetros de 140, 110, 90 y 75 mm UF C-5. Los diámetros de las Tuberías Distribuidoras son de 63 mm UF C-5 debido a que se trabaja con caudales muy pequeños y distancias cortas y se reducen las pérdidas de carga con el factor de Christiansen.

Las longitudes y diámetros de las Tuberías Distribuidoras en cada lote de riego están en función a las pérdidas de carga así como de las velocidades críticas.

Tabla 4.4. Cuadro de pérdida de carga

Σ pérdida de carga (m.c.a.)	
Tubería Principal	7.06
Tubería Secundaria	3.39
Tubería Distribuidora	0.11
Lateral	6.89
Válvula	1.75
Presión de Funcionamiento	10
Sistema de filtrado	10
Accesorios	5
Seguridad	5
	49.20

FUENTE:Elaboración Propia

El desnivel topográfico es de 53.83 m por lo que se gana presión por topografía

Tabla 4.5. Cálculo Hidráulico

Tramo	Longitud Tramo (m)	Caudal Sistema/Tramo		Rugosidad C	Diámetro encontrado (De)	Diámetro Nominal (Dn)	Diámetro Interno (Di)	Velocidad (V)	Pérdida de carga (Hf)Unitaria	Pérdida de carga(Hf)	Pérdida de carga (Hf)Acumulada
		(m3/h)	(LPS)		(mm)	(mm)	(mm)	(m/s)	(mca / m)	(mca/km)	mca
	tubería principal										
	1009	55.09	15.3	150	125	140-C5	133	0.9	0.007	7	7.06
	tubería secundaria										
tramo 1	35.06	55.09	15.3	150	125	140	133	0.9	0.007	7	0.25
tramo2	70.12	41.25	11.45	150	100	110-C5	104.6	0.8	0.015	15	1.05
tramo3	70.12	27.41	7.61	150	80	90-C5	85.6	0.7	0.018	18	1.26
tramo 4	69.75	13.84	3.84	150	60	75-C5	71.2	0.5	0.012	12	0.83
	Tubería Distribuidora										
	35.06	6.92	1.92	150	50	63-C5	59.8	0.5	0.008	8	0.11

FUENTE: Elaboración Propia

4.3.2. Unidad de Bombeo

Para la selección de la Unidad de Bombeo se ha calculado la potencia de las bombas y el motor en base a los datos de la altura dinámica total (ADT), pérdida de carga desde el canal madre hacia el reservorio y la pérdida de carga hasta el turno mas critico (válvula más crítica) y el caudal por turno de riego. La eficiencia de la bomba de eje vertical es de 80% y el factor de servicio (fs) para el motor diesel es de 1.40.

4.3.2.1. Características Técnicas de la Unidad de Bombeo

Tabla 4.6. Características técnicas unidad de bombeo

DATOS TÉCNICOS DEL MOTOR :	
Tipo Motor	Diesel
Potencia Motor (HP / KW):	11.63HP/8.68KW
Revoluciones por Minuto	1800 RPM
DATOS TÉCNICOS DE LA BOMBA	
Tipo:	Bomba Turbina Vertical
Modelo:	8 - CGH
Etapas:	06 Etapas
Marca:	HIDROSTAL
Revoluciones RPM:	1750
Presión:	81.21 m.c.a
Caudal:	55.09 l/s
Columna de Succión	5"
Diámetro de Descarga:	5"
Diámetro de Succión:	5"

FUENTE: Elaboración Propia

DESCRIPCION	UND	Turno Crítico
Caudal	(l/s)	15.3
	(l/min)	918
	(m ³ /h)	55.09
Presión necesaria en la Bomba	(m.c.a)	38.01
Potencia de Motor Eléctrico	(HP)	11.63
	(kw)	8.68

FUENTE: Elaboración Propia

4.3.3. Descripción de componentes

- a. Sistema de riego: El sistema de riego proyectado está conformado por obras civiles así como por un conjunto de equipos de riego y una red de tuberías de conducción, distribución y de laterales para la aplicación del riego.

- Unidad de bombeo:

Se utilizará una bomba turbina vertical, accionada mediante un motor diesel. La potencia del motor es de 12 HP.

La bomba estará instalada dentro de su respectiva caseta de bombeo y realizará la descarga del agua en forma horizontal. La conexión al sistema filtrado será mediante una reducción concéntrica bridada de 5", válvula mariposa F.E de 5", válvula Check F.E de 5", Válvula de Alivio F.E de 2" (que servirá para aliviar el arranque de la bomba al momento del encendido

del sistema) y Tubería de F.E 5” que alcanzará el nivel del manifold de entrada del sistema de filtrado, asimismo contará con accesorios de control como una válvula de aire de 2” y dos manómetros múltiple metálico (entrada y salida) de 140 mm. (diámetro tubería principal).

- Cabezal de control y filtrado

Cabezal de control:

La estructura principal del cabezal de riego es el “manifold”, y estará distribuido como se detalla:

- Un primer tramo de tubería de fierro fundido de 5”, comprendido entre la descarga de la bomba y el ingreso a los filtros Hidrociclón, en este tramo se colocará una válvula mariposa de F.E de 5”, válvula de aire de 2”, y un Manifold de F.E de 5” con 03 salidas bridadas con conexión de 3” para los filtros hidrociclonicos.
- Segundo tramos de fierro fundido de 5”, comprende la salida de los filtros hidrociclonicos y la entrada al filtrado de anillos a través de un Manifold de F.E de 5” con 03 salidas bridadas de 3” y 03 salidas de 3” y en la cual se colocara una válvula de aire D.E de 2”

- Tercer tramo de fierro fundido de 5", comprende la salida del filtrado de anillos a través de un Manifold de salida de F.E de 5" con tres salidas bridadas de 3" y en la cual se colocara una válvula de aire D.E de 2" .
 - Un último tramo de fierro fundido de 5", se colocará un medidor de caudal de 3", una válvula sostenedora de presión de 3", una válvula check de 5" y una válvula de aire de doble efecto de 2".
 - El Manifold contará además con curvas "S" de fierro fundido de 5" x 90°, Bridas y bujes de fierro de 5" según corresponda para los cambios de direcciones según el diseño considerado.
- Cabezal de filtrado:

El cabezal de filtrado contará con filtros primarios, conformados por cuatro (04) filtros hidrociclón de 8" de diámetro (entrada y salida bridada) con una capacidad máxima de 13.77 m³/h y filtros secundarios de operación manuales compuestos por tres (03) filtros de anillos de 2" de diámetro, spinklin compacto con efecto con una capacidad de máxima 20 m³/hora cada uno.

El retrolavado de los filtros de anillos será de operación manual, considerando la diferencia de presiones que se produzca entre la salida e ingreso de estos, para lo cual se revertirá el flujo de agua limpia, cerrando la entrada de agua del sistema hacia el filtro secundario y eliminándola el agua sucia a través de la válvula hidráulica de retrolavado.

Pre-Filtro (Hidrociclón):

Tabla 4.7. Elección pre - filtro

# Cuerpos	Q(m3/h)	Diámetro del modelo	Peso (kg) c/u	Peso Total (kg)
1	55.09	16"	100	100
2	27.55	8"(H)	29	58
3	18.36	8"(H)	29	87
4	13.77	8"	19	76
5	11.02	8"	19	95
6	9.18	8"	19	114
7	7.87	6"	16	112
8	6.89	6"	16	128
9	6.12	6"	16	140
10	5.51	6"	16	160

FUENTE: Elaboración Propia

Se escogió el de menor peso posible ya que el costo será menor, por lo tanto se escoge el modelo con diámetro 8" que tiene 4 cuerpos, el cual será más eficiente.

Hidrociclón: Serie 4000

Filtro de Arena:

Tabla 4.8. Elección filtro de arena

# Cuerpos	Q(m3/h)	Modelo	Peso (kg) c/u	Peso Total (kg)
4	13.77	4203	75	300
5	11.02	4202	70	350
6	9.18	41615	49	294
7	7.87	41615	49	343
8	6.89	41615	49	392
9	6.12	41615	49	441
10	5.51	41615	49	490

FUENTE: Elaboración Propia

Se escogió el modelo 41615 con 7 cuerpos

Tuberías, accesorios, arco de riego:

Diámetro de Tubería:

Tabla 4.9. Diámetro de tubería

Diámetro (mm)	m	3% (traslape)	±6 (long. Tubo)	tubos (seguridad)	Total
75	642.7	631.08	105	10	115
90	829.93	854.83	143	5	148
110	858.55	884.31	147	3	150
140	1318.39	1357.94	226	2	228

FUENTE: Elaboración Propia

Accesorios de Tubería y Arco de Riego:

Tabla 4.10. Accesorios de tubería y arco de riego

ACCESORIOS TUBERÍA PRINCIPAL	
Cantidad	Descripción
3	Codo de 140 mm x 140 mm UF x SP
1	T de 140 mm x 75 mm x 140 mm UF x UF x UF
2	T de 140 mm x 63 mm x 140 mm UF x SP x UF
1	T de 140 mm x 140 mm x 75 mm UF x UF x UF
2	T de 140 mm x 140 mm x 140 mm UF x UF x UF
5	T de 140 mm x 110 mm x 140 mm UF x UF x UF
ACCESORIOS TUBERÍA SECUNDARIA	
9	Codo de 75 mm x 63 mm UF x SP
1	Codo de 90 mm x 63 mm UF x SP
1	T de 110 mm x 63 mm x 75 mm UF x SP x UF
6	T de 110 mm x 63 mm x 110 mm UF x SP x UF
2	T de 140 mm x 63 mm x 140 mm UF x SP x UF
3	T de 110 mm x 63 mm x 110 mm UF x SP x UF
7	T de 110 mm x 63 mm x 90 mm UF x SP x UF
6	T de 90 mm x 63 mm x 75 mm UF x SP x UF
5	T de 90 mm x 63 mm x 90 mm UF x SP x UF
1	T de 75 mm x 63 mm x 75 mm UF x SP x UF
1	T de 110 mm x 63 mm x 140 mm UF x SP x UF
ACCESORIOS ARCOS DE RIEGO	
<i>44 lotes => 44 arcos de riego => 44 x 2 = 88 tapones</i>	
<i>Cada arco de riego cuenta con los siguientes accesorios</i>	
4	adaptadores de 63 mm RHG
1	T de 63 mm, rosca hembra fina RHG
1	Codo de 63 mm, rosca hembra fina RHG
1	Niple de 63 mm, rosca macho fina, 5 cm
1	Niple de 63 mm, rosca macho fina, 15 cm
2	tapones de 63 mm, rosca hembra gruesa RHG
2	Codos 90° de 63 mm SP
1	5 m de tubo de 63 mm, C-5
1	T de 63 mm UF x SP x UF

FUENTE: Elaboración Propia

- Arcos de Riego:

Los Arcos de Riego nos permiten conectar las tuberías distribuidoras a la tubería matriz. De esta manera es posible delimitar y controlar los turnos de riego. Luego de efectuarse la lotización de los predios se ha obtenido 44 arcos de riego.

Cada arco de riego está compuesto por 1 válvula hidráulica de 2" más un piloto regulador, mas una válvula de 3 vías, además de accesorios de conexión de PVC que son los siguientes:

- 4 adaptadores de 63 mm RHG
- 1 te de 63 mm, rosca hembra fina RHG
- 1 codo de 63 mm, rosca hembra fina RHG
- 1 niple de 63 mm, rosca macho fina, 5 cm
- 1 niple de 63 mm, rosca macho fina, 15 cm
- 2 tapones de 63 mm, rosca hembra gruesa RHG
- 2 codos 90° de 63 mm SP
- 5 cm de tubo de 63 mm, C-5
- 5 m de tubo de 63 mm, C-5
- 1 te de 63 mm UF x SP x UF

El accionamiento de las válvulas será de forma manual en su punto de ubicación mediante la válvula de tres vías. Los arcos contarán también con un punto de presión o toma manométrica, para medir y controlar la carga de agua disponible a la entrada de la tubería portalateral, que asegure el normal funcionamiento de los laterales dentro de la unidad de riego. Adicionalmente cada Arco de Riego contará con una válvula de aire Antivació al ingreso del lote, para

permitir el ingreso de aire a los Laterales de Riego, evitando la obturación de los goteros, por efecto de la succión generada en la Unidad luego de la culminación del riego.

- Líneas de Riego

Tomando en consideración la cédula de cultivo, el recurso hídrico existente y las características físicas del terreno se ha propuesto un sistema de riego por goteo.

Para esta extensión se ha elegido un lateral de riego de 16 mm con un espesor de 1.2 mm, con un caudal de gotero de 1.60 l/h y espaciamiento entre emisores de 0.5 m. El rango de presiones de operación es de 1.0 a 3.5 atm.

Al tener el terreno muchos desniveles (pendiente >2%) los goteros tienen que ser autocompensados para evitar la desuniformidad en los caudales.

- Válvulas:

▪ Válvulas de Campo:

2 de lotes regulares: $13.84 \text{ m}^3\text{h}^{-1}$

2 de lotes separados: $19.11 \text{ m}^3\text{h}^{-1}$

Serie 3000

Códigos:

400.00 - 02 - G - N - BP - 3W - Z

400.00 - 02 - G - N - BP - 3W - Z

▪ Válvulas de filtrado de Arena:

Válvula de Retro lavado:

Caudal de turno: $55.09 \text{ m}^3\text{h}^{-1}$

Número de cuerpos: 7

$$Q = \frac{55.09}{7} = 7.87 \text{ m}^3\text{h}^{-1}$$

Código: 350.22.AP.BP.Z

Válvula de Alivio:

Código: 73Q.02.Y.S.BP

Válvula de Aire Combinada:

Código: ARC.02.A.P.BP

Válvula Sostenedora y Reguladora de Presión:

Código: 723.00.03.Y.B.BP.Z

Válvula Limitadora de Flujo:

Código: 770.00.03Y.B.BP.Z

Medidor de Flujo:

Código: 900.00.03.A.A1.W3.Z

- Válvulas de Filtrado de Anillas:

Válvulas de Retro lavado:

$$\frac{55.09}{3 \text{ cuerpos}} = 18.36 \text{ m}^3\text{h}^{-1}$$

Código: 350.32.A.P.BD.Z

Válvulas de Alivio:

Código: 73Q.02.Y.S.BP

Válvulas de Aire:

Código: ARC.02.A.P.BP

Válvula Sostenedora y Reguladora de Flujo:

Código: 723.00.03.Y.B.BP.Z

Medidor de Flujo:

Código: 900.00.03.A.A1.W3.Z

Tubines de Aire:

Tabla 4.11. Tubines de aire

Turno	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	
Longitud	1321.43	1218.54	1475.33	909.05	866.36	597.63	823.81	1370.34	1076.49	1651.96	1260.29	
Tes	4	6	4	6	6	4	5	4	6	5	5	55
Codos	4	6	4	6	6	4	5	4	6	5	5	55
Conectores	4	6	4	6	6	4	5	4	6	5	5	55

FUENTE: Elaboración Propia

70 aproximadamente. Se recomienda comprar más ya que son baratos

**CAPITULO V:
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

CONCLUSIONES

- Se consideraron valores promedios de mayor evapotranspiración que abarcó desde el año 2015 hasta el año actual para establecer los parámetros climáticos sobre el área del proyecto en estudio.
- En base de los datos del SENAMHI queda demostrado que los meses de mayor evapotranspiración son en los meses de verano, de enero a marzo, datos indispensables para determinar la necesidad de riego del cultivo, siendo este de $2.33 \frac{mm}{día}$.
- El sistema de riego por goteo considerado en este sector de Conache cubre a totalidad las necesidades hídricas del cultivo de palto hass considerado para el presente proyecto.
- Se identificó un área cercana a 50 hectáreas en las Pampas de San Juan en Conache donde se realizaron los análisis físicos y químicos del suelo para fines de riego. Se extrajeron dos muestras que constaba de varias calicatas por sector, la primera correspondiente a la parte plana, mientras que la segunda de superficie inclinada.
- La mayor parte de los suelos posee condiciones favorable para el riego y que la clase textural es de arena.
- Se diseñaron 11 turnos de riego que consta de 4 lotes cada uno de 1.05 ha. Aproximadamente.
- Para la selección de la clase de las tuberías de PVC, se ha tenido en cuenta el desnivel topográfico y la pérdida de presión producida.

- Se han elegido tuberías matrices en los diámetros de 140, 110, 90 y 75 mm UF C-5. Los diámetros de las tuberías distribuidoras son de 63 mm UF C-5 debido a que se trabaja con caudales muy pequeños y distancias cortas y se reducen las pérdidas de carga con el factor de Christiansen.
- Las longitudes y diámetros de las tuberías distribuidoras en cada lote de riego están en función a las pérdidas de carga así como de las velocidades críticas (1.5m/s)
- Tanto para efectos de diseño agronómico como para el diseño hidráulico del sistema de riego por goteo se ha considerado el caudal del turno crítico de $55.09 \text{ m}^3\text{h}^{-1}$, dado que sirve como referencia para un diseño óptimo.
- Se determinó que la potencia de la bomba para el sistema de riego por goteo sea de 12HP, mientras que la presión necesaria sea de 38.01 metros de columna de agua (m.c.a.) como altura dinámica total y un caudal de bombeo igual al turno crítico.
-

RECOMENDACIONES

- Realizar un estudio analizando la relación costo – beneficio para poder determinar la viabilidad del proyecto y si la implementación es factible.
- Realizar pruebas de campo de infiltración básica para tener un dato real y aproximado.
- Efectuar una comparación con otro sistema de riego tecnificado y corroborar así según lo expuesto por revisiones bibliográficas en términos de factibilidad económica y eficiencia en la tecnificación del riego.

**CAPITULO VI:
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aldave, H. y Chong L. (2004). Sistema de riego tecnificado por goteo y proceso de secado para una planta agrícola exportadora de mango seco. *I + D, I*, pp. 57 – 68.
- Bathia, R. y Falkenmark, M. (s.f.). *Water resource policies and the urban poor: innovative approaches and policy imperatives*. Recuperado de: https://www.wsp.org/sites/wsp.org/files/publications/global_9306.pdf
- Centro de Estudios y Prevención de Desastres (PREDES). (2005). *Manual de operación y mantenimiento de un sistema de riego por goteo*. Lima, Perú: Fondo Editorial Centro de Estudios y Prevención de Desastres
- Fuentes, J. L. (4ª ed.). (2003). *Técnicas de riego*. Madrid, España: Ediciones Mundi-Prensa
- García, I. y Briones, G. (2ª ed.). (2007). *Sistemas de riego: por aspersión y goteo*. México D.F., México: Editorial Trillas
- Gualpa, F. (2014). *Diseño de un proyecto de riego por goteo y microaspersión para el cultivo de cacao en el Congoma, Santo Domingo de los Tsáchilas* (Tesis de Pregrado). Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Santo Domingo, Ecuador.
- Helfgott, E. (2010). *Sistemas de riego tecnificado*. Recuperado de http://www.minagri.gob.pe/portal/download/pdf/direccionesyoficinas/direccion_informacion_agraria/videoconferencias/riego_tecnificado-26agos10.pdf
- Lesur, L. (2006). *Manual de riego agrícola: una guía paso a paso*. México D.F., México: Editorial Trillas

- Liotta, M. (2015). Manual de capacitación: riego por goteo. *Programa de Servicios Agrícolas Provinciales (PROSAP): Servir al Agro*, 3, pp. 7 – 26.
- Malca, H. (2010). Fertirriego por goteo. Recuperado de:
<http://www.riegoporgoteouss.blogspot.pe>
- Meza, K. (2014). *Planeamiento, diseño y evaluación técnico-económico del sistema de riego del programa de frutales-fundo en la Universidad Nacional Agraria La Molina* (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Moya, J. A. (3ª ed.). (2002). *Riego Localizado y Fertirrigación*. Madrid, España: Ediciones Mundi-Prensa
- Organización Panamericana de la Salud (OPS) y Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS). (2005). *Guía para el diseño de desarenadores y sedimentadores*. Recuperado de: <http://www.bvsde.paho.org/tecapro/documentos/agua/158esp-diseno-desare.pdf>
- Programa Subsectorial de Irrigaciones (PSI). (2006). ¿Sabe usted qué es el programa de riego tecnificado?. *Programa de riego tecnificado*, 1, pp. 4 – 5.
- Tabra, S. (2013). La preocupante y desigual situación del agua en el Perú. Recuperado de: <https://www.servindi.org/actualidad/84511>
- Velásquez, K. I. (2016). *Riego por goteo: una técnica innovadora para la agricultura paraguaya*. Recuperado de:
http://www.uaa.edu.py/facultades_carreras/juridicas-y-de-la-comunicacion/reportajes/katheryn_velazquez.pdf
- Nutriterra (s.f.). *Velocidad de infiltración en diferentes suelos*. Recuperado de:

https://www.nutriterra.com.ar/images/PDF/Info%20Tecnica/valores_suelos.pdf

- Comisión Nacional de Riego - Chile y Proyecto Sepor, Servicio de Programación y Optimización del Uso del Agua de Riego. (s.f.). *Infiltración del agua en el suelo*. Recuperado de:
http://www.sepor.cl/informacion_cartillas/S106_Cartilla_Infiltracion_del_agua_en_el_suelo.pdf
- Pinna, J. (1ª ed). (2017). *Curso de riego tecnificado*. Trujillo, Perú: Fondo Editorial de la Universidad Privada Antenor Orrego

ANEXOS

ANEXO N°01

RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

SISTEMAS DE RIEGO TRADICIONALES EN LA AGRICULTURA





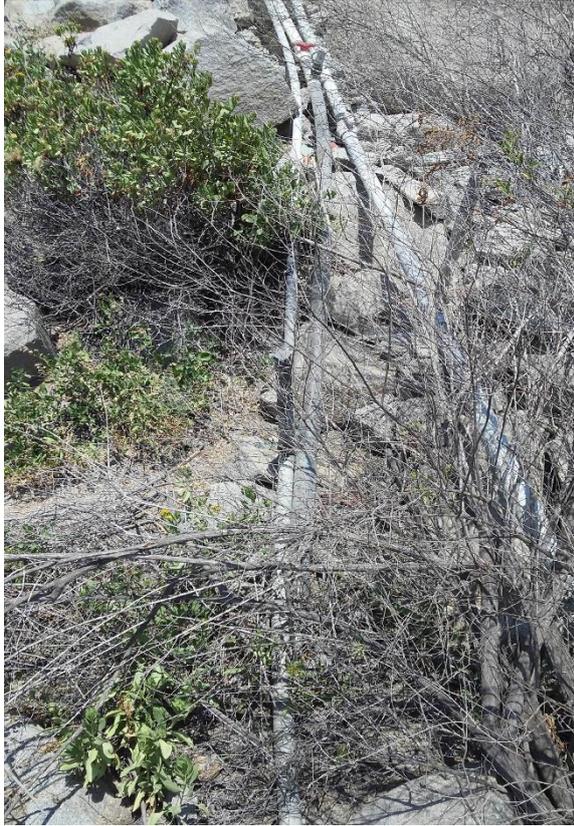
CRECIMIENTO DE MALEZAS EN TODO EL CULTIVO



CANALES DE TIERRA







**FUENTE DE ABASTECIMIENTO CANAL CHAVIMOCHIC,
CONDUCCIÓN DE AGUA MEDIANTE TUBERIAS A LAS PARCELAS
DE DIFERENTES USUARIOS**



DESORDENADO DESARROLLO DEL CULTIVO





VISITA A POBLADORES DEL LUGAR



CULTIVO DE PALTO EN LA ZONA



USO DEL GPS



EXCAVACIÓN DE CALICATAS





ANEXO N°02

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA (CATÁLOGO DE RIEGO)

TUBERÍAS PVC UNIÓN FLEXIBLE RIEBER PAVCO		SERIE 6.6 (Clase 15) Presión de Trabajo a 20° C -15 bares			SERIE 10 (Clase 10) Presión de Trabajo a 20° C - 10 bares			SERIE 12.5 (Clase) Presión de Trabajo a 20° C - 8 bares	
Diámetro Nominal mm	pulg.	Diámetro Interior mm	Espesor de Pared mm	Peso Kg/unid.	Diámetro Interior mm	Espesor de Pared mm	Peso Kg/unid.	Diámetro Interior mm	Espesor de Pared mm
63	2.0	54.20	4.30	6.88	57.00	3.00	4.86	58.20	2.40
75	2 1/2	64.40	5.30	9.69	67.80	3.60	6.79	69.20	2.90
90	3.0	77.40	6.30	14.05	81.40	4.30	9.92	83.00	3.50
110	4.0	94.60	7.70	20.98	99.40	5.30	14.93	101.60	4.20
140	5 1/2	120.40	9.80	33.62	126.60	6.70	23.74	129.20	5.40
160	6.0	137.60	11.20	44.36	144.60	7.70	31.56	147.60	6.20
200	8.0	172.00	14.00	69.28	180.80	9.60	49.29	184.60	7.70
250	10.0	215.00	17.70	109.34	226.20	11.90	76.45	230.80	9.60
315	12.0	271.00	22.20	172.77	285.00	15.00	121.68	290.80	12.10

Ventajas del Sistema UNIÓN RIEBER - PAVCO

El sistema UNIÓN RIEBER - PAVCO es un nuevo sistema de Unión Flexible con anillo de caucho instalado en la campana. Su uso en los diferentes sistemas de agua potable brinda las siguientes ventajas:

VENTAJAS DIFERENCIALES

- El Anillo de Caucho con alma de acero es preinstalado en la campana dentro del proceso de fabricación de la tubería.
- Sello integrado, la fabricación de la campana es 100% compatible con las dimensiones del anillo.
- Se eliminan errores de campo por mala colocación de anillos.
- Se eliminan los problemas de "mordedura de anillos"; las pruebas hidráulicas son más rápidas y confiables.
- Mayores rendimientos de instala-

- ción que los sistemas tradicionales de unión flexible. El trabajo de instalación se reduce al emboque con la ayuda del lubricante. El anillo viene colocado en la campana, está fijo, no se mueve.
- El sistema de precompresión no permite la contaminación del área de sello.
- Bajo mantenimiento y costo.
- El sistema UNIÓN RIEBER es completamente hermético.
- Las Tuberías se fabrican con estabilizantes de estaño.

VENTAJAS GENERALES

- Resistencia a la Corrosión.
- Resistencia a la Electrólisis.
- Paredes Lisas.
- Factor de Fricción Constante (C. Hazen y Williams 150).
- Resistencia de la Rotura.
- Peso Liviano.
- Auto-Extinguible.
- Resistencia a los Productos Químicos.
- Baja Conductividad Térmica.
- Económica.

RENDIMIENTO DEL LUBRICANTE

Presentación:
EMPAQUE de 1 Galón

Rendimiento del Lubricante

Diámetro Nominal mm.	pulg.	Nº de uniones por 1 Galón
63	2	1200
75	2 1/2	1100
90	3	900
110	4	720
140	5 1/2	600
160	6	500
200	8	390
250	10	310
315	12	260

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL PVC

FISICAS:

Peso Específico	1.42 g/cm ³ a 25° C
Absorción de Agua	< 40 g/m ³
Estabilidad Dimensional	a 150° C < 5%
Coefficiente de Dilatación Térmica	0,08 mm/m/° C
Constante dieléctrica	a 10 ³ - 10 ⁶ Hz: 3 - 3.8
Inflamabilidad	Autoextinguente
Coefficiente de Fricción	n = 0.009 Manning, C= 150 Hazen-Williams
Punto Vicat	≥ 77° C

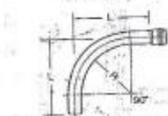
MECANICAS

Tensión de Diseño	100 kgf/cm ²
Resistencia a la Tracción	560 kgf/cm ²
Resistencia a la Flexión	750 - 780 kgf/cm ²
Resistencia a la Compresión	610 - 650 kgf/cm ²
Módulo de Elasticidad	≥ 30 000 kgf/cm ²

No. vid.	Presión de Trabajo a 20° C - 7.5 bares			Presión de Trabajo a 20° C - 6.3 bares			Presión de Trabajo a 20° C - 5 bares		
	Diámetro Interior mm	Espesor de Pared mm	Peso Kg/únid.	Diámetro Interior mm	Espesor de Pared mm	Peso Kg/únid.	Diámetro Interior mm	Espesor de Pared mm	Peso Kg/únid.
95	58.40	2.30	3.77	59.00	2.00	3.29	59.80	1.60	2.65
55	69.40	2.80	5.37	70.40	2.30	4.47	71.20	1.90	3.74
16	83.40	3.30	7.69	84.40	2.80	6.58	85.60	2.20	5.21
97	102.00	4.00	11.40	103.20	3.40	9.77	104.60	2.70	7.81
16	129.80	5.10	18.45	131.40	4.30	15.76	133.00	3.50	13.03
69	148.40	5.80	24.12	150.20	4.90	20.49	152.00	4.00	16.80
97	185.40	7.30	37.93	187.60	6.20	32.44	190.20	4.90	25.82
28	231.80	9.10	59.22	234.60	7.70	50.39	237.60	6.20	40.77
14	292.20	11.40	93.64	295.60	9.70	80.18	299.60	7.70	64.04

ACCESORIOS UNION RIEBER - PAVCO

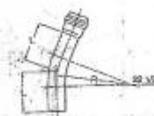
Todos los accesorios UNIÓN RIEBER - PAVCO cuentan con anillo preinstalado en la campana y están fabricados para trabajar a una Presión Nominal o de trabajo de 10 bares. Se fabrican en diámetros que van de 63 mm. a 315 mm.



CURVA 90°
Espiga x Unión RIEBER



CURVA 45°
Espiga x Unión RIEBER



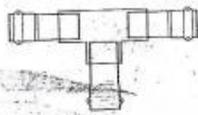
CURVA 22.5/2°
Espiga x Unión RIEBER



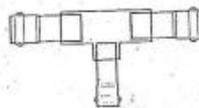
UNION DE REPARACION

ACCESORIOS ENSAMBLADOS UNION RIEBER - PAVCO

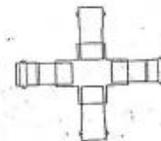
Estos accesorios son inyectados y acondicionados mediante campanas de PVC UNION RIEBER soldadas a los accesorios inyectados. Los Accesorios Ensamblados UNION RIEBER PAVCO cuentan con estricto control de calidad que garantiza su hermeticidad.



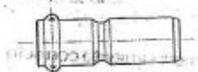
TEE



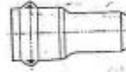
TEE CON REDUCCION



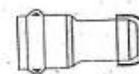
CRUZ



TRANSICIONES
PVC-AC (A)



REDUCCION



TAPON

41

(*) NOTA A solicitud del cliente, PAVCO fabrica transiciones Nominales ISO-DIN/BS.

Aplicaciones

- Protección de bombas, válvulas, etc. para evitar daños y el desgaste causado por materias sólidas.
- El prefiltrado de líquidos por medio de hidrociclones (antes de que sean filtrados por medios centrífugos, filtros de grava, tamices, etc.), puede reducir la inversión inicial y el costo de operación de los equipos.
- El decantado de la arena y otras impurezas del agua destinada al consumo doméstico, municipal, agrícola e industrial, a) por medio de hidrociclones instalados cerca del pozo o la estación de bombeo, y b) empleando hidrociclones en la proximidad del usuario, es decir, el edificio, la casa, la fábrica o el campo.
- La eliminación de sólidos tales como materias corrosivas de sistemas cerrados para el enfriamiento de agua en forma de lazo o bucle, incluyendo torres de enfriamiento, evitando de ese modo el taponamiento de pasos de agua y manteniendo el sistema limpio y sin obstrucción alguna.
- La separación de sólidos de líquidos reutilizables (reciclados) para el lavado, ahorrando así considerables volúmenes de esos líquidos y sus aditivos, como en el procedimiento de lavado de hortalizas y frutas en las fábricas de enlatado.
- La eliminación de impurezas en productos alimenticios y bebidas antes de ser embotelladas.
- La recuperación de valiosos sólidos de las aguas servidas antes de su desague en la red de alcantarillado.
- La separación de partículas gruesas de sustancias finas, como por ejemplo la arena del lodo de perforación de bentonina.
- La extracción de sólidos del petróleo y sus productos derivados.
- Refinación del agua de mar que ha de ser desalinizada o empleada en plantas de enfriamiento.
- Separación de aceite y agua condensados en sistemas de aire comprimido.
- Hidrociclones en miniatura pueden ser usados para el muestreo fácil de líquidos, para probar el funcionamiento y la eficiencia del filtrado (incluyendo hidrociclones mayores), y para determinar si es factible recurrir al uso de hidrociclones a fin de resolver el problema dado que se plantea.

Datos Técnicos

- Los límites de funcionamiento y la capacidad en relación con la caída de presión aparecen en la tabla insertada en esta hoja para los modelos de 3" a 24". La caída de presión recomendada es de 3 a 7 m. de carga hidroestática, aunque se puede obtener una separación razonable incluso con una carga hidroestática mínima de 0.3 m.
- Los hidrociclones pueden ser emplazados en paralelo para aumentar su capacidad operativa, con depósito colector individual o común.

■ La eficiencia de separación es mayor del 90% en el caso de las partículas de arena de 37 (400#) en el modelo de 3 pulgadas, y de 74 (200#) en el modelo de 24 pulg. Otros modelos tienen capacidades intermedias. Como norma, la separación mejora a medida que disminuye el diámetro del hidrociclón y aumenta la caída de presión.

■ Todos los modelos pueden ser obtenidos en tres tipos de fabricación, a saber:
 a) Acero standard, con revestimiento epóxico interno y externo,
 b) Acero normal, SAE 304,
 c) Acero con forro interno de caucho, de neopreno y revestimiento epóxico externo, con la adición de una junta de bridas entre el cono y la cámara de alimentación.

■ Conexiones: los hidrociclones de construcción standard y de acero inoxidable disponen de acoplamientos enroscados en los modelos de 3 a 8 pulgadas, y conexiones embridadas en los modelos de 8 a 24 pulgadas. Los que disponen de forro de caucho tienen conexiones embridadas en todos los modelos. Las bridas son de modelo B.S. 10 o A.S.A. 150 roscas, N.P.T.

■ Los hidrociclones han sido diseñados para una presión de entrada de un máximo de 10 at.

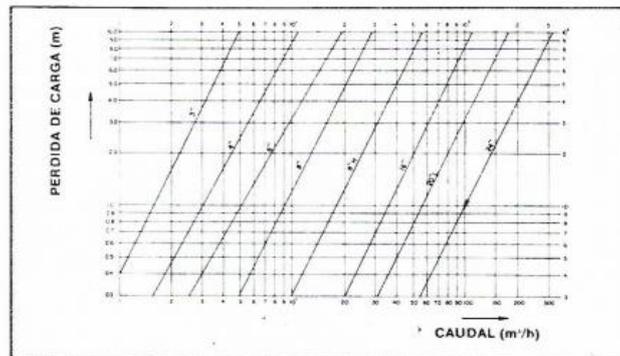
Datos de Entrada y Salida (límites recomendados de caudal en m³/h)

Diámetro del Modelo	Diámetro de la Entrada	Diámetro de la Salida	Límites recomendados de caudal (m ³ /h)
3"	3/4"	3/4"	0.5 - 3
4"	1"	1"	1.5 - 7
6"	1 1/2"	1 1/2"	3 - 13
8"	2"	2"	5 - 20
8" (H)	3"	3"	10 - 40
16"	4"	4"	30 - 80
20"	6"	6"	40 - 120
24"	6"	6"	70 - 220

Dimensiones y Peso

Modelo	Diámetro entrada/salida	Volumen depósito colector (en litros)	Altura total (cm)	Peso total (kg)
3"	3/4"	1	37	3.5
4"	1"	5	53	11.8
6"	1 1/2"	5	64	16
8"	2"	5	75	19
8" (H)	3"	5	88	29
16"	4"	90	170	100
20"	6"	220	205	224
20"	6"	220	205	224
24"	6"	220	227	264

Hidrociclón - Pérdida de carga en relación con el caudal

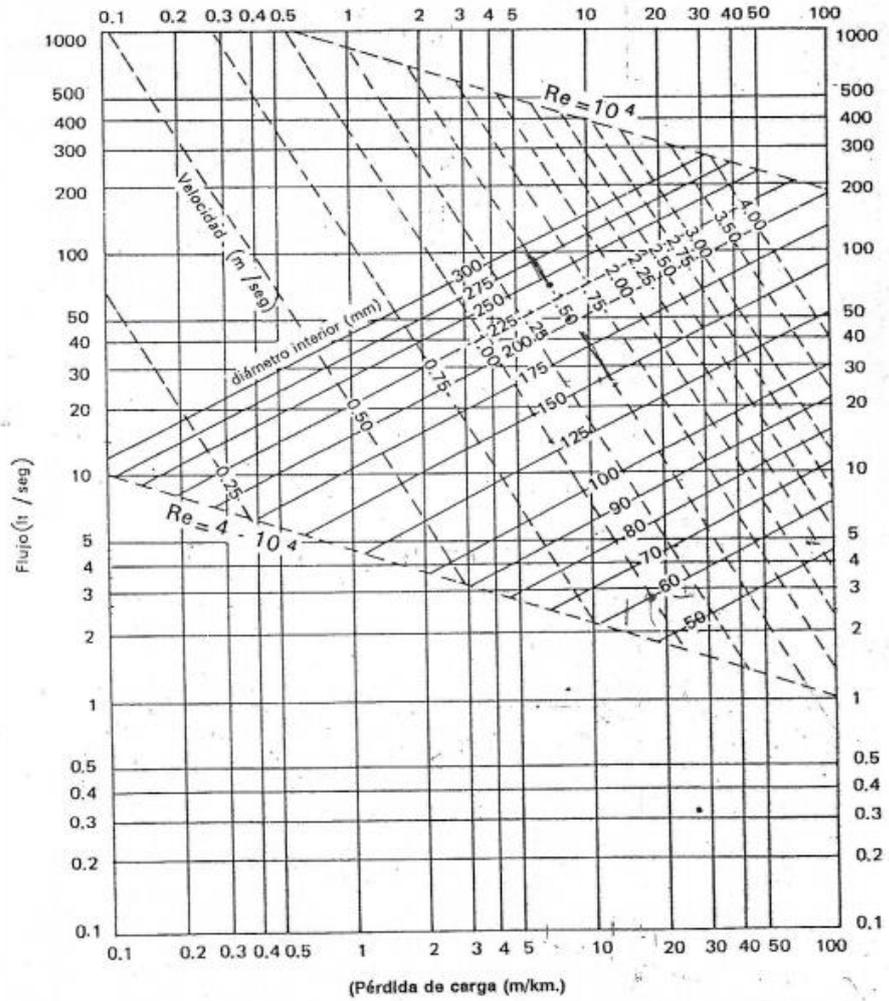


RIEGO POR GOTEO

- Kibbutz Hatzertim, D.N. Henegev 4, 85505, Israel, Tel. 057-673111, Telex: 5207 NET IL, Fax: (057) 420098.
- Kibbutz Magal, D.N. Hefer 38845, Israel, Tel. 06-367222, Telex: 471733 NET MG IL, Fax: (06) 367252.
- Kibbutz Yitah, D.N. Merom Hagalil, 13840, Israel, Tel. 06-942761, Telex: 6727 YI NET IL, Fax: (06) 951221.

DIAGRAMA DE LAS PERDIDAS DE CARGA DE LA TUBERIA

VINDUIT M.R.



El diagrama ha sido construido según las fórmulas del Instituto de Hidráulica de la Universidad de Padua. (Prof. Ing. Francesco Marzola, Prof. Ing. Alessandro Veronesi, Dr. Ing. Claudio Dattel).

2"
**Separador
de arena**

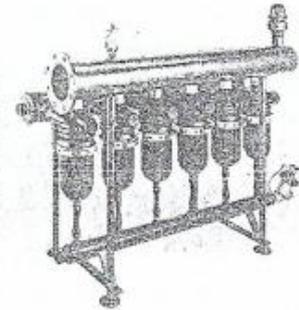
Presión máxima	10 atm	10 atm
Flujo :	25 m ³ /h	25 m ³ /h
Superficie de filtración	-	950 cm ²
Longitud del filtro - L	540 mm	540 mm
Ancho del filtro - W	290 mm	290 mm
Distancia entre conexiones	A 145 mm B 85 mm	A 145 mm B 85 mm
Peso	4,2 kg	5,3 kg



2"
**Batería de
separadores
de arena**

NUEVO

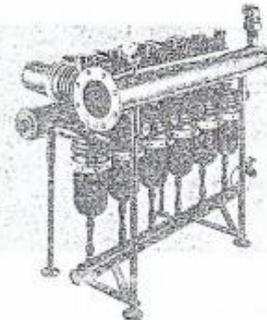
	2 unidades	3 unidades	4 unidades
Presión máxima	10 atm	10 atm	10 atm
Flujo :	20-50 m ³ /h	≥35-75 m ³ /h	≥55-100 m ³ /h
Longitud de la batería	605 mm	855 mm	1105 mm
Altura de la batería	1220 mm	1220 mm	1220 mm
Ancho de la batería (W)	556 mm	556 mm	556 mm
Peso	65 kg	115 kg	145 kg



2"
**Separadores
de arena y
sistemas de
filtración
para pozos**

NUEVO

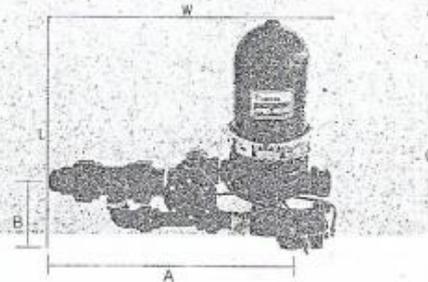
	2 unidades	3 unidades	4 unidades
Presión max.	10 atm	10 atm	10 atm
Flujo :	20-50 m ³ /h	≥35-75 m ³ /h	≥55-100 m ³ /h
Sup. de filtración	1900 cm ²	2850 cm ²	3800 cm ²
Vol. de filtración	2450 cm ³	3675 cm ³	4900 cm ³
Longitud de la batería	550 mm	600 mm	1050 mm
Altura de la batería	1220 mm	1220 mm	1220 mm
Ancho de la batería (W)	715 mm	715 mm	715 mm
Peso	96 kg	132 kg	167 kg



Baterías Automáticas -- Spin Klin

2"
**Spin Klin
compacto
(unidad)**

Presión max.	10,0 atm
Presión mínima de retrolavado	3,5 atm
Flujo :	
40-140 mesh	20 m ³ /h
200 mesh	13 m ³ /h
600 mesh	6,5 m ³ /h
Superficie de filtración	940 cm ²
Volumen de filtración	1230 cm ³
Longitud del filtro - L	600 mm
Ancho del filtro - W	700 mm
Distancia entre conexiones	A 590 mm B 194 mm
Peso	28,6 kg



series 4000



ODIS series 4000 gravel or sand filters, are most efficient for the filtration of water heavily contaminated with algae, organic matter and other impurities, such as in open reservoirs and recycled water systems.

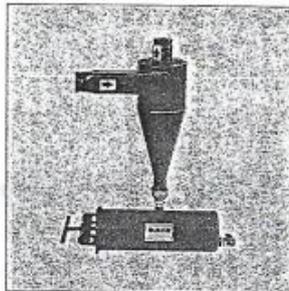
Series 4000 filters use a unique design based on a bottom double-chamber, divided by a steel plate covered by "mushroom" diffusers. These diffusers disperse water evenly, using effectively the whole filter's volume, and avoiding the occurrence of channeling or caking. Series 4000 filters are particularly suitable for backflushing.

PHYSICAL CHARACTERISTICS:

Model	Inlet/outlet diameter (inch)	Body diameter (inch)	Recommended flow rate (m ³ /h)	Weight (kg)	Approx. gross volume (m ³)
4121	1"	12	3.5-5	42	0.14
41515	1.5"	16	6-11	49	0.19
4202	2"	20	11-20	70	0.3
4203	2"	20	12-20	75	0.35
4242	2"	24	14-24	82	0.6
4243	2"	24	14-24	82	0.6
4302	3"	30	16-32	136	0.7
4363	3"	36	32-62	183	1.15
4484	4"	48	62-120	310	1.9

proper filtration is the heart of every irrigation installation.

series 5000



ODIS hydrocyclones series 5000, are extremely efficient separators of sand and solid particles from water or liquids, maintaining a small head-loss.

Series 5000 hydrocyclones use a tangential injection flow process, enhancing the centrifugal forces and moving solid particles outwards. The dispersed particles, move downwards in a spiral path into an underflow chamber, while purified liquid moves upwards to the center of the spiral, towards a top mounted outlet.

Series 5000 hydrocyclones are mainly intended for agricultural applications and erosion protection of pumps, valves, etc., especially in wells.

PHYSICAL CHARACTERISTICS:

Model	Inlet/outlet diameter (inch)	Recommended flow rate (m ³ /h)	Standard underflow chamber (liter)	Weight (kg)	Approx. gross volume (m ³)
50207	1/2"	2-3.5	2	8	0.02
50410	1"	3.5-7.5	2	9	0.02
50515	1.5"	7.5-12	5**	18	0.06
50820	2"	11-17	5**	20	0.08
50830	2"	16-24	5**	27	0.08
51243	4x2"	35-62	60	65	0.6
51640	4"	52-82	120	90	1.1
52060	6"	96-160	220	172	1.35
52460	6"	140-230	220	205	1.75
53080	8"	230-360	220	240	2.0

* Including the underflow chamber
** Option - 10 liters

ODIS
IRRIGATION EQUIPMENT Ltd.

series 6000



ODIS fertilizer tanks series 6000, have been designed specifically for fertigation in agriculture. This system is simple, efficient and trouble-free.

ODIS presently offers two types of series 6000 fertilizer tanks:

1. Standard models, applying fertilizers on the quantitative principle.
2. Proportional models, applying fertilizers while maintaining a constant concentration of nutrients applied.

The fertilizers are applied continuously during irrigation, either manually or controlled by irrigation controller.

PHYSICAL CHARACTERISTICS:

Model	Capacity (liter)	Weight (kg)	Approx. gross volume (m ³)
6005	5	8	0.03
6010	10	9	0.04
6015	15	18	0.045
6030	30	24	0.095
6060	60	31	0.13
6090	90	38	0.2
6120	120	44	0.24
*6121	120	45	0.32
*6221	220	59	0.52
**6512	120	46	0.25
**6522	220	87	0.56

* Horizontal models
** Proportional models

Datos Técnicos

Configuración de la válvula:
Tipo oblicuo ó angular

Tamaños:
Y - Oblicuo: 1 1/2", 2" y 3"
A - Angular: 2"

Conexiones:
- 1 1/2" y 2" roscado NPT/BSP
- 3" roscado hembra NPT/ BSPT o
bridado según normas ISO/BS-D/ANSI

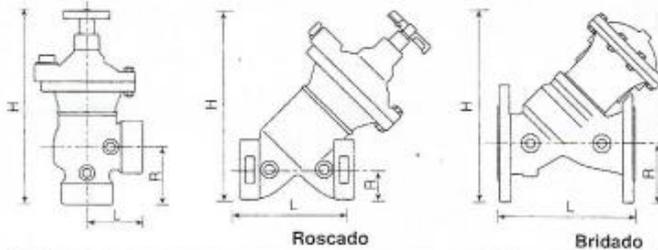
Norma de Presión:
ISO: PN 10. ANSI: Clase 125

Rango de Presión:
0.5-10 kg/cm² (7-150 psi)

Rango de Temperatura:
Agua hasta 80°C (180F)

Materiales:
- Cuerpo: Latón (1 1/2" y 2") Hierro fundido
cubierto con poliéster (3")
- Actuador: Plástico, Bronce y Acero
inoxidable
- Diafragma: Goma (hule) natural
reforzado con malla de nylon (NR)
- Empaques: Buna-N y NR

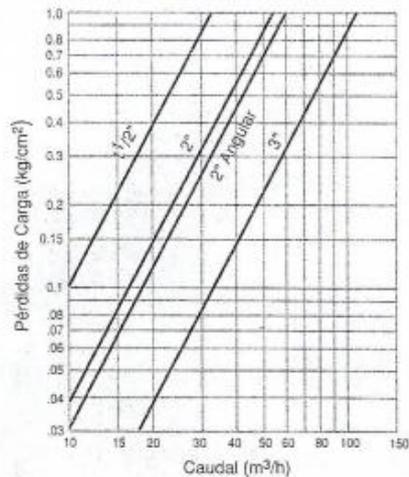
Dimensiones y Pesos



Tamaños	1 1/2"	2"	2" Angular	3"	3"
L (mm)	112	124	71	210	235
H (mm)	175	215	256	275	325
R (mm)	30	40	75	58	98
Ancho (mm)	105	125	135	160	200
Peso (kg)	1.25	2.0	2.25	7.4	14.7

Válvulas Piloto y Accesorios de Control:
Refiérase al catálogo de la Serie PC
Pag. 38.

Gráfico de Pérdidas de Carga



Aplicaciones Típicas



Modelo 300
Válvula de Control Hidráulica
Válvula de control operada hidráulicamente,
requiere comando de presión para cerrar.



Modelo 310
Válvula de Control Eléctrica
Válvula de control con solenoide de tres
posiciones, con llave de apertura manual.
La válvula es de tipo "NC" (Normalmente
Cerrada), requiere corriente eléctrica para
abrir.



Modelo 320
Válvula de Control Reductora de Presión
Reduce la alta presión del flujo aguas arriba
a la presión calibrada aguas abajo.



Modelo 320-55
**Válvula de Control Reductora de
Presión con Control Eléctrico**
Combina el Modelo 320 con control
remoto eléctrico.



Serie 200 – Válvulas Plásticas de Control Hidráulico/Eléctrico

220 · 55 · 015 · A · BP · 2W · M

Modelo de la Válvula	
Válvula básica hidráulica	- 205
Control remoto eléctrico	- 210
Reductora de presión	- 220
Sostenedora / de alivio	- 230
De flotador	- 250

Características Adicionales	
Ninguna	- 00
Eléctrico sin Solenoide	- 05
Control Remoto Eléctrico	- 55
Relé Hidráulico 3 vías	- 54
Flotador, Hidráulica	- 60

Dimensión de la Válvula	
3/4"	- 075
1"	- 01
1 1/2"	- 015
2"	- 02

} No regulable

Configuración de la Válvula	
Globo	- G
Angular	- A
En "Y"	- Y (solo de 1")

Conexiones	
Roscado hembra NPT	- NP
Roscado hembra BSP	- BP
Union de PVC para pegar	- SP

Tipo de control	
2 vías	- 2W
3 vías	- 3W

Opciones	
Normalmente Abierta	- NO
Normalmente Cerrada	- NC
Selector Manual 3 vías (Latón)	- Z
Vástago limitador de caudal - solo en configuración G.A.	- M

En la orden, favor de especificar:

- Tipo de control: 2 vías o 3 vías
- Presión aguas arriba, aguas abajo (Min., Norm., Max.)
- Caudal (Min., Norm., Max.)
- Para modelos operados por Solenoide:
 - Voltage, AC-DC, Hz: 50 o 60, NO / NC (Estandar: 24 V/AC; Válvula NC)
 - Requerimientos especiales
 - Opción de Solenoide latch (pulsos)

Para Accesorios de Control: Vea pag. 52

320 · 55 · 02 · Y · N · BP · 2W · Z

Modelo de la Válvula	
Hidráulica Básica de doble cámara	- 300
Hidráulica básica de una cámara	- 305
Control remoto eléctrico	- 310
Reductora de presión	- 320
Sostenedora / de alivio	- 330
Alivio (acción rápida)	- 33Q
De flotador	- 350

Características Adicionales	
Ninguna	- 00
Válvula de retención	- 20
Control remoto hidráulica	- 50
Relé hidráulico 3 vías	- 54
Control remoto eléctrico	- 55
Flotador hidráulico	- 60
Flotador eléctrico	- 65
Normalmente abierta	- NO
Normalmente cerrada	- NC

Dimensión de la Válvula	
1 1/2"	- 015
2"	- 02
3"	- 03

Configuración de la Válvula	
Angular	- A (solo de 2")
En "Y"	- Y

Tapa de la Válvula	
Plastico	- P
Acero Inox.	- N (solo de 2")
Acero	- S (solo de 3")

Conexiones	
Planurado (victaulico)	- VI (solo en 3")
Roscado hembra NPT	- NP
Roscado hembra BSP	- BP
Bridado BSTD	- BD
Bridado ISO PN 10	- 10
Bridado ISO PN 16	- 16
Bridado ANSI 125	- A1
Bridado sin hoyos	- 00
Bridado JIS 10	- J1
Bridado ABNT 10	- B1

} solo en 3"

Tipo de Control		Opciones	
2 vías - 2W		Selector Manual 3 vías (Latón)	- Z
3 vías - 3W		Cierre Mecánico	- M
		Resorte (muelle) Auxiliar de Apertura	- L
		Resorte (muelle) Auxiliar de Cierre	- K
		Dirección de Flujo Inversa (Solo 1 1/2" y 2")	- O
		Normalmente Abierta	- NO
		Normalmente Cerrada	- NC

195

El gotero Naan-Tif P.C.

(autorregulado o con compensación de presión) ha funcionado exitosamente durante más de un decenio.

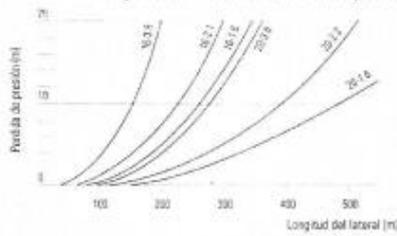
En este prolongado lapso de tiempo han surgido en el mercado nuevas normas de demanda y funcionamiento. La tubería de goteo P.C. es la solución óptima para aquellos casos en los que se necesitan laterales más largos (hasta 500 m.) en terrenos de topografía accidentada.

La fabricación de goteros P.C. con un nivel muy reducido de coeficiente de CV (menos del 5%), permite la máxima uniformidad de la distribución del agua en el campo.

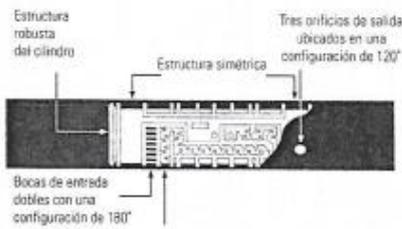
Diafragma elástico



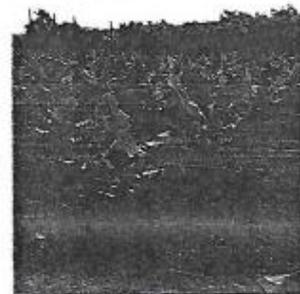
Pérdida de presión - espaciamiento entre goteros: 100 cm



Estructura del gotero Naan-Tif P.C.



Laberinto para el autolavado por medio de la acción del flujo turbulento y vortice del agua



Diafragma elástico:

De muy avanzada tecnología, el diafragma instalado en el gotero mantiene un caudal constante. Ofrece la ventaja de no ser afectado por las sustancias químicas y los fertilizantes de uso común en la agricultura. (Solicite, por favor, nuestro asesoramiento para el empleo de cloro y bromuro de metilo)

Filtrado incorporado

En forma similar al gotero laberíntico, el tubo P.C. está protegido por dos filtros independientes integrados en las bocas de entrada, en una configuración de 180°

Autolimpieza

El diafragma incorporado también actúa como mecanismo de autolavado. Las pequeñas partículas son expelidas al comienzo y conclusión de cada ciclo irrigatorio.

Datos técnicos

Diámetro: 16 y 20 mm
 Grueso de la pared: 1.2 mm
 Límites de la presión operacional: 0.5 a 3.5 atm.
 Presión operacional recomendada: 1.0 a 3.5 atm
 Caudal:
 16 mm - 1.6, 2.1, 3.8 l/h
 20 mm - 1.6, 2.2, 3.8 l/h

Datos Hidráulicos del Tubo de Gotero P.C. Naan-Tif

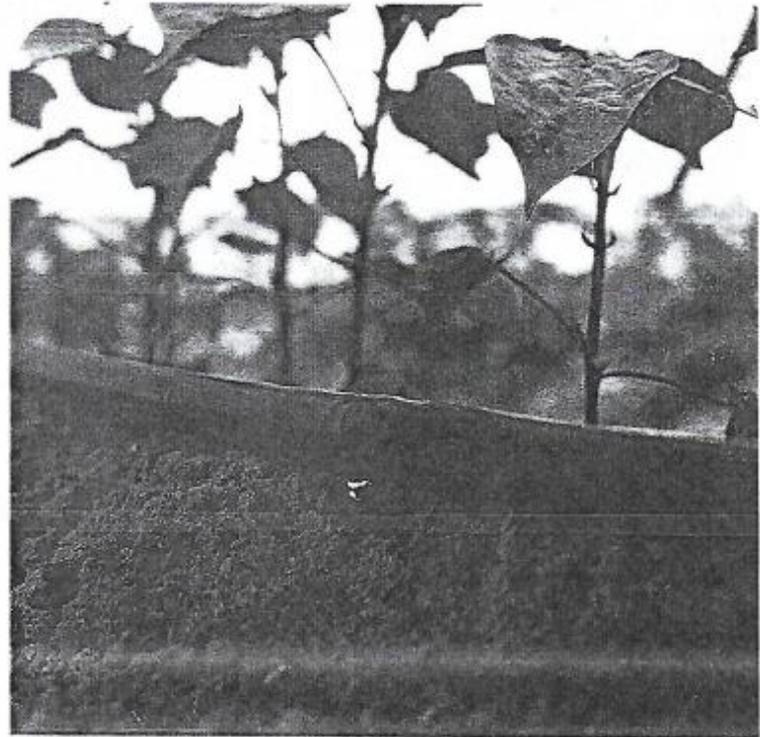
Longitud máxima recomendada del lateral en metros

Gotero de	Espaciamiento del gotero (cm)							
	20	30	40	50	60	75	100	150
1.6 Negro	90	120	160	190	220	270	340	480
2.1 Azul	70	100	130	160	190	230	290	390
3.8 Anaranjado	50	70	90	110	130	150	190	260

Gotero de	Espaciamiento del gotero (cm)							
	20	30	40	50	60	75	100	150
1.6 Negro	180	250	300	360	400	490	600	800
2.2 Azul	130	200	260	300	350	400	500	600
3.8 Anaranjado	110	150	180	220	240	290	350	440

Empaque

Gotero de	Metros por bobina		Metros por carrito	
	16 mm	20 mm	16 mm	20 mm
16 mm	400	61,000	7,000	63,000
20 mm	330	30,000	4,500	42,000



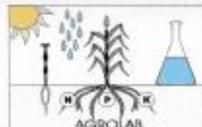
317

ANEXO N°03

ANÁLISIS DE SUELO

AGROLAB

*Los análisis de suelos son la base de una buena fertilización,
y de una alta producción*



Solicita : OSCAR MARTELL REYES
RIXI BLAS FERREL
Lugar : PAMPAS DE CONACHE – DISTRITO DE LAREDO
PROVINCIA DE TRIJILLO – LA LIBERTAD
Fecha de Recepción: 29/ Junio/ 2017
Fecha de Análisis : 04/ Julio / 2017

ANÁLISIS DE FERTILIDAD DEL SUELO

CALICATA N°	M.O. %	P ppm	K ppm	pH 1:1	% SATURAC.	CE _{ES} mS/cm (Estimado)	CaCO ₃ %
1	0.36	7.54	313.86	8.34	33.0	0.652	1.60
2	0.39	5.99	43.96	7.70	28.0	1.325	0.20

ANÁLISIS TEXTURAL

CALICATA N°	PORCENTAJE DE PARTÍCULAS			TEXTURA (U.S.D.A.)
	ARENA	LIMO	ARCILLA	
1	99.30	0.70	0.00	Arena
2	99.30	0.70	0.00	Arena



Ing. M. Sc. Sergio Valdivia Vega
EXPERTO EN SUELOS

BERGIO ADRIAN VALDIVIA VEGA
INGENIERO AGRÓNOMO
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 1114