

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

DIVISIÓN DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE RIEGO Y DRENAJE



**DISEÑO DE SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO
SUBSUPERFICIAL EN EL CULTIVO DE TOMATILLO
“*Physalis ixocarpa*”**

POR:

ESTEFANY KARINA MORENO CÁRDENAS

TRABAJO DE OBSERVACIÓN Y ESTUDIO

**PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL
TÍTULO DE:**

INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN

**BUENAVISTA SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO
MAYO DE 2017**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE RIEGO Y DRENAJE

**DISEÑO DE SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO SUBSUPERFICIAL
EN EL CULTIVO DE TOMATILLO "*Physalis ixocarpa*"**

POR:

Estefany Karina Moreno Cárdenas

TRABAJO DE OBSERVACIÓN Y ESTUDIO

**Que somete a consideración del H. Jurado Examinador como
requisito parcial para obtener el título de:**

INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN

APROBADA:



Dr. Javier de Jesús Cortés Bracho
Asesor Principal



M.C Gregorio Briones Sánchez
Asesor



M.C Tomás Reyna Cepeda
Asesor



Dr. Luis Samaniego Moreno
Coordinador de la División de Ingeniería



MAYO DE 2017

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO

AGRADECIMIENTOS

A mi Dios por darme la vida, la sabiduría, alegría y de gozar de buena salud. Gracias por tu bondad y tu amor, que me permites enfrentar cada obstáculo en mi vida de vivir tristezas, alegrías y de tener a mi familia conmigo.

A mi Alma Mater, gracias te doy por formarme académicamente y darme la oportunidad de formar parte de tu gloriosa institución.

Al Departamento de Riego y Drenaje por brindarme las herramientas necesarias para fomentar mi formación académica, por tus laboratorios donde practique horas de clases y experimentos, de ser un lugar donde conocí personas especiales que poco a poco fueron formando parte de mi vida y mi familia.

A todos mis Profesores les doy gracias por cada conocimiento brindado en mí, fueron la pieza clave en mi preparación y formación, son quienes a sus enseñanzas y consejos hoy por hoy se los debo a ustedes, cada profesor me dejó una motivación y ganas de superarme

Al Dr. Javier de Jesús Cortés Bracho, más que ser mi asesor formo parte valiosa en mi educación dentro de la universidad, además de siempre contar en cada momento con su ayuda y tener siempre una respuesta a mis dudas.

Al Dr. Alejandro Zermeño González, quien también desempeño un papel importante en mi formación, dedicado y comprometido con el desempeño de los alumnos, gracias por responder a todas aquellas dudas y dar un poco de su tiempo a escuchar a sus alumnos y amigos.

A mis amigos, Adilene, Enedelia, Chucho, Rutilo con quienes nos acompañamos en momentos de tensión, alegrías y preocupaciones en cada materia, a ustedes por alegrar mis días, las motivaciones y sabios consejos de Uriel. A mis compañeros de generación XXII y en especial a Alexis por compartir conmigo buenos y malos momentos y de brindarme su confianza. A mis amigos que encontré en mi camino Anai, Ediberto, Juan Martin, Agustina, Marcos, Abi.

A REX IRRIGACIÓN S.A DE C.V, por brindarme la oportunidad de trabajar en su empresa en mi estancia como practicante, es especial al Ing. Cesar Zapata Rosales y al Ing. Heriberto Posadas Navarro.

DEDICATORIA

Este logro en mi vida son gracias a mis Padres, quienes siempre me han apoyado en mi camino por el estudio, quienes siempre han dicho “*la mejor herencia para un hijo es el estudio*”. Ustedes mi inspiración y motor para mantenerme de pie en esta vida.

A mi madre María Lilia, madre mía quien a su trabajo y esfuerzo ha luchado constantemente, sus noches de desvelos trabajando sobre esas noches frías en una máquina para darnos a mí y mis hermanos lo mejor, pero más que eso nos dio, valores, amor y cuidado.

A mi padre Mariano, quién me enseñó el valor del trabajo duro, saber cómo ganar el pan de cada día. Te agradezco por todas esas exigencias de ser un buen estudiante y además un buen hijo, de estar conmigo esas noches infinitas exigiéndome a cumplir con mis obligaciones académicas.

A mis Hermanos, José Julián y Lucero de Jesús, quienes los he visto creer, también les dedico esto, ya que siempre han sido un motor más en mi vida, mi inspiración y mi orgullo.

A mis Tíos, aquellos que siempre creyeron en mí y me dieron su confianza, sus enseñanzas y sus conocimientos en la vida.

A mis Abuelos, que siempre me han dado sus consejos y sus sabidurías.

Alondra Roxana, Yizet Anai, que además de ser mis prima son mis amigas y hermanas con las que siempre puedo contar.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS.....	II
DEDICATORIA.....	IV
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	V
ÍNDICE DE TABLAS.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
RESUMEN.....	IX
1 INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVOS:.....	3
2 REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1 SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO.....	4
2.1.1 Definición.....	4
2.1.2 Ventajas.....	5
2.1.2.1 Eficiencia en el uso del agua.....	5
2.1.2.2 Topografía y suelo.....	5
2.1.2.3 Producción y calidad del producto.....	5
2.1.2.4 Condiciones agronómicas.....	6
2.1.3 Desventajas.....	6
2.1.3.1 Taponamiento de emisores.....	6
2.1.3.2 Salinización de la zona radicular.....	7
2.1.3.3 Mala distribución de la humedad.....	7
2.1.3.4 Elevado costo inicial.....	7
2.1.3.5 Requerimientos técnicos.....	8
2.1.4 Componentes del sistema de Riego por goteo.....	8
2.1.4.1 Cabezal de control.....	8
2.1.4.2 Red de tuberías.....	18
2.1.4.3 Válvulas.....	20
2.1.4.4 Emisores.....	23
2.2 APOYOS DE GOBIERNO PARA EL FORTALECIMIENTO DEL SECTOR	
AGROPECUARIO.....	24
2.2.1 FIRCO.....	24
2.2.1.1 Objetivos.....	24
2.2.1.2 Descripción.....	25
2.2.1.3 Programas.....	25
2.2.2 PRODEZA (Programa Estratégico de Desarrollo de las Zonas	
Áridas).....	26
2.2.2.1 Objetivos Específicos.....	26

2.2.2.2	Población Objetivo y Cobertura	26
2.2.2.3	Características	27
3	METODOLOGÍA	28
3.1	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	28
3.2	DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA	29
3.2.1	<i>Identificación.....</i>	29
3.2.2	<i>Macro localización</i>	30
3.2.3	<i>Micro localización</i>	30
3.2.4	<i>Clima.....</i>	31
3.2.5	<i>Suelo y agua.....</i>	31
3.2.5.1	Estudio de suelo.....	31
3.2.5.2	Reporte de las condiciones del agua.....	32
3.2.5.2.1	Fuente de abastecimiento y localización geográfica.....	32
3.2.6	<i>Localización del terreno.....</i>	32
3.2.7	<i>Situación antes de solicitar el apoyo</i>	33
3.2.8	<i>Propuesta solicitada.....</i>	33
3.2.8.1	Descripción, Finalidades y Metas	33
3.2.9	<i>Diseño del sistema de riego por goteo</i>	34
3.2.9.1	<i>Diseño agronómico</i>	35
3.2.9.1.1	Información del cultivo.....	35
3.2.9.1.2	Determinación de cálculos agronómicos	35
3.2.9.1.3	Información complementaria	38
3.2.9.1.4	Resultados obtenidos	39
3.2.9.2	<i>Diseño hidráulico</i>	39
3.2.9.2.1	Selección del equipo de bombeo.....	39
3.2.9.2.2	Selección de válvulas de medición, control y protección	40
3.2.9.3	<i>Resumen general del diseño del Sistema de Riego.....</i>	41
3.2.10	<i>Listado del presupuesto del sistema.....</i>	42
3.2.10.1	Calendario de Obra	45
3.2.10.2	Carta compromiso	46
4	DISCUSIÓN	48
4.1	VALORACIÓN PERSONAL	48
4.2	CONCLUSIONES.....	48
5	BIBLIOGRAFÍA.....	50
6	ANEXO.....	52

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 2. 1	CLASIFICACIÓN DE BOMBAS SEGÚN EL INSTITUTO DE HIDRÁULICA.....	10
Tabla 2. 2.	Criterios para selección de filtros.....	11
TABLA 3. 1	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	29
TABLA 3. 2	IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	29
TABLA 3. 3	COORDENADAS GEOGRÁFICAS DEL ÁREA A TECNIFICAR.....	30
TABLA 3. 4	CUADRO DE COORDENADAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL POLÍGONO.....	30
TABLA 3. 5	DATOS CLIMÁTICOS DEL LUGAR DEL SISTEMA.....	31
TABLA 3. 6	FUENTE DE ABASTECIMIENTO DEL SISTEMA.....	32
TABLA 3. 7	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA.....	33
TABLA 3. 8	CUADRO COMPARATIVO EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN.....	34
TABLA 3. 9	INFORMACIÓN DEL CULTIVO.....	35
TABLA 3. 10	MÉTODO BLANEY PARA DETERMINAR ETP.....	36
TABLA 3. 11	COEFICIENTES Kc PARA TOMATILLO PARA UN CICLO VEGETATIVO ANUAL ..	36
TABLA 3. 12	COEFICIENTES Kc EN CADA FASE FENOLÓGICA DEL CULTIVO.....	37
TABLA 3. 13	DATOS GENERALES DEL CULTIVO Y DEL SISTEMA.....	38
TABLA 3. 14	CUADRO DE RESULTADOS.....	39
TABLA 3. 15	DATOS GENERALES DEL EQUIPO DE BOMBEO.....	39
TABLA 3. 16	VÁLVULAS DE MEDICIÓN, CONTROL Y PROTECCIÓN.....	40
TABLA 3. 17	RESUMEN GENERAL DEL SISTEMA DE RIEGO.....	41
TABLA 3. 18	LISTADO DE MATERIALES PARA EL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO.....	42
TABLA 3. 19	CALENDARIO DE ACTIVIDADES PARA LA OBRA.....	45

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 2. 1. CURVA CARACTERÍSTICAS DE UNA BOMBA TIPO CENTRIFUGA DEL MANUAL DE BOMBAS Y SELECCIÓN BERKELEY	9
FIGURA 2. 2 ESQUEMA DE TRABAJO DEL HIDROCICLÓN	11
FIGURA 2. 3 FILTRO TIPO HIDROCICLÓN	11
FIGURA 2. 4 FILTRO TIPO GRAVA-ARENA	12
FIGURA 2. 5 FILTRO DE ARENA-GRAVA EN PROCESO DE RETRO LAVADO.....	13
FIGURA 2. 6 MOVIMIENTO DEL AGUA DENTRO DEL FILTRO	13
FIGURA 2. 7 FILTRO DE MALLA.....	13
FIGURA 2. 8 FILTROS DE DISCOS.	14
FIGURA 2. 9 MOVIMIENTO DEL AGUA DENTRO DEL FILTRO	14
FIGURA 2. 10 TIPOS DE INYECTORES MÁS COMUNES EN UN SISTEMA DE RIEGO	15
FIGURA 2. 11 TANQUE FERTILIZANTE Y SUS COMPONENTES	16
FIGURA 2. 12 INYECTOR VENTURI, REPRESENTACIÓN DEL MOVIMIENTO DE LOS FLUIDOS, DENTRO DEL FILTRO.	17
FIGURA 2. 13 INYECTOR DE FERTILIZANTE POR MEDIO DE BOMBAS	17
FIGURA 2. 14 INYECTOR TIPO HIDRÁULICO	18
FIGURA 2. 15 DISTRIBUCIÓN DE RED DE TUBERÍAS EN RIEGO POR GOTEO.....	20
FIGURA 2. 16 DIFERENTES TIPOS DE VÁLVULAS	22
FIGURA 2. 17 CLASIFICACIÓN DE LOS EMISORES.....	24
FIGURA 3. 1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL TERRENO	31
FIGURA 3. 2 CROQUIS DEL ÁREA DEL TERRENO	33
FIGURA 3. 3 DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO EN CINTILLA.....	44

RESUMEN

Si bien se sabe que el planeta Tierra ha tenido cambios en factores ambientales que han llevado al ser humano a evolucionar en todos los ámbitos, si hablamos de la agricultura, es de los sectores que mayor impacto ha tenido con el cambio climático. Esto es un tema muy conocido y es por eso a que han surgido modificaciones o cambios en la agricultura. Implementación de tecnología al campo, que ha venido desde hace décadas a solucionar este problema. Las necesidades de una sociedad en conjunto han llevado al campo a tener que cumplir lo que la sociedad demanda que es la Alimentación o para la Producción de materias primas

La falta de agua en muchas zonas del país es un problema que nos enfrentamos, la escasez, el buen aprovechamiento y la disponibilidad que contamos con este recurso. Estados de la zona norte de la república, son quienes tienen mayor producción de legumbres, hortalizas, forrajes entre otros. Cuando parece ilógico ya que estas tierras no cuentan con suficiente disponibilidad de agua a comparación de estados del sur.

En este trabajo se realizó un diseño de sistema de riego por goteo en el ejido de Guadalupe Victoria, municipio de Navojoa, Sonora. En este lugar se pretende tecnificar más de tres hectáreas para un cultivo de tomatillo. Los emisores tienen un gasto de 1 LPH, separadas a cada 30 cm y 1.6 entre surcos, la cintilla es de tipo pastilla marca Eurodrip. Para el diseño agronómico e hidráulico se tomaron en consideración factores climáticos del lugar y considerando datos agronómicos del cultivo.

La finalidad a la que se pretende llegar es hacer un uso eficiente del agua con fines agronómicos, aprovechar los recursos de manera equilibrada, pero sobre todo incrementar el sistema de producción, alcanzar un mayor rendimiento y calidad de la producción. Ya que tecnificando el campo es posible controlar aún mejor la necesidad que demande el cultivo, cumpliendo todos los requerimientos hídricos y nutritivos, así obteniendo mejores resultados y aprovechamiento de los recursos.

Palabras Claves: Tecnificación del campo agrícola, eficiencia del agua.

1 INTRODUCCIÓN

De acuerdo al origen, el sector agropecuario ocupa el 80% de las aguas superficiales y el 70% de las aguas subterráneas representando el 77% del volumen total concesionado. Si bien el país en su conjunto experimenta un bajo grado de presión sobre el recurso, existen ocho regiones hidrológicas, de las 13 existentes, con un nivel de presión fuerte por el recurso, las cuales están localizadas en la zona norte, noroeste y centro del país (Baja California Norte y Sur, Sonora, Sinaloa, Nuevo León, Tamaulipas, Coahuila, Guadalajara y Cd de México). (CONAGUA. Estadísticas del Agua en México, 2014).

Investigaciones de Comisión Nacional del Agua (CONAGUA, 2014) menciona que México es uno de los países que cuenta con mayor infraestructura de riego en el mundo. El sector agrícola es la actividad donde tiene mayor demanda de agua con un 75.72%, para Energía eléctrica un 5.55%, en Industrias 4.09% y en abastecimiento público un 14.65%.

Dentro de este mismo informe indica que la superficie en unidades agrícolas de producción fue de 30.2 millones de hectáreas de las cuales 18% era de riego y el resto tenían régimen temporal.

México ocupa el sexto lugar mundial en términos de superficie con infraestructura de riego con 6.4 millones de hectáreas, de las cuales el 54% corresponde a 85 distritos de riego y el restante a más de 39 mil unidades de riego. El 33.6 % del agua concesionada para uso agrícola es de origen subterráneo. (CONAGUA, 2014).

En México, la agricultura con mayor producción se encuentra en zona norte, noroeste, partes de centro y occidente que comprende Sonora, Sinaloa, Zacatecas, Durango, Chihuahua, Tamaulipas, Guanajuato, Coahuila, Nuevo León y Michoacán; a pesar de ser zonas áridas y semiáridas y de concentrar menores precipitaciones, son los estados más productivos en el sector agropecuario, que se destacan por tener campos tecnificados, utilizan sistemas para aprovechar el agua en un 80 a 90%, con el uso de sistemas de riego.

Las posibilidades de practicar agricultura en condiciones de temporal son muy limitadas lo que dio la necesidad de buscar alternativas y así es como hoy existen diferentes métodos en sistemas de riego por aspersión y localizado.

La aplicación del agua y fertilizantes a través de sistemas de riego tecnificado, mejora la productividad en el campo mexicano, objetivo primordial para desarrollar la agricultura como una actividad sustentable y competitiva.

La tecnificación del riego es la mejor opción para mejorar los rendimientos agrícolas, eliminando pérdidas y desperdicios de los cultivos, mejorándola calidad y productividad en el campo así como contribuir al uso eficiente del agua.

El riego tecnificado permite aplicar el agua en forma localizada, continua eficiente y oportuna. Se adapta a diferentes tipos de suelo y a condiciones topográficas; permite alcanzar entre los 90 y 95% de eficiencia de aplicación, lo que no se alcanza con otro sistema de riego.

Uno de los sistemas de riego con mayor eficiencia, se encuentra el Riego por Goteo, se dice que este sistema se desarrolló en Israel, lugar donde sabemos que es el país con mayor desarrollo tecnológico en la agricultura, debido a sus condiciones climática y geográfica. Si bien con este sistema se obtienen buenos resultados como: pocas pérdidas de agua por escorrentías, bajos costos de consumo de energía debido a la baja potencia del sistema de bombeo, mejor aprovechamiento de fertilizantes y una automatización completa.

Para llegar a obtener buenos resultados, es necesario realizar un Diseño, mediante información de campo, ya sea, coordenadas que se procesan en un programa o bien teniendo las medidas exactas del terreno, también información del cultivo y sobre todo a lo que el productor tenga en su bolsillo.

Uno de los factores a tener en consideración para el diseño, es tratar que el sistema no sea complejo, que sea sencillo, así evitamos trabajos operativos, además que al término del sistema los costos de instalación sean menores.

Los costos pueden ser altos dependiendo del manejo que se le da, ya que este sistema puede durar de 1 a 2 años, dependiendo del cultivo y del buen mantenimiento. Gracias a financiamientos de gobierno estatal y federal es como se pueden obtener apoyos económicos, el gobierno junto con otras dependencias es como ellos proporcionan un cierto porcentaje a proyectos que cumplen con ciertos requisitos.

Objetivos:

Para este trabajo los objetivos son los siguientes:

- Mostrar la manera de aprovechar eficientemente el agua, mediante el uso de Sistemas de Riego por Goteo, en zonas áridas del norte de México.
- Indicar como reducir costos de instalación y costos de energía, con el diseño agronómico e hidráulico para un mejor funcionamiento del sistema y así obtener mejores resultados.

2 REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Sistema de riego por goteo.

Un reciente informe de la Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura (FAO) estima que un manejo más adecuado de los recursos de agua, son las prácticas de riego y drenaje; presenta un aumento de producción en diferentes cultivos agrícolas en las áreas regadas que en cualquier otro método de riego, especialmente el riego por goteo.

El riego por goteo es relativamente costosa, pero su aplicación es eficiente en el aprovechamiento del agua. Este sistema es más utilizada en zonas donde es limitado el uso del agua. También puede ser utilizado en todos los tipos de suelo, inclusive a suelos arenoso, alcalinos, y a distintos tipos de relieve y a diferentes condiciones climáticas.

Por otro lado este tipo de sistema, permite utilizar aguas con alta concentración de sales, utilización de fertilizantes y ácidos. Todo esto produce más altos rendimientos, más uniformidad y precocidad en las cosechas y sobre todo obtener buena calidad en los frutos.

2.1.1 Definición

El riego por goteo es un sistema presurizado donde el agua se conduce y distribuye por conductos cerrados que requieren presión. Desde el punto de vista agronómico, se denominan riesgos localizados porque humedecen un sector de volumen de suelo, suficiente para un buen desarrollo del cultivo. También se le denomina de alta frecuencia, lo que permite regar desde una a dos veces por día, todos o algunos días, dependiendo del tipo de suelo y las necesidades del cultivo. La posibilidad de efectuar riesgos frecuentes permite reducir notoriamente el peligro de stress hídrico, ya que es posible mantener la humedad del suelo a niveles óptimos durante todo el período de cultivo, mejorando las condiciones para el desarrollo de las plantas. (Litta, 2015).

Para tener más claro este concepto, Blair (1979) afirma: “Es la técnica consistente en llevar el agua al campo por medio de tuberías de plástico, de calibre pequeño, que se colocan a lo largo de hileras de plantas para entregarla en forma lenta, pero frecuente al sistema radicular de las plantas por medio de dispositivos apropiados llamados goteros o emisores.”

Cada Diseño de Sistema de Riego por Goteo, tanto agronómico y como hidráulico deben de cumplir con el propósito fundamental que requiere la planta y el productor, darle a la planta el agua necesaria, tratando de estar en los límites de capacidad de campo, aportando nutrientes que la planta demande y considerando obtener un mayor rendimiento en la producción, mayores ganancias. Controlando, manejando y ajustando cada sistema adecuadamente para así hacer buen uso de los recursos materiales y naturales.

2.1.2 Ventajas

Todos los sistemas de riego presentan algunas ventajas, diferentes autores mencionan algunos conceptos similares, como es el caso Liotta (2015), que en su manual presenta algunos conceptos relevantes.

2.1.2.1 Eficiencia en el uso del agua.

El principal objetivo es proporcionar el agua necesaria a la planta, en este sistema se logra obtener un mayor ahorro en agua, ya que la cantidad que se aplica se ajusta en cantidad y dependiendo de la evapotranspiración de los cultivos. El agua es aplicada por medios de los emisores que forman un área humedecida que la planta absorbe por medio de las raíces y así mismo la evaporación es baja. Por otra parte se eliminan las pérdidas por conducción, el agua es transportada por tuberías, con ello eliminan las pérdidas por evaporación y de escurrimiento, siempre y cuando se tenga un buen diseño hidráulico. La uniformidad se debe por los emisores con igual caudal y ubicados a distancia regulares, es posible la entrega de agua con muy buen grado de uniformidad y así la eficiencia de riego por goteo es muy alta en comparación a otros sistemas, esta eficiencia se encuentra entre el 95%.

2.1.2.2 Topografía y suelo.

Los sistemas de riego por goteo son apropiados para los campos heterogéneos o donde la topografía o textura del suelo no son uniforme. Ofrece la ventaja de poder utilizar en terrenos en donde no es técnica o económicamente factible utilizar riego por superficie u otros métodos de riego, también en suelos muy someros o pedregosos con baja retención de humedad y/o altos costos de nivelación. Si se toman en cuenta la de compactación de suelos, este sistema la reduce, se tiene suelos con buenas estructuras que permiten una buena infiltración y aireación, lo que la planta aprovecha todos los nutrimentos que se le aportan.

2.1.2.3 Producción y calidad del producto.

En cuanto a la producción y calidad, existe un aumento en el rendimiento y calidad de los cultivos con el riego por goteo, esto es posible mediante la programación precisa del riego. Debido a que los cultivos se encuentran en un

ambiente óptimo, tienen todos los requerimientos hídricos y nutritivos en todo momento a lo largo de toda la temporada del cultivo.

Si se realiza una correcta instalación es posible obtener resultados favorables, inclusive en climas extremos o terrenos con pendientes pronunciadas. Este tipo de sistema se ajusta a cada región y es así como es posible obtener resultados positivos, se logra tener una mejor producción y calidad que se ve reflejada al final de cada cosecha, cada sistema se adapta al cultivo, dependiendo a lo que el productor desee (área foliar, raíces o frutos). Satisfacer las necesidades de la planta es el objetivo primordial, producir más con menos.

2.1.2.4 Condiciones agronómicas

Las ventajas agronómicas en el riego por goteo que se presentan son diversas, una de ellas es que se tiene mayor eficiencia fisiológica, se distribuyen uniformemente las plantas dependiendo del cultivo para que se desarrollen y obtengan los requerimientos que sean necesarios para su crecimiento.

Se tienen óptimas relaciones suelo-agua-planta que esto contribuye a una buena germinación y emergencia uniforme en el campo. También se tiene un mejor control de malezas, ahorro de mano en obras culturales, debido a que el riego por goteo solo mantiene húmeda la parte de la planta y esto impide la propagación de plantas dañinas alrededor del cultivo.

En la fertilización, en este sistema es posible aportarle a la planta los nutrientes que requiere, se puede obtener del suelo o bien aportarle por medio del riego, la aplicación de nutrientes es más precisa con el riego por goteo que depende de las necesidades exclusivas del cultivo.

2.1.3 Desventajas

Todos los sistemas tienen desventajas, dependiendo del uso que se le da y el mantenimiento adecuado que reciben, si se le da un uso correcto podemos reducir el descaste de cada material. Además presentan algunos inconvenientes como:

2.1.3.1 Taponamiento de emisores

Este problema se presenta con mayor frecuencia, una de las causas es por el agua, es importante realizar un análisis de agua y saber sus contenidos físicos y químicos, para así seleccionar correctamente el sistema de filtrado, de otra manera se tendría pobre más de acumulación de sales en los emisores y en el suelo.

La selección de filtros es fundamental, existen de diversas presentaciones (discos y malla) y de diferentes características, elegirlos depende de nuestro diseño, el equipo de bombeo, la cantidad de agua que pasara en ella y conocer la fuente de agua, todo esto permitirá reducir los taponamientos.

2.1.3.2 Salinización de la zona radicular

En zonas áridas y de bajas precipitaciones, el empleo permanente 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.

La acumulación de sales en el suelo llegan a ser letales al cultivo, se tendrá una disminución en la producción y calidad de los productos, si la salinización es muy alta dejaremos al suelo infértil. Hay formas de evitar este problema, como verificar la fuente de agua disponible, distribución uniforme de los emisores, en zonas áridas se debe aplicar un poco más de agua que el cultivo necesite para permitir la lixiviación de sales por debajo de la zona de las raíces y así evitar la acumulación.

2.1.3.3 Mala distribución de la humedad

La mala distribución de la humedad llega a presentarse, dependiendo de cada tipo suelo, los emisores humedecen un área de la planta, el agua se filtra al suelo y forman bulbos húmedos alrededor de las raíces. La separación de emisores se considera dependiendo de los cultivos, se pretende que el agua llegue hasta la última planta, que esto va dependiendo de la potencia del equipo de bombeo, el riego debe ser uniforme en toda el área del cultivo. Si esto no llega ser posible, entonces realizamos un mal diseño.

2.1.3.4 Elevado costo inicial

Antes de realizar la inversión se deben analizar los costos y los beneficios a obtener. Se debe tomar en cuenta el incremento de la producción, la calidad y su precio. Se realiza un análisis en la que se considera la rentabilidad del cultivo para que pueda ser justificada la inversión. Por otra parte, en un inicio, la inversión puede ser alta, ya que los equipos pueden llegar a tener un alto precio, si se realiza una correcta instalación, un buen manejo y mantenimiento, se logra que los equipos funciones bien, también se debe dejar en claro que cada uno de los equipos tiene un periodo de vida útil, si dejamos que estos sigan funcionando, podemos afectar otros elementos o incrementar otros gastos.

Antes de comenzar la instalación, también se requiere la preparación del terreno, que implica la preparación del suelo y costos de nivelación. Para que el sistema pueda funcionar, se quiere energía eléctrica para la operación de los equipos, además que esto implica otro gasto más.

2.1.3.5 Requerimientos técnicos

Es condición fundamental que el sistema de riego por goteo sea diseñado correctamente, tanto de vista agronómicamente como el hidráulico, y además una correcta instalación para una buena 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.

Se requiere de personal calificado para operar el sistema y solucionar problemas que pueden llegar a presentarse. También se necesita verificación continua y asegurar el buen funcionamiento de los emisores, inspección de todo el equipo en general.

2.1.4 Componentes del sistema de Riego por goteo

2.1.4.1 Cabezal de control

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. (Liotta, 2015).

Se mencionan las partes que conforma el cabezal de control:

a) Equipo de Bombeo.

El equipo de bombeo está constituido por una o más bombas, el tamaño y potencia del equipo dependen de la superficie a regar. El dimensionamiento de la bomba debe ser tal que la presión sea suficientes para vencer las diferencias de cota y las pérdidas de carga de todo el sistema. Las más usadas son del tipo centrífuga abastecidas por energía eléctrica. (Liotta, 2015).

Para seleccionar la bomba adecuada se debe considerar las siguientes características como: la carga, el gasto requerido, la eficiencia y la potencia. Se hace uso de una tabla característica, cada bomba contiene su propia información, que es proporcionada por el fabricante. (Figura 2.1)

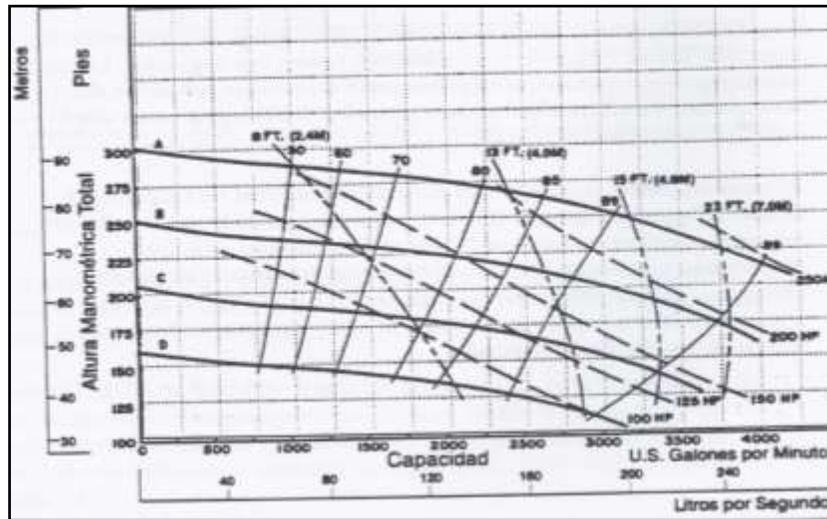
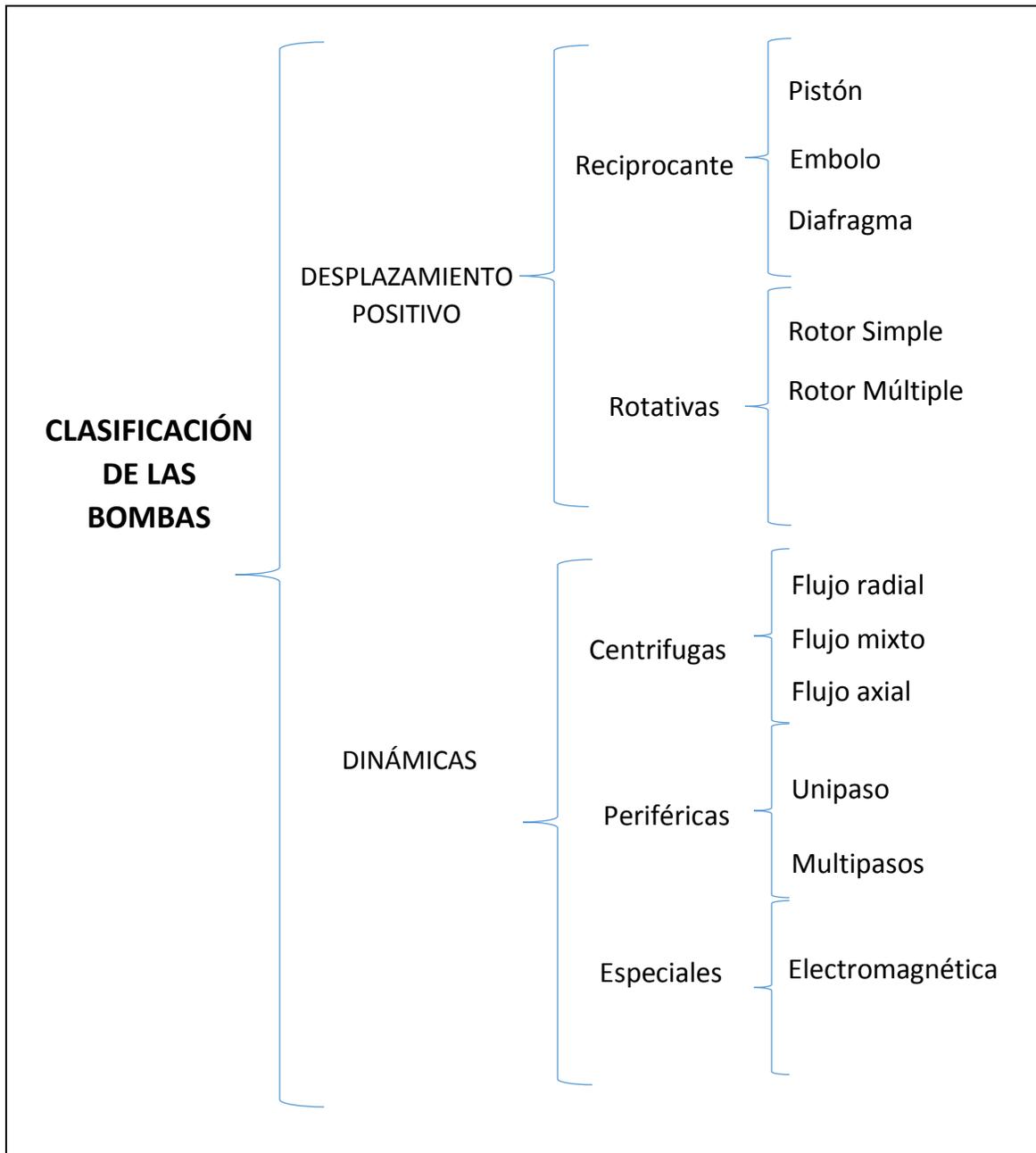


Figura 2. 1. Curva características de una bomba tipo centrífuga del Manual de Bombas y Selección Berkeley.

Las curvas de rendimiento de una bomba proveen presentación gráfica de sus características de rendimiento. La curva típica de una bomba indicará la carga dinámica total, la potencia al freno, la eficiencia, y la carga de succión. Todos esos factores se trazan en relación con los márgenes de capacidad de la bomba.

En el mercado, existen diferentes modelos, marcas, tamaños, capacidades de bombas, aquí una clasificación de ellas. (Tabla 2.1)

Tabla 2. 1 Clasificación de bombas según el instituto de Hidráulica



b) Sistema de filtrado

Generalmente en casi todos los sistemas de riego requieren de un sistema de filtrado para evitar problemas de taponamiento, protección de las bombas, válvulas por el descaste causado por los sólidos. Para la selección de un filtro es necesario conocer la clase de sólidos o impurezas del agua. (Tabla 2.2).

Tabla 2. 2. Criterios para selección de filtros

TIPO DE ELEMENTO	HIDROCICLON	GRAVA	MALLA Y ANILLO
Arena	SI	NO	SI
Limos y Arcillas	NO	SI	SI
Sustancias Orgánicas	NO	SI	SI

A continuación se presentan la clasificación de filtros que son los más usados en el mercado, que son las 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, aguas subterráneas. Con este tipo de filtración se consigue separar hasta un 98% de partículas superiores a 100 micrones. (Figura 2.2). (Mario Liotta, 2015)

El agua, al entrar en el hidrociclón, forma un vórtice o torbellino descendente y luego asciende, también con movimiento vertical. La fuerza centrífuga que se genera en el primer vórtice arrastra las partículas hacia las paredes, las partículas van resbalando a lo largo de las paredes por acción de gravedad y se recogen en un depósito cerrado (Figura 2.3). Por su modo de acción, el hidrociclón sólo puede separar partículas más densas que el agua, por lo que no es efectivo para la eliminación de la materia orgánica. (Ruiz y Molina, 2010)



Figura 2. 2 Filtro tipo Hidrociclón **Figura 2. 3** Esquema de trabajo del Hidrociclón

- Filtros de Grava:

Son tanques metálicos o de plástico que contienen arena o grava tamizadas de un determinado tamaño (Figura 2.4). El agua se filtra al pasar por el estado de arena/grava. Son muy efectivos para detener sustancias orgánicas y partículas, porque se emplea todo el espesor de la arena. (Liotta, 2015)

La operación de retro lavado se realiza lavando secuencialmente cada tanque en una serie de dos o más filtros. Las pérdidas de carga son de 2 a 5 mca cuando están limpios y de 5 a 7 cuando están sucios. Para conocer el momento en que la limpieza es necesaria, se debe medir la presión antes y después de pasar el filtro. Para ello se utiliza un manómetro. Si la diferencia de presión es alrededor del 30% se debe proceder al retro lavado.

Generalmente este proceso debe realizarse frecuentemente, un filtro a la vez, en caso de tener dos a más filtros de arena.



Figura 2. 4 Filtro tipo grava-arena

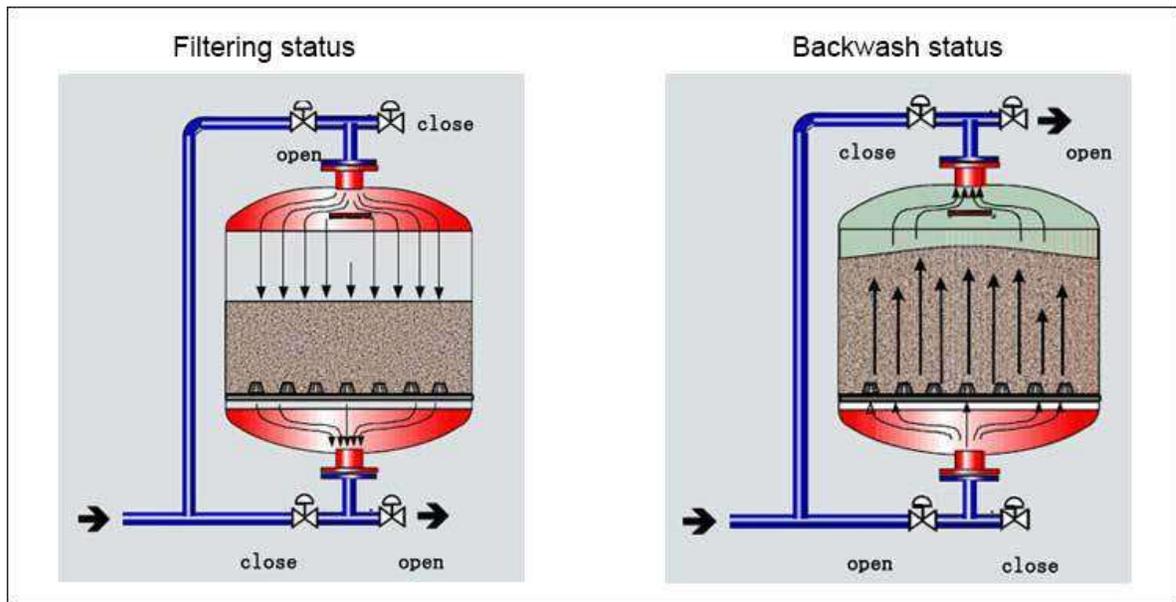


Figura 2. 5 Filtro de arena-grava en proceso de retro lavado

- Filtros de Malla:

Los filtros de malla retienen menos partículas sólidas lo contrario que los filtros de arena-grava. El agua proviene de la tubería penetra en el interior del cartucho de malla y se filtra a través de sus paredes, pasando a la periferia del filtro y posteriormente a la conducción de salida (Figura 2.6). Las partículas filtradas quedan en la cara interior del cartucho de malla. (Casas, 2014).

Dentro del filtro se encuentra el cartucho con una malla que tiene diferentes diámetros u orificios. Su tamaño se define por el número de aberturas por pulgada lineal (25.4 mm) lo cual se denomina “mesh” (Figura 2.7). Para un sistema de riego, se recomienda una malla de 140-150 mesh (110-106 micrones).



Figura 2. 7 Movimiento del agua dentro del filtro

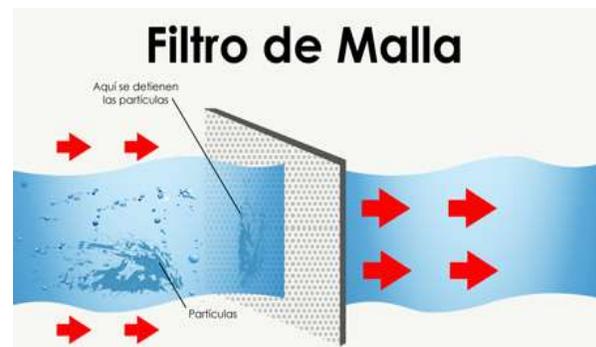


Figura 2. 6 Filtro de malla

- Filtros de Discos:

Los filtros de discos son similares a los de malla, pero el conjunto filtrante están constituidos por una serie de discos o anillos de material de plástico provistos de ranuras. Dichos anillos están colocados uno sobre otro y comprimidos, formando el elemento filtrante (cartucho de anillos) (Figura 2.8 y Figura 2.9). (Casas, 2014).

Su efecto en gran medida es de limpieza en profundidad como las de grava. Pueden retener gran cantidad de sedimentos antes de obstruirse.

Los filtros de malla y discos tienen una pérdida de carga de 1 a 3 mca cuando están limpios, se debe limpiar con valores de 5 mca. La limpieza puede hacerse en forma manual o por retro-lavado.



Figura 2. 8 Filtros de Discos.

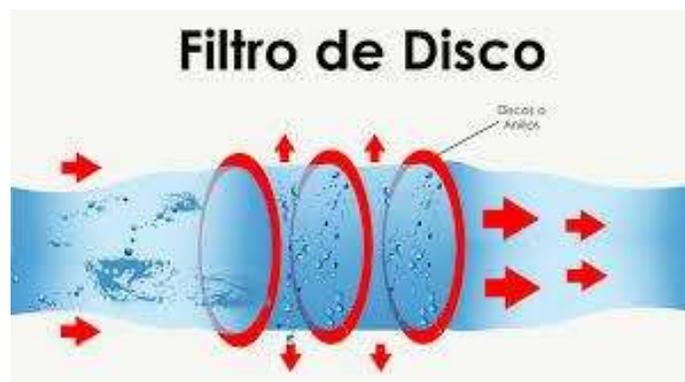


Figura 2. 9 Movimiento del agua dentro del filtro

c) Unidad de Fertilización

Aunque la aplicación de fertilizantes no es una función forzosa del sistema de riego por goteo, siempre es conveniente instalar en el cabezal el equipo necesario para esa función, porque así se aprovecha la ventaja de aplicar fertilizantes y otros productos químicos en forma muy económica y eficaz. Los fertilizantes deben ser solubles en agua. El inyector fertilizante o tanque fertilizador debe quedarse siempre instalada antes de los filtros para evitar el flujo de partículas sólidas hacia la red de distribución de tuberías. (Figura 2.10)

A continuación se presentan los tipos de inyectores de fertilizantes que mayor se emplean en los sistemas de riego por goteo:

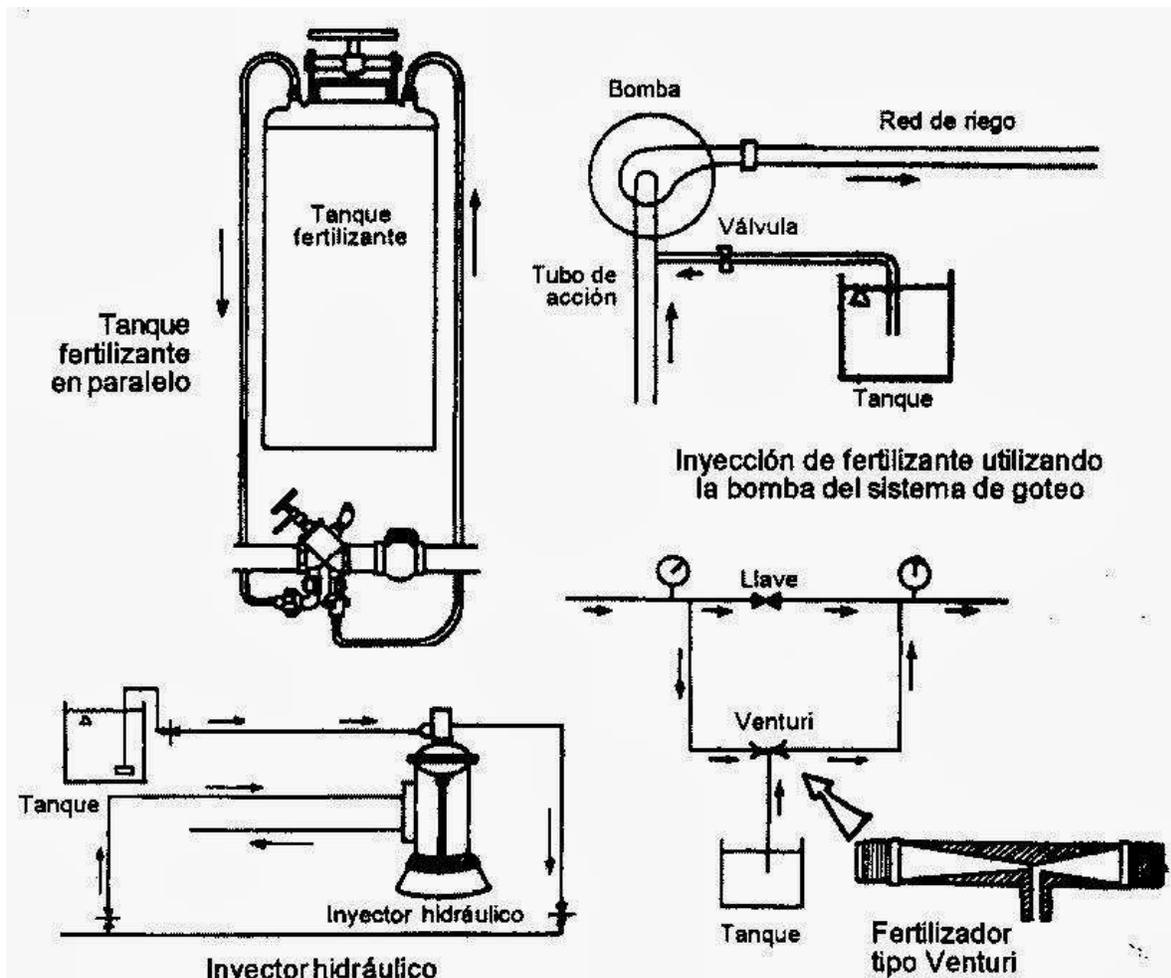


Figura 2. 10 Tipos de inyectores más comunes en un sistema de riego

- Sistema de Tanque Fertilizante:

El principio de operación incluye una válvula estranguladora, que obliga a que parte del agua que fluye por la tubería principal sea desviada hacia el tanque fertilizante.

El tanque fertilizante va conectado paralelamente a la tubería principal en forma de ojal. Los materiales usados para la construcción del tanque, sus accesorios, y su misma instalación, deben ser tales que permitan la operación del sistema en forma segura bajo la presión de la tubería principal. (Figura 2.11)

Una de sus ventajas es que su costo es relativamente bajo, es móvil y resistente a las fluctuaciones de la presión y permite una amplia tasa de dilución, sin embargo, se tiene poco control sobre la tasa de inyección y sobre la concentración de la sustancia química en el agua de riego, también es necesario llenar el tanque cada vez que se va a regar. (Pineda, 2010)

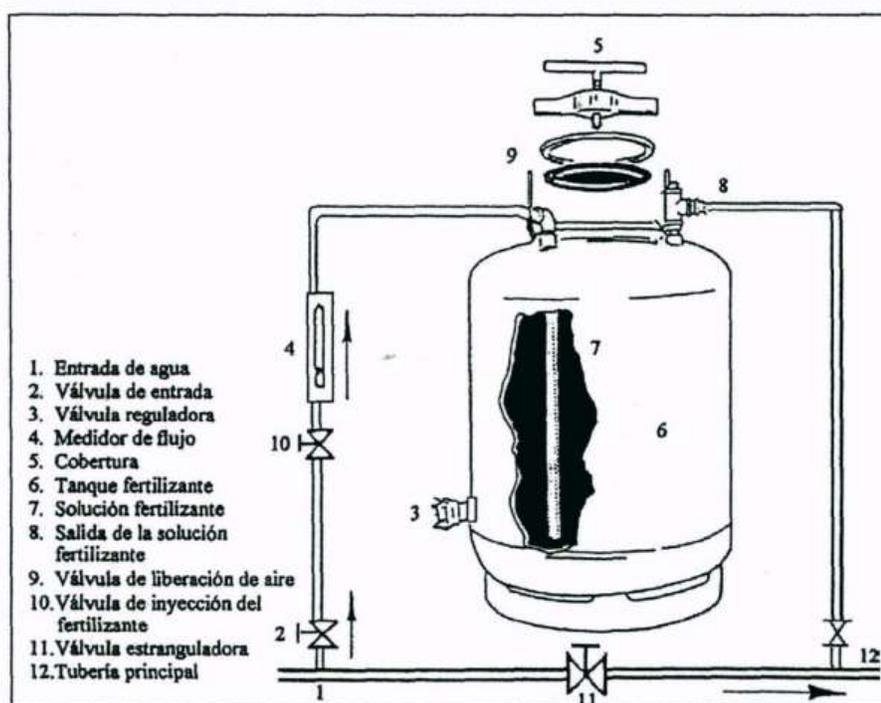


Figura 2. 11 Tanque Fertilizante y sus componentes

- Inyector tipo Venturi

Este tipo de inyector es conocido por la forma de “T”. El inyector opera en base al principio Venturi, es decir que una constricción en el flujo con una entrada específica y un diseño de salida, instalado en la tubería, crea un vacío, producto del incremento en la velocidad a través de la constricción (Figura 2.12).

La tasa de inyección que puede ser alcanzada por un Venturi depende del gradiente de presión que lo atraviesa, este gradiente oscila entre 5 y 75% según el diseño del Venturi. (Pineda, 2010).



Figura 2. 12 Inyector Venturi, representación del movimiento de los fluidos, dentro del filtro.

- Inyección por medio de bombas:

Para este tipo de inyección es la forma más simple de inyectar fertilizante. Funciona conectando al tubo de succión (antes del ingreso a la bomba) otro tubo proveniente de un tanque fertilizador. Con una válvula esférica se regula la velocidad de inyección de la solución. El inconveniente principal de este tipo de sistema es que los fertilizantes y ácidos inyectados pueden provocar la corrosión del equipo de bombeo. (Figura 2.13).

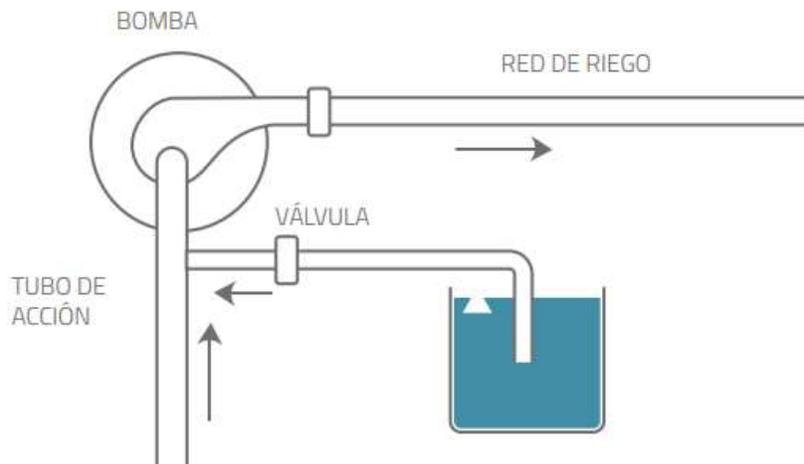


Figura 2. 13 Inyector de fertilizante por medio de bombas

- Inyector bombas eléctricas:

Si en el campo se cuenta con electricidad, este tipo de inyector puede ser conveniente utilizar. Pueden ser operadas a bajo costo y fácilmente combinadas con el equipo automático.

En el mercado existen diferentes modelos, desde pequeñas bombas que pueden inyectar 1 litro por hora, hasta bombas grandes capaces de inyectar proporcionalmente.

- Bombas hidráulicas.

Estas usan la energía hidráulica para mover sus mecanismos, sin producir pérdidas de carga. Contienen un motor hidráulico que acciona como embolo y este a la vez succiona e inyecta la solución. En cada embolo inyecta un volumen igual a la cámara receptora. El inconveniente de este sistema es el cuidado de mantenimiento y un costo elevado. (Figura 2.14)

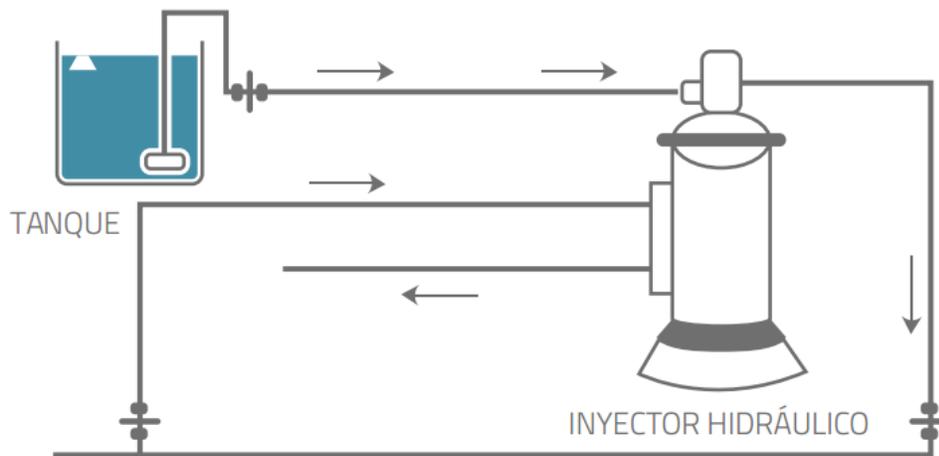


Figura 2. 14 Inyector tipo Hidráulico

2.1.4.2 Red de tuberías

La red de tuberías se encargan de distribuir el agua y los fertilizantes hasta cada emisores de nuestro sistema, las tuberías que parte desde el cabezal de bombeo se van ramificando según el diseño o las condiciones topográficas del terreno (Figura 2.15), a cada rango de ramificación reciben los nombres de:

- Tubería Principal
- Tuberías Secundarias
- Tubería Lateral

A continuación se describe la función de cada una de ellas

a) Tubería Principal

La tubería principal se encarga de conducir el agua desde la fuente de abastecimiento hasta las tuberías secundarias o las unidades de riego. Los materiales que se utilizan comúnmente es Cloruro de Polivinilo (PVC), Polietileno (PE), Polietileno de alta densidad o acero galvanizado. Generalmente las tuberías de PVC se instalan en zanjas para protegerlas de los rayos uv, mientras que las de

polietileno pueden ser instaladas a cielo abierto ya que son fabricadas especialmente para soportar la radiación. Cada una de las tuberías antes mencionadas, deben ser resistentes a una presión mayor que las secundarias, ya que estas serán operadas a una presión mayor.

Para la sección, se debe considerar factores como: el gasto requerido de nuestro sistema, tipo de sustancias que se manejará, los niveles de presión que ejercerá o tendrá que soportar, costos, tipo de material. Además se realiza una serie de cálculos, se pretende que el agua que sale desde el bombeo hasta los emisores sea distribuida parcialmente y se logre un alto porcentaje de uniformidad, también para esto influye el tipo de material de la tubería, y considerando que cada tipo de material contiene un coeficiente de rugosidad

b) Tubería Secundaria

Son la tuberías que se ubican dentro de la parcela, generalmente son de material de PVC. Para la selección del diámetro, se considera los mismos factores en tubería principal.

Estas parten de la tubería principal a las laterales, pueden tener un diámetro menor que la principal, ya que en esta la presión ha sido disminuida en el transcurso de la línea principal, pero se considera el diámetro con relación al gasto de nuestro sistema.

c) Tubería Lateral

Los laterales van conectados a las tuberías secundarias, es la última parte del sistema, están se encargan de conducir y distribuir el agua hasta los emisores o goteros. El material es de baja densidad y están ubicados a lo largo de las hileras de las plantas, y tienen un espaciamiento (entre surcos) para tener un mejor manejo de maquinarias o labores culturales. Las laterales pueden ser instaladas sobre la superficie del terreno o por debajo.

En el mercado se ofrecen dos tipos de laterales: tuberías de pared gruesa con goteros individuales insertados sobre la línea o en la línea y verías de pared delgada, las denominadas cintas de goteo, pueden ser de material PVC o lay flat, los diámetros dependen del diseño y diámetros comerciales. (Pineda, 2010)

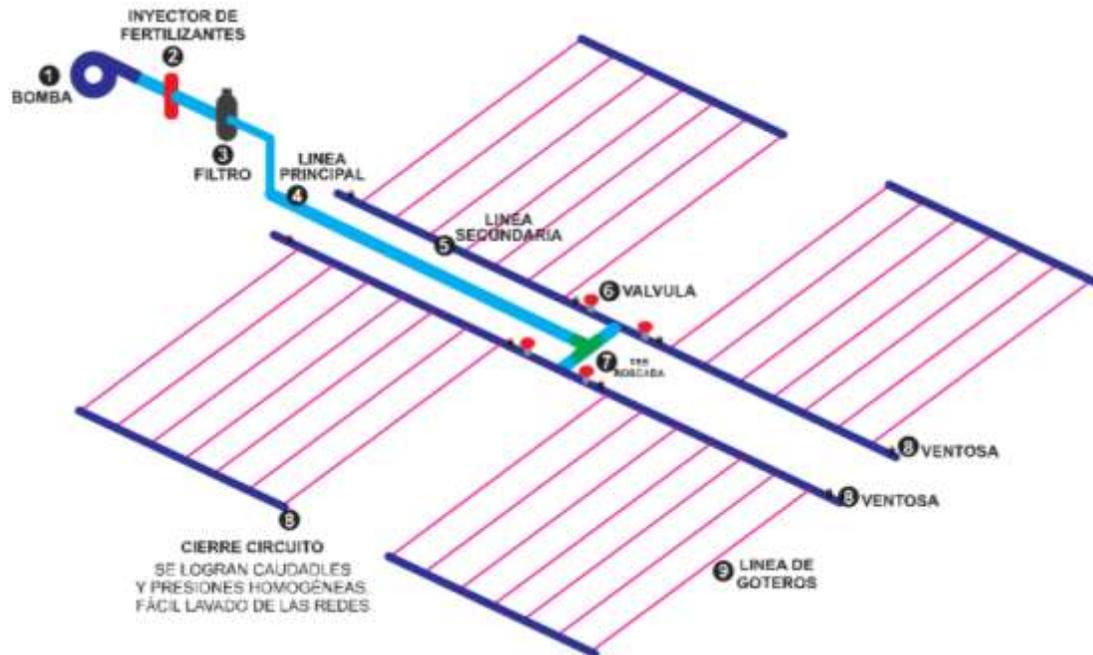


Figura 2. 15 Distribución de red de tuberías en Riego por Goteo

2.1.4.3 Válvulas

Las válvulas son accesorios que se incorporan al sistema de riego, tienen diferentes finalidades, una de ellas es el regulamiento del flujo entre otros. Existen multitud de válvulas y se pueden clasificar en función de su acción, grado de apertura y función en la instalación. A continuación se menciona un resumen de las válvulas más comunes. (Figura 2.16)

a) Válvulas Regulatoras.

Este tipo de válvulas permiten la regulación del caudal y control de la presión en la red de riego. Además evitan sobrepresiones ocasionadas que pueden acarrear roturas y, por ende, fugas de agua. Con respecto a su colocación, las válvulas están instaladas en la entrada de cada subunidad de riego, con el propósito de mantener la presión y el gasto constante durante el funcionamiento de los emisores.

b) Electroválvulas

Las electroválvulas básicas en la programación de riegos, tienen la función de abrir y cerrar el paso de la corriente de agua gracias al control por medio de un impulso eléctrico.

c) Válvulas hidráulicas

Este tipo de válvulas abren y cierran el paso de agua por medio de una señal hidráulica. La conexión se realiza por medio de micro tubos por los que fluyen bajos caudales de presión. (García, 2016)

d) Válvulas de compuerta.

Estas válvulas se abren por el levantamiento de una compuerta que es perpendicular al eje de la tubería. No está diseñada para regular el flujo y esta debe estar totalmente abierta o cerrada completamente. Este tipo de válvula se utiliza para poner o aislar tramos por su baja pérdida de carga cuando está totalmente abierta.

e) Válvulas mariposa.

La válvula mariposa se abre o cierran por medio de un disco que gira alrededor del eje perpendicular a la tubería. Se utiliza como regulación para tuberías superiores a 400 mm de diámetro.

f) Válvulas aliviadoras de presión.

Son válvulas que evitan un exceso de presión en el sistema, suelen colocar en una derivación y por encima de un valor consigna, esta se abre a la atmosfera para provocar la caída de presión.

g) Válvulas de retención.

Este tipo de válvulas tienen por objetivo cerrar el paso del fluido. También son llamadas “válvulas check”, se suelen utilizar a la salida de la bomba y siempre que se tengan bombas en paralelo. Se debe tener en consideración las pérdidas de carga que se produce cuando la válvula está abierta.

h) Válvulas de seguridad

La válvula de seguridad es un dispositivo empleado para evacuar el caudal de fluido necesario de tal forma que no sobrepase la presión de timbre del elemento protegido. Este tipo de válvulas se colocan en los puntos más elevado de la conducción en tramos con pendiente y tramos largos, salidas y entradas de sifones invertidos.



Válvula Reguladora



Electroválvula



Válvula Hidráulica



Válvula Mariposa



Válvula de Compuerta



Válvula de Seguridad

Figura 2. 16 Diferentes tipos de válvulas

2.1.4.4 Emisores

Los emisores son el último eslabón y pieza clave del sistema, cuya misión es dosificar el agua aportada al cultivo. El agua se distribuye en el suelo o sustrato utilizando para la implantación de las plantas. Existen multitud de tipos de emisores, en función del dispositivo o sistema en que se basan para reducir la presión con que circula el agua en el interior de la instalación y como consecuencia directa según el régimen de funcionamiento. En la Figura 2.17 se muestran los diferentes emisores. (Pineda, 2010).

Los emisores se clasifican de la siguiente forma:

- a) Goteros: Los emisores tipo gotero existen variedades en el mercado, en diferentes formas y características para disipar la presión. En este tipo de clasificación se encuentra dos goteros principales:
 - Goteros de Laberinto. Pasan por un conducto largo que obliga al agua aun recorrido en forma forzosa para perder presión. Son de régimen turbulento, son pocos sensibles a la temperatura y a las obstrucciones. (Mario Liotta, 2015)
 - Goteros Vortex. El agua entra por una perforación lateral tangencial, ingresa a una cámara tipo remolino, lo cual pierde energía al entrar a ella y posteriormente sale al exterior en forma de gota.

- b) Cintas: Las cintas de goteo o cintillas, contienen emisores integrados, que están espaciados desde 10 cm hasta 60 cm. Las cintillas se clasifican por calibre, cada emisor integrado tiene características de fabricante. Este tipo de emisores por cinta tiene la pared muy delgada, por lo que tiende a tener un corto de vida útil, generalmente utilizan la cintilla para cultivos de temporadas como las hortalizas. (Pineda, 2010)



Gotero tipo laberinto



Gotero tipo Vortex



Cintillas

Figura 2. 17 Clasificación de los emisores.

2.2 Apoyos de Gobierno para el fortalecimiento del sector Agropecuario

2.2.1 FIRCO

2.2.1.1 Objetivos

- Otorgar apoyos temporales de riesgo compartido.
- Participar en la inserción de productores agropecuarios a las cadenas productivas.
- Fomento a los agronegocios.

- Impulso de la energía renovable.
- Apoyar a la SAGARPA para la competitividad de la producción del campo mexicano.

2.2.1.2 Descripción

En 1981, el Fideicomiso de Riesgo Compartido es creado con el propósito de apoyar los programas orientados a corregir faltantes de productos básicos, destinados a satisfacer necesidades nacionales; Apoyar la realización de inversiones, obras o tareas necesarias para lograr el incremento de la productividad de la tierra; Apoyar la adopción de tecnología y administrar los estímulos que por su conducto otorgue el Gobierno Federal. Tras una etapa de rediseño y reingeniería institucional, el Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO) reorienta sus esfuerzos en detonar agronegocios, respaldar empresas rurales y organizaciones de productores, además de apoyar actividades productivas en beneficio del medio ambiente, con un fuerte impacto social. Con una renovada concepción del riesgo compartido que retoma la presente administración, el organismo fomenta los agronegocios y la articulación de la producción primaria con los mercados, a través de dar valor agregado a los productos para mejorar el ingreso de los productores.

El riego compartido es un instrumento de fomento que permite canalizar recursos públicos, privados o mixtos, para resolver la insuficiencia financiera de los inversionistas y sus limitantes iniciales para acceder al capital de riesgo o al crédito requerido para el emprendimiento y éxito de sus proyectos.

2.2.1.3 Programas

- a) Programa de Productividad y Competitividad Agroalimentaria: Que la población objetivo cuente con inversión para el desarrollo de capital físico, humano y tecnológico.
- b) Componente de Desarrollo Productivo del Sur Sureste, Concepto de Apoyo para Fortalecimiento Productivo Sin Financiamiento: Para Productores agropecuarios y acuícolas, personas físicas y morales, que se dediquen a las actividades relacionadas con la producción.
- c) Componente de Tecnificación del Riego: Mejorar el uso del agua a nivel parcelario en las Unidades Económicas Rurales Agrícolas.
- d) Sistema Nacional de Agroparques: Que la población objetivo cuente con inversión para conceptos de “Proyecto ejecutivo”, “Urbanización e

infraestructura básica para Agroparques”, “Infraestructura y equipamiento para Centros de Transformación Rural (CTR) e “Infraestructura y equipamiento.

2.2.2 PRODEZA (Programa Estratégico de Desarrollo de las Zonas Áridas)

2.2.2.1 Objetivos Específicos

El objetivo específico de PRODEZA, es promover el desarrollo humano y patrimonial acorde a las condiciones particulares de las zonas áridas y semiáridas y, de aquellas regiones que trascienden sus límites y que por su actual nivel de degradación de los territorios agropecuarios se consideren en proceso de desertificación; esto a través de avanzar, con un enfoque integral y de desarrollo territorial, en la atención de necesidades prioritarias de la región y su gente tales como:

- Disponibilidad de agua
- La reconversión a tecnologías y de especies con mayor adaptabilidad y con acceso al mercado
- La reglamentación y planificación del uso de agostaderos en la ganadería extensiva.
- La incorporación de los productores a la generación de valor agregado a la producción primaria.
- En todo momento el aprovechamiento sustentable de sus recursos naturales.

2.2.2.2 Población Objetivo y Cobertura.

a) Población Objetivo:

Personas físicas individuales o en grupos y personas morales legalmente constituidas y debidamente registradas que se dedican a actividades agrícolas, pecuarias, forestales, acuícolas, pesqueras y otras actividades que estén relacionadas con el sector rural, ubicadas dentro de las zonas áridas, semiáridas y en proceso de desertificación del territorio nacional.

b) Cobertura:

PRODEZA opera a través de 7 delegaciones regionales, las cuales comprenden un total de 19 estados de la república.

- REGIÓN I: Sonora, Baja California Norte y Baja California Sur.
- REGIÓN II: Chihuahua, Sinaloa y Durango.
- REGIÓN III: Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas.
- REGIÓN IV: Zacatecas, San Luis Potosí y Guanajuato.

- REGIÓN V: Jalisco y Aguascalientes.
- REGIÓN VI: Hidalgo y Querétaro
- REGIÓN VII: Guerrero, Puebla y Oaxaca

2.2.2.3 Características

El Programa Estratégico de Desarrollo de las Zonas Áridas (PRODEZA). Es un proyecto Estratégico que promueve el desarrollo rural de las zonas áridas, semiáridas y en proceso de desertificación del país, con un enfoque integral, promoviendo acciones basadas en tres ejes fundamentales: el desarrollo de capacidades productivas y organizativas de los beneficiarios; el empleo de prácticas sustentables para aprovechar los recursos naturales; y el fomento a la incorporación de los productores a cadenas de valor a través de apoyos en infraestructura y equipo enfocados a la producción primaria y/o transformación. (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación [SAGARPA], 2015)

3 METODOLOGÍA

3.1 Metodología de la Investigación

El trabajo de observación realizado en un diseño de riego por goteo subsuperficial, elaborado en la empresa Rex Irrigación en la ciudad de Navojoa, Sonora; tuvieron en consideración el relacionar dos conceptos de estudio, estudio académico y conocimientos aplicados a la vida real.

Esta metodología de la investigación se divide en tres conceptos relacionado al tema de riego por goteo:

- Explicativo: Si bien sabemos, hoy en día se ve afectado la agricultura, por cambios climáticos que acontece nuestro Planeta. Es por eso que existen alternativas e investigaciones para amortiguar este impacto hacia nuestros campos agrícolas. La tecnificación del campo, cuyos propósitos son aumentar el rendimiento de cultivos. Si hablamos especialmente las zonas del norte del país son afectados por estos cambios, la necesidad ha llevado al hombre a tecnificarse y solucionar los problemas.
- Descriptiva: Cuando se tecnifican los campos, se tienen que tomar en cuenta algunos factores, como: un alto incremento en la inversión y manejo adecuado de los componentes del sistema. Pero el propósito fundamental, es eficientar el uso del agua, las zonas del norte son quienes carecen de la disponibilidad del agua, pero la implementación de tecnología en el campo agrícola hace posible tener buenos resultados en la producción de los cultivos. Si bien, la inversión podría llegar a tener un alto costo, pero si se realiza un buen diseño hidráulico, disminuye los costos de instalación, de energía. En este caso el diseño se plantea con dobles regantes, para reducir costos de instalación, de zanjeo, mano de obra y tiempo, por otra parte los costos de energía son menos en cuestión del equipo de bombeo, ya que el sistema se divide en dos secciones y son muy pocas las pérdidas de carga, lo que hace más novedoso el sistema de riego.
- Exploratorio: En estados del Norte, en este caso Sonora, la actividad agrícola que más se realiza es el cultivo de Tomatillo, cuyo estado es de clima desértico, lo que permite que la disponibilidad del agua sea menos, es por eso la implementación del riego por goteo para eficientar el uso de este recurso hídrico, para satisfacer las necesidades que el mercado demanda. Los productores, son los más beneficiarios a este tipo de sistemas de riego para así producir y obtener satisfactoriamente la producción de dicho cultivo.

3.2 DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA

Para realizar un Sistema de Riego por Goteo, es necesario conocer datos informativos antes de iniciar el diseño. A continuación se presenta el siguiente cuadro con la descripción del proyecto.

Tabla 3. 1 Descripción del proyecto

Nombre o razón social del propietario		-----	
Sistema de Riego o de drenaje		GOTEO	
Superficie Total (ha)	14-84-86	Temporal a Riego Tecnificar (ha)	03-91-65
Concepto	Anterior	Nuevo (Con Proyecto)	
Cultivo	TOMATILLO	TOMATILLO	
Sistema	GRAVEDAD	GOTEO	
Eficiencia en Riego (%)	60%	95%	

3.2.1 Identificación.

En la siguiente tabla se presenta un cuadro con información complementaria de la localización del sistema y de la fuente de abastecimiento de agua.

Tabla 3. 2 Identificación del proyecto

Estado	SONORA
Municipio	NAVOJOA
Localidad	GUADALUPE VICTORIA
Nombre del predio	KM 15 CARRETERA NAVOJA – LOS MOCHIS
Fuente de abastecimiento del agua	CANAL DE RIEGO.
Distrito de Riego	076
Especifique	Valle de Carrizo

3.2.2 Macro localización

El Estado de Sonora se localiza al Noroeste de la República Mexicana, su extensión territorial es de 184,934 km². Es un estado fronterizo, colinda con Estados Unidos con dos estados de la unión americana, Arizona y Nuevo México. Sus estados limitantes son: Chihuahua, Sinaloa, Baja California y el Golfo de Cortés.

Sonora aloja al desierto de Altar, cuenta con una orografía muy agreste, ya que forma parte en algunas zonas de la Sierra Madre Occidental. Es el segundo estado más grande territorialmente de México, pero no está muy habitado debido a su difícil geografía. Los ríos más caudalosos son: Río Colorado, San Miguel, Río Sonora, Yaqui y el Mayo. Su división política es de 72 municipios, que alberga más poblaciones rurales que urbanas, por lo que su actividad económica es más agropecuaria que industrial. (Enciclopedia de Municipios y Delegaciones del estado de Sonora, 2001)

3.2.3 Micro localización

El municipio está ubicado en el sur del Estado de Sonora, su cabecera es la población de **Navojoa** que significa "*Casa del Nopal*". Se localiza a una altura de 85 metros sobre el nivel del mar, colinda con los municipios siguientes: al norte con Cajeme y Quiriego, al este con Álamos, al Oeste con Etchojoa. Se caracteriza el territorio por ser plano casi en su totalidad, interrumpido por algunos cerros y lomeríos de escasa elevación, entre los que destacan cerro blanco, Masiaca, San Pedro Core, Bachivo y Tucuri. (Carreño, 2011)

Se pretende instalar el sistema de riego en un lote, los cuales se ubican en el ejido Guadalupe Victoria, Municipio de Navojoa, Sonora, el lote es de 14-84-86 ha, pero de los cuales 03-91-65 ha se van a tecnificar. Las coordenadas son las siguientes:

Datos actuales relativos al predio Guadalupe Victoria, Navojoa, Sonora

Tabla 3. 3 Coordenadas geográficas del área a tecnificar

Latitud	Longitud	Altitud
26° 33' 46.05" N	109° 7' 25.31" O	48.0 M

Tabla 3. 4 Cuadro de coordenadas para la construcción del polígono

COORDENADAS UTM			POLIGONAL ENVOLVENTE		
PUNTO	X	Y	PUNTOS	DIST	UNIDAD
A	686724.86	2939407.41	A-B	323.13	METROS
B	687035.25	2939497.35	B-C	127.37	METROS
C	687078.72	2939377.81	C-D	315.77	METROS
D	686773.83	2939298.60	D-A	119.48	METROS



Figura 3. 1 Localización geográfica del terreno

3.2.4 Clima

El municipio de Navojoa tiene dos tipos de clima: semiseco y semihúmedo. Las pocas lluvias se presentan en verano en los meses de Julio y Agosto. Según afirmación del centro de meteorología del estado de Sonora.

Tabla 3. 5 Datos climáticos del lugar del sistema

TEMPERATURA	Mínima	16.6 °C
	Media	25.6 °C
	Anual	32.7 °C
PRECIPITACIÓN	435.1 mm anual	
ALTURA (m)	48.0	
VELOCIDAD DEL VIENTO	1.40 km/hr	

3.2.5 Suelo y agua

3.2.5.1 Estudio de suelo

Para el tipo de suelo en general en la zona de Navojoa, se encuentra con Yermosol, tiene una capa orgánica, su vegetación natural es de pastizales y matorrales, su utilización agrícola está restringida a las zonas de riego con muy altos rendimientos en cultivos. Su susceptibilidad a la erosión es baja.

Para reporte general del estudio de suelo queda en estudio.

3.2.5.2 Reporte de las condiciones del agua

3.2.5.2.1 Fuente de abastecimiento y localización geográfica

Si bien, en la Figura 3.1 se observa un canal que pasa sobre los límites del terreno a estudiar. La concesión de agua está permitida por el Distrito de Riego 076 Valle de Carrizo, Sinaloa ubicado en la zona Norte. El agua en su totalidad es demanda para uso agrícola, de manera general el agua tiene buenos niveles de calidad lo cual permite el aprovechamiento de este recurso.

Tabla 3. 6 Fuente de abastecimiento del sistema

TIPO	Canal de riego S/N
ZONA	Norte
DISTRITO	076 Valle de Carrizo
MUNICIPIO	Sonora
LOCALIDAD	Guadalupe Victoria
COORDENADAS	26°33'18.84"N 109° 7'16.06"O

3.2.6 Localización del terreno

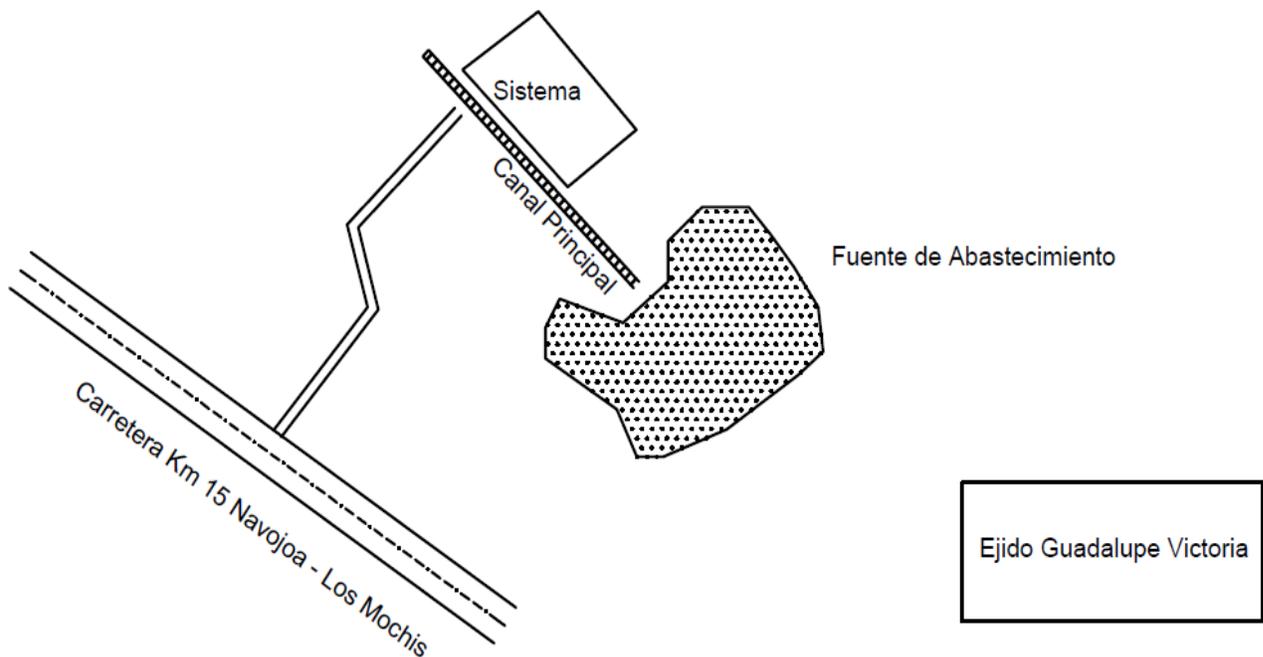


Figura 3. 2 Croquis del área del terreno

3.2.7 Situación antes de solicitar el apoyo

El total de terreno del productor es de 14-84-86 Ha pero solo el 26% del total se van a tecnificar. La modalidad del riego anteriormente no existe, ya que por parte del productor no había trabajado esa tierra. Es necesario conocer los antecedentes para analizar el sistema productivo y realizar la comparación del rendimiento, pero para este caso no tenemos datos.

A lo que el productor le interesa es realizar un diseño de su sistema y el que le sea más factible y económico.

3.2.8 Propuesta solicitada

Toda información técnica es proporcionada por la empresa “Rex Irrigación Navojoa”, cuya información presenta la descripción del sistema de riego, así como las finalidades y metas que se pretenden alcanzar con dicho sistema, para que así sea justificable el implemento de Riego por Goteo.

Figura 3. 3 Localización del terreno

3.2.8.1 Descripción, Finalidades y Metas

- Descripción:

Una descripción general del proyecto para el sistema de riego por goteo, es de la siguiente manera:

Tabla 3. 7 Descripción general del sistema.

Componentes del Sistema	Descripción
Tipos de Filtros	Discos
Tipo de Cinta:	Cintilla Eurodrip
Tubería principal	Material PVC con diámetros de 4” (100 mm)
Tubería Secundaria	Material PVC con diámetros de 4”, 3” y 2” (100 mm, 75 mm y 50 mm). Tuberías en clase Irrigación
Tipos de Válvulas	Mariposa sencilla y válvulas de aire tipo Barak y Emek en 4” (100 mm)
Equipo de bombeo	Con un gasto de 11.46 lps @ 1.9 kg/cm ²

En el diseño se establecieron dos secciones de riego, donde se aplicaran una Lámina Horaria de 2.08 mm por hora, con tiempos de riego por sección de 3.36 hr

obteniendo así un total de 6.72 horas de riego por ambas secciones durante el día para la lámina de reposición diaria de 7 mm.

- Finalidades:

Con el Sistema de Riego por Goteo, se pretenden aumentar la eficiencia en el uso del agua, que el agua que sale desde la fuente de abastecimiento sea la misma que llega hasta los regantes, disminuir pérdidas por fricción. Así como se requiere un aumento en la producción y menos trabajos culturales, ya que con este tipo de sistema se disminuye la propagación de plantas rastreras.

Para la fertilización este sistema hace más eficiente, ya que con el implemento de inyectores hace posible manejar mejor la aplicación de ciertos nutrientes que la planta necesita.

El implemento de este sistema hace un mejor control en ciertos requerimientos de la planta (agua y fertilizantes) aumenta el sistema productivo que al final de cuenta es el factor más importante.

- Metas:

Para ver más reflejado a la meta que se desea llegar con el implemento del sistema de riego por goteo, se presenta el siguiente cuadro donde se observa la diferencia del sistema de producción implementando el Riego por gravedad y el Riego por Goteo.

Tabla 3. 8 Cuadro comparativo en el sistema de producción

CUADRO COMPARATIVO	
CULTIVO	TOMATILLO
SUPERFICIE	03-91-95 HA
PRECIO EN EL MERCADO	\$20.00 Kg
RIEGO POR GRAVEDAD	
PRODUCCIÓN ACTUAL	9 ton/ha
PRODUCCIÓN TOTAL	35.27 ton
VALOR DE LA PRODUCCIÓN	\$180,000/Ha
RIEGO POR GOTEO	
PRODUCCIÓN ACTUAL	14 ton/ha
PRODUCCIÓN TOTAL	54.873 ton
VALOR DE LA PRODUCCIÓN ESPERADA	\$280,000/Ha
Incremento en la Producción	56%

3.2.9 Diseño del sistema de riego por goteo

Para el Diseño del sistema se requieren cierta información y de ella realizar algunos cálculos para ser eficiente nuestro sistema y que vayan de acuerdo a

nuestro cultivo. Algunos datos son dados por el productor o bien determinarlo mediante procedimiento de cálculos. Este diseño de basan dos tipos que son: Agronómicos y cálculos, ambos son complementarios para la realización del diseño.

3.2.9.1 Diseño agronómico

El diseño agronómico es la parte donde se requiere conocer la cantidad de agua a aplicar, así como el tiempo y el gasto total requerido entre otras de acuerdo a nuestro cultivo.

3.2.9.1.1 Información del cultivo

Información necesaria del cultivo a trabajar para la realización optimo del diseño agronómico (tabla 3.9)

Tabla 3. 9 Información del cultivo

Sistema de riego a implementar	Riego por goteo
Tipo de Cultivo	Hortaliza
Especifique	Tomate de Cascara (Tomatillo)
Fecha de siembra	16 de Octubre
Fecha de cosecha	30 de Noviembre
Periodo de cultivo	45 días
Separación entre plantas	0.30 m
Separación entre surcos	1.6 m

3.2.9.1.2 Determinación de cálculos agronómicos

➤ Evapotranspiración de referencia

Para poder determinar el riego es necesario conocer la cantidad de agua que necesita el cultivo. Una forma de conocerla es a través de la evapotranspiración, que considera el agua utilizada por concepto de evaporación desde la superficie del suelo, como por la transpiración de los cultivos. El clima es uno de los factores importantes para la determinación de dicha variable.

Existen diferentes métodos que podemos utilizar una de ellas es de Penman-Monteih, Tanque evaporímetro, Blaney-Criddle, etc. Cada uno de ellos tiene su sistema y sus datos de requerimientos para el cálculo.

Utilizando el método de Blaney y Criddle modificado por Phelan para el cultivo en Tomatillo.

Tabla 3. 10 Método Blaney para determinar ETp

Mes	Día	Temp. Pro	P %	Kt	f	Eto	kc*	ETP	ETP cn	ETP MM/D
Enero	31.00	15.30	7.44	0.72	11.30	8.089	0.25	2.022	1.359	0.44
Febrero	28.00	17.20	6.84	0.78	10.98	8.514	0.30	2.554	1.716	0.61
Marzo	31.00	18.70	8.38	0.82	14.03	11.533	0.40	4.613	3.099	1.00
Abril	30.00	21.10	8.67	0.90	15.47	13.873	0.51	7.075	4.753	1.58
Mayo	31.00	24.60	9.44	1.01	18.36	18.466	0.80	14.773	9.925	3.20
Junio	30.00	29.00	9.36	1.14	20.09	22.963	1.00	22.963	15.427	5.14
Julio	31.00	30.00	9.56	1.17	20.96	24.608	0.90	22.147	14.879	4.80
Agosto	31.00	29.30	9.14	1.15	19.75	22.751	0.80	18.201	12.228	3.94
Septiembre	30.00	28.30	8.31	1.12	17.57	19.699	0.70	13.789	9.264	3.09
Octubre	31.00	24.60	8.01	1.01	15.58	15.669	0.60	9.401	6.316	2.04
Noviembre	30.00	20.10	7.29	0.87	12.67	10.970	0.50	5.485	3.685	1.23
Diciembre	31.00	16.30	7.31	0.75	11.43	8.544	0.40	3.418	2.296	0.74

Los datos climáticos fueron obtenidos de las normales climatológicas de la ciudad de Navojoa, Sonora (fuente CONAGUA)

Se puede observar con base en lo anterior que la máxima necesidad hídrica del cultivo del TOMATILLO para la zona de Navojoa, con un ciclo vegetativo anual es de **5.14 mm/día**. Se toma el valor más alto y que corresponde al mes de junio.

➤ Coeficiente de Cultivo Kc

En la siguiente tabla se presenta el Kc del cultivo a tratarse utilizado en el método Blaney

Tabla 3. 11 Coeficientes Kc para Tomatillo para un ciclo vegetativo anual

Coeficiente Kc de tomatillo.	
MES	Kc
ENERO	0.25
FEBRERO	0.30
MARZO	0.40
ABRIL	0.51
MAYO	0.80
JUNIO	1.00
JULIO	0.90
AGOSTO	0.80
SEPTIEMBRE	0.70
OCTUBRE	0.60
NOVIEMBRE	0.50
DICIEMBRE	0.40

Los efectos de la transpiración del cultivo y la evaporación del suelo son combinados a un coeficiente “Kc” único. Este coeficiente integra diferencias en la

evaporación del suelo y en la tasa de transpiración del cultivo, entre el cultivo y la superficie del pasto de referencia. Dicho lo anterior este coeficiente nos ayuda a estimar la Evapotranspiración del cultivo.

Ecuación:

$$Etc. = KC * ETp$$

Donde:

Etc. = Evapotranspiración del cultivo (mm/día)

ETp = Evapotranspiración Potencial (mm/día)

Kc = Coeficiente único del cultivo (Adim)

Para obtener el Kc del tomatillo se toma en la etapa más crítica que se encuentra en la fase media estación, es donde el cultivo presenta la etapa de fructificación ya que presenta mayor evaporación. A continuación se presenta la siguiente tabla con los datos de Kc en cada fase fenológica del cultivo:

Tabla 3. 12 Coeficientes Kc en cada fase fenológica del cultivo

CULTIVO	Kc inicial	Kc med	Kc Final
Tomate de Cascara	0.3	1.10	0.65

➤ Determinación de Evapotranspiración del Cultivo (Etc.)

Utilizando la formula anterior y el Kc más alto podemos obtener Etc.

$$Etc. = KC * ETp$$

$$Etc. = (1.10) * (5.14 \text{ mm/día})$$

$$Etc. = 5.654 \text{ mm/día}$$

➤ Lamina Precipitada

La lámina de riego neta de proyecto se define como la altura de agua necesaria para satisfacer el requerimiento de riego del cultivo, y la lámina de riego bruta de proyecto se define como altura de agua necesaria para almacenar, conducir y aplicar el agua al nivel de parcela.

- *Lámina neta de riego (LNr)*

Fórmula:

$$LNr = f * HA * Z$$

Es la lámina de agua que se debe aplicar en cada riego o requerida por el cultivo, la cual considera el abatimiento o déficit permisible de humedad DPH lo que en este caso puede ser asumido en un 50%, Z es la profundidad de suelo que se

desea mojar y HA la humedad aprovechable que es la cantidad de agua que teóricamente puede extraer la planta, correspondiente a la diferencia de humedades entre el límite superior y el límite inferior conocidos como CC y PMP, esto dándonos como resultado.

$$HA = \frac{CC - PMP}{100} * Da * Prof$$

$$HA = \frac{23\% - 11\%}{100} * 1.35 * .20 m = 32.4 mm$$

Por lo tanto:

$$LNr = 0.50 * 32.4 * .30 = 4.86 mm$$

- *Lámina bruta de riego (LBr)*

Es la lámina de agua que se debe de aplicar para satisfacer los requerimientos del cultivo, considerando la eficiencia de aplicación del sistema.

Fórmula:

$$LBr = (LNr/Ea)$$

Donde:

LBr: Lamina neta bruta

LNr: Lamina neta de riego

Ea: Eficiencia de aplicación de sistema (95%)

Por lo tanto:

$$LBr = (4.86mm/0.95)= 5.11 mm$$

3.2.9.1.3 Información complementaria

En la siguiente tabla se presenta los datos generales del cultivo y del sistema (Tabla 3.13).

Tabla 3. 13 Datos generales del cultivo y del sistema

Cultivo	
Superficie a regar	03-91-95 Ha
Cultivo	Tomatillo
Espaciamiento del cultivo	0.30 m
Gasto Disponible	El necesario
Eficiencia de Aplicación	95%
Evaporación Máxima Diaria	5.654 mm/día

Gasto total del Sistema	11.46 lps
Emisor Propuesto	
Emisor	Cintilla Eurodrip
Espaciamiento del emisor	0.30 m
Gasto del emisor	1 LPH
Suelo	
Textura	Franco-Limoso
% arena	19.79
% limo	54.21
% arcilla	26.00
Profundidad	20 cm
Drenaje	Buen drenaje
Capacidad de Campo (CC)	23%
Punto de Marchitez Permanente (PMP)	11%
Densidad	1.35

3.2.9.1.4 Resultados obtenidos

Tabla 3. 14 Cuadro de resultados

Humedad Aprovechable	7.0 mm
Lamina neta de riego	4.86 mm
Lamina de riego	5.11 mm por riego
Lamina Horaria	2.08 mm/hr
Intervalo de riego	diario
Tiempo de riego	6.72 horas en todo el terreno
Superficie a Regar	03-91-95 has
Gasto total del sistema	11.46 lps
Cultivo	Tomatillo
Riegos	2 de 3.36 horas

3.2.9.2 Diseño hidráulico

El diseño hidráulico es la descripción de nuestro sistema o equipo hidráulico, después de haber realizado el diseño agronómico llegamos a esta última parte esencial para terminar el diseño.

3.2.9.2.1 Selección del equipo de bombeo

Para seleccionar el equipo de bombeo adecuado a nuestro sistema, es necesario tomar en cuenta las pérdidas de cargas totales que se tendrá en todo el sistema de conducción, línea principal, secundaria y lateral. A continuación se presenta la siguiente tabla.

Tabla 3. 15 Datos generales del equipo de bombeo

Resumen de Presiones	
Presión de operación del emisor	10.00 m
Altura del elevador del emisor	1.20 m
Pérdida de carga en la tubería lateral	1.00 m
Pérdida de carga en la tubería secundaria	1.00 m
Perdida de carga en la válvula	1.00 m
Pérdida de carga en tubería Principal	3.91 m
Perdida de carga en filtración o descarga	0.0 m
Desnivel Topográfico	1.0 m
Presión total requerida	19.1 m
	1.9 Kg/cm ²
Potencia calculada	5 Hp
Bomba	
Tipo	Centrífuga
Marca	Berkeley
Modelo	K1 ½ L
Diámetro de succión y descarga	2" y 1 ½ "
Motor	
Tipo	Centrifuga
Potencia	5 Hp
RPM	3450

3.2.9.2.2 Selección de válvulas de medición, control y protección

Para la selección de las válvulas y del resto de accesorios cumplen funciones importantes del sistema, tanto para el control del gasto y de presión para el control del sistema, estos son seleccionados en base al gasto del sistema y al diámetro de la tubería en que se colocan.

Tabla 3. 16 Válvulas de medición, control y protección.

Descripción	Diámetro	Cantidad
Medidor de flujo "Mcometer Tipo silleta	100 mm	1
Válvula tipo mariposa 100 MM C/PAL	100 mm	3
Válvulas de admisión y expulsión de aire	50 MM	5
Manómetro Azud 100 Psi	-----	1
VAL. BOLA TECNOPLASTIC	50 MM	2
MANOMETRO 100 PSI GLICERINA		2

3.2.9.3 Resumen general del diseño del Sistema de Riego

En la siguiente tabla se presenta un resumen de todo el sistema de riego, datos obtenidos anteriormente mediante el diseño agronómico e hidráulico.

Tabla 3. 17 Resumen General del Sistema de Riego

Características	Descripción
PREDIO	Guadalupe Victoria, Navojoa, Sonora
SISTEMA DE RIEGO	Goteo
SUPERFCIE TOTAL	14-84-86 Has
SUPERFICIE A REGAR	03-91-95
CULTIVO	Tomatillo
FUENTE DE ABASTECIMIENTO	Canal de riego
GASTO DISPONIBLE	11.49 lps
TIPO DE EMISOR	Cinta de goteo
INTERVALO DE RIEGO	Diario
LÁMINA DE RIEGO	7.00 mm
TIEMPO DE RIEGO	3.36 horas
SECCIONES	Dos secciones
GPRESIÓN DE OPERACIÓN DEL SISTEMA	1.9 kg/cm ²
SUMINISTRO DE ENERGÍA	Eléctrica
EQUIPO DE BOMBEO	
TIPO	Centrifuga
POTENCIA	5 HP
MODELO	KL ½ L
SUCCIÓN Y DESCARGA	2" y 1 ½ "

En la siguiente tabla, se presenta el listado de materiales que se utilizaran en el sistema de riego, junto con precios unitarios y montos totales. También se presenta el Diseño del sistema.

3.2.10 Listado del presupuesto del sistema

Tabla 3. 18 Listado de materiales para el sistema de riego por goteo

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	IMPORTE	IMPORTE
TUBERIA PRINCIPAL				
TUBO HID S/I IRR 100 MM 6M C/C M	MT	264	\$48.16	12,714.24
SUBTOTAL				12,714.24
TUBERIA SECUNDARIA				
TUBO HID S/I IRR 100 MM 6M C/C M	MT	120	\$48.16	5,779.20
TUBO HID S/I IRR 75 MM 6M C/C M	MT	84	\$37.92	3,185.28
TUBO HID S/I IRR 50 MM 6M C/C M	MT	57	\$24.27	1,383.39
REDUC. HID CAMP. 100 - 75 MM	PZ	2	\$95.97	191.94
REDUC. HID CAMP. 75 - 50 MM	PZ	2	\$47.78	95.56
ANILLO HID ING. 100 MM (EQK-2901046)	PZ	2	\$12.32	24.64
ANILLO HID ING. 75 MM	PZ	2	\$10.13	20.26
SUBTOTAL				10,680.27
LINEA REGANTE				
GOMA PARA INICIAL	PZ	350	\$3.45	1,207.50
INICIAL 16 MM VERDE	PZ	350	\$2.96	1,036.00
TUBO PE BD 16/55 MIL R-200 M	PZ	1	\$708.94	708.94
ADAP. INS-CINTA 16 MM -WR	PZ	150	\$2.39	358.50
COPEL INS 16-16 MM VERDE	PZ	100	\$3.44	344.00
CINTA EURODRIP 5/8" 0.25 GPH 6 MIL A CADA 30 CM 2740 MTS	PZA	8	\$1,777.29	14,218.32
TERMINAL 16 MM	PZA	100	\$0.86	86.00
COPEL CINTA-CINTA 16 MM ECONOMICO	PZA	100	\$2.56	256.00
BROCA DE 10 A 20 MM	PZ	1	\$1,415.31	1,415.31
LIMITADOR PARA BROCA 10 A 20 mm	PZ	1	\$193.87	193.87
SUBTOTAL				19,824.44
CRUCEROS				
T HID CEM. 100 MM	PZ	2	\$154.52	309.04
CODO HID CEM. 90- 100 MM	PZ	6	\$68.46	410.76
TOR HEX. AC. STD GALV. 15.9X127 5/8X5		12	\$16.00	192.00
RED. HID CEM BUSH 100 - 50 MM	PZ	8	\$41.11	328.88
TUBO HID S/I RD-26 100 MM 6M EL	MT	7	\$99.96	699.72
BRIDA HID. CEM. 100 MM		2	\$74.75	149.50
ADAPT. HID CEM. MACHO 50 MM	PZ	1	\$7.29	7.29
ADAPT. HID CEM. HEMBRA 50 MM	PZ	4	\$13.18	52.72
VALV. MARIPOSA I-R 100 MM C/PAL	PZ	2	\$1,099.64	2,199.28
VALV. ADM-EXP AV-010 50 MM RH EMEK	PZ	3	\$400.64	1,201.92

VALV. ADM-EXP DG-010 50 MM RM BARAK	PZ	1	\$1,344.17	1,344.17
SUBTOTAL				6,895.28
PURGAS				
CODO HID CEM. 90- 50 MM	PZ	4	10.29	41.16
TUBO HID S/I RD-26 50 MM 6 M EL	MT	6	19.27	115.62
VALV. BOLA TECNOPLASTIC 50 MM C/TU	PZ	2	287.90	575.80
SUBTOTAL				732.58
EQUIPO DE FILTRACION				
EQ FILTRACION DISCOS LCM SYSTEM 303/6 VX MANUAL	PZA	1	3,230.77	3,230.77
DESCARGA DE LA FILTRACIÓN				
TUBO HID S/I RD-26 100 MM 6M C/B	MT	3	\$99.96	299.88
MANOMETRO AZUD 100 PSI	PZ	2	\$207.69	415.38
TOR HEX. AC. STD GALV. 15.9X127 5/8X5	PZ	6	\$16.00	96.00
BRIDA HID. CEM. 100 MM	PZ	3	\$74.95	224.85
VALV. MARIPOSA 100 MM C/PAL	PZ	1	\$1,094.64	1,094.64
MEDIDOR DE GASTO 100 MM SILLETA MCCROMETER	PZ	1	\$23,719.35	23,719.35
T HID CEM. 100 MM	PZ	1	\$154.52	154.52
REDUC. HID CEM BUSH 100- 50 MM	PZ	1	\$41.11	41.11
ADAPT. HID CEM. HEMBRA 50 MM	PZ	1	\$13.18	13.18
VALV. ADM-EXP DG-010 50 MM RM BARAK	PZ	1	\$1,344.17	1,344.17
CUELLO DE GANSO FONDO 4" BR-BR	PZ	1		0.00
CEMENTO REXOLIT ALTAVISCOSIDAD 480 ML	PZ	3	\$74.14	222.42
LIMPIADOR REXOLIT .500 LTS.	PZ	2	\$21.67	43.34
SUBTOTAL				30,899.61
SISTEMA DE BOMBEO				
BOMBA CENTRIFUGA BERKELEY 5 HP	PZA	1	\$11,726.01	11,726.01
SISTEMA DE SUCCION Y DESCARGA	LOTE	1	\$9,750.00	9,750.00
SUBTOTAL				21,476.01
ACCESORIOS PARA INSTALACION				
CEMENTO REXOLIT ALTAVISCOSIDAD 480 ML	PZ	20	\$74.14	1,482.80
LIMPIADOR REXOLIT .500 LTS.	PZ	10	\$21.67	216.70
LUBRICANTE REXOLIT LATA 500 GRS.	PZ	7	\$28.37	198.59
SUBTOTAL				1,898.09
MANO DE OBRA.				
EXCAVACION	LOTE	2.7	\$4,285.00	\$11,569.50
INSTALACIÓN	LOTE	5	\$1,428.57	\$7,142.85
SUBTOTAL				18712.35
TOTAL				123,832.87

3.2.10.1 Calendario de Obra

Tabla 3. 19 Calendario de actividades para la obra

Actividad	Septiembre			
	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
Surtimiento de materiales				
Trazo de líneas				
Trabajos de Zanja				
Instalación de Tubería Lateral y Regante				
Instalación de Cruceros y Purga				
Instalación de la Principal				
Cabezal				
Prueba del Sistema				

3.2.10.2 Carta compromiso

Este es un documento donde se presenta el contrato, mencionando características del sistema y el monto total a pagar, así como también condiciones de pago y plazo de entrega de materiales.

CONTRATO

NOMBRE DEL CLIENTE:

P R E S E N T E

Contrato de trabajo que celebran, por una parte el **C. José Moreno**, como propietario del terreno, al que se le denominara "El contratante" y por la otra la empresa **Rex Irrigación Navojoa S.A de C.V** representada por el **C. Ing. Cesar Zapata Rosales**, al cual se le denominara "El contratista".

CARACTERÍSTICAS GENERALES

[Goteo con cinta](#)

Superficie del terreno

03-91-95 Has

Gasto requerido

11.49 lps

Numero de secciones

02

Las características de los materiales que componen el sistema de riego ofrecido serán de acuerdo a los cálculos hidráulicos que se presentan en el plano de proyecto anexo a este presupuesto.

El precio total del Sistema de Riego L.A.B. Propiedad es de \$ 123,415.95
Son: (CIENTO VEINTE TRES MIL, CUATROCIENTOS QUINCE PESOS 95/100 MN)

Los cálculos hidráulicos serán responsabilidad de Rex Irrigación Navojoa S.A. de C.V.

EL SISTEMA DISEÑADO INCLUYE LOS SIGUIENTES ELEMENTOS:

1. Tubería principal de PVC clase irrigación de diámetro de 4", tubería secundaria de 4", 3" y 2" MM con las conexiones necesarias para el armado del sistema de riego.
2. Accesorios de seguridad para el buen funcionamiento del sistema de riego. Válvula de admisión y expulsión de aire de 2" cinética colocada una por válvula de seccionamiento. Así como válvula de aire Barak colocadas estratégicamente a cada 300 metros sobre la línea principal (Existentes).
3. Válvulas de seccionamiento tipo mariposa de 4" y las conexiones necesarias para su instalación.

4. Instalación de los materiales que componen el sistema de riego

5. Flete al domicilio acordado

Condiciones de pago:

A TRATAR.

Plazo de entrega:

Se harán varios envíos hasta completar la totalidad de los materiales según lista anexa considerándose 30 días a partir de la entrega del anticipo.

Las fechas y precios anotados en este presupuesto tendrán una vigencia hasta el día 15 días a partir de esta fecha.

Sin más por el momento y en espera de vernos favorecidos con su distinguida orden, nos repetimos como siempre como sus amigos y más atentos servidores.

Aspectos generales:

Los materiales entregados por Rex Irrigación Navojoa S.A. de C.V. en el domicilio señalado estarán bajo la responsabilidad de conservación del comprador.

Al momento de la apertura de zanja e instalación del sistema de riego, el comprador deberá tener libre de cualquier obstáculo el terreno en que se vaya a efectuar la obra, en caso contrario la instalación demorará el tiempo necesario para tal condición, sin que tal demora sea responsabilidad de la empresa y sin que el deterioro de los materiales previamente entregados sea imputable a la misma.

La facturación del sistema de riego que se entregará será de acuerdo a los datos proporcionados por el comprador, pudiendo ser por montos parciales según el avance de actividades:

Nombre:

Domicilio Fiscal:

RFC:

Las fechas y precios anotados en este presupuesto tendrán una vigencia de 20 días a partir de esta fecha.

Sin más por el momento y en espera de vernos favorecidos con su distinguida orden, nos repetimos como siempre como sus amigos y más atentos servidores.

ING. CESAR ZAPATA ROSALES

C. José Moreno

GERENTE REX IRRIGACIÓN NAVOJOA

PROPIETARIO LEGAL

4 DISCUSIÓN

4.1 Valoración Personal

A lo largo de los años las condiciones meteorológicas cambian constantemente, con ello altera muchos factores que lleva al ser humano adaptarse a ciertas condiciones y de modificar ciertos métodos o actividades que realiza para su supervivencia, en este caso, la agricultura es de las actividades que más cambios ha tenido.

La importancia de conservar y cuidar de los recursos naturales ha tenido gran modificación en su metodología, de llevar a una agricultura tecnificada, usando los recursos de una manera más eficiente. Hace algunos años que el riego por goteo ha sido implementado, lo cual ha tenido resultados favorables, en zonas donde el agua es limitada, este tipo de sistema presenta una mejora en la agricultura

Este trabajo de observación y estudio describe los componentes de un diseño de riego por goteo. Así como también el diseño agronómico que consiste en determinar parámetros como evapotranspiración del cultivo, coeficientes K_c del cultivo, o bien datos importantes para el diseño como el clima, temperatura, separación de surcos, gasto disponible entre otros; en el diseño hidráulico, es complementario al diseño hidráulico, con base a datos anteriores, podemos determinar el equipo de bombeo, la presión necesaria del total del sistema y también todos los componentes necesarios para la instalación del sistema de riego.

En consideración propia este trabajo incluye conocimientos que adquirí dentro de la universidad y fuera de ella, es decir, en el campo laboral. Sin embargo un egresado de la carrera de Irrigación le es faltante conocimientos como electricidad y manejo de materiales para instalación de un sistema. Todo esto nos servirá aún más para defendernos en nuestra profesión.

4.2 Conclusiones

Haciendo una evaluación antes de implementar el sistema de riego por goteo, se tiene una comparación de riego por gravedad y goteo. Donde hay un incremento en la producción del 56%, relativamente es un valor alto, el riego por goteo obtenemos una mayor eficiencia que se observa en los resultados de producción.

Con la implementación de dicho sistema se disminuyen pérdidas de agua, por escurrimiento y evaporación, ya que con el sistema de tuberías enterradas no

existe problema alguno. Además se tiene un mayor control en la distribución de agua y de fertilizantes. Los resultados obtenidos fueron favorables, se logró disminuir los costos, tanto materiales como de instalaciones y de mano de obra, logrando así efectuar una eficiencia favorable del sistema, lo que lleva a obtener buenos resultados en la producción. Sin embargo al implementar este tipo de riego, en un principio podría ser alta, pero si se tiene el apoyo federal, la inversión podría ser menos, lo cual hace aún más posible implementar este sistema.

5 BIBLIOGRAFÍA

- Blair E., (1979). Riego por goteo. San José, Costa Rica: IICA.
- Casas Flores R., (2014). Preparación del terreno para instalación de infraestructura y plantación de frutales. España: Paraninfo.
- Comisión Nacional del Agua. Estadísticas del Agua en México, 2014. Estadísticas del agua en México. Recuperado por: www.conagua.gob.mx
- Fideicomiso de Riesgo Compartido, (2015) recuperado de www.sagarpa.gob.mx
- García Luna A., (2016). Instalaciones, su acondicionamiento limpieza y desinfección UF008. Madrid, España: Paraninfo, Página 61.
- Gurovich Luis A., (1985). Fundamentos y diseño de “sistemas de riego”. . San José, Costa Rica: IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la agricultura. Página 2.
- CONAGUA (2015). Normales Climatológicas recuperado por <http://smn.cna.gob.mx/es/informacion-climatologica>
- Eumed. El uso de las tecnologías de la información y la comunicación y las competencias profesionales en la licenciatura en contaduría pública en la universidad de sonora. (1990-2009). Página 55.
- Flow-Guard. Manual de Filtros de grava y arenas verticales. Recuperado de <http://www.fresnovalves.com/pdf/Media%20Book%20Spanish.pdf>
- Liotta M, (2015). Manual de capacitación: riego por goteo. 1ª edición Rivadavia.
- Martínez Victoriano, Soto García, Abadía Ricardo, Ruiz Antonio y Fandiño María, (2010). Automatización y telecontrol de sistemas de riego. Barcelona, España: Marcombo, página 75.
- Moratiel Yugueros R., (2015). Operaciones auxiliares de riego en cultivos agrícolas UF0160. Madrid, España: Paraninfo, página 146.
- Pineda Quizhpe D., (2010). Instalación de un cabezal de riego para un sistema establecido que comprende un invernadero, umbráculo y patio de aclimatación, ubicados en el campus Juan Lunardi, Paute, de la facultad de ciencias agropecuarias y ambientales.
- Programa PRODEZA. (2015). Recuperado en www.sagarpa.gob.mx

Inafed. Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México. Recuperado en www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM26sonora/municipios/26042a.html

6 ANEXO



Rex Irrigación Navojoa S.A. DE C.V.

Rafael J. Almada 2310 Col. Agrícola Río Mayo C.P. 85664
Navojoa, Son. Tel/Fax. (642) 422 72 07 y 427 37 84
E-MAIL: rexnavojoa@rexnoroceste.com.mx www.rexnoroceste.com.mx



Navojoa, Sonora a 19 de Mayo de 2017

DEPERTAMENTO DE RIEGO Y DRENAJE

PRESENTE:

Por medio de este oficio, declaro que la **C. Estefany Karina Moreno Cárdenas**, realizó sus prácticas profesionales en la empresa Rex Irrigación, ubicado en la ciudad de Navojoa, Sonora, en los meses de Agosto a Noviembre, trabajando en área de diseños de sistemas de riego y área de compras. Por tal motivo tiene autorización de presentar algunos trabajos que elaboro para poder obtener el requisito parcial a titulación.

Sin más por el momento, quedo a sus órdenes

ATENTAMENTE

ING. CESAR ZAPATA ROSALES
GERENTE REX IRRIGACIÓN NAVOJOA

