



UNIVERSIDAD DE ALMERÍA

**ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR Y FACULTAD DE
CIENCIAS EXPERIMENTALES**

**INGENIERÍA TÉCNICA AGRÍCOLA
INDUSTRIAS AGRARIAS Y ALIMENTARIAS**

**PRÁCTICAS DE EMPRESA EN RIEGOS Y TECNOLOGIA S.L
(RITEC)**

El Alumno:

FRANCISCO JAVIER MARTINEZ MORENO

Almería, 06 / 2014

Director(es):

**DR. D. ÁNGEL JESÚS CALLEJÓN FERRE
LUIS MIGUEL PEREGRÍN CABALLERO**

ÍNDICE

1. TÍTULO.	
2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.	Pág.3
2.1 PASADO, PRESENTE Y FUTURO DE RITEC S.L.	Pág.3
2.2 LOCALIZACIÓN, IDENTIFICACIÓN, Y PERSONAL DE LA EMPRESA.	Pág.5
2.2.1 Localización.	Pág.5
2.2.2 Descripción de la empresa.	Pág.6
2.3 GRANDES OBSTÁCULOS EN LA AGRICULTURA.	Pág.14
2.3.1 El agua de recurso natural a recurso afectado por el uso de la agricultura.	Pág.14
2.3.2 Clima desfavorable para los cultivos.	Pág.15
2.4 MISIÓN DE RITEC S.L.	Pág.16
2.5 ANÁLISIS DAFO DE LOS SISTEMAS DE RIEGO INTELIGENTES.	pág.18
2.6 MÉTODO A SEGUIR EN EL DISEÑO.	pág.22
2.6.1 Diseño agronómico.	pág.22
2.6.1.1 Toma de datos de la explotación.	pág.22
2.6.1.2 Necesidades hídricas del cultivo.	pág.26
2.6.1.3 Volumen de suelo a humedecer.	pág.26
2.6.1.4 Número y disposición de los emisores.	pág.30
2.6.1.5 Frecuencia y tiempos de riego.	pág.33
2.6.2 Diseño hidráulico.	pág.33
2.6.2.1 Pendiente y extensión.	pág.35
2.6.2.2 Condiciones de la explotación.	pág.35
2.6.3 Estudio de los datos obtenidos.	pág.36
2.6.3.1 Determinación del tipo de instalación óptimo.	pág.36
1. Nutritec.	pág.36
2. Clinvertec.	pág.55
3. Hufitec.	pág.65
2.6.4 Elaboración del presupuesto.	pág.70
2.6.5 Entrega de presupuesto.	pág.70
2.6.6 Instalación.	pág.70
2.7 ESTRATEGIA Y ESTRUCTURA: DIRECCIÓN ESTRATÉGICA.	pág.71
2.7.1 Introducción.	pág.71
2.7.2 Estrategia.	pág.71
2.7.2.1 Disciplinas de generación de valor: Treacy y Wiersema.	pág.72
2.7.2.2 Implicaciones para Ritec s.l.	pág.72
2.7.3 Estructura.	pág.73
2.7.3.1 Estructura y estrategia a nivel global.	pág.73
2.7.3.2 Coordinación internacional y responsabilidades locales.	pág.75
2.7.3.3 Ritec s.l. como empresa internacional.	pág.77

2.8 CONTROL DE CALIDAD.	Pág.77
3. ESTUDIO DE LOS FACTORES LIMITANTES.	Pág.85
3.1 REALIZACIÓN DE PROYECTOS DE RIEGO, CONTROL DE CLIMA Y AMBIENTES EN INVERNADEROS.	Pág.85
3.2 DESARROLLO DE HERRAMIENTAS PARA MEJORAR EL RENDIMIENTO DENTRO DEL DEPARTAMENTO TÉCNICO.	Pág.85
4. SOLUCIONES APORTADAS.	Pág.85
4.1 DESCRIPCIÓN DEL ROL DEL TÉCNICO PARA PROYECTOS DE RIEGO EN CALIDAD DE APOYO.	Pág.85
4.2 DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD.	Pág.86
4.2.1 Proyecto de riego controlado.	Pág.86
4.2.1.1 Diseño agronómico.	Pág.87
➤ Toma de datos de la explotación.	Pág.87
➤ Necesidades hídricas del cultivo.	Pág.89
4.2.1.2 Diseño hidráulico.	Pág.95
➤ Superficies y desniveles.	Pág.96
➤ Estudio de los datos obtenidos.	Pág.97
4.2.2 Proyecto para control del clima en invernadero.	Pág.113
4.2.2.1 Calefacción ambiente por agua caliente con caldera y quemador de gas para.	Pág.113
4.2.2.2 Ventilación.	Pág.117
4.3 DESARROLLO DE HERRAMIENTAS PARA MEJORAR EL RENDIMIENTO DENTRO DEL DEPARTAMENTO TÉCNICO.	Pág.122
5. CONCLUSIONES Y VALORACIONES.	Pág.124
6. BIBLIOGRAFÍA.	Pág.125

2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

2.1 PASADO, PRESENTE Y FUTURO EN RITEC S.L.

Riegos y Tecnologías S.L. es una empresa fundada en 1994 en Águilas (Murcia), España, por Luis Miguel Peregrín, Manolo Peregrín y varios socios más en la que intervienen un numeroso equipo de profesionales englobados en categorías tales como ingenieros técnicos agrícolas, ingenieros industriales, diseñadores, dibujantes, electricistas entre otros, que aúnan su amplia experiencia en el sector, con el objetivo de dar soluciones a los diferentes problemas que plantea el sector agrícola, como escasez de agua y tierra áridas que dificultan la tarea del agricultor.

Los fundadores de **Ritec s.l.**, y su equipo técnico, provienen de familias con gran vinculación a la agricultura en el sureste español, que han aprendido y evolucionado con ella. Posee unas instalaciones de más de 15000 m², repartidos entre el área técnica, el área de desarrollo e investigación y el área de almacenaje, incorporando todos los productos necesarios para realización de proyectos integrales (tuberías, goteros, bombas) y equipos (Nutritec, Clinvertec y Hufitec) y ensamblarlos dentro de los controles y normas de calidad, contando con la certificación **AENOR 9001:2008**.

Como resultado de esta interacción con el sector agrícola y sus dificultades, surge una firme determinación de unir a las ya conocidas técnicas tradicionales, los sistemas más avanzados de Investigación, Tecnología e Innovación para ser capaces de ofrecer al sector agrícola nacional e internacional, un proyecto integrado de explotaciones y cultivos agrícolas, consistente en:

- Diseño de la explotación (identificación de las necesidades)
- Cálculo y dimensionamiento (invernadero, aire libre, Ha, etc.)
- Selección de las semillas y cultivos más adecuados (suelo, climatología, sistemas de riego, mercados, etc.)
- Maquinaria y equipos de fertirrigación ***Nutritec*** y control de clima en invernadero ***Clinvertec***, de avanzada tecnología, de fabricación propia y adaptable según las necesidades del agricultor.
- Calidad de servicio al cliente.
- Formación y asesoramiento (utilización de los equipos, desarrollo de nuevas estructuras de invernadero, etc.)
- Continuo reforzamiento de su posición en I + D, colaborando estrechamente con Centros de Investigación Agrícola, Semilleros Experimentales, desarrollando tecnologías tanto para el aprovechamiento de las aguas residuales, como buscando técnicas de cultivo más ecológicas que pasan por la optimización de los elementos que intervienen en los parámetros productivos.

- Mejorar dosificantes, reutilizar el agua de riego y los fertilizantes, para evitar la contaminación de los acuíferos.

En **Ritec s.l.**, somos conscientes de que el porvenir del agricultor y el nuestro propio están íntimamente unidos al respeto de nuestra madre tierra.

Nuestros equipos son el resultado de años de investigación, dentro del sector de sistemas de riego, llevado a cabo por el Director-Gerente de **Ritec s.l.**, Luis Miguel Peregrín, Ingeniero Industrial y vinculado desde hace 15 años al desarrollo de tecnologías para el sector agrícola. Su adaptabilidad y versatilidad de los equipos, hacen que la inversión del agricultor obtenga una dimensión de valor añadido y fondo de comercio que no son frecuentes en los equipamientos agrícolas.

Ritec s.l., en su proceso de expansión ha establecido delegaciones propias en distintas regiones del territorio español, Andalucía, Comunidad Valenciana, Murcia y Extremadura. Por otra parte, ha establecido acuerdos de representación para todo el territorio portugués, en el Centro de Distribución de Aveiro (Portugal).

En un esfuerzo continuado en I+D, Ritec s.l. planifica y colabora estrechamente con centros públicos y privados dedicados a investigar en la agricultura y semilleros experimentales. Así apuntan al desarrollo de nuevas tecnologías que permitan un mejor aprovechamiento de los recursos hídricos y ayudando en el proceso de cultivar del modo más ecológico (optimización en el empleo de los parámetros involucrados: reciclaje del agua de regadío y fertilizantes, reducción de la contaminación de acuíferos).

La actividad de Ritec s.l. no solo se centra en el área local, si no que tienen una expansión en el ámbito nacional, e internacional como Marruecos, México, China, Omán, Cuba, Turquía,, Honduras, Perú, Argelia, Venezuela, Irán, entre otros.

2.2 LOCALIZACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA.

2.2.1. Situación.

La empresa se ubica en Águilas (Murcia), en la parte norte del municipio, polígono industrial “El Labradorcico”, Ctra. Circunvalación, s/n, box 63, con 7000m². Se puede acceder a ella desde la nacional N-332 dirección Lorca-Águilas, una vez en la rotonda de entrada al pueblo, coger la carretera local dirección Calabardina, viéndose desde la carretera el indicativo de situación de la empresa, para más detalle, se encuentra a la espalda de la gasolinera BP. Se adjunta un plano para su mejor identificación.



Fuente: Archivo de imágenes Google Earth.

Localización Ritec s.l.

Latitud: 37°25'0.27"N

Longitud: 1°35'40.77"O

2.2.2 Descripción de la empresa.

Tal y como aparece en el plano general de la empresa, las instalaciones de Ritec s.l. se encuentran constituidas por:

- Un edificio en el que se encuentran los siguientes departamentos:
 - Área técnico-comercial (planta superior).
 - Área administrativa (planta inferior).
- Una nave industrial anexa al edificio donde se encuentra:
 - Área investigación y desarrollo (planta inferior).
- Una zona exterior en la que se encuentra:
 - Almacén de material.
 - Área de montaje de equipos (muestra para los clientes).

➤ **Área técnico - comercial**

Dentro del recinto de **Ritec s.l.**, encontramos a primera vista el edificio que contiene como hemos comentado anteriormente las áreas técnico-comerciales y administrativas. La entrada puede hacerse tanto por el propio edificio como por la nave anexa.

A la entrada lo primero que encontramos es una recepción, y seguidamente la oficina de administración.

Escaleras arriba se encuentra el área técnico-comercial, junto con la sala de juntas, donde se llevan a cabo las reuniones de gabinete y donde se llevan los clientes para una breve explicación sobre los productos, sirviéndose de medios audiovisuales y maquetas de los sistemas, despachos de la gerencia y una pequeña cocina, para uso de los trabajadores.



Fuente: Elaboración propia.

Oficinas de Ritec s.l.

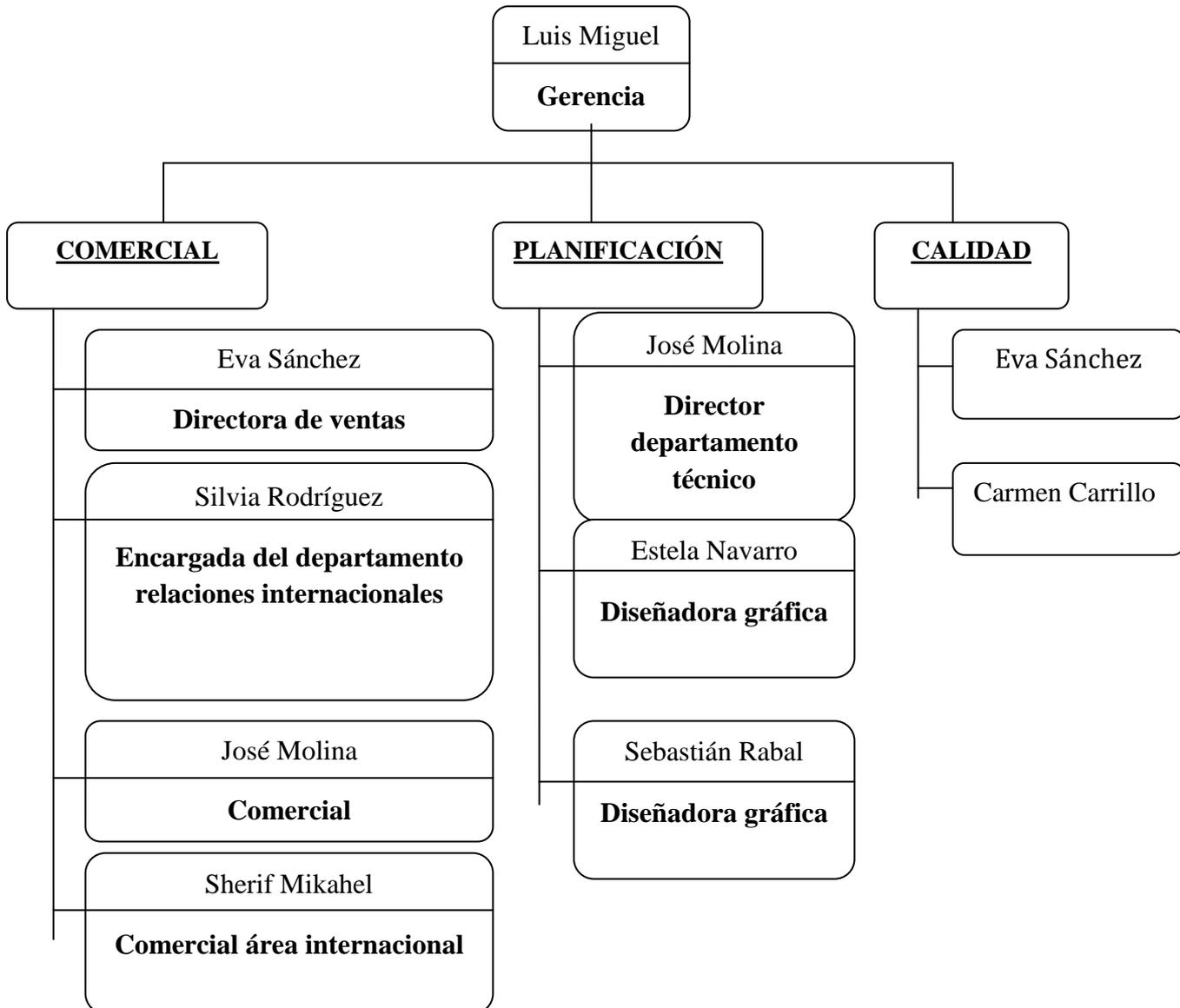


Fuente: Elaboración propia.

Recibidor Ritec s.l.

A continuación se muestran los integrantes y el rol que desempeñan en el departamento.

Nombre	Apellidos	Rol
Luis Miguel	Peregrín Caballero	Gerente
Eva	Sánchez Sánchez	Responsable del departamento de compras
Sebastián	Rabal Ros	Responsable del departamento técnico
Carmen	Carrillo López	Responsable del control de calidad
José	Molina Teruel	Comercial
Silvia	Martínez Rodríguez	Encargada del departamento de comercialización
Estela	Navarro Fernández	Diseñadora de planos
Sherif	Mikahel	Comercial



Organigrama: Área comercial, planificación y calidad.

➤ **Área de investigación y desarrollo.**

En la nave encontramos el área de investigación y desarrollo, dividida en una zona donde se trabaja la hidráulica de los sistemas, otra zona donde se trabaja los sistemas eléctricos y autómatas de los sistemas.



Fuente: Elaboración propia.

Área de hidráulica.



Fuente: Elaboración propia.

Área de electricidad y automatismos.



Fuente: Elaboración propia.

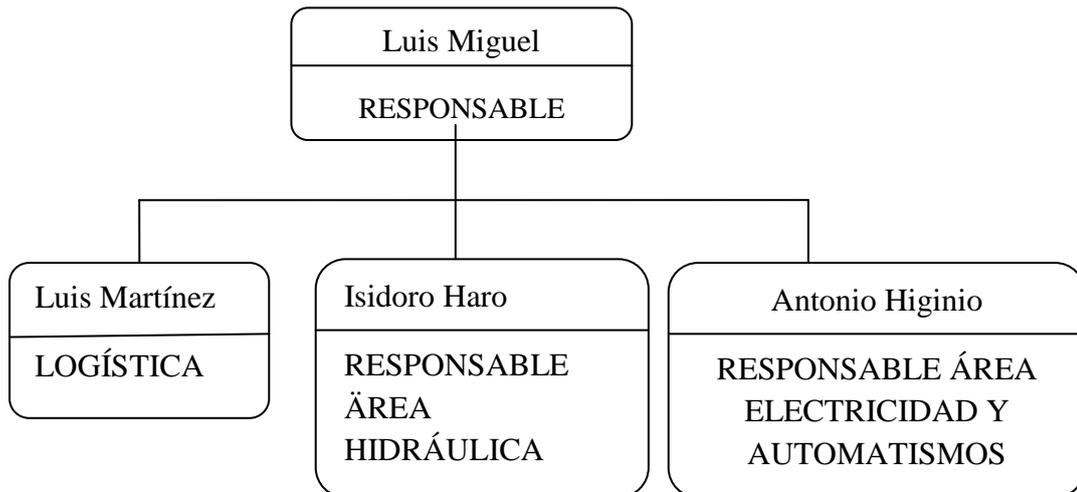
Área de electricidad y automatismos.

A continuación se muestran los integrantes y el rol que desempeñan en el departamento.

Nombre	Apellidos	Rol
Luis miguel	Peregrín Caballero	Responsable de I+D
Luis	Martínez Parra	Logística
Isidoro	Haro Pelegrín	Responsable área hidráulica
Antonio Higinio	Mateo Ramírez	Responsable área electricidad y automatismos

Técnicos montadores

David	Sánchez Martínez	Técnico autómeta
José Antonio	Marín	Técnico montador
Juan Antonio	Salar	Técnico montador
Hakim	Rahid	Técnico montador
Javier	Soto	Técnico montador
José	Córdoba	Técnico montador



Organigrama: Área de logística, hidráulica y automatismos.

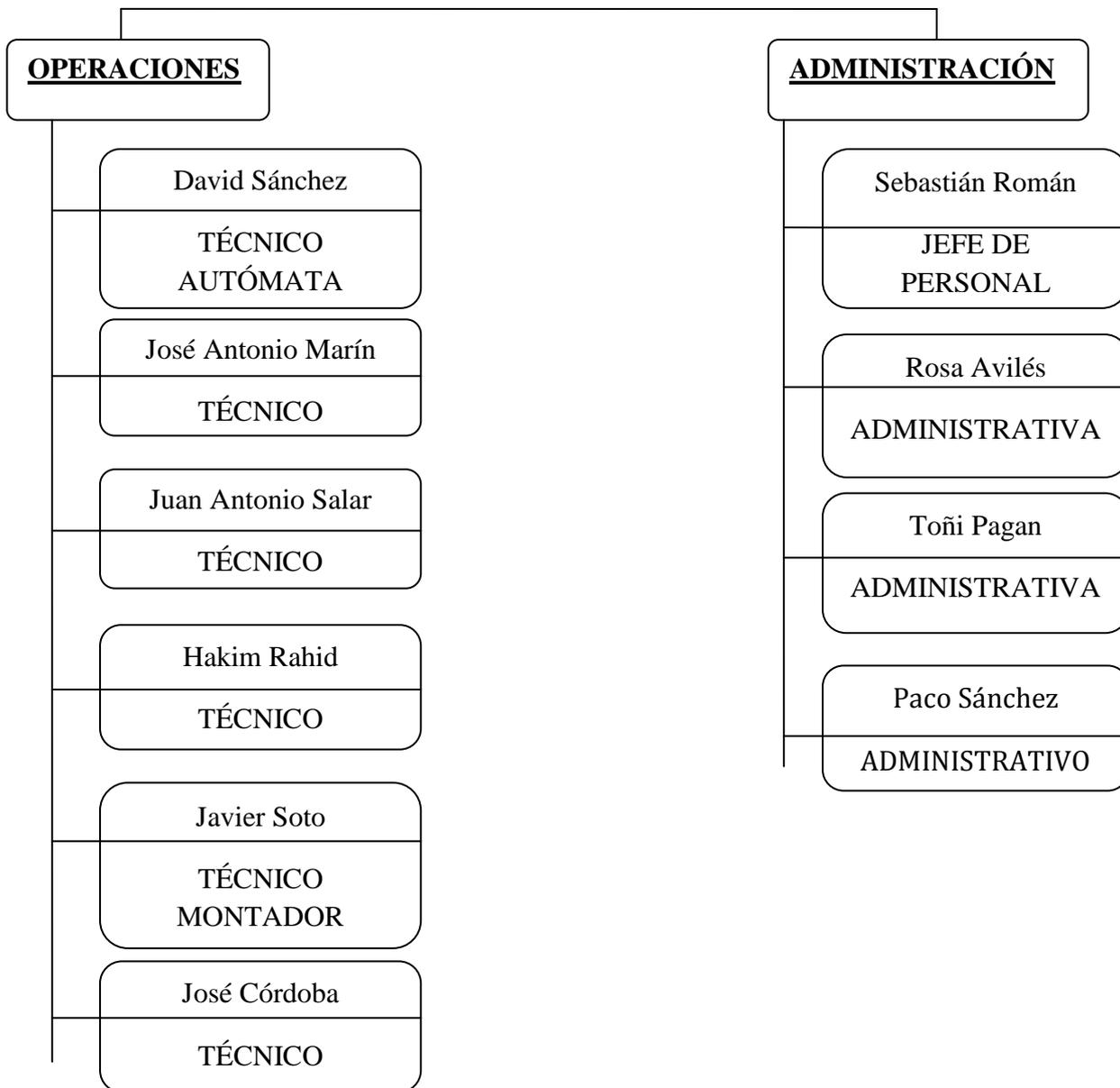
El resto de superficie de la nave se emplea para almacenaje de materiales y área de administración.



Fuente: Elaboración propia.

Almacenaje de materiales.

A continuación se muestra un organigrama del área de operaciones y administración.



Organigrama: Área de operaciones y administración.

En el área exterior se encuentra una zona de almacenaje para materiales de gran tamaño y un pequeño departamento donde se encuentra un montaje completo de un sistema de riego para mostrar a los clientes su funcionamiento.



Fuente: Elaboración propia.

Cabezal de muestra para clientes.

2.3 GRANDES OBSTÁCULOS PARA LA AGRICULTURA.

2.3.1 El agua de recurso natural a recurso afectado por el uso de la agricultura.

El agua es un recurso escaso.

Su uso eficiente y responsable en la agricultura es imprescindible para asegurar el buen estado de ríos, acuíferos, y humedales, más aún cuando en el futuro se prevé una menor disponibilidad de recursos hídricos, y una distribución irregular en el tiempo, por efectos del cambio climático, y un aumento de la demanda de agua por parte de otros sectores.

Durante los últimos 30 años los acuíferos han sufrido una sobre-explotación y contaminación de sus aguas, por la enorme expansión del regadío impulsada por las ayudas directas de la Política Agraria Común de la UE.

El regadío descontrolado, en muchos casos ilegal, de los acuíferos ha crecido hasta el punto de producir un grave descenso en los niveles subterráneos al extraerse mucha más agua que la que recargan los acuíferos.

En regiones como Murcia, la intervención de los grupos humanos a lo largo de siglos, mediante los distintos sistemas de aprovechamiento de aguas, han modificado los flujos y almacenamientos naturales en un ciclo hidrológico en régimen afectado. Así, el río Segura, uno de los cursos mas regulados de Europa, debía presentar un estiaje acusado en verano coincidiendo con la escasez de precipitaciones en esta época en la práctica totalidad de su cuenca, y sin embargo su régimen responde más a los acuerdos de los periodos de tandas de riego en las vegas, a medidas de carácter ambiental de mantener un caudal ecológico, e incluso de transporte de unos caudales alóctonos, transferidos de otras cuencas. Así el régimen del Segura es totalmente distinto aguas arriba de Azud de Ojós.

La mayor parte del territorio de la Región de Murcia, se encuentra dentro de la cuenca hidrográfica del Segura. De la precipitación caída en ella (7000 Hm³/año) apenas un 15% se aprovecha como aguas epigeas/superficiales o hipogeas/subterráneas. De la red de escorrentía superficial, el Segura es el eje vital de la Región de Murcia, sus mayores aportes proceden de su cabecera, con regímenes pluviales o pluvionivales situados fuera de la Región, por lo que es un rio alóctono, con una media de precipitación de unos 300 litros/año y además con una gran variabilidad de estos registros en el año y entre varios años, en los que se intercalan periodos secos, que los cursos murcianos tienen en su fluir natural un régimen mediterráneo con importantes estiajes, ríos-rambla como el Guadalentín, Benamor o Moratalla, Argos. Junto a ellos, las ramblas de régimen intermitente con caudal superficial solo tras precipitaciones de fuerte intensidad horaria de la red de embalses sobre el Segura y sus afluentes, asegura la existencia de caudales todo el año. Aunque la fuerte erosionabilidad y el aterramiento de los vasos, obliga a su recrecimiento, e incluso a nueva construcción. Del siglo XVI al XXI se han establecido cuatro presas sobre el Guadalentín, dos de ellas las destruyeron fuertes avenidas

con la de 18002, sin embargo el aterramiento ha dejado muy reducida la capacidad de las otras dos.

Precipitación escasa y elevada evapotranspiración potencial, la aridez es la nota característica de la mayor parte del ambiente regional. Si no fuese por la aloctonía de los mayores caudales de la cabecera o los transferidos de otras cuencas, al conjunto de elementos de almacenamiento y distribución del agua. Así como a la cultura del agua desarrollada en estas tierras murcianas (ordenanzas, fabricas y artefactos hidráulicos, técnicas e interés por el riego “animus regandi”, etc.), los paisajes del agua que se manifiestan en la ordenación del territorio regional no serian posibles.

Estos datos pueden ser perfectamente trasladados a otras zonas del territorio nacional e internacional. Por lo que estamos obligados a una adecuada gestión del agua de regadío, y a una mayor eficiencia en su utilización.

2.3.2 Climas desfavorables.

Otro de los factores importantes que afecta al rendimiento del cultivo, es el clima. Cuando este no es el adecuado, el cultivo sufre una disminución en su rendimiento e incluso puede llegar a perderse cosechas.

Los factores que principalmente afectan al consumo hídrico son la radiación, el déficit hídrico del aire y el desarrollo foliar del cultivo. El estado hídrico de la planta se relaciona con el balance entre los flujos de transpiración y de absorción de agua. Si bien el flujo de transpiración está directamente relacionado con el clima.

A través de estudios se ha comprobado y confirmado las interrelaciones que se establecen entre las actuaciones sobre el clima en el que se desarrolla la planta y la absorción hídrica y mineral.

Las técnicas de sombreado (blanqueo de cubierta, utilización de mallas), cuya finalidad última es la reducción de la temperatura en el interior del invernadero, provocan una disminución de la radiación incidente sobre el dosel vegetal y reducen el déficit hídrico lo cual incide sobre la absorción hídrica y mineral. Los sistemas de nebulización reducen la temperatura y el déficit hídrico del invernadero, limitando a su vez el consumo de agua.

El enriquecimiento carbónico del aire provoca un aumento de la tasa de fotosíntesis que influye directamente sobre la absorción mineral, así mismo el aumento de la concentración de CO_2 reduce el intercambio de vapor de agua a nivel estomático, si bien su efecto sobre la transpiración del cultivo es limitado.

2.4 MISIÓN DE RITEC S.L.

Ritec s.l. tiene como misión, proporcionar al agricultor todo su conocimiento en el sector, mediante sistemas inteligentes capaces de maximizar rendimiento en el uso del agua, junto con el ahorro de esta, para evitar gastos innecesarios, y sistemas de control de clima para invernaderos con el fin crear los ambientes más propicios para maximizar el desarrollo de los cultivos y además está en la obligación de continuar con el desarrollo de los sistemas para conseguir niveles más altos de control y rendimiento.

El mayor o menor ahorro se fundamenta en general en:

- La posibilidad de controlar fácilmente la lámina de agua aplicada.
- La reducción de la evaporación directa.
- La ausencia de escorrentía.
- El aumento de la uniformidad de aplicación, al reducir la filtración profunda o percolación.

Para que estas ventajas sean efectivas, es preciso que los componentes tengan un diseño adecuado y los materiales con que están fabricados sean de buena calidad. De no ser así, la inversión realizada en la instalación no producirá ventajas sustanciales.

Las instalaciones de riego localizado no solo permiten aplicar el agua a los cultivos, si no que ofrecen la posibilidad de aportar fertilizantes y otros productos fitosanitarios (insecticidas, fungicidas, etc.). En este caso es el agua la que se encarga de hacer llegar los fertilizantes hasta las raíces de la planta, bien de forma continuada o intermitente. Para que esta técnica sea eficaz es indispensable disponer de un sistema de riego bien diseñado y con buenos materiales con objeto de aplicar el agua con alta uniformidad. Esto permitirá suministrar la misma dosis de abono en todos los puntos, cubriendo así sus necesidades, evitando pérdidas innecesarias y reduciendo los efectos medioambientales negativos.

Otra ventaja de tipo económico que alcanza valores importantes con este tipo de riego, es la reducción de la mano de obra en la aplicación de agua en la parcela. Además, la aplicación localizada del agua supone que prácticas como la eliminación de malas hierbas, tratamientos manuales, poda, recolección, etc., no se vean dificultadas por el riego. De esta forma el calendario de labores no tiene por que modificarse por el riego. En cultivos frutales u hortícolas, donde con frecuencia la recolección ha de adaptarse a la demanda de los mercados, puede resultar especialmente importante la no interferencia del riego en la recolección.

Esto es posible gracias a la utilización de riegos localizados inteligentes. Consiste en la aplicación de agua sobre la superficie del suelo o bajo este, utilizando tuberías a presión y diversos tipos de emisores, de manera que sólo se moja una parte del suelo, la más próxima a la

zona radicular de la planta. El agua aplicada por cada emisor moja un volumen de suelo que se denomina bulbo húmedo.

En este método de riego, la importancia del suelo como reserva de humedad para las plantas es muy pequeña en contra de lo que sucede en el riego por superficie o en el riego por aspersión. Este riego se realiza en cantidades pequeñas y con alta frecuencia. De esta manera el contenido de agua en el suelo se mantiene a unos niveles casi constantes y las posibles sales se mantienen siempre en la periferia del bulbo.

Los riegos localizados se pueden agrupar según el caudal que proporcionan los emisores de riego. Suele englobarse con el término "riego por goteo" a todos los riegos localizados en los que se aplica un bajo caudal, utilizando los emisores denominados goteros, tuberías porosas, tubería exudantes, etc.

Los riegos localizados de alto caudal pulverizan el agua, que se distribuye a través del aire hasta el suelo y suelen aplicarse con los emisores denominados microaspersores y difusores de los cuales hablaremos más adelante.

Tipos de riego localizado Según presión y caudal

BAJO CAUDAL

Presión 1kg/cm^2

Caudal – 2 a 16L/h

- Goteros
- Tuberías goteadoras
- Tuberías exudantes

ALTO CAUDAL

Presión – 1 a 2kg/cm^2

Caudal –200 L/h

- Microaspersores
- Microdifusores

2.5 ANÁLISIS DAFO DE LOS SISTEMAS DE RIEGO INTELIGENTES.

Con este análisis se pretende mostrar los aspectos positivos frente a los negativos del uso de sistemas inteligentes de control de riego.

Recursos y capacidades internas		
Fortalezas	Debilidades	Comentarios
Ahorro de agua y control de Consumo.		Ahorros demostrados de agua de más del 50%, en diferentes cultivos y en un año de extrema sequía. El conocimiento del consumo permite comprobar la eficacia de los criterios de riego aplicados, dependiendo del tipo de cultivo; a la vista de su evolución
Permanente control de las reservas en suelo.		El sistema permite conocer en todo momento la reserva hídrica en suelo y las condiciones climatológicas; lo que unido al conocimiento de la fase de desarrollo en que se encuentra la planta, permitirá adecuar el riego a sus necesidades para optimizar los rendimientos.
Control centralizado del riego en conexión remota (Internet).		Permite controlar diversas áreas de actuación, con posibilidad incluso de actuación sobre el riego; tan solo con disponer de una conexión a Internet.
Adaptabilidad del sistema.		El sistema es independiente del tipo de cultivo: adaptable con tan solo adecuar sus rangos y parámetros.
	Instalación errónea o mantenimiento deficiente.	Es importante seleccionar sistemas de acreditada fiabilidad y contar con empresas técnicamente acreditadas que garanticen la instalación y su mantenimiento.
	Falta de adecuación de los componentes a las condiciones de la zona.	Algunos elementos se han demostrado sensibles a condiciones extremas de funcionamiento (Ej.: sondas de humedad o tarjeta modem); por ello es importante seleccionar los componentes tras la previa caracterización de la zona de actuación.

Ahorros de agua y control de consumo: La escasez de agua, la no siempre acertada distribución del recurso y la tendencia a que alcance su “precio objetivo”; confieren a los sistemas de racionalización del consumo, un importantísimo papel en el futuro. Un seguimiento del consumo, facilitado por el sistema, permite comprobar la eficacia de los criterios de riego aplicados, en función de cultivo.

Permanente control de las reservas en suelo: El conocimiento de la reserva hídrica del suelo en cada fase de desarrollo de la planta, en contraste con las condiciones climatológicas existentes, permite optimizar el riego sin merma de la calidad y cantidad del cultivo.

Adaptabilidad del sistema: Los sistemas de “riego inteligente”, están diseñados para adaptarse a cualquier tipo de cultivo; para ello basta con modificar los rangos y parámetros a través de sencillos paneles gráficos. Muchos de los elementos que lo componen, son parte común del sistema, por lo que futuras ampliaciones pueden realizarse mediante la integración de los elementos específicos necesarios para controlar la nueva parcela.

Instalación errónea o mantenimiento deficiente: El previo análisis de la zona de implantación, un correcto diseño de la instalación, y la adecuada selección de los equipamientos, entre otros aspectos, condicionarán en un futuro la fiabilidad y óptimo funcionamiento del sistema; es por ello importante seleccionar equipamientos fiables con capacidad de adaptación y potencial de escalabilidad; así como contar con empresas técnicamente acreditadas que garanticen la instalación y su mantenimiento.

Falta de adecuación de los componentes a las condiciones de la zona: En el transcurso de la experimentación, se ha podido constatar que existen algunos elementos que son sensibles a condiciones extremas de funcionamiento (Ej.: sondas de humedad o tarjeta modem); por ello, es importante la selección de componentes de calidad con un amplio rango de funcionamiento, por lo que a condiciones de trabajo se refiere, y siempre tras una previa caracterización de la zona de actuación.

Elementos de afectación externa
--

Oportunidades	Amenazas	Comentarios
Potencial de desarrollo tecnológico.		Está demostrado que todo avance tecnológico sienta las bases de otros posteriores que lo hacen evolucionar. En este sentido, la generalización de este tipo de sistemas sentará las bases de futuros desarrollo que ampliarán sus capacidades, mejorando sus componentes y el potencial de información necesaria disponible para la toma de decisiones.
Abaratamiento de costes.		Esta misma generalización de sistemas, permitirá el progresivo abaratamiento del coste de la tecnología base de los mismos.
	Proliferación de componentes competitivos en precio, pero de no contrastada calidad.	Congruente con la necesidad de contar con equipamientos fiables, es necesario estar atentos a las características técnicas de los componentes que integren los sistemas; con el fin de adquirir aquellos que favorezcan la armonización del conjunto, descartando otros que aun a menor precio, podrían desestabilizar el sistema en condiciones extremas de funcionamiento.

Potencial de desarrollo tecnológico: Lo demostrado en el proyecto, sienta las bases para la evolución tecnológica que mejore el potencial del equipamiento, fiabilidad de los datos obtenidos, de la comunicación entre equipos y finalmente, de los algoritmos que condicionan la toma de decisiones. Está asegurado, como ha ocurrido en todas las áreas de desarrollo tecnológico, que la generalización de este tipo de sistemas sentará las bases de futuros desarrollo que ampliarán sus capacidades, mejorando sus componentes y el potencial de información disponible para la toma de decisiones.

Abaratamiento de costes: Al igual que ha ocurrido con otros avances tecnológicos, recientemente con los sistemas de captación solar, el aumento de la demanda de equipamientos en una determinada área de aplicación, abarata los costes de fabricación por aumento de la producción, lo que hace finalmente más asequibles los equipamientos necesarios para implantar la nueva tecnología.

Proliferación de componentes competitivos en precio, pero de no contrastada calidad: Es también conocido, que todo desarrollo tecnológico favorece la reducción de costes hasta extremos en los que determinados componentes ven mermada su capacidad de respuesta a los requerimientos de una instalación que integra numerosos elementos que han de funcionar en perfecta armonía. Es por ello por lo que habrá de valorarse a priori los requerimientos de la instalación y probar suficientemente el sistema, para descartar aquellos componentes, que aun resultando económicamente más rentables, desestabilicen el sistema en su conjunto.

2.6 MÉTODO A SEGUIR EN EL DISEÑO.

El diseño de una instalación de riego localizado tiene suma importancia ya que de él dependerá el buen funcionamiento del sistema de riego. La clave para un buen diseño está en fijar el caudal, presión y uniformidad desde el principio e ir diseñando en consecuencia. El proceso de diseño se divide en dos fases, diseño agronómico del riego, donde determinamos la cantidad de agua que la instalación tiene que conducir con capacidad para el mes de máximas necesidades, y el diseño hidráulico donde se calculan las dimensiones y ubicación de conducciones y componentes para que puedan satisfacerse las necesidades agronómicas.

Es la parte más importante del proyecto de riego, ya que cualquier error aquí generara un sistema de riego inadecuado a lo que se precise, por ejemplo si se estiman unas necesidades de riego, menores a las reales, repercutirá en la producción, la calidad y podrían darse problemas de salinidad por falta de lavado de sales. A continuación se enumeran los distintos pasos a seguir.

2.6.1 Diseño agronómico.

2.6.1.1 Toma de datos de la explotación.

Una vez que el cliente se ha puesto en contacto con el técnico o en su defecto con el gerente de la empresa y este le ha expuesto sus necesidades, se traslada esta información al gabinete para que se ponga en marcha todo el mecanismo para determinar el requerimiento medio hídrico de la explotación en función de las características de esta y así, poder dimensionar posteriormente todo el sistema de riego (tuberías, equipos, bombas y demás componentes).

En primer lugar se determinan las condiciones del suelo para el desarrollo del cultivo.

Textura del suelo: Se refiere a la composición elemental del suelo teniendo en cuenta su granulometría. Según el tamaño de las partículas minerales, los suelos en función de sus texturas se clasifican en arena, limo y arcilla.

La textura condiciona la cantidad y tamaño de los poros, ya que la retención de agua está muy ligada a la textura. Los suelos arenosos por tener poros grandes retienen poco agua, la cual percola hacia el interior del perfil.

Condiciona la riqueza en minerales necesarios por la planta, el suelo arcilloso es más rico en elementos minerales (calcio, fósforo, etc.).

Condiciona el tipo de estructura que se verá en el perfil, el suelo arcilloso tiene una estructura más fuerte, con bordes y aristas filosas.

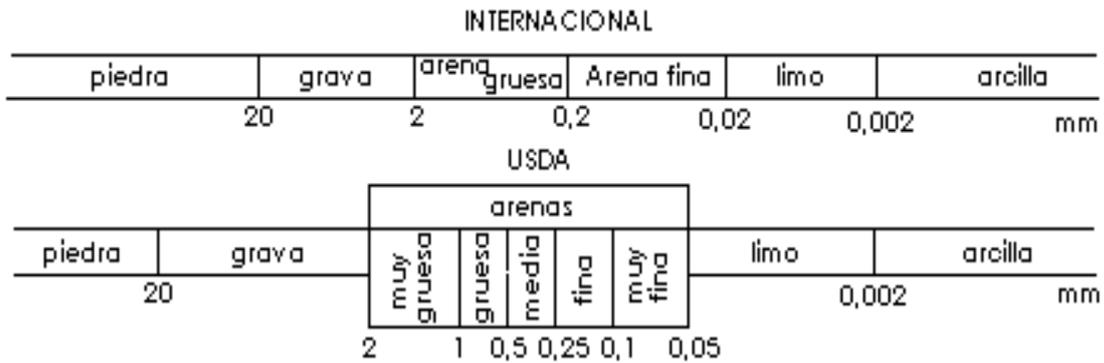
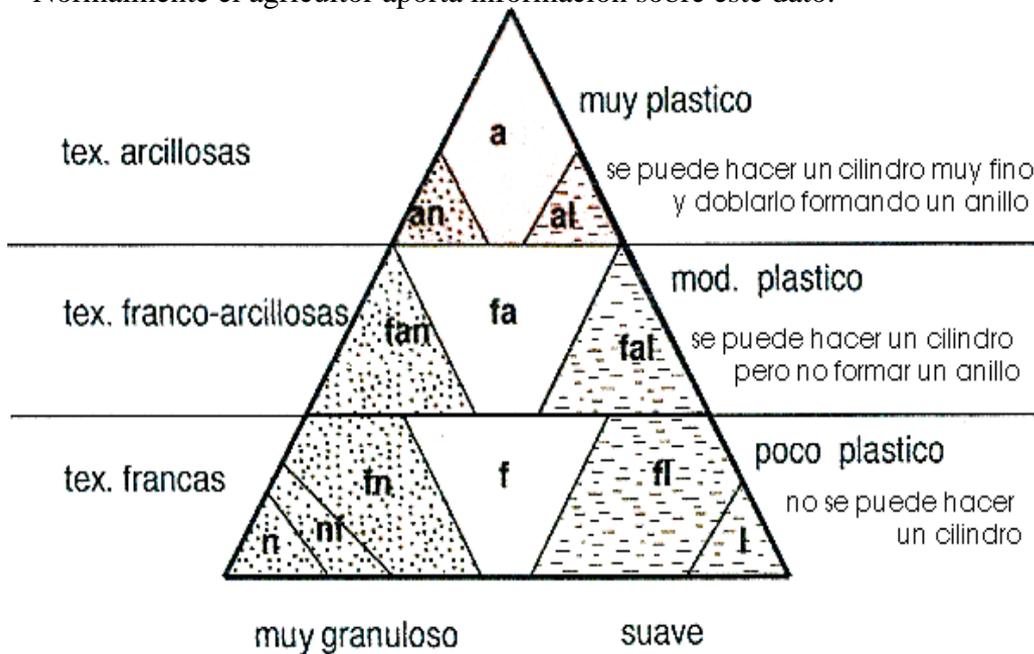


Gráfico: Escala para determinar la textura del suelo.

A groso modo se lleva a cabo la determinación de la textura del suelo. Para llevar a cabo esta actuación se utiliza un método en base a la plasticidad que presenta la fracción arcilla al añadirle agua.

Se toma una pequeña cantidad de muestra en la palma de la mano, se le añade agua hasta saturación. Se frota las manos para hacer un cilindro y en función de la facilidad de formar un tubito delgado y según que se pueda o no doblar se establecen las texturas arcillosas, franco-arcillosas y francas. En función de la aspereza (se frota la muestra junto al oído y se escucha el chirrido de los granos) se determina la importancia de los contenidos en arena.

Normalmente el agricultor aporta información sobre este dato.



CLAVE TEXTURAS: a = arcilla, n = arena, l = limo, f = franco
 Por ejemplo: fal = francoarcillolimosa

Gráfico: Escala para determinar la textura del suelo.

Características generales de los distintos tipos de suelos que nos podemos encontrar:

- Arcillosos:

Los suelos arcillosos suelen tener un mal drenaje, es decir, se encharcan, incluso durante días, si te pasas con el riego o llueve mucho. Aunque no todos los suelos arcillosos drenan mal. Este es un gran problema, sobre todo en las zonas bajas, que es donde se acumula más agua. La mayoría de las plantas se pudren en estas condiciones.

Almacenan muchos nutrientes minerales, tienen "grandes bolsillos". En los suelos arenosos se lava en profundidad el nitrógeno, potasio, microelementos, etc., con el agua de lluvia y riego, pero los suelos arcillosos los retienen mucho mejor, se quedan "pegados" a la arcilla. Pero los nitratos sí que se lavan en ambos tipos de suelos: arenosos y arcillosos.

- Arenosos:

Estos suelos se secan muy pronto y hay que regar bastante. No almacenan el agua como los arcillosos. Consecuencia práctica: regar con poca cantidad pero con más frecuencia. El riego por goteo en suelo arenoso es ideal.

En un suelo arenoso es más difícil para una planta aguantar la sequía que en uno arcilloso. Pero eso depende de la especie. Los árboles, las palmeras y todo tipo de plantas que crecen en desiertos arenosos o en la misma playa, donde hay hierbas y arbustos adaptados a vivir en esos suelos de arena casi estériles.

Al igual que ocurre con el agua, tampoco retienen bien los nutrientes minerales que necesitan las plantas. La lluvia y el riego los lava de la zona de las raíces, perdiéndose en profundidad. Consecuencia práctica: usar siempre que puedas fertilizantes de lenta liberación en lugar de los minerales solubles tradicionales, para que se vayan disolviendo poco a poco y se pierda lo menos posible. Si se presenta un suelo arenoso, habrá que abonar mejor con pequeñas cantidades y frecuentemente que mucho de golpe, además el suelo arenoso es pobre en nutrientes minerales, hay que abonar más que en uno arcilloso que suele tener más reservas.

Tienen de positivo que las raíces disfrutan de una buena aireación por la mayor porosidad existente y el drenaje también suele ser muy bueno.

- Limosos:

Contienen partículas algo más grandes que los suelos arcillosos. Se originan por la sedimentación de materiales muy finos arrastrados por los aguas.

Se encuentran básicamente en los lechos de los ríos, suelen ser suelos muy fértiles. Cuando tomamos un trozo de suelo limoso, podemos hacer una bola (característica plástica), pero esta se va a desintegrar con facilidad.

Anteriormente hemos representado clasificaciones de los suelos en función del tamaño de sus partículas, pero también podemos hacerlo en función del porcentaje en composición que poseen, como podemos ver en este grafico con forma triangular.

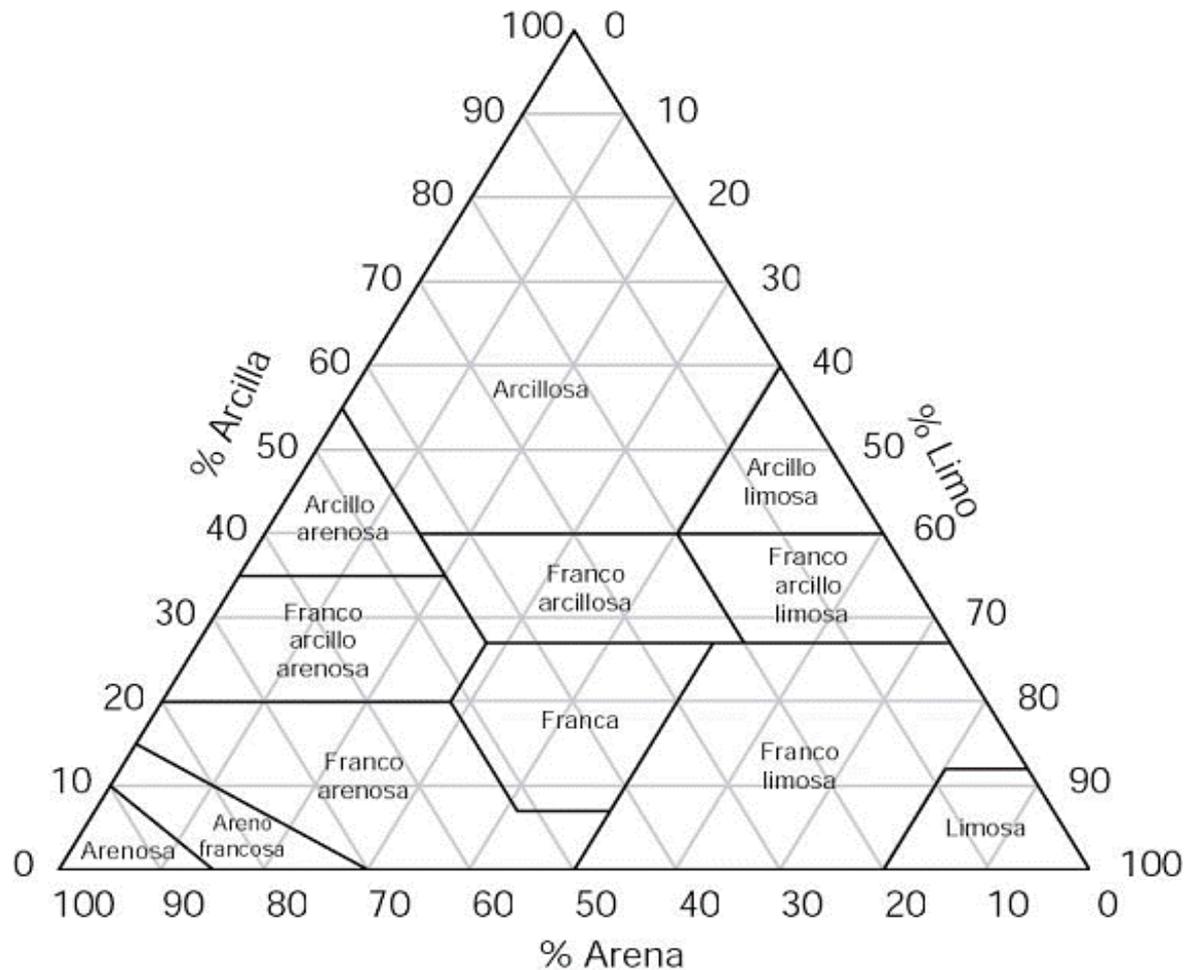


Gráfico: Escala para determinar la estructura del suelo.

Estructura del suelo: Se refiere a las partículas del suelo las cuales se agrupan formando agregados, la forma en que se disponen estos agregados determinan la estructura. Se pueden encontrar distintos tipos de estructuras:

- Laminar: Agregados dispuestos en forma de lámina, tienen alto contenido en limo. Es característico de un lote muy refinado, que recibió una lluvia.

- Granular: Agregados esféricos de 1 cm de diámetro aproximadamente, poco porosos. Aparece en horizonte A.

- Migajosa: Agregados en forma de miga, bien porosos. Aparece en horizonte A.

- Bloques angulares: Agregados en forma cúbica con ángulos bien marcados. Aparece en horizonte B con bastante arcilla.

- **Bloques subangulares:** Agregados en forma cúbica con ángulos bordes redondeados. Aparece en horizontes B poco definidos.

- **Prismática:** Agregados que forman columnas verticales, más largos que anchos, con bordes bien nítidos. Aparece en horizontes B con mucha arcilla.

- **Columnar:** Bloques con bordes redondeados, más largos que anchos. Aparece en suelos sódicos.

- **Masiva:** Se caracteriza por la ausencia de poros. Aparece en pisos de arado.

2.6.1.2 Necesidades hídricas del cultivo.

Tipo de cultivo: En este caso tenemos se determina si se trata de árboles frutales, hortalizas, etc., para estimar las necesidades hídricas máximas, así como sus necesidades de fertilización, las cuales se estimaran en función del tipo de suelo, clima, y superficie a tratar, para dimensionar el equipo y que esté preparado para soportarlos. Por norma general, esta información es aportada por el agricultor, para acelerar el proceso.

- Especie y variedad del cultivo
- Necesidades hídricas
- Necesidades de fertilización

Tipo de sustrato: Determinar si se va a cultivar en suelo artificial (hidropónico), o suelo natural.

- Cultivo en suelo, control menos exhaustivo en la aplicación de la fertirrigación.
- Cultivo en sustrato, control hídrico y nutricional más estricto sobre el sistema radicular de la planta y del resto de factores que puedan hacer disminuir el potencial productivo derivado de dicha nutrición.

2.6.1.3 Volumen del suelo a humedecer.

Se denomina ‘Volumen húmedo ‘del suelo a la variada disposición tridimensional que puede ocupar el frente de humedad del agua de riego en un determinado suelo, a partir de un punto de irrigación (gotero, microaspersor, manguera, cinta, etc.) en un sistema de riego localizado de alta frecuencia.

El grado de desarrollo del volumen húmedo del suelo depende de diversos factores tales como:

- Estructura (Tipo y disposición de los agregados).
- Estratificación (presencia o ausencia de determinados horizontes genéticos).
- Tipo de irrigador (gotero, microaspersor, manguera, cinta).

- Caudal del irrigador (l / h).
- Tiempo de riego (h).
- Altura del irrigador al suelo (m).
- Contenido de humedad del suelo al inicio del riego (%).
- Pendiente de la parcela (%).

Conocer la forma y tamaño del volumen húmedo del suelo es un aspecto importante a considerar para optimizar la utilización del agua, evitar percolaciones profundas y diseñar correctamente una instalación de riego localizado.

En este sistema de riego, evaluar la forma y tamaño del volumen húmedo permite definir aspectos tan importantes como:

- Dosis y frecuencia de riego (programación).
- Número de goteros, microaspersores, mangueras o cintas por árbol, así como su separación (diseño agronómico).
- Dimensionado de las tuberías, elementos de control y medida (diseño hidráulico).

Se debe establecer un mínimo de volumen de suelo a humedecer, que tendrá que ser suficiente para garantizar el suministro de agua necesario para un óptimo desarrollo.

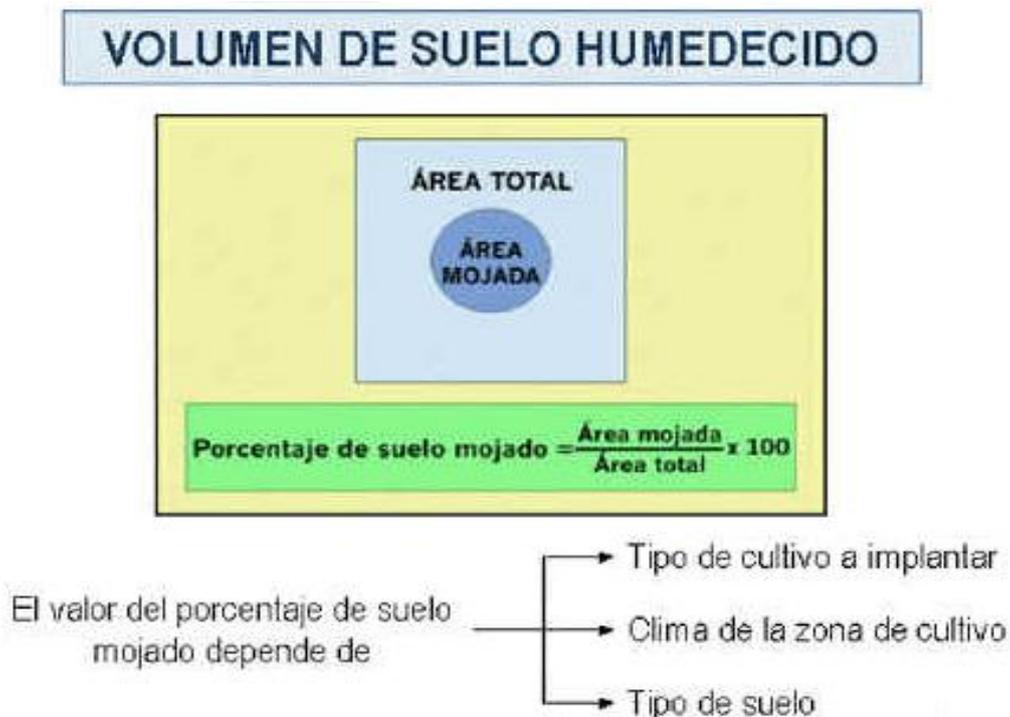


Imagen: Porcentaje de suelo húmedo.

El valor de porcentaje mojado más apropiado depende del tipo de cultivo (frutales, cultivos herbáceos), clima (húmedo, árido) y del tipo de suelo. Se recomiendan los siguientes valores:

- Cultivos frutales de marco de plantación amplio: 25%-35% variando desde el valor inferior al superior al aumentar la aridez del clima y cuanto más ligera sea la estructura del suelo.
- Cultivos de plantación de marco medio (distancia entre plantas inferior a 2,5 m): del 40% al 60%, variando según la misma relación anterior.
- Cultivos de marco de plantación reducido (hortícolas, florales, cultivos herbáceos en general): El porcentaje de suelo mojado que se les asigna a estos cultivos está comprendido entre un 70% y un 90% pudiendo variar en algunas ocasiones. Generalmente estas situaciones están tabuladas y se solucionan a través de los marcos de plantación ya establecidos, los cuales tienen en cuenta el tipo de cultivo, el tipo de suelo y el clima es a través del tipo de gotero empleado.

VALORES RECOMENDADOS DE PORCENTAJE DE SUELO MOJADO

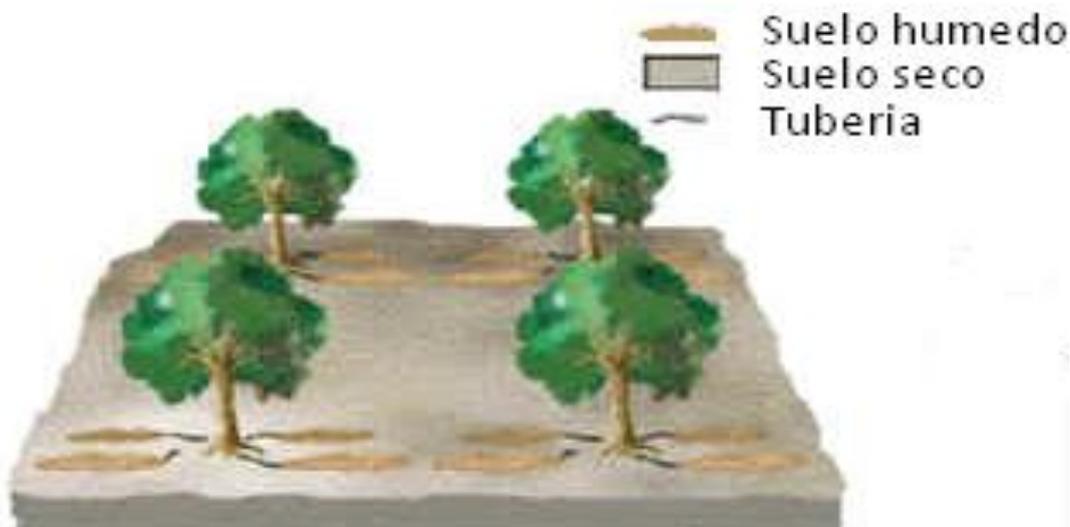


Imagen: Porcentaje de suelo mojado.

Frutales de marco de plantación amplio

Porcentajes de suelo mojado: 25%-35%

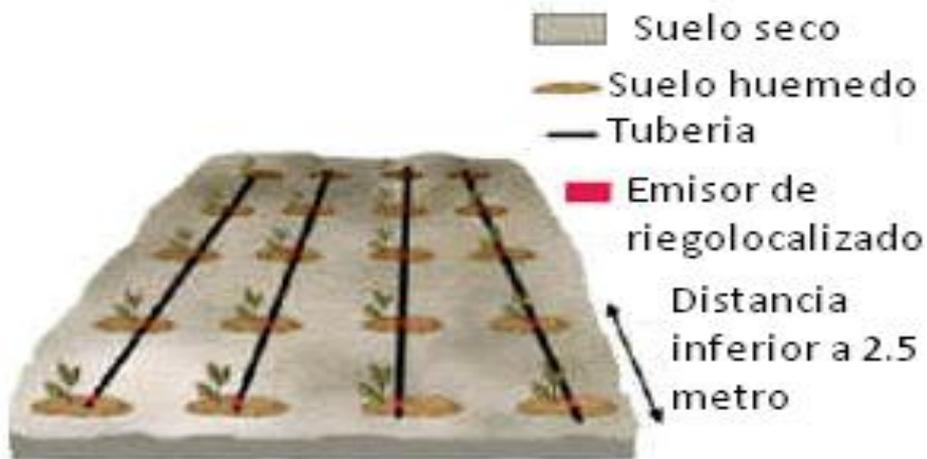


Imagen: Porcentaje de suelo mojado

Cultivo de marco de plantación medio

Porcentaje de suelo mojado: 40%-60%

Cultivo de marco de plantación reducido

Porcentaje de suelo mojado: 70%-90%

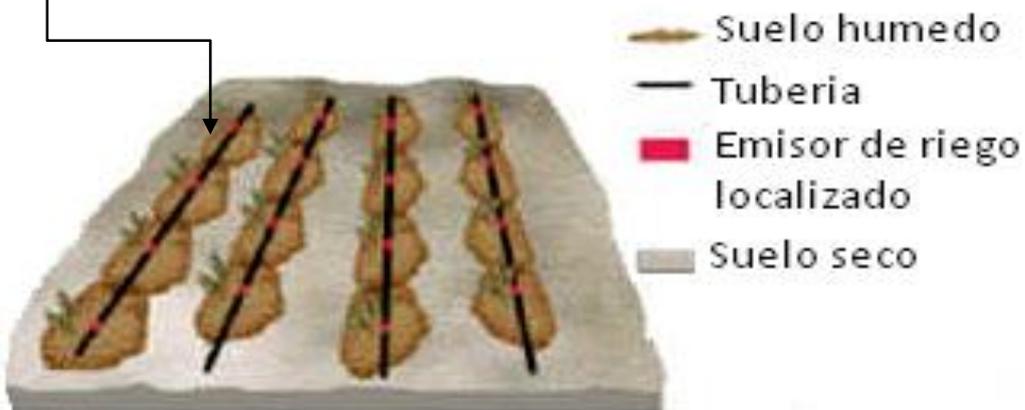


Imagen: Porcentaje de suelo mojado

Valores altos de (P) incrementan la seguridad del sistema, sobre todo en caso de averías de la instalación o en situaciones extremas de evapotranspiración. Por el contrario si se toman

valores excesivos incrementaremos el valor de la instalación (mayor cantidad de emisores, diámetros mayores de las tuberías etc.).

En el riego localizado se persigue una concentración máxima de raíces funcionales y en la mayoría de los cultivos esto sucede entre los 15 y los 30 cm de profundidad.

2.6.1.4 Número y disposición de los emisores.

- Cultivo con amplio marco de plantación: Hay que mojar bien toda la superficie de terreno bajo la copa del árbol para evitar un excesiva evapotranspiración.

Para evitar pérdidas de agua por filtración profunda se instala un mayor número de emisores y por tanto el porcentaje de suelo mojado.

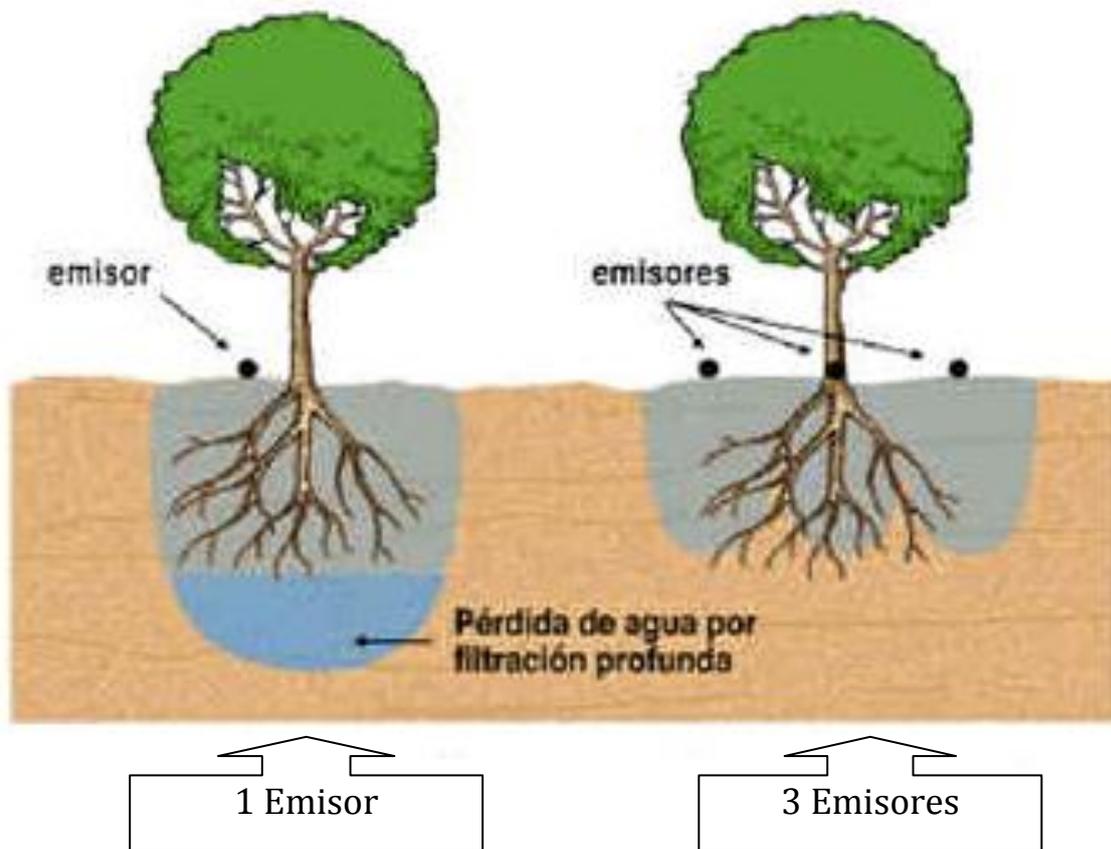


Imagen: Disposición de emisores.

Para un mismo volumen de agua aplicado, el uso de un mayor número de emisores, supone reducir las pérdidas por filtración profunda y aumenta la eficiencia de aplicación del agua.

Cuando se disponen de emisores en línea en los cultivos con marco de plantación medio o amplio, hay que procurar que las zonas húmedas se unan a una profundidad no superior a la de las raíces.

De no ser así, la raíz es posible que no sea capaz de atravesar suelo seco y la zona salinizada que hay entre los dos bulbos, y por tanto no colonizarían esa zona.

En este caso estaremos desaprovechando una zona de agua al no estar ocupada por las raíces, es decir estamos disminuyendo la eficiencia del sistema.

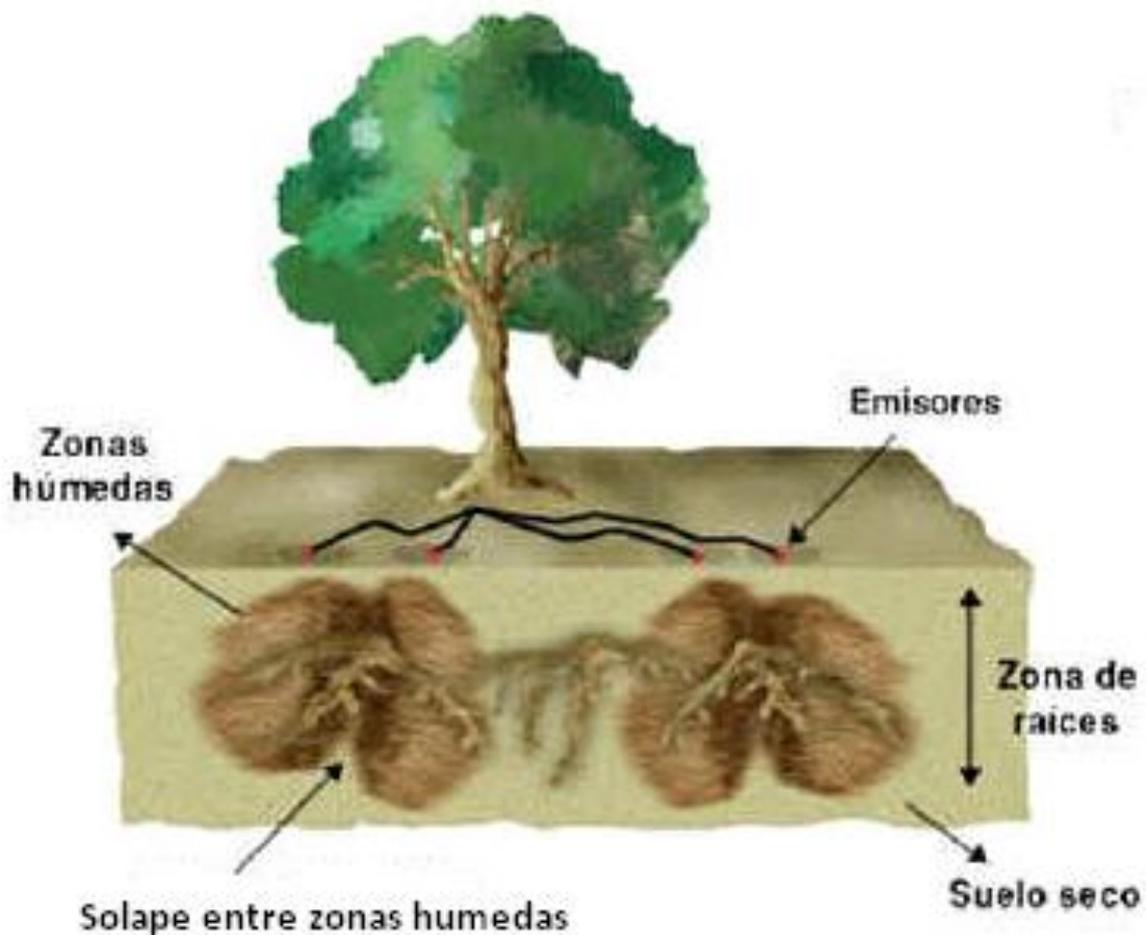
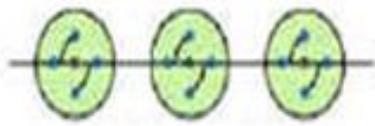


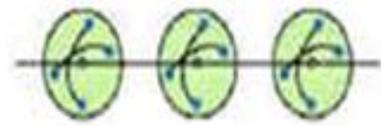
Imagen: Solape entre zonas húmedas.

En el caso de los cultivos permanentes tenemos que vigilar el anclaje y por tanto tenemos que disponer los emisores de forma que la raíz se desarrolle equilibradamente.

Disposiciones más frecuentes en el riego de árboles:



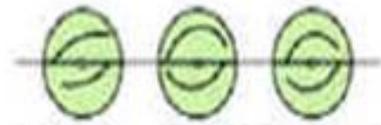
Emisores por árbol



Emisor multisalida 4
ptos por árbol



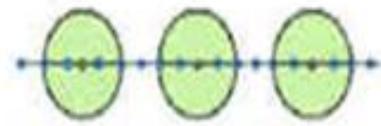
Emisores en anillo
por árbol



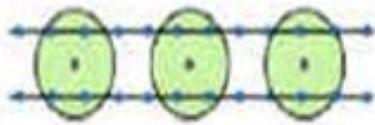
Centro de exudación
por árbol



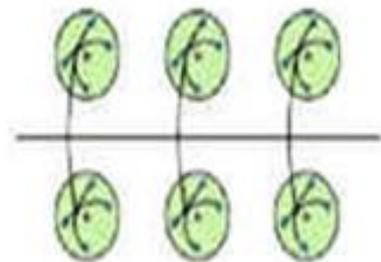
Microaspersores
por árbol



Lateral con goteros
interlinea



Laterales con
goteros interlinea



Lateral cada dos
líneas de árboles

Imagen: Disposición de los emisores.

En plantaciones jóvenes se coloca un número menor de emisores que va incrementándose hasta el número definitivo. En un suelo arenoso el porcentaje de suelo mojado es mucho menor que en un suelo arcilloso por lo que aquí es recomendable utilizar microaspersores en vez de goteros.

- Cultivos herbáceos: En estos casos la solución que se adopta cuando se trata de cultivos de alta densidad es la de mojar franjas continuas que coincidan con las líneas de plantas, dejando secos los espacios entre filas. Generalmente, la distancia entre plantas de una misma línea de cultivo no coincide con la distancia entre emisores, como consecuencia muchas plantas están en zonas de mayor salinidad y menor humedad. Esta es la razón por la que aquí el solape de bulbos es de vital importancia.

En estos cultivos la disposición típica de riego es una tubería lateral por cada línea de plantas con emisores muy próximos entre sí (20, 33, 40 cm), de tal manera que se produzca un solapamiento de los bulbos húmedos. También pueden utilizarse tuberías exudantes. A veces para reducir costes se utiliza una tubería lateral por cada dos líneas.

2.6.1.5 Frecuencia y tiempos de riego.

Para conseguir una alta eficiencia de riego se debe aportar el agua en riegos cortos y muy frecuentes. Atendiendo al cultivo, suelo, clima etc., la duración del riego puede variar desde varios riegos en un solo día hasta intervalos de 3 y 4 días.

El riego debe ser más frecuente cuanto:

- Menos profundo sea el suelo
- Menor sea la capacidad del suelo para retener agua (arenoso)
- Mayor sea la ETP
- Peor sea la calidad del agua

Estos puntos son competencia del agricultor (asesoramiento técnico) que en función de cómo se desarrolla el cultivo, atendiendo a las características entre las que se desenvuelve (ETP, consumo por parte de la planta, etc.), deberá modificar estos parámetros.

2.6.2 Diseño hidráulico.

La aportación de agua por los emisores debe ser lo más uniforme posible, la uniformidad constituye el punto de partida del diseño hidráulico.

Para lograr una buena uniformidad, será necesario:

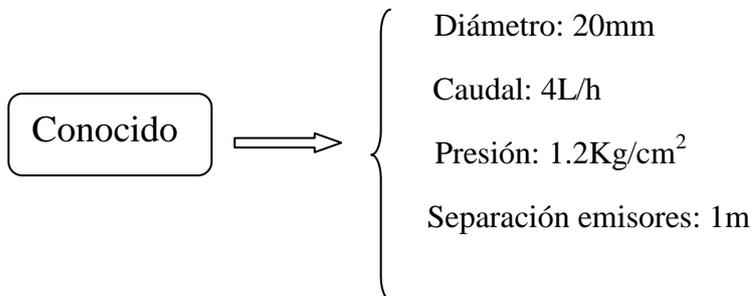
- Que todos los emisores de la instalación sean de buena calidad (es muy importante que tengan certificado de calidad).
- Que la presión del agua en todos los emisores sea lo más parecida posible.

El agua en su recorrido por la red va perdiendo presión debido al rozamiento, cambios bruscos de dirección, pasos por filtros, etc. A esta situación se la conoce como pérdida de carga.

Lógicamente cuando el recorrido de la tubería de carga sea ascendente tendremos pérdida de presión y ganancia cuando sea descendiente.

Tipo de gotero	Longitud máxima del lateral
No Autocompensantes	95 metros
Autocompensantes	210 metros

Variación de las longitudes de los laterales.



Pendiente del terreno	Longitud máxima del lateral
Ascendente al 2%	100 metros
Sin pendiente	140 metros
Descendente al 2%	170 metros

Al variar los datos técnicos, y manteniendo las pendientes, las longitudes máximas de los laterales serán distintas.

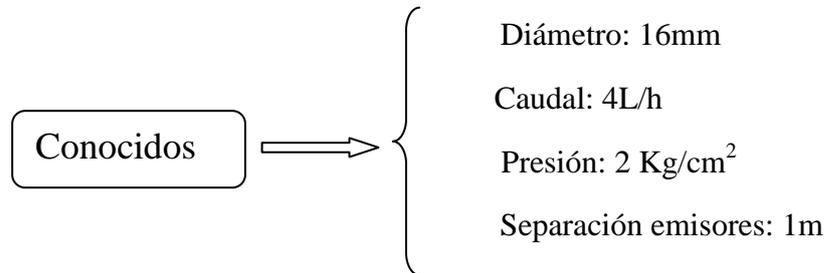
La longitud de las tuberías laterales está condicionada entre otros factores por la topografía del terreno. En terrenos con pendientes muy elevadas las tuberías laterales siguen las líneas de nivel y las terciarias siguen la pendiente, disponiendo de reguladores de presión en aquellos lugares donde se requiera.



Fuente: Elaboración propia.

Plantación de lechuga (Los Carrascos).

Si la pendiente es muy acusada o irregular utilizaremos goteros autocompensantes. Usando este tipo de emisores podemos ampliar las longitudes máximas de los laterales de riego. Estos emisores tienen la capacidad mediante una membrana de mantener el caudal nominal entre un rango de 1 a 3.5 Kg/cm² de aumento de presión por el desnivel.



Con este tipo de gotero la longitud del lateral se puede ampliar independientemente de la topografía del terreno.

Siempre que sea posible, se trata de suministrar el agua a la tubería terciaria en el punto más alto para compensar las pérdidas de carga con la pendiente.

Como consecuencia de las pérdidas de carga y de la pendiente del terreno, en cada una de las subunidades de riego se van a producir distintas pérdidas de carga. Por lo tanto a la entrada de cada subunidad de riego la presión de entrada debe ser tal que el emisor que está situado en el punto más desfavorable, reciba la presión suficiente para suministrar el caudal adecuado.

Para que la presión de entrada en cada subunidad sea similar y no varíe durante el riego, es preciso instalar un regulador de presión al principio de cada tubería terciaria.

A mayor diámetro de la tubería reducen las pérdidas de carga pero aumentan los costes de la instalación.

2.6.2.1 Pendiente y Extensión.

Tanto la pendiente como la superficie se determinan mediante métodos topográficos, si dichos datos no son aportados por el cliente.

2.6.2.2 Condiciones de la explotación.

En este punto se determina la disponibilidad tanto de agua (embalses próximos, proximidad de la red general), que influirá a la hora de establecer la red de tuberías para hacer llegar el agua a la explotación, como de electricidad.

- Disponibilidad de electricidad.
- Disponibilidad de agua.
- Otro.

2.6.3 Estudio de los datos obtenidos.

En función de los datos obtenidos de la explotación se determina el sistema a utilizar, proporcionando un mayor rendimiento a la explotación. Ya sea un control de clima (apertura y cierre de ventanas, control de aerotermos, recirculadores, etc.), control del riego y aporte de fertilizantes, o control humedad y temperatura (invernaderos).

2.6.3.1 Determinación del tipo de instalación óptimo

Como hemos visto con anterioridad las instalaciones llevadas a campo por Ritec son del tipo riego localizado, controlado de manera automática, control de clima y ambiente. Ahora veremos con más detalle los sistemas empleados.

1. Nutritec.



Fuente: Archivos de Ritec. Sistema para control de la fertirrigación.

Nutritec es un sistema automático de riego que ha sido concebido y materializado desde el seno de Ritec, y contribuye por tecnología, prestaciones y precisión a la mejora más significativa dentro del amplio campo de los programadores de riego. Sistema de control de riego que permite automatizar el aporte de agua y fertilizantes.

Equipo que es capaz de dar las máximas prestaciones en plantaciones de horticultura, floricultura y arboricultura, tanto en cielo abierto como bajo invernadero.

Tanto el diseño, como la adaptación del programador se realizan a medida, teniendo una gran versatilidad según las particularidades que requiera la finca donde vaya a ser instalado.

De la más pequeña a la más grande, de la más simple a la más compleja, las posibilidades que Nutritec ofrece son muy amplias.

En él se recogen, mejoras y novedades muy importantes en los métodos de trabajo del automático de riego y en el análisis de los datos que ofrecen los sensores externos.

El completo sistema electrónico se maneja a través de una pantalla con 4 líneas de información y un teclado básico, lo cual posibilita que tanto la programación como la lectura de información sean realmente sencillas.



Fuente: Archivo gráfico de Ritec.

Sistema Nutritec.

1.1. Características generales.

1. Programador de riego, según modelo.

- Nutritec 9500
- Nutritec 9500 L.
- Nutritec 9500 SL

La diferencia existente entre los tres modelos, es el grado de control que se consigue con cada uno de los sistemas y rendimiento obtenido, siendo mayor con el 9000, con un control máximo de válvulas, posibilidad de lectura de pH/CE en drenaje, conexión a PC, programación automática de limpieza de filtros, etc.

2. Pupitre de acero inoxidable.

- Voltímetro digital.
- Selectores de válvulas de fertilizantes.
- Pilotos.

3. Estructura de acero inoxidable.**4. Sonda de pH/CE con transmisor, acoples y soluciones de calibración.****5. Equipo de inyección de fertilizantes y ácido.**

- Inyector venturi 3/4" de bajo flujo motriz y máxima capacidad de aspiración.
- Electroválvula de dosificación de acción directa 2 vías.
- Válvula manual de regulación.
- Caudalímetro

6. Mezcladores.

- Mezclador de PVC salida electrobomba.
- Mezclador de PVC salida batería inyectoros.

7. Ventajas.

- Fácil manejo y programación.
- Revisión en pantalla del proceso en curso.
- Posibilidad de activación manual.
- El equipo de inyección no incorpora parte móviles.
- Bajo mantenimiento.
- Venturi de alto rendimiento.
- En caso de falta de fertilizante no provoca roturas al sistema.
- Calibración digital de sondas de pH, CE, radiación solar, etc.
- Sistema adaptable a sus necesidades de caudal de trabajo.
- Posibilidad de conexión a equipo PC.
- Posibilidad de mezclas de dos aguas de distinta CE.
- Posibilidad de arranque y paro de un grupo electrógeno.

Como se puede observar en la imagen, el sistema Nutritec está constituido por una parte hidráulica y una parte eléctrica que podemos caracterizar por separado



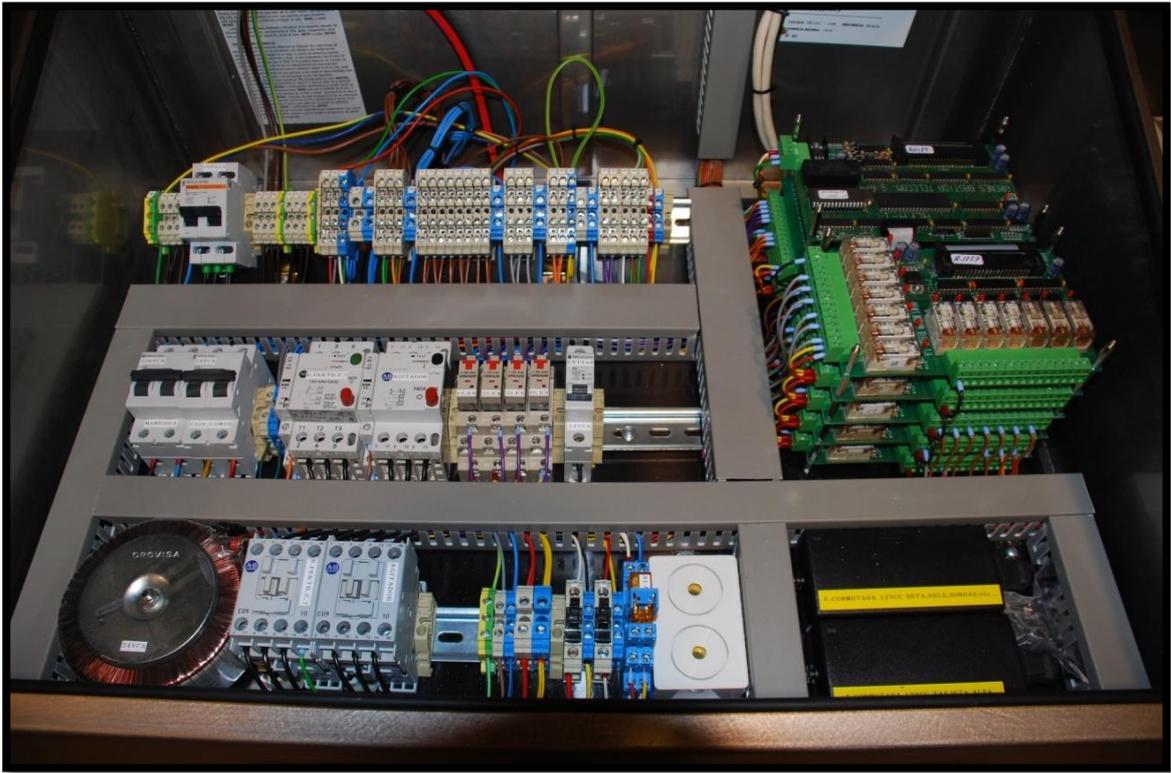
Fuente: Elaboración propia.

Vista frontal Nutritec.



Fuente: Elaboración propia.

Vista trasera Nutritec.



Fuente: Elaboración propia.

Vista cuadro Nutritec.

Componente electrónica (cuadro).

Dentro del cuadro podemos destacar por su funcionalidad las tarjetas de memoria que vienen a ser los cerebros de los equipos, encargadas mediante previa configuración, de controlar todos los elementos eléctricos de toda la instalación, y de proporcionar los distintos programas que a posteriori van a constituir los riegos a aplicar. Los demás componentes son protectores, contactores, transformadores y demás elementos para configurar todo el sistema eléctrico.

1.2. Opciones de programación.

Con 20 programas distintos.

- Cada programa puede activar de 1 a 27 electroválvulas, de forma secuencial o bien agrupadas en un número programable, pudiendo, al terminar de actuar cada válvula o grupo de ellas, realizar una pausa antes de entrar la siguiente o las siguientes, así como también al final de la última válvula .

- Cada programa, se puede iniciar por: 9 horarios diferentes, por uno de los seis niveles de señales externas, al finalizar otro programa, por radiación solar y evaporación acumuladas. Así, dentro de un mismo inicio, cada programa puede realizar una o varias activaciones; si son varias, lo harán separadamente con una frecuencia programable en horas y minutos.

Se puede delimitar concretamente, para cada programa, su operatividad: período activo dentro del año, como también un horario activo dentro del día. Además dispone de señal de paro externo del programa. Se puede trabajar por días de la semana o bien cíclicamente.

A cada programa se le puede asignar un orden de prioridad con relación a los otros, de esta forma, cuando se produzcan condiciones extremas, se podrá realizar inmediatamente el riego en los cultivos más delicados.

1.3. En cuanto a fertilización.

Nutritec 9000 tiene capacidad para realizar la fertilización con 8 abonos independientes y un ácido inyectando en continuo de los diferentes tanques (según una fórmula dada para cada programa de riego) por medio de electroválvulas y venturis, en el que se dan unos impulsos de activación temporales de las mismas (o bien con bombas de inyección si así se desea). El control de pH (ácido) del agua de riego es prefijable para cada uno de los programas, independientemente, siendo el tipo de aplicación semejante a la conductividad.

Nutritec 9000, con su moderno y exclusivo sistema le facilitara la fertilización más de lo que pueda imaginar.

El modo de aplicación de los fertilizantes puede hacerse por:

- **Regulación a través de sensores:** Inyección en una proporción de tiempo relacionada con el desfase de la conductividad y el pH, según el valor solicitado.

- **Proporcional al tiempo de riego** (proporcional fijo al tiempo de fertilización).

- **Proporcional volumétrica:** Proporcional al caudal nominal e instantáneo de riego.

Esto quiere decir:

El primer control de la fertilización se realiza con lectura de la conductividad y acidez por sensores y los otros sin ellas, pudiendo así, evitarlas cuando fuera necesario. Esto logra que la fertilización sea posible en cualquier circunstancia, de una manera o de otra con la misma fiabilidad. Lo que implica que siempre podrá fertilizar.

Nutritec-9000 ofrece la posibilidad de poder conectar un segundo sensor de conductividad y pH para poder realizar un control exhaustivo de estos parámetros.

Opcionalmente puede incorporar un sensor de CE de entrada de agua para permitir trabajar por incrementos, según el ese valor programado.

La conductividad programada puede verse automáticamente reducida por el condicionante de la radiación solar en un tanto por ciento programable, con relación a una cantidad de energía solar acumulada desde la anterior aplicación.

1.4. Otras características.

En cuanto a su actuación sobre los elementos del cabezal destacar que:

Nutritec 9000 puede incorporar dispositivo para **limpieza de filtros** En esta función de limpieza, es programable el número de filtros, con un máximo de 13, su tiempo de lavado y las activaciones de programas que son necesarias para desencadenar un lavado de filtros. También se puede iniciar por presostato diferencial, pudiendo realizarse el lavado antes, durante, o al finalizar el riego, al igual que tenemos la opción de hacerlo manualmente.

Los **agitadores** de los tanques de fertilizante, si los hay, se pueden controlar con una agitación previa al riego y, una vez iniciado éste, se pueden parar ó continuar, o bien realizar intermitencias.

Por otro lado el sistema dispone de **alarmas** por defectos de conductividad o acidez. También controlará las roturas de tuberías, válvulas obstruidas o cualquier otro defecto de caudal. En todos los casos en que se produzcan anomalías, el sistema informará de ellas en un registro de anomalías.

El equipo registra un **histórico** de sus actuaciones del día en curso y de los 6 últimos días, en el que se guardan el número de riegos de cada uno de los programas.

Por supuesto puede contar con el apoyo de un PC y gracias a nuestro programa, Ud. podrá controlar el autómata con un solo dedo. Le facilitará muchísimo las tareas y la visualización de la información. Además dispondrá de capacidad ilimitada para la acumulación de datos sobre las actuaciones del programador tiempos de riego, volúmenes de agua consumidos, valores de pH y CE alcanzados registros gráficos, etc.

1.5. Opciones a la configuración básica.

La configuración básica del Nutritec 9000 está preparada para 12 entradas de sensores analógicos, 14 entradas digitales, 28 salidas generales y 14 salidas para electroválvulas de riego. De precisarse más salidas para electroválvulas de riego, filtros, etc., no hay problemas para ampliar éstos hasta un total de 10 tarjetas modulares de 14 salidas cada una. La incorporación del PC es opcional.

A continuación se muestra un diagrama para observar el flujo del agua en la parte hidráulica desde que entra en el equipo junto con los abonos hasta que llega a la tubería general de salida al campo.

Mediante la aspiración de una bomba independiente del equipo se aspira el agua de la balsa y se introduce en el circuito (1). Se aspira las soluciones nutritivas de los bidones mediante una bomba acoplada al equipo (A) y se introduce en el circuito, a través del colector de venturis (2) mediante órdenes del equipo configuradas previamente.

Ya dentro del circuito se mezcla el agua proveniente de la balsa y las soluciones nutritivas (3) que son dirigidas mediante un juego de presiones hasta la salida, pasando por un mezclador para homogeneizar la solución y que las lecturas de las sondas que hay más adelante sean lo más fiables posibles, y donde una pequeña parte es redirigida (4) hasta la zona de los venturis para crear una diferencia de presión y ayudar a los venturis a alcanzar su máximo rendimiento.

En el esquema observamos una segunda bomba (B) encargada de mover los micronutrientes o nutrientes especiales que no pueden combinarse con los demás por riesgo de precipitación y obstrucción del circuito (5).

El número y potencia de las bombas este directamente relacionado con la superficie de la finca a tratar. Así para pequeñas extensiones solo hace falta una sola bomba sin tener en cuenta los nutrientes especiales. Con este se lleva a cabo la aspiración del agua del embalse y liberación de esta hacia campo.

Para grandes extensiones se necesitaran dos, una para la aspiración y otra para la impulsión del agua hacia campo.

Además, el sistema posee un sensor de pH y CE (6) cuya señal va al equipo donde queda registrada y compara con los valores máximos y mínimos preestablecidos considerados de seguridad para evitar dañar el cultivo, y se toman las medidas correctoras pertinentes si fuese necesario.

El grado de automatización de una instalación es tan variable que puede oscilar desde un nivel denominado "cero", en el que la apertura y cierre se realiza de una manera manual, hasta un nivel de automatismo total, en la que la puesta en marcha de los diferentes elementos se realiza según las medidas de sensores que determinan la necesidades de agua de las plantas y miden y corrigen instantáneamente determinados parámetros de calidad del agua (conductividad y pH).

El control del riego de forma automática se puede realizar por tiempos (las válvulas cierran el paso de agua tras un periodo de tiempo) o por volúmenes (las válvulas cierran tras haber pasado una cantidad de agua determinada).

El gran rendimiento de este sistema se debe principalmente al colector de venturis colocado en el equipo.

El efecto Venturi (también conocido tubo de Venturi) consiste en que un fluido en movimiento dentro de un conducto cerrado disminuye su presión al aumentar la velocidad

después de pasar por una zona de sección menor. Si en este punto del conducto se introduce el extremo de otro conducto, se produce una aspiración del fluido contenido en este segundo conducto. Este efecto, demostrado en 1797, recibe su nombre del físico italiano Giovanni Battista Venturi (1746-1822).

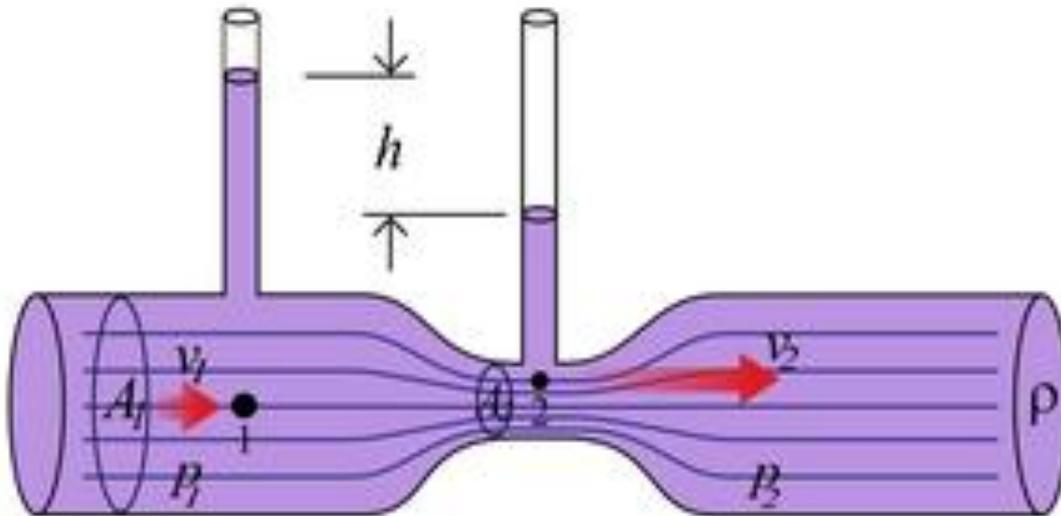


Imagen: Efecto Venturi.

El efecto Venturi se explica por el Principio de Bernoulli el principio de continuidad de masa. Si el caudal de un fluido es constante pero la sección disminuye, necesariamente la velocidad aumenta.

Por el teorema de la energía, si la energía cinética aumenta, la energía determinada por el valor de la presión disminuye forzosamente.

Su función dentro de los equipos como se muestra a continuación en el esquema, es la de inyectar agua por la sección cónica más corta sufriendo una disminución de sección y por tanto un aumento en la velocidad de flujo.

Enfrentada a esta parte se encuentra otro conducto por el que se va a producir la aspiración de los nutrientes procedentes de los depósitos que entran por la parte superior.

La automatización por tiempo, es una forma muy simple de automatización que se basa en determinar el tiempo que tiene durar el riego teniendo en cuenta la dosis necesaria, el marco de los emisores y el caudal que suministra cada emisor

Ejemplo:

- Plantación de olivar en marco 7x7 metros.
- Cada olivo requiere una dosis de 3L/m².
- Disposición: 4 goteros por olivo.
- Caudal por gotero: 4L/h.

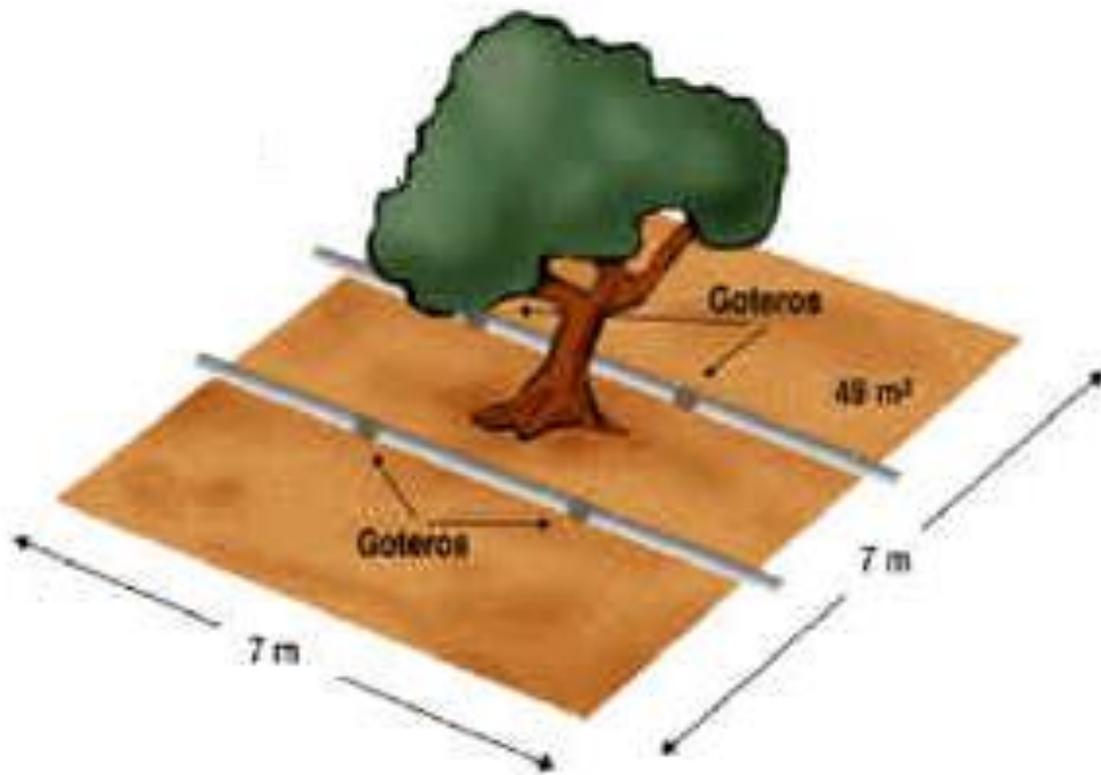


Imagen: Ejemplo cálculo tiempo de aplicación de riego.

- $4 \text{ goteros} \times 4\text{L/h} = 16\text{L/h}$
- $7 \times 7 = 49\text{m}^2/\text{olivo}$
- $49\text{m}^2 \times 3 \text{ L/m}^2 = 147 \text{ Litros/olivo}$
- $147/16 = 9.2 \text{ horas}$

Para efectuar este tipo de automatismo es necesario contar con electroválvulas y programadores.

La automatización por tiempos no garantiza que el aporte de la dosis de agua sea la determinada para el cultivo, sino que esta regando un tiempo preestablecido.

Si las condiciones de presión, caudal etc., se mantienen, posiblemente esté cerca de esta dosis, pero si estas condiciones varían a lo largo del riego, también variará la dosis aplicada.

Mediante la *automatización por volúmenes*, el paso de agua se corta cuando ya ha pasado el volumen de agua que es necesario para el riego.

Se requieren válvulas de accionamiento automático (hidráulicas, volumétricas o electroválvulas) y en algunos casos un programador de riegos.

Dependiendo del tipo de los elementos que se utilicen se pueden conseguir distintos niveles de automatización.

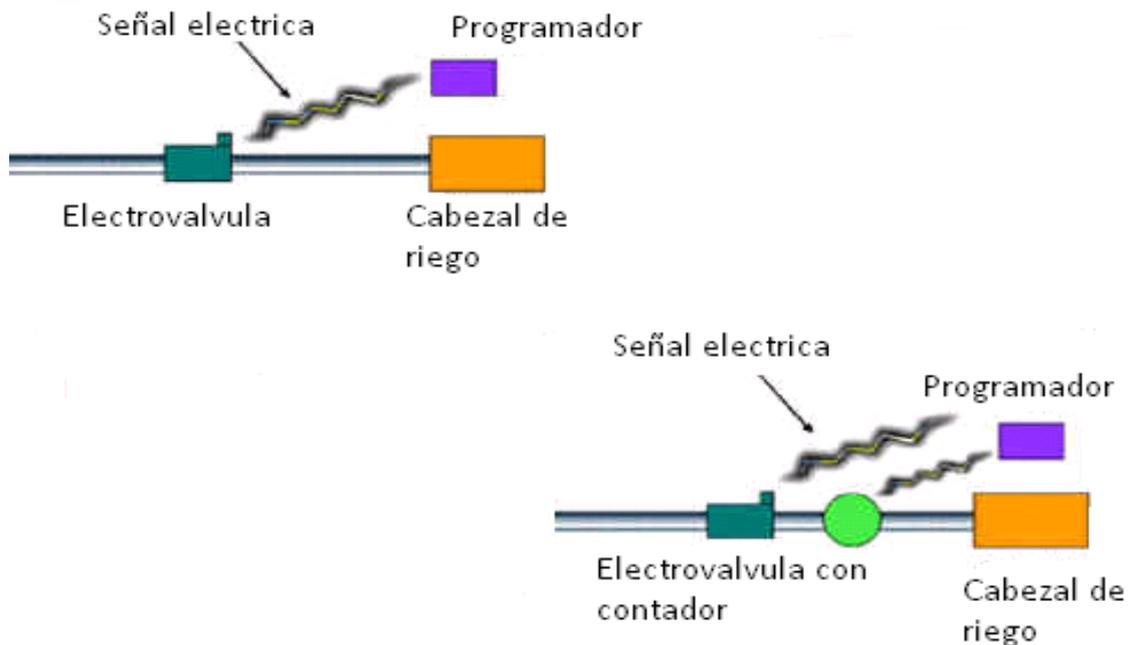


Imagen: Funcionamiento de la automatización del riego.

1.6 Sistemas de riego a emplear a través del Nutritec.

Riego por goteo

Aplicación del agua al suelo, en una zona más o menos restringida del volumen radicular, bulbo húmedo.

Como nota aclaratoria presentamos una breve descripción del significado de bulbo húmedo y su importancia.

Es la parte del suelo humedecida por un emisor de riego localizado. Los emisores de riego localizado aplican el agua sobre el suelo donde se forma un pequeño charco.

A medida que avanza el riego, el bulbo húmedo se hace cada vez más grande, pero a su vez el suelo se humedece más, la velocidad de infiltración disminuye y con ello el bulbo húmedo aumenta su tamaño más despacio.

La forma del bulbo está condicionada en gran parte por el tipo de suelo. En los suelos pesados (de textura arcillosa), la velocidad de infiltración es menor que en los suelos ligeros (de textura arenosa), lo que hace que el charco se mayor y el bulbo se extienda mas horizontalmente que en profundidad.

Si se aplica la misma cantidad de agua en tres suelos con texturas diferentes, la forma del bulbo variará aproximadamente de la siguiente manera:

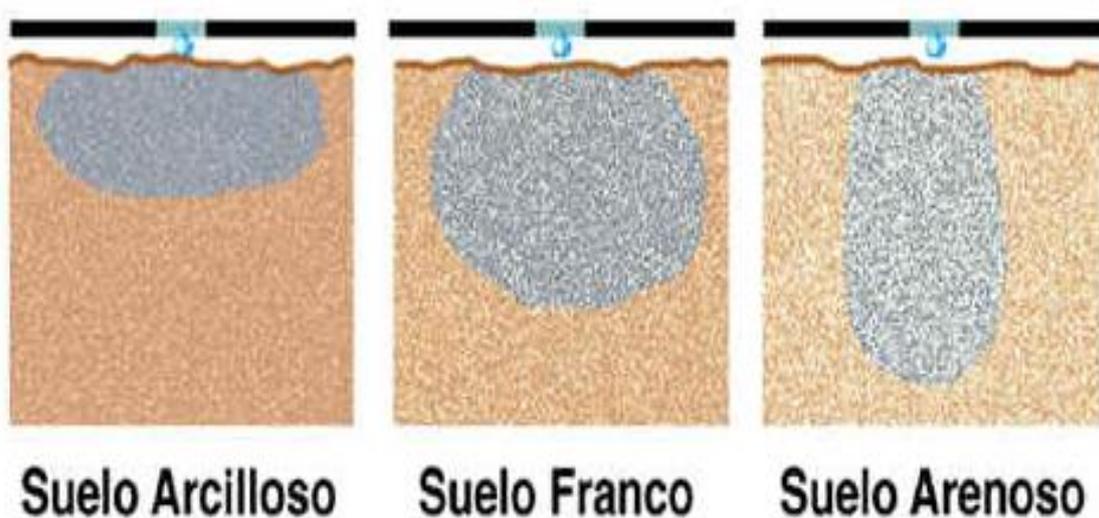


Imagen: Formación del bulbo húmedo

Para que el bulbo moje una determinada superficie de suelo y el agua pueda ser absorbida por las raíces de las plantas adecuadamente, es importante tener en cuenta como se extiende el bulbo horizontalmente.

La extensión horizontal del bulbo no se puede aumentar indefinidamente incrementando el caudal del emisor y/o el tiempo de riego, y para conseguir una extensión de agua adecuada hay que actuar sobre el número de emisores que se colocan en las cercanías de las plantas.

Por otra parte, la profundidad del bulbo estará relacionada con la velocidad de infiltración del suelo y con el tiempo de aplicación. Por ello es preciso tener en cuenta los factores que afectan a la forma del bulbo húmedo para decidir el número de emisores a colocar y el caudal que deben suministrar para que se produzca una buena distribución del agua en el suelo.

Ventajas e inconvenientes del riego por goteo.

• Ventajas:

- Una importante reducción de la evaporación del suelo y de las pérdidas por percolación, lo que trae una reducción significativa de las necesidades netas y brutas de agua. No se puede hablar de una reducción en lo que se refiere a la transpiración del cultivo, ya que la

cantidad de agua transpirada (eficiencia de transpiración) es una característica fisiológica de la especie. Al contrario, se puede pensar que la transpiración del cultivo en riego localizado sería generalmente superior a la que se observaría en riego que cubre totalmente la superficie del suelo (riego por aspersión) debido al efecto de "ropa tendida" o "efecto oasis", que incrementa la parte advectiva del proceso de evaporación a la superficie de las hojas.

- La posibilidad de automatizar completamente el sistema de riego, con los consiguientes ahorros en mano de obra. El control de las dosis de aplicación es más fácil y completo.

- La posibilidad de utilizar aguas más salinas que en riego convencional, debido al mantenimiento de una humedad relativamente alta en la zona radical (bulbo húmedo).

- Una adaptación más fácil en terrenos rocosos o con fuerte pendientes.

- No se moja el dosel vegetal, lo que disminuye los riesgos de problemas fitosanitarios

- Reduce la proliferación de malas hierbas en las zonas no regadas

- Permite la fertirrigación, es decir el aporte controlado de nutrientes con el agua de riego.

- **Inconvenientes:**

- El coste elevado de la instalación.

- Se necesita una inversión elevada debida a la cantidad importante de emisores, tuberías, equipamientos especiales en el cabezal de riego y la casi necesidad de un sistema de control automatizado (electroválvulas). Sin embargo, el aumento relativo de coste con respecto a un sistema convencional no es prohibitivo.

- El alto riesgo de obturación ("clogging" en inglés) de los emisores, y el consiguiente efecto sobre la uniformidad del riego. Esto puede ser considerado como el problema nº 1 en riego localizado.

- La presencia de altas concentraciones de sales alrededor de las zonas regadas, debida a la acumulación preferencial en estas zonas de las sales. Esto puede constituir un inconveniente importante para la plantación siguiente, si las lluvias no son suficientes para lavar el suelo.

Sus principales características son:

- Utilización de pequeños caudales a baja presión

- Localización del agua en la proximidad de las plantas a través de un número variable de puntos de emisión

- Al reducir el volumen de suelo mojado, y por tanto su capacidad de almacenamiento, se debe operar con una alta frecuencia de aplicación, a dosis pequeñas.

- Menor lavado de nutrientes por lixiviación o percolación de NO_3 , H_2PO_4 , y otros iones que son importantes en la nutrición de las plantas.



Fuente: Archivo gráfico Ritec.

Gotero pinchado.

Nos podemos encontrar, según la situación, con varios tipos de riego por goteo:

- **Subterráneo:** muy poco utilizado por características de las raíces que tiene los cultivos.
- **Superficial:** Muy extendido
- **Aéreo:** usado en invernaderos, el agua cae por gravedad al pie de la planta, usualmente usado con programas de fertirriego.



Fuente: Archivo gráfico Ritec.

Instalación de tubería con gotero pinchado.

Microaspersión

La cantidad de agua que se debe incorporar al perfil del suelo, debe corresponder al agua consumida por el cultivo entre dos riegos consecutivos, los cultivos consumen agua debido al efecto de las condiciones ambientales o climáticas, que generan una diferencia o gradiente de potencial entre el agua que ésta en la planta y en el suelo, por una parte y el vapor de agua que hay en la atmósfera. (Gurovich, 1999).

En consecuencia, se está liberando permanente vapor de agua desde la planta hacia la atmósfera, a través del proceso de transpiración y desde la superficie del suelo a través del proceso de evaporación.

La velocidad de estos procesos de pérdida de agua, que en conjunto se conocen con el nombre de Evapotranspiración, está determinada no sólo por el clima, sino también por el tipo de suelo, su contenido inicial de agua y el tipo y etapa de desarrollo del cultivo.

La evaporación ocurre permanentemente, pero se repone el agua en el suelo, o sea se riega sólo ocurre unas pocas horas cada cierto número de días; ello implica que el suelo debe comportarse como reservorio o estanque, que de alguna manera retenga esa agua y la entregue constantemente a las raíces de la plantas, para no detener el proceso de evaporación, que está íntimamente relacionado con la velocidad de la fotosíntesis del cultivo y como consecuencia, de su productividad. (Burt, 1995).

Este sistema de riego, en la última década ha tenido gran aplicación en el riego de árboles frutales e invernaderos. Se le puede considerar como el resultado híbrido de cruzar el sistema de riego por goteo con el sistema de riego por aspersión.

Este sistema nace a causa de los problemas que presenta el riego por goteo en terrenos con textura arenosa, ya que en este tipo de suelos no se forma bien el bulbo de mojado característico de éste sistema de riego.

Los sistemas de riego por microaspersión suministran el agua a los cultivos en forma de de lluvia artificial. La aspersión se suele aplicar por norma general en cada árbol.



Fuente: Archivo gráfico Ritec.

Instalación microaspersor.

Las características más sobresalientes de los sistemas de riego por microaspersión son:

- Aplica el agua en forma de rocío.
- Un mismo microaspersor tiene accesorios necesarios que pueden ir cambiando y adaptando las distintas etapas de desarrollo de cada especie de frutal en particular. De esta manera puede irse controlando el diámetro de rociado del microaspersor desde 0,5m hasta 7,0m.
- Instalación más sencilla que el riego por goteo.
- Fácil de identificarse, porque cada diámetro de boquilla tiene un color específico y determina el gasto en litros por hora en los microaspersores regulados o compensados.
- Es el único sistema de riego en el mundo que cuenta con regulador integrado, que hace la función de obtener un flujo constante a diferentes presiones y/o diferentes cotas de terreno.
- Pueden ser usados para moderar microclimas:
 - En días cálidos y secos se pueden producir un rociado por encima del árbol, las gotas de rocío absorben el calor del aire circulante, enfriándolo y aumentando la humedad del ambiente.
 - En una noche fría y helada el agua, al aplicarse por encima del follaje, calienta el ambiente, esto es debido a que el agua aplicada pierde calorías al enfriarse.

- La micro-aspersión se utiliza más en árboles frutales, donde en riego por goteo, para cumplir los requerimientos de agua se tiene que utilizar doble manguera o doble línea por surco de árboles.

- El movimiento de las sales en el suelo es más apropiado en el riego por micro-aspersión.

- Cuenta con un amplio rango de precipitación horaria (PPH) ya que se puede aplicar hasta 25 mm de aquí la gran aplicación a toda clase de precipitación y toda clase de texturas de suelos.

- Tiene bastante uso en riego de invernaderos donde la humedad y temperatura de los mismos debe estar bien controlada.

- Se pueden aplicar fertilizantes a través del sistema. (Gurovích, 1999)

El sistema de riego no estaría completo sin los diferentes elementos de regulación y control.

Entre ellos destacamos las “**electroválvulas reguladoras de presión**” cuya misión a través de señales enviadas por el equipo van permitir regular el caudal de riego.

La función de las electroválvulas, como su propio nombre indica es la de regular el paso del agua a través de ella. Su control puede ser manual, cuando el operario lo necesita o lo cree oportuno, o automático mediante un solenoide, que recibe la señal del equipo y este actúa sobre la válvula. La distribución y localización va a depender de los sectores de riego a controlar y de la topografía del terreno.

Su funcionamiento depende de las presiones aplicadas sobre una membrana de caucho cóncava y es el siguiente:

La entrada y salida de agua se hace por los extremos de la válvula. Al final del conducto de entrada el agua se encuentra con una membrana cóncava, situada en la parte superior de la válvula, que permitirá el paso en función de su posición.

Esta situación esta inducida por el llenado de la de la cámara superior, que al tener mayor superficie de contacto con el agua que en el extremo por donde fluye el agua, genera mayor presión y esta permanece cerrada, aunque exista un flujo de agua en el extremo de entrada.

Para que esta permita el paso, la cámara superior debe vaciarse para reducir la presión sobre la membrana y esta ceda al empuje. Al ceder se crea un espacio por el que pasa el agua hasta el otro extremo y seguir su curso hasta la explotación.

Dentro del control del flujo del agua que ofrece la electroválvula, existe la posibilidad de regular el caudal de ese flujo, es decir, permitir el paso de un porcentaje determinado del caudal. Este es posible mediante un regulador de presión que controla la presión en la cámara superior de la válvula, mediante el control del drenaje del agua de esta.

Como todo sistema de flujo, es necesaria la presencia de un elemento encargado del bombeo, de establecer ese flujo. Este es la **electrobomba**

La función de estos equipos es trasegar líquidos mediante el aumento de energía del mismo en forma de presión y/o velocidad, energía transmitida al equipo bomba por medio de un motor eléctrico, una turbina de vapor o un motor de explosión (típicamente diesel).

Los fluidos, en su desplazamiento por una tubería, poseen una energía total, que se descompone en tres diferentes:

- Energía potencial: La debida a la altura geodésica de la partícula de fluido o altitud respecto de un plano horizontal cualquiera.
- Energía debida a la presión del fluido, llamada altura de presión.
- Energía cinética debida a la velocidad del fluido, llamada altura de velocidad.

La suma de las tres alturas (altura total) permanece constante en un fluido ideal, tal como se ve en la siguiente figura, a lo largo de una tubería (filamento de corriente) y es lo que se conoce como ecuación de Bernoulli:

— — — —

- V = velocidad del fluido en la sección considerada.
- g = aceleración gravitatoria
- z = altura en la dirección de la gravedad desde una cota de referencia.
- P = presión a lo largo de la línea de corriente.
- ρ = densidad del fluido.

En el caso de tener un fluido real habría que tener en cuenta las pérdidas que se produzcan por rozamiento con la tubería que contiene el fluido, que son proporcionales con el cuadrado de la velocidad de circulación del mismo.

- **Viscosidad** (fricción interna) = 0 Es decir, se considera que la línea de corriente sobre la cual se aplica se encuentra en una zona 'no viscosa' del fluido.

- **Caudal constante**
- **Fluido incompresible**, donde ρ es constante.

- La ecuación se aplica a lo largo de una línea de corriente.

Si aplicamos el Bernoulli al caso de una bomba, hay que hacerlo entre la brida de aspiración (a) y la de impulsión (i), y se debe tener en cuenta la energía que proporciona la bomba al fluido (altura de la bomba, H_B), quedando la ecuación:

— — — —

Las bombas que se suelen utilizar en los equipos son bombas centrifugas y se caracterizan por su capacidad de aumenta la energía del fluido por la acción de la fuerza centrífuga provocada por el movimiento del fluido dentro de un rodete. Estos equipos constan básicamente de:

- Elemento giratorio: formados por un eje y uno o varios rodetes;
- Elemento estacionario (carcasa);
- Elementos de cierre.

A continuación presentamos el esquema de una bomba centrifuga en el cual podremos apreciar las distintas partes del equipo.

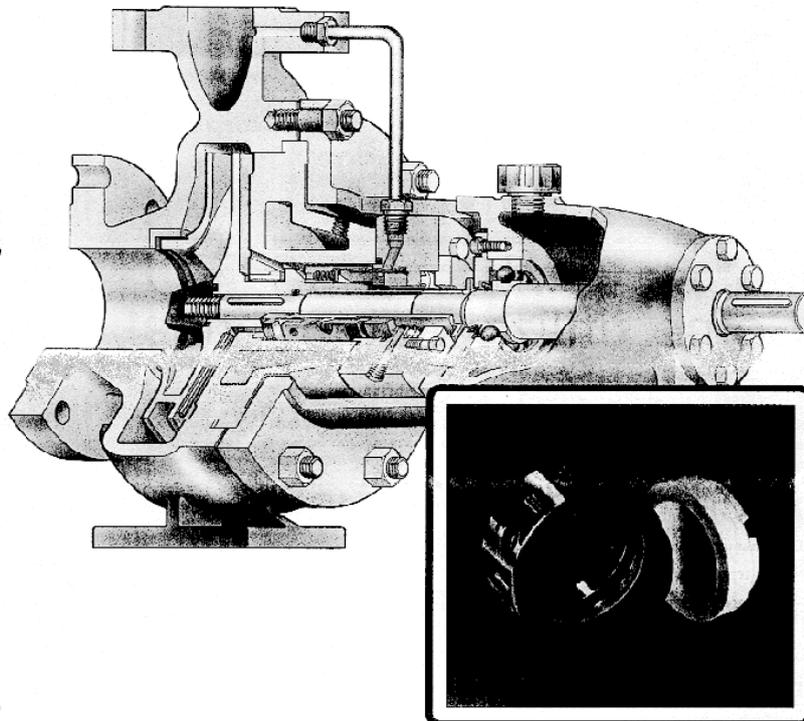


Imagen: Vista bomba.

2. Clinvertec.

Este sistema no tiene componente hidráulica, ya que su función se basa en el control automático del invernadero en función de las señales recibidas por la estación meteorológica instalada en el.

Mediante un sensor (receptor de señal) se capta la señal y se manda al controlador, donde la examina y decide en función de los parámetros con los que se ha programado, si esta es perjudicial o no. Si esta lo es, se decide la actuación y se lleva a cabo, que en este caso sería con una velocidad de viento elevada, se mandaría una señal a los receptores que serian los inversores de giro que llevarían a cabo la orden de cerrar las ventanas, o con una temperatura demasiado alta, se abrirían y activarían los ventiladores.

El conjunto de sensores componen la estación meteorológica, a través de la cual el sistema está al corriente de las posibles variaciones en el clima que puedan afectar a la evolución del cultivo y a la integridad del invernadero.



Fuente: Archivo gráfico Ritec.

Sistema Clinvertec.

2.1 Características generales.

1. Estación meteorológica.

Módulo electrónico MOB-200* para lectura de:

- Velocidad del viento.
- Humedad relativa exterior.
- Temperatura exterior.
- Radiación solar.
- Lluvia.

2. Equipo de control de invernadero.

Módulo electrónico MOB-190 para los diferentes invernaderos, con lecturas de:

- Humedad relativa.
- Temperatura ambiente.
- Temperatura del suelo.
- Nivel de CO₂ del ambiente.

3. Programa software para PC.

- Para el registro de todos los parámetros, graficas, programación, etc.

4. Controles en invernadero.

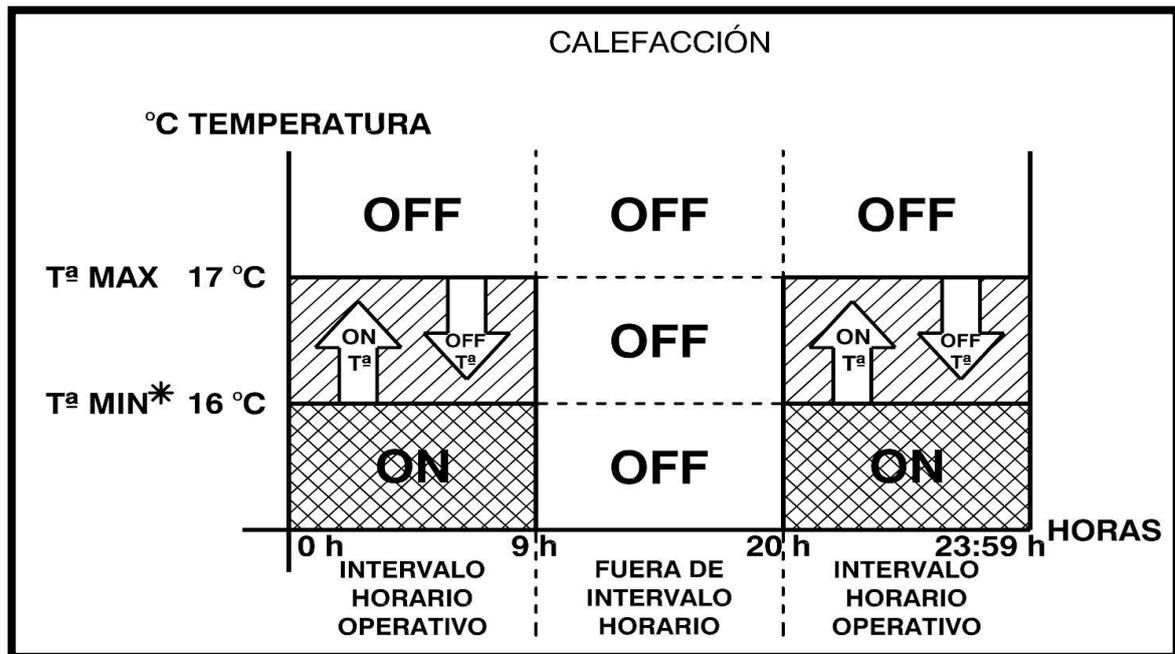
- Control de ventanas según temperatura y velocidad de temperatura.
- Control de sistemas de calefacción según temperatura.
- Control del sistema de nebulización según humedad relativa.
- Control de pantalla térmica según temperatura y radiación solar.

2.2 Opciones de programación.

El sistema de control de clima nos permite alcanzar una atmosfera idónea dentro del invernadero a través de la manipulación de una serie de mecanismos automáticos:

➤ **Calefacción.**

Permite controlar a través del autómatas, aerotermos en función de las consignas de temperatura programadas. Se suelen emplear para amortiguar las bajadas de temperatura propias de la noche y de las zonas de clima frío.



Esquema del funcionamiento del control de calefacción.

➤ **Ventanas.**

Permite controlar a través del autómatas, las ventanas del invernadero (lateral, frontal y cenital) en función de las consignas de temperatura programadas. Se suele emplear para llevar a cabo la renovación del aire en el invernadero y combinado con otros mecanismos para disminuir la temperatura.

La ventilación es un factor fundamental en cualquier invernadero, hay diferentes reglas sobre el tamaño óptimo de las ventanas, pero lo cierto es que cada invernadero se comporta de forma distinta siendo la naturaleza la que nos puede ayudar en ciertos casos y perjudicar en otros, pero como norma general, siempre es preferible colocar ventanas en exceso, si están cerradas no pasa nada, pero si en fechas concretas tenemos que ventilar y nos faltan ventanas, podemos tener problemas serios en el cultivo que pueden ocasionar pérdidas importantes de producción y calidad. En invernaderos de raspa y amagado modelo Almería, se suelen colocar ventanas tipo libro en casi todas las capillas, siendo lo normal unos 1.200 ml de ventanas por ha. Últimamente se están motorizando lo que permite la automatización de su apertura. En este tipo de invernaderos al no ser completamente herméticos, hay una cierta parte de ventilación que se realiza de forma natural aunque esté automatizada. En invernaderos tipo multitúnel o de

crystal, al ser totalmente herméticos, se instalan ventanas en todos los arcos o capillas e incluso en los laterales cuando preveamos dificultades en la ventilación.

- Efectos sobre la temperatura: La temperatura en el interior de un invernadero suele ser más elevada que la temperatura que hay en el exterior, por lo que al cambiar aire a baja temperatura por aire más caliente, conseguimos bajar la temperatura del invernadero. En caso de que se produzca "inversión térmica", es decir, que el aire del interior del invernadero esté más frío que el aire exterior, se produciría una subida de temperatura provocada por la ventilación. Este fenómeno último puede ocurrir en invierno, por lo que el uso de la ventilación será positivo, o en verano cuando tenemos vientos muy cálidos que traen aire muy caliente, que se va acumulando en el interior del invernadero. También se disminuye la temperatura del invernadero en ausencia de viento, es decir, sin renovar el aire de éste. El aire caliente al pesar menos que el aire frío, se concentra en la parte alta del invernadero, y sale por las ventilaciones cenitales, debido al "efecto chimenea". Este efecto lo tenían muy en cuenta los diseñadores de barcos en ciertas épocas anteriores, ya que con estas chimeneas conseguían renovar el aire de todas las partes internas del barco.

De todas formas con este último efecto, provocamos menor bajada de temperatura.

- Efectos sobre la humedad: En el interior del invernadero, la humedad absoluta es siempre superior a la de la exterior. Ello es debido a que en el interior del invernadero existe una gran densidad de plantas, que debido a la transpiración, elevan la humedad absoluta del interior. Es por ello, que al ventilar, cambiamos aire con más vapor de agua por aire con menos vapor de agua. Es decir, con la ventilación provocamos una disminución de la humedad dentro de un invernadero, con el menor riesgo de enfermedades para el cultivo.

-Efectos sobre la concentración de CO₂: La concentración de CO₂ en el exterior se mantiene más o menos constante alrededor de 300-350 ppm. En el interior del invernadero la concentración de CO₂ va variando a lo largo del día. Durante el día la planta realiza los procesos de fotosíntesis (en la que consume CO₂) y respiración (en la que produce CO₂). Pero el proceso de fotosíntesis es más importante que el de respiración, por lo que la planta durante el día es consumidora neta de CO₂. Durante la noche la planta sólo respira, es por ello que la planta es una generadora de CO₂. Desde que anochece empieza a aumentar la concentración de CO₂ en el interior del invernadero. Si en el invernadero se mantienen las ventanas cerradas, la máxima concentración de CO₂ se suele dar justo antes de que amanezca. La concentración de CO₂ va bajando cuando la planta realiza la fotosíntesis; cuanto mejores sean las condiciones climáticas, mayor será la tasa de fotosíntesis y por ello mayor será el consumo de CO₂. Llega un momento en que la concentración de CO₂ es inferior en el interior, que en el exterior del invernadero. A partir de este momento es cuando sería conveniente ventilar, ya que cambiaríamos aire con menos CO₂, por aire con más CO₂. Es por ello que mantener las ventanas cerradas de noche nos permite acumular CO₂, que será usado el resto del día.

En los invernaderos multicapilla y en los de cristal, la automatización del funcionamiento de las ventanas es imprescindible, de lo contrario nos podemos encontrar con sorpresas muy desagradables ya que es muy fácil provocar enfermedades por exceso de humedad y temperatura e incluso el caso contrario, ventilar en exceso puede bajar la humedad relativa perjudicando el cuaje de los frutos.

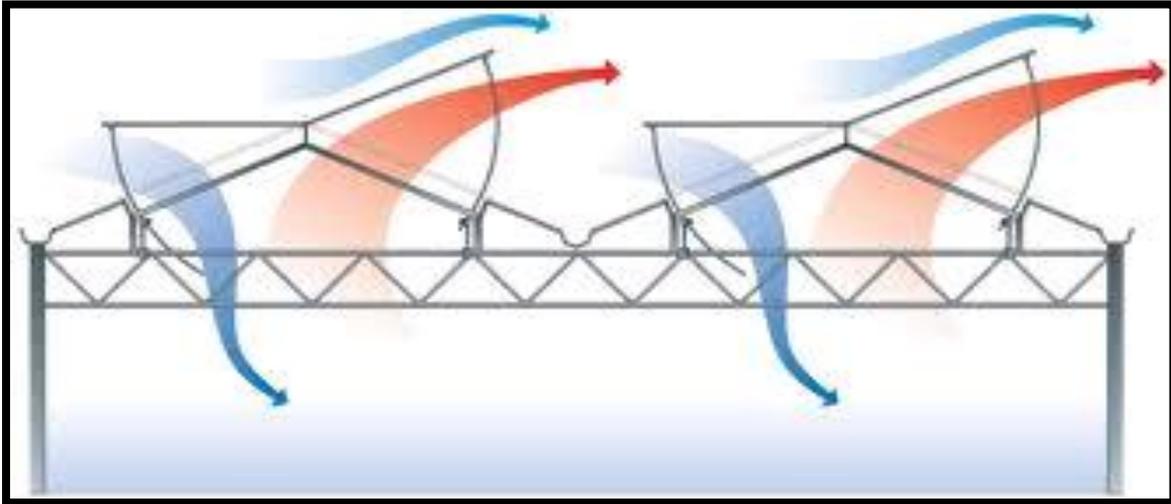
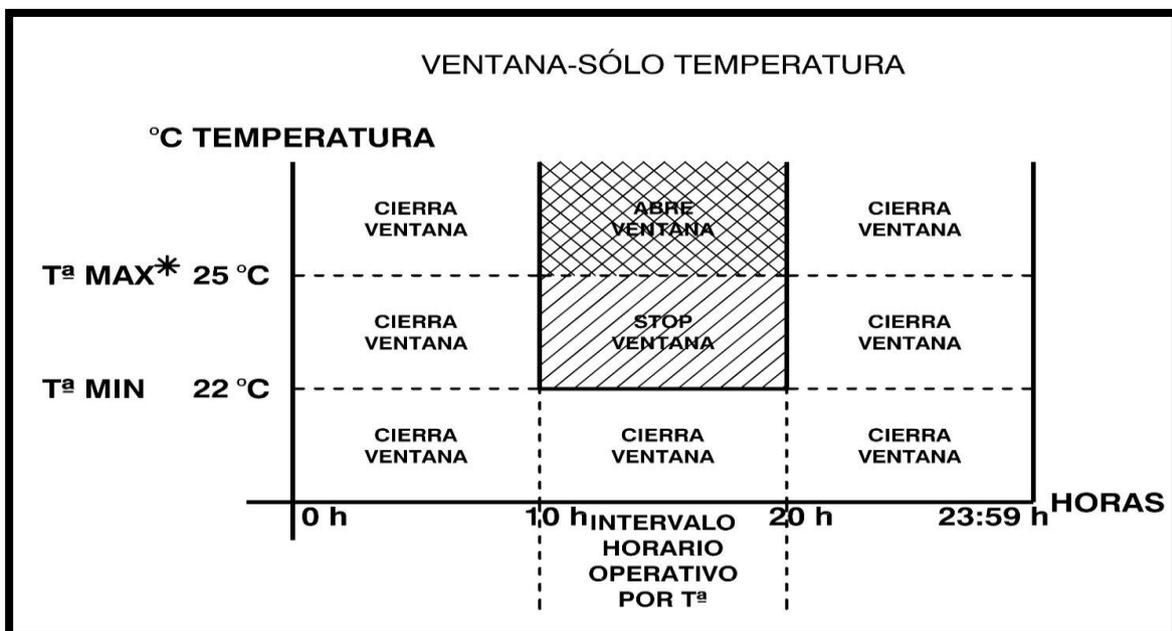


Imagen: Flujo de aire a través de ventanas cenitales.



Esquema del funcionamiento del control de ventanas.

Existe la posibilidad de que las ventanas funcionen de forma manual sin que respondan a valores de temperatura.

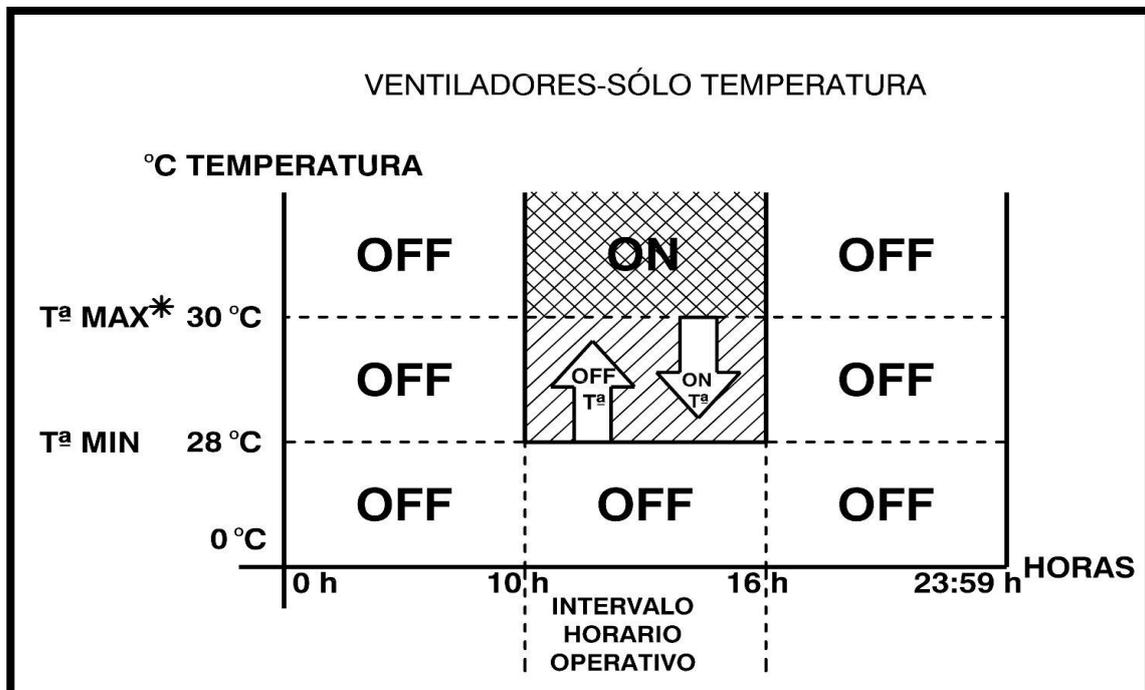
➤ **Ventiladores.**

Permite controlar a través del autómata, los ventiladores. Se suele utilizar en combinación con las ventanas para llevar a cabo la renovación del aire, y para disminuir la temperatura en el interior del invernadero. También para distribuir de manera homogénea los flujos de aire emitidos por los aerotermos.



Fuente: Archivo gráfico Ritec.

Sistema Ventilador.



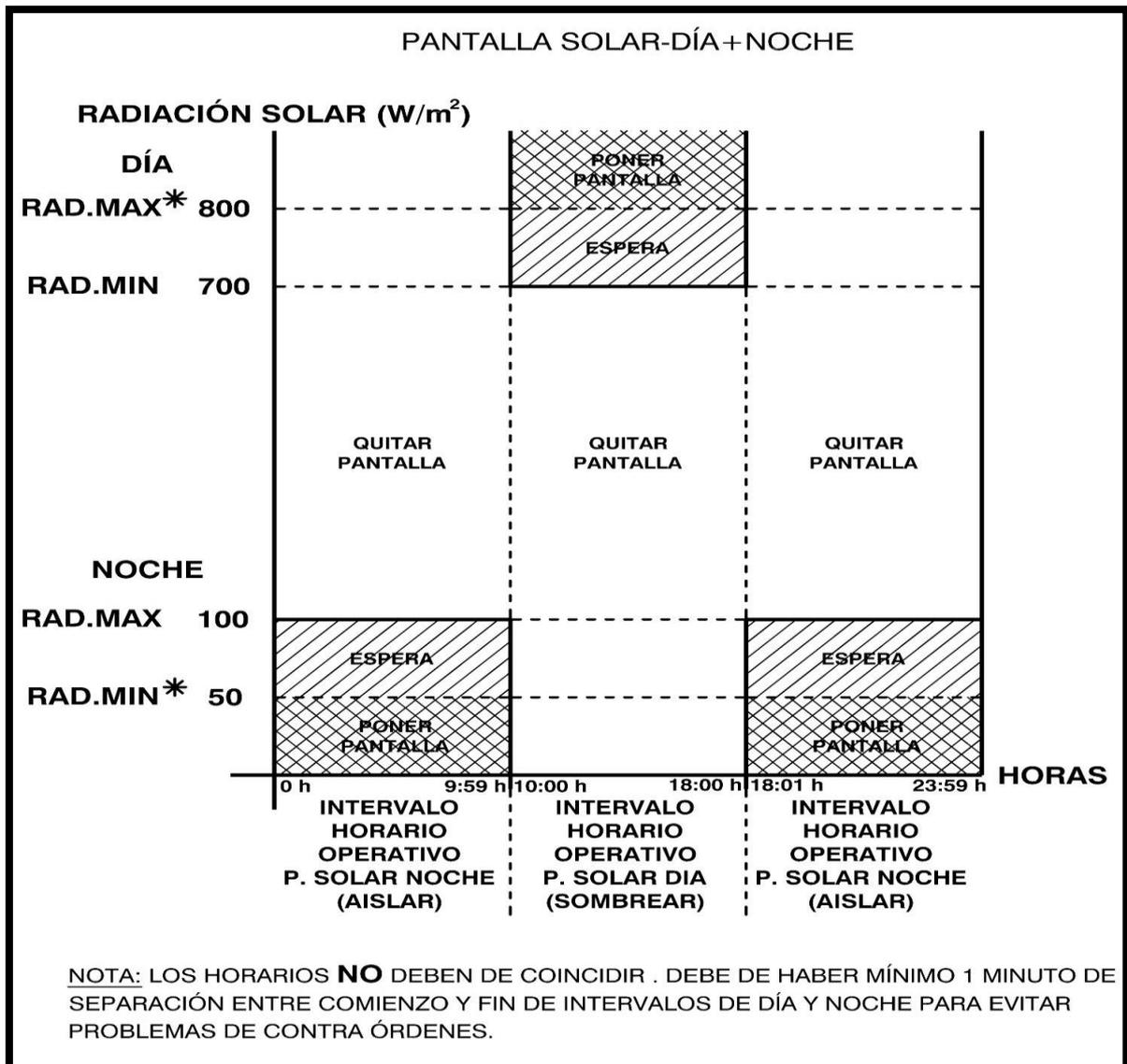
Esquema del funcionamiento del control de ventilación.

➤ **Pantalla solar.**

Permite controlar a través del autómata, la pantalla solar. A través de la pantalla solar y en función de los valores de radiación establecidos permite proteger al cultivo de exposiciones a radiaciones elevadas. Permiten un correcto control de la luz, la temperatura y la humedad, que se traduce en una mejora considerable del **control del clima**.

Estas pantallas, al ser móviles, se pueden abrir y cerrar voluntariamente según las condiciones meteorológicas externas y las necesidades del cultivo. Se pueden instalar en cualquier tipo de invernadero y de clima.

Esta pantalla también se suele utilizar por la noche también, para conservar en cierta medida el calor del cultivo acumulado durante el día para amortiguar los cambios de temperatura al llegar la noche.



Esquema de un ejemplo de funcionamiento de pantalla solar.

➤ **Pantalla térmica.**

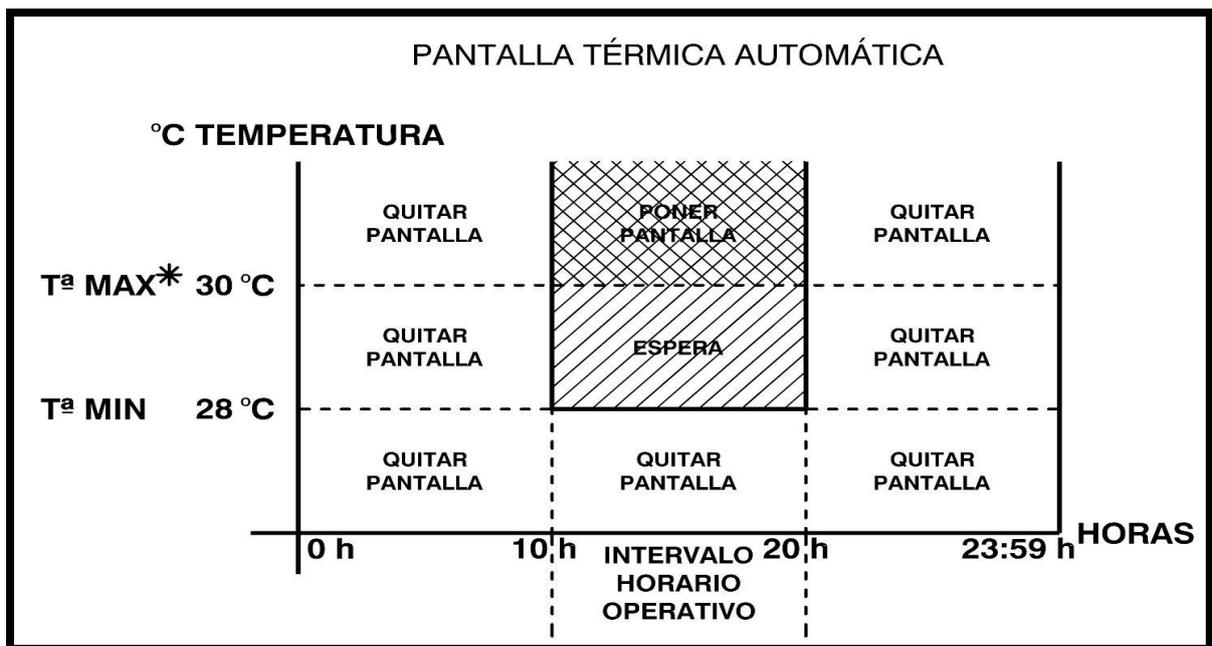
Permite controlar a través del autómata, la pantalla térmica. En función de los valores de temperatura establecidos permite proteger al cultivo de exposiciones prolongadas a temperaturas que pueden llegar a ser perjudiciales.

Activaría el sistema por exceso de temperatura cuando sobrepase el valor máximo y se quitaría cuando baje del valor mínimo.



Fuente: Archivo gráfico Ritec.

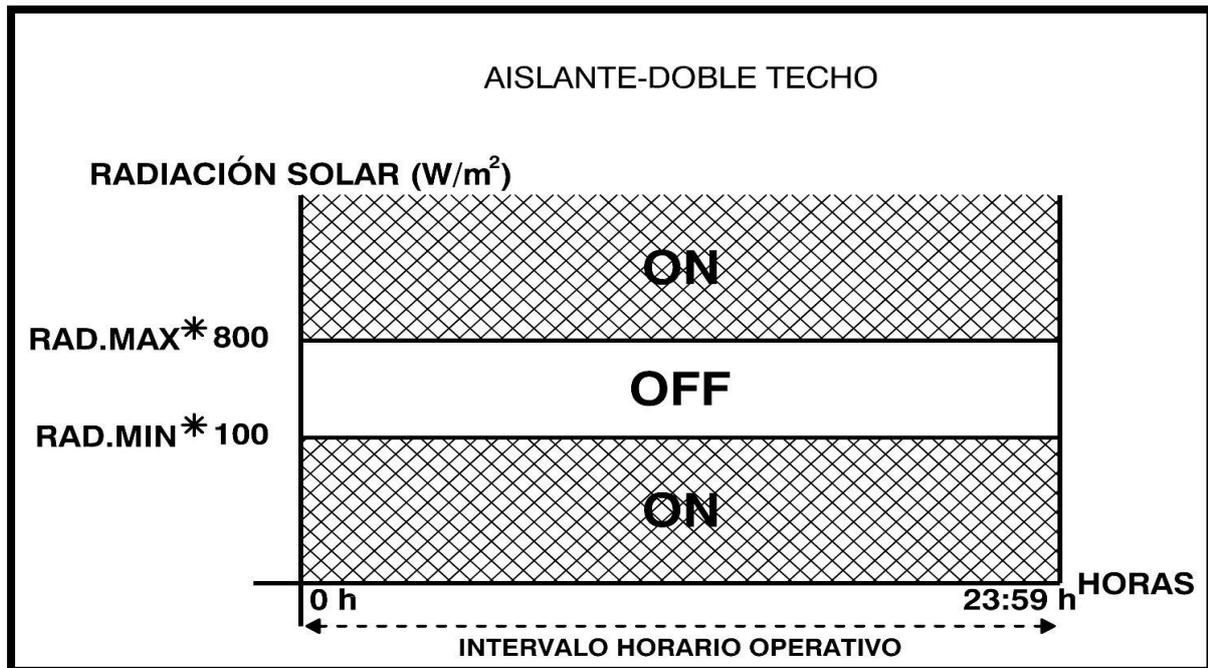
Sistema Pantalla térmica



Esquema de funcionamiento del control de la pantalla térmica.

➤ **Doble techo.**

En caso de que tengamos doble plástico en la cubierta del invernadero y pongamos unos sopladores de aire para separarlos para aislar. Se activaría por debajo de radiación mínima cuando está oscureciendo y se desactivaría cuando se sobrepasa el valor mínimo. Nuevamente se vuelve a activar cuando se sobrepasa el valor máximo para aislar por exceso de radiación y así poder disminuir la temperatura del invernadero.



Esquema del funcionamiento del doble techo.

➤ **Nebulización.**

El autómatas permite actuar sobre un sistema de nebulización para el control de la atmósfera dentro del invernadero

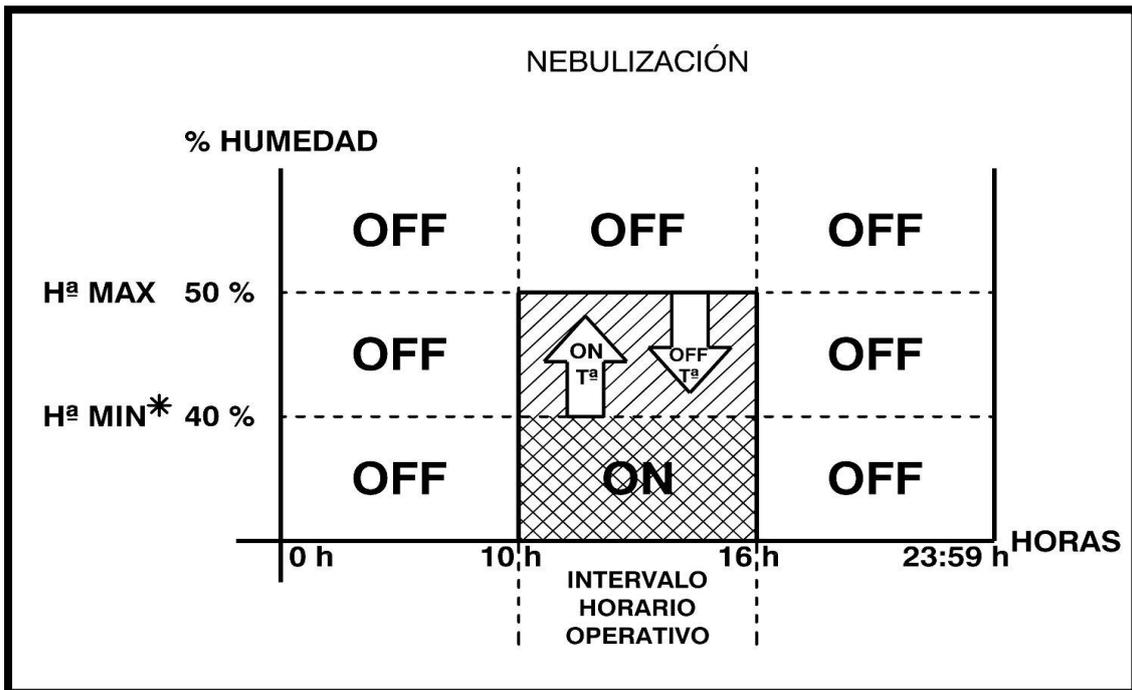
Se fijan los intervalos en los que se quiere actuar y programar el valor de humedad mínima para que se active el sistema y el valor de máxima, que la desactiva.

La humedad relativa es controlada en todo momento, llegando a poder mantenerla en unos niveles de entre un 95% y un 98%.



Fuente: Archivo gráfico Ritec.

Funcionamiento boquilla de nebulización.



Esquema de funcionamiento de la nebulización.

3. Hufitec.



Fuente: Archivo gráfico Ritec

Vista frontal Hufitec.

La función de este sistema es la de controlar la atmósfera en ambientes cerrados (invernaderos), o en la industria agroalimentaria.

3.1 Características generales.

1. Programador de control Hufitec.

2. Pupitre de acero inoxidable.

- Voltímetro digital.
- Selectores M-O-A de todos los elementos.
- Pilotos.

3. Estructura de acero inoxidable.

4. Depósitos de almacenamiento.

- Deposito PE para mezclas.
- Sensor de mínima.

5. Filtro de protección.

- Filtro de anillas 2”

6. Contador de agua.

- Contador de agua.
- Emisor de impulsos.

7. Electrobomba en acero inoxidable para tratamientos fitosanitarios.

8. Accesorios de conexionado a la red de tratamientos a determinar según necesidades.

9. Control de humedad y fitosanitarios.

Tipos de activación:

- Manual: donde el operario se encarga de activar el programa o desactivarlo a voluntad en función de su necesidad. Esta actividad está sujeta al error humano.

- Por horario activo: se establece una franja horaria en la que se quiere que opere el equipo. Normalmente suele ser cuando se prevé que las condiciones en el invernadero puedan ser perjudiciales para el cultivo.

- Activación por punto de referencia de humedad: se establece un punto de consigna o valor crítico a partir del cual se quiere que el sistema se active y opere para corregirlo. Se le suele conceder una histéresis.

- Activación externa de otro sistema de control: utilizando un sensor fuera de la instalación.

- Activación por tiempo en el intervalo de horario activo: dentro de la franja horaria proporcionada, se establece un intervalo de tiempo (1,2 horas) de actuación.

10. Alarmas.

- Alarma por presostato de mínima para la red de aire
- Alarma por contador con emisor de impulsos para la red de líquido.

11. Ventajas del sistema.

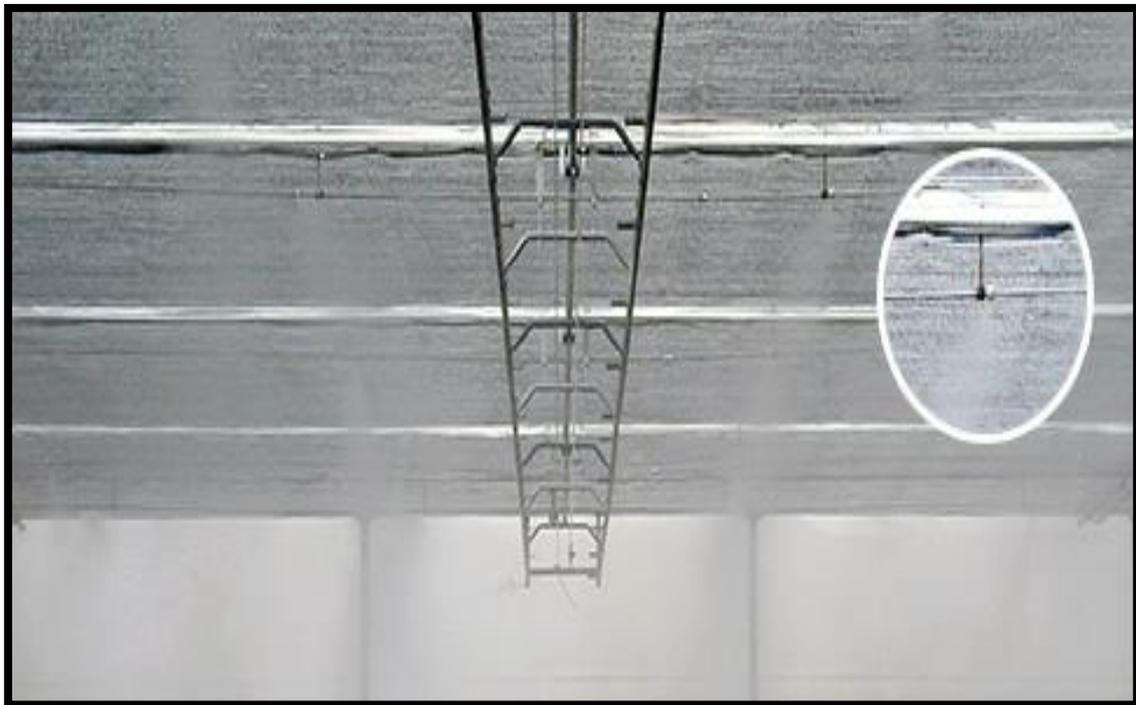
- Fácil manejo y programación
- Revisión en pantalla de procesos en curso
- Posibilidad de activación manual
- Bajo mantenimiento
- Calibración digital de los sensores de temperatura y humedad relativa.

- Mayor aprovechamiento de los productos fitosanitarios
- Elimina mano de obra para tratamientos fitosanitarios y evita posibles perjuicios a operarios que llevan a cabo los tratamientos fitosanitarios, por toxicidad.
- Sistema adaptable a las necesidades de caudal de trabajo.

3.2 Sistema empleado por el Hufitec.

Nebulización.

En épocas estivales los cultivos están sometidos a fenómenos atmosféricos adversos, tales como las altas temperaturas, un elevado índice de radiación solar, vientos secos, etc.



Fuente: Archivo gráfico Ritec.

Sistema Nebulización.

Estas condiciones climatológicas ocasionan que en el interior del invernadero se alcancen temperaturas excesivamente altas y que exista un déficit elevado en el grado de humedad del aire.

Para evitar que los cultivos se deterioren a causa de estos factores, se emplean sistemas de pulverización y nebulización que corrigen esta situación climatológica extrema, para que los cultivos y la fauna auxiliar empleada en la lucha biológica, dispongan de unas condiciones de vida óptimas.

- Multitúnel con y sin malla de sombreado interior y con cualquier tipo de ventilación.

- Invernaderos de cristal tipo Venlo, Widespan, etc.
- Parral ó raspa y amagado.
- Túnel simple como los de fresa de Huelva.

Tipos de cultivos tratados:

- Producción de hortaliza: como pepino, judía, tomate, pimiento etc.
- Producción de fruta: como melón, fresa, sandía etc.
- Viveros: producción de planta ornamental, plantas aromáticas etc.
- Producción de flor: liliun, rosas, hortensia etc.
- Semillero: plantel, esqueje etc.

Funcionalidad:

- Aumento de la humedad relativa a la deseada en el invernadero (hasta un 95%).
- Disminución de la temperatura en el invernadero (hasta 16°C de salto térmico en función de la humedad relativa ambiental).
- Aplicación área micronizada de tratamientos, abonos foliares, etc.
- Aplicación y tratamiento foliar de cualquier producto químico ó no químico que sea soluble en agua.
- Permite realizar tantas repeticiones de tratamiento como se desee sin mezclar productos, y por tanto sin neutralizar los principios activos de los mismos, evitando también riesgos de incompatibilidades.
- Se evita la aparición de plagas debido a la aplicación de tratamientos programados preventivos.
- Óptima homogeneización y máxima efectividad del tratamiento tanto en el volumen total del invernadero, como en toda la superficie del cultivo, mojando por saturación tanto el haz como el envés de las hojas así como las flores, debido a la gran uniformidad en la aplicación del producto.
- Ahorro en mano de obra y aumento de productividad al aplicar tratamientos en horas deseadas.
- Prevención de intoxicación.

De cara la industria agroalimentaria la aplicación de la nebulización tiene los siguientes fines:

- Refrigeración de naves industriales enteras ó zonas parciales.

- Humidificación de zonas específicas de procesos productivos ó naves industriales enteras.
- Eliminación y supresión del polvo aéreo de una nave industrial, almacén etc.: este proceso funciona mediante adhesión de las partículas de polvo a las macropartículas de agua evaporizadas en el ambiente.
- Aplicación y micronización en el ambiente ó recinto industrial de productos y tratamientos solubles en agua.
- Desodorización de malos olores mediante aplicación de productos enzimáticos que neutralizan en el ambiente a las partículas orgánicas que generan el mal olor.
- Eliminación de la electricidad estática.
- Minimización de riesgo de incendio en ambientes explosivos



Fuente: Archivo grafico Ritec.

Sistema de nebulización.

El elemento que ejecuta y coordina todas las operaciones de riego es el programador de riego, enviando y recibiendo señales de los elementos de control y medidas.

Como hemos visto con anteriormente en uno de los sistemas (Clinvertec), para evitar pérdidas de rendimientos en las cosechas, por condiciones adversas, se utiliza un control automático de diversos componentes mecánicos del invernadero para atenuar en la medida de lo posible los efectos de esas condiciones climáticas adversas.

Este sistema permite la opción de aplicar tratamientos fitosanitarios a través del sistema nebulización, teniendo que adaptar la instalación, en función de las necesidades.

2.6.4 Elaboración del presupuesto

En primer lugar se lleva a cabo una estimación en función de los estudios realizados en cuanto a materiales, equipos, etc., y si el cliente está de acuerdo, se realiza un presupuesto completo teniendo en cuenta todos los factores.

- Dimensionado de la instalación según necesidades
- Determinación de materiales óptimos para instalación

2.6.5 Entrega de presupuesto

En este paso se le entrega, una vez finalizado y revisado, el presupuesto al cliente con todas las modificaciones hechas a petición por este, en acuerdo con el técnico para su aprobación y poder comenzar con el envío e instalación de los diferentes sistemas.

2.6.6 Instalación

- Preparación de materiales
- Montaje
- Dirección de obra

2.7 ESTRATEGIA Y ESTRUCTURA: DIRECCIÓN ESTRATÉGICA.

2.7.1 Introducción.

Las condiciones del mercado están en continuo cambio por lo que se hace necesario la modificación de la estrategia y estructura de Ritec s.l.

2.7.2 Estrategia.

En la actualidad, las empresas se mueven en un contexto extremadamente difícil caracterizado por la competitividad (muchos y fuertes competidores), en el que no basta crear una empresa y producir eficientemente para tener éxito, ni siquiera basta con saber vender.

La competencia entre las empresas cada vez es más intensa en la práctica totalidad de los sectores, y muchas empresas que ayer eran líderes sólidos, hoy han quedado obsoletas y relegadas a un segundo plano, o incluso han desaparecido.

La aplicación de técnicas de dirección de empresas ha ido adquiriendo mayor importancia como consecuencia de los cambios que se han producido en el entorno empresarial. Entre los cambios más relevantes podemos destacar:

- Mayor nivel económico y cultural de la población en general. Esto ha supuesto un mayor grado de exigencia por parte de los consumidores y una nueva concepción del trabajo que exige mejores condiciones, mayor participación y democracia interna en el seno de la empresa.

- Innovación acelerada, tanto en productos como en procesos.

- Liberalización de la actividad económica, lo que ha conllevado el crecimiento de la competencia, tanto a nivel nacional como internacional.

- Incremento de la complejidad del entorno. Son muchos y variados los factores (naturaleza económica, social, política...) que inciden en la actividad empresarial, y que además interactúan entre ellos de forma cambiante.

- Aparición de nuevas formas de realizar actividad empresarial (internet, televisión por cable...).

En este contexto, se hace cada vez más necesario por parte de empresarios y directivos dedicar un mayor esfuerzo a la elección del entorno y hacer así la empresa más competitiva en este contexto.

2.7.2.1 Disciplinas de generación de valor: Treacy y Wiersema.

Tracy y Wiersema describen tres disciplinas genéricas del valor. Cualquier compañía debe elegir una de estas disciplinas del valor y actuar constante y vigorosamente en pro de ella (Caballero, P.; De Miguel, M.D. y Fernández – Zamudio, M.A. 2004).

- **Excelencia Operacional:** operaciones y conducciones magnificas. A menudo proporcionando una calidad razonable a un precio barato. Visión del personal orientada a tarea. El enfoque está en la eficiencia, operaciones versátiles, administración de la cadena logística, sin adornos, el volumen es importante. Hay una limitada variación en el surtido de productos.

- **Liderazgo de producto:** muy fuerte en la innovación y comercialización de la marca. La compañía opera en mercados dinámicos. El enfoque está en el desarrollo, innovación, diseño, tiempo de respuesta al mercado, altos márgenes en un marco temporal a corto plazo. Cultura empresarial flexible.

- **Intimidad con el cliente:** la compañía sobresale en la atención y servicio al cliente. Adapta sus productos y servicios al individuo o a los clientes casi a nivel individual. Gran variación en el surtido de productos. El enfoque esta sobre la gestión de la realización con el cliente, la entrega puntual, de los productos y servicios, y superior a las expectativas del cliente, conceptos del valor durante el ciclo de vida, confiabilidad, y cercanía con el cliente.

Según Porter, las compañías que actúan según este criterio corren el riesgo de pegarse a un incierto centro.

2.7.2.2 Implicaciones para Ritec s.l.

La estrategia que Ritec s.l. ha escogido es la de Excelencia Operacional.

Ritec s.l. busca la ejecución de la mejor manera posible en cuanto a tiempos y costes. Para la excelencia operacional se emplean herramientas como: la reingeniería y la gestión por procesos, la incorporación de las Nuevas Tecnologías de la Información a nivel operativo, la calidad total, etc.

La calidad total es un concepto, una filosofía, una estrategia, un modelo de hacer negocios y enfocado hacia el cliente. No solo se refiere al producto o servicio en sí, sino que es la mejoría permanente del aspecto organizacional, gerencial; donde cada trabajador, desde el gerente, hasta el funcionario del más bajo nivel jerárquico está comprometido con los objetivos corporativos marcados por la estrategia.

Para que se logre a plenitud, es necesario que se rescaten los valores morales básicos de la sociedad y es aquí, donde el empresario juega un “rol” fundamental, empezando por la educación de los trabajadores para conseguir una fuerza de trabajo más predispuesta, con mejor capacidad de asimilar los problemas de calidad, con mayor criterio para sugerir cambios en

provecho de la estrategia, con mejor capacidad de análisis y observación del proceso de transformación y poder enmendar errores.

Lo ideal sería tener una estrategia diferencial y ser excelentes operacionalmente hablando. Buscar la excelencia operacional es especialmente importante cuando se opera sin ninguna ventaja competitiva/comparativa sobre los competidores.

Empleando una sencilla “fórmula” aclaramos la confusión:

Competitividad = Competitividad Estratégica + Competitividad Operacional

La fórmula expresa que igualmente importante es la estrategia que la excelencia operacional.

El siguiente paso sería definir todos los valores de esta fórmula. En realidad estos valores dependen totalmente de la organización y de su entorno por lo que son particulares para cada uno de los casos.

2.7.3 Estructura.

2.7.3.1 Estructura y estrategia a nivel global.

- **Estrategia Multidoméstica y Estructura:** cuando una compañía sigue una estrategia multidoméstica generalmente funciona con una estructura de área global. Al utilizar esta estructura duplica todas las actividades de creación de valor y establece una división extranjera en cada país o área mundial donde opere. Se suelen utilizar controles de mercado y del rendimiento. Un problema de esta combinación de estructura y estrategia consiste en que la duplicación de actividades especializadas genera costos, no capitaliza oportunidades para intercambiar información, y conocimiento sobre una base global o para sacar ventajas de las oportunidades de fabricación a bajo costo.

- **Estrategia Internacional y Estructura:** Normalmente se cambia a esta estrategia cuando comienzan a vender sus productos hechos a nivel doméstico en mercados extranjeros. Estos casos solo agregan un departamento de operaciones extranjeras a su estructura existente, y continúan utilizando el mismo sistema de control.

- **Estrategia Global y Estructura:** Siguiendo este tipo de estrategia se debe hallar una estructura que pueda coordinar las transferencias de recursos entre la dirección general corporativa y las divisiones extranjeras. La respuesta normal es de una estructura global de grupos por productos.

- **Estrategia Transnacional y Estructura:** Las compañías adoptan estructuras matriciales globales, que les posibilitan simultáneamente reducir los costos al incrementar la eficiencia y diferenciar sus actividades a través de una innovación superior y de una mayor capacidad de satisfacer al cliente.

Evolución de la competitividad

Cambios	Consecuencias para la economía
Innovación tecnológica.	En general aumento de TME - Enormes gastos de investigación y desarrollo. - Mayor automatización hace que aumenten los costes fijos.
Mejoras de sistemas de comunicaciones.	Posibilidad de información en tiempo real y abaratamiento de sus costes.
Mejoras en los sistemas de transporte.	Disminución de los costes de producción y comercialización.
Estandarización de gustos y estilos de vida.	Estandarización de necesidades, que favorece TME más altos.
Liberalización del comercio internacional (supresión o disminución de barreras legales y arancelarias).	Facilidad de movimiento de personas, capitales y mercancías.
Apoyo gubernamental a la exportación.	Mayor propensión de las empresas a internacionalizarse.
<p>Consecuencia: Mayor oferta y demanda → Mayor competencia en muchos sectores, pero también mayores oportunidades de encontrar nichos rentables.</p>	

Razones para la internalización

Internas (empresa)	Externas
<ol style="list-style-type: none"> 1. Reducción de costes de inputs (personal, materiales, y/o capital). 2. Reducción de los costes de transacción. 3. Economías de escala. 4. Búsqueda de recursos. 5. Disminución del riesgo global. 6. Explotación de recursos y capacidades. 7. Mejora de capacidades (aprendizaje). 8. Mejora de la imagen de la empresa. 9. Posibilita la alta especialización (mercados más amplios hace viables productos o servicios muy específicos). 10. Permite estar “a la última” en innovaciones y modas. 	<ol style="list-style-type: none"> 11. Ciclo de vida de la industria. 12. Demanda externa. 13. Pautas del consumidor. 14. Restricciones legales. 15. Globalización de la industria.

La empresa debe decidirse por una política de marketing de estandarización o adaptación del producto. Estandarizar supone la venta del producto con los mismos atributos que en el mercado nacional. Por el contrario, adaptar el producto significa modificarlo, adaptándolo a cada uno de los mercados a los que se va a dirigir. Será necesario analizar caso por caso cada una de las posibilidades, atendiendo a las ventajas de cada una de las opciones:

Ventajas de la estandarización	Ventajas de la adaptación
La fabricación estandarizada reduce costes de producción y promoción.	Adaptando el producto cumpliremos mejor con los requerimientos y normativas exigidas por el gobierno del país.
Facilita el reconocimiento del producto a nivel mundial.	Facilita la obtención de certificaciones de calidad en el país de destino.
Se reducen los costes estructurales.	El producto será más competitivo, por que se adapta mejor a la demanda del consumidor final de cada mercado.
Resulta ventajoso en productos industriales.	Resulta ventajoso en productos de consumo.

2.7.3.2 Coordinación internacional y responsabilidades locales.

En función de las características del sector en el que se ubique la empresa, deberá plantearse qué estrategia le permita obtener una mejor posición competitiva posible en su conjunto.

Decisiones clave:

- **Localización de las actividades:** Producción, compras, I+D, marketing, o sea, en que países se hace que actividades, y nivel de adaptación en cada país. La configuración concentrada se refiere a la ubicación de todas las actividades en una misma localización, desde la que distribuye a escala mundial.

- **Coordinación entre las actividades:** Hasta que punto funciona como un todo, o más bien como una serie de empresas nacionales semi-independientes. Debe existir una alta coordinación cuando una empresa posea muchas factorías con los mismos sistemas de información, producción, componentes, etc.

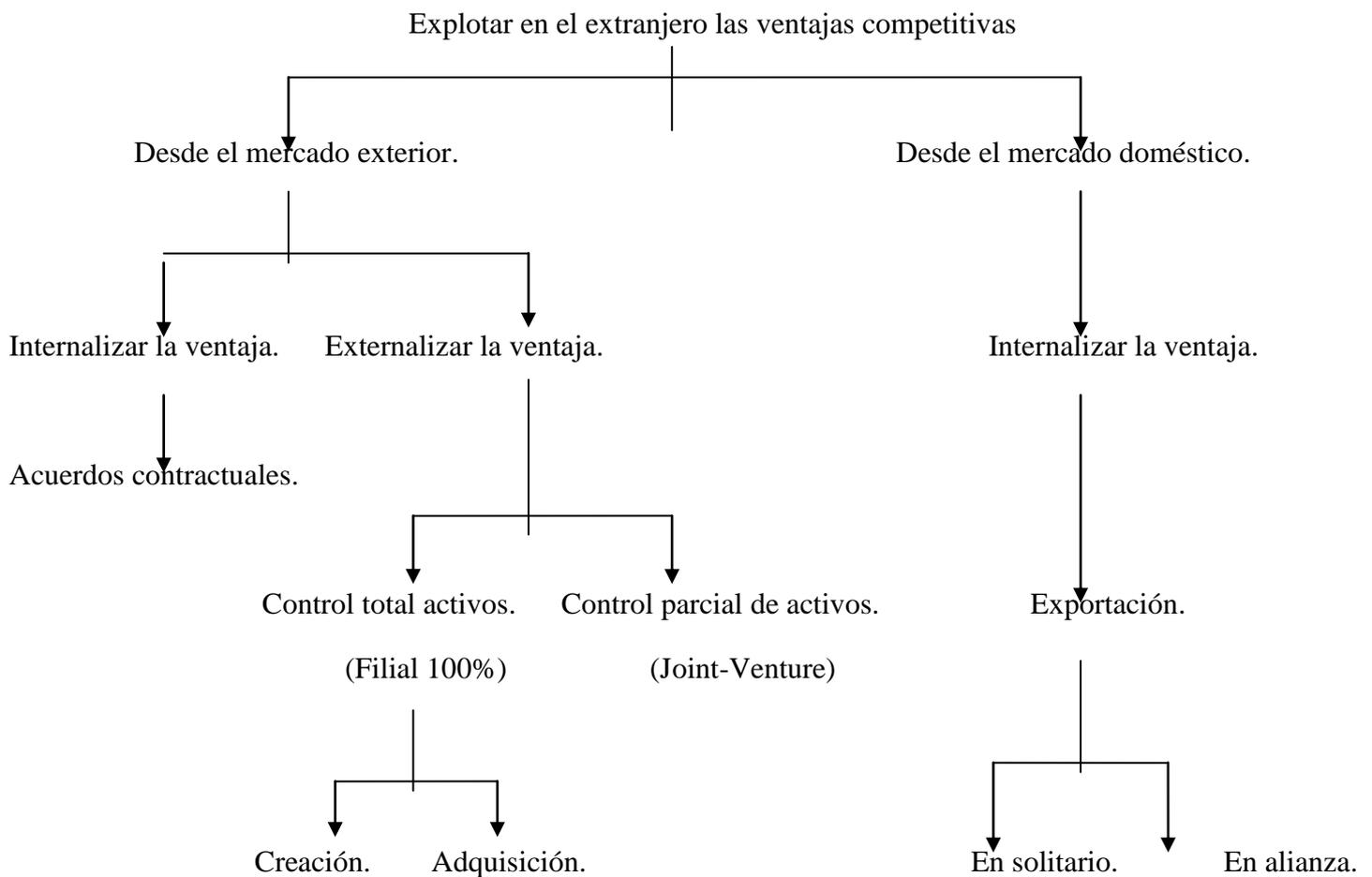


Las diferentes características de cada sector condicionan en buena medida (necesidad de integrar y de ajuste a mercados locales) los distintos tipos de estrategias:

- **Estrategia Global:** Aquella orientada al mercado mundial, que busca ventajas competitivas al capitalizar las economías de escala con un diseño de productos estandarizado, producción a escala mundial, y control centralizado de las operaciones mundiales (ej. Seiko, Canon, Airbus). Concentra la mayor parte de las actividades en un país, sirviendo desde la base a nivel mundial. También estandariza las funciones de comercialización (distribución, publicidad, servicio post – venta).

- **Estrategia Transnacional:** Consiste en la coordinación de las operaciones nacionales en todos los países para obtener economías de escala, pero mantenimiento simultáneamente la habilidad de responder a los intereses y preferencias nacionales (ej., Ford en Europa, que tiene distintas fábricas en distintos países europeos en las que cada una está especializada en uno o pocos modelos que se exportan al resto del mercado europeo).

Internacionalización



2.7.3.3 Ritec s.l. como empresa internacional.

La estrategia internacional genera reflexiones importantes que son propias a las empresas que compiten en más de un país.

Para comenzar, una empresa debe evitar traspasar las fronteras propias en ausencia de activos estratégicos y de fallas de mercado internacionales.

Además, debe buscar la manera de aprovechar las ventajas generadas por su presencia global, tales como la heterogeneidad de los mercados, la escala y complejidad de las operaciones globales y la volatilidad internacional.

Para ello debe tomar decisiones acertadas respecto a qué productos vender, en qué países competir y dónde ubicar las actividades de la cadena de valor.

Finalmente, debe viabilizar la estrategia formulada mediante la elección de una adecuada estructura organizativa.

Debido a esta situación, la empresa ha considerado necesaria la contratación de una persona para dar apoyo en el ámbito local a la hora de llevar a cabo los proyectos de riego, y que en la nueva campaña darán lugar explotaciones perfectamente preparadas para cubrir las necesidades de los cultivos que en ellas se desarrollen, y así poder centrar la atención en el proceso de expansión internacional.

2.8 CONTROL DE CALIDAD.

Para conseguir con éxito alcanzar las metas propuestas por la empresa, es necesaria, casi primordial, la posesión de un reconocimiento que otorgue un prestigio a la empresa tanto dentro como fuera de las fronteras del país.

Este reconocimiento es estar dentro de la normativa UNE. La posesión de este certificado dice mucho de la empresa que lo posee, hacia las empresas que se interesan por sus servicios. Son pautas que la empresa decide seguir considerando, que le reportan el rendimiento necesario para como mínimo conseguir una estabilidad en el mercado, y otras pautas marcadas por la normativa, consideradas necesarias para este fin.

Ritec s.l. consigue este certificado en el 2004. A continuación se muestran las directrices de la empresa para el control de calidad.

- Satisfacer las expectativas y requisitos de los clientes.
- Controlar que los procesos cumplen con unos requisitos bien definidos, son seguros y fiables y satisfacen las expectativas de los clientes.
- Desarrollar y mantener un esfuerzo de grupo, poniendo énfasis en aumentar la eficiencia en los procesos de trabajo y en incrementar su competitividad en el mercado a través de la mejora de la calidad.

La política de calidad es implantada y mantenida al día en todos los niveles de la organización, siendo revisada periódicamente por la Dirección, proporcionando así una mejora

continua en la eficacia del Sistema de Gestión de la Calidad que nos permita plantear de forma progresiva nuevos y más ambiciosos objetivos.

Es responsabilidad de toda la organización de Ritec s.l. el obligado cumplimiento de lo establecido en el Sistema de Gestión de la Calidad.

La empresa emplea una herramienta para descubrir las posibles mejoras a realizar en sus productos o proceso de producción. Esto es un cuestionario enviado a todos sus clientes para determinar el grado de satisfacción.

Área de la organización.	Nivel de satisfacción.
--------------------------	------------------------

Atención al cliente- Comercial	Muy bueno	Bueno	Aceptable	Malo	Muy malo
-----------------------------------	-----------	-------	-----------	------	----------

1. Atención recibida.					
2. Profesionalidad.					
3. Rapidez en la resolución de incidencias					
4. Otros.....					

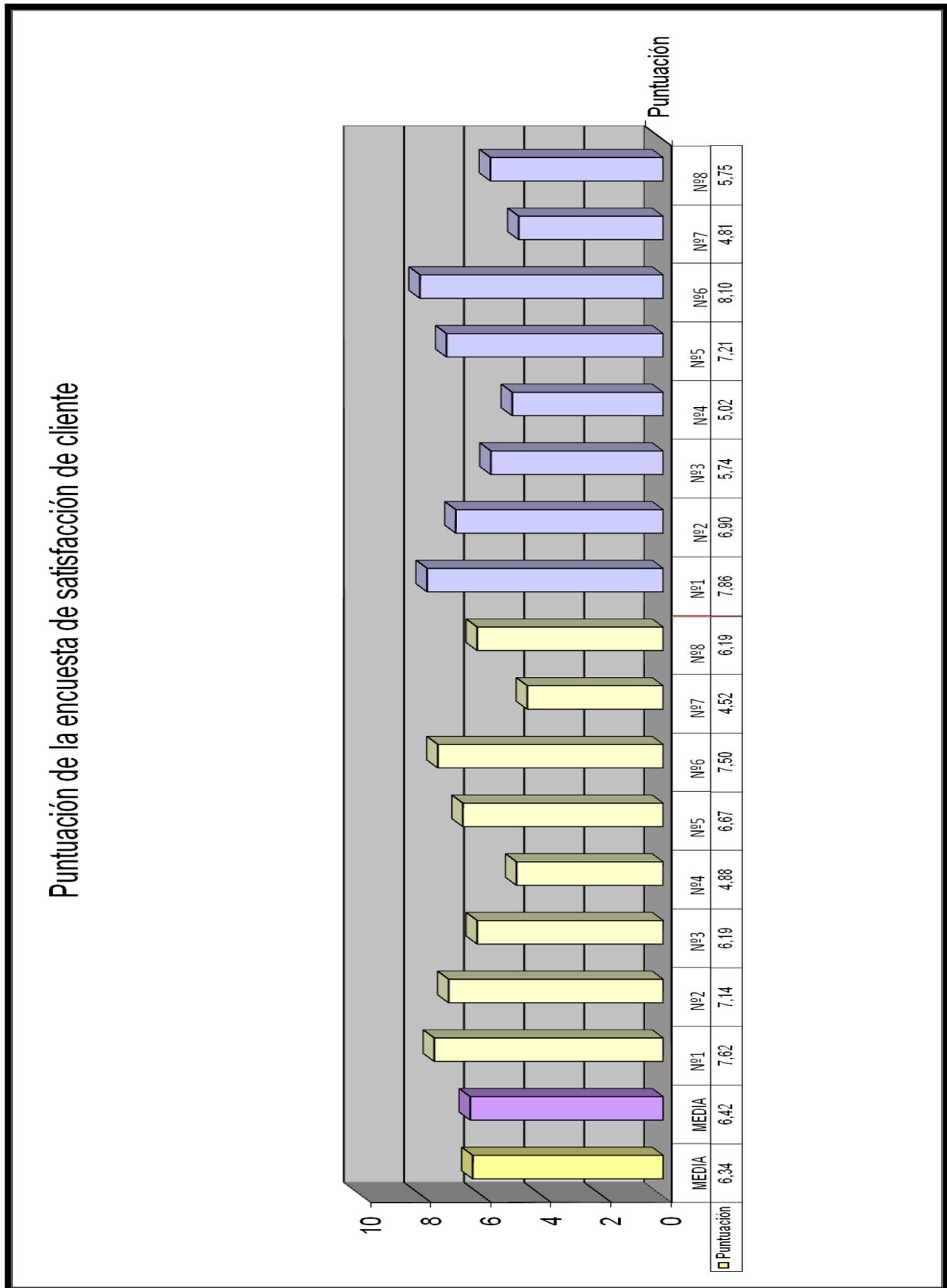
Producto-Instalaciones	Muy bueno	Bueno	Aceptable	Malo	Muy malo
------------------------	-----------	-------	-----------	------	----------

1. Calidad de la ejecución de la instalación.					
2. Calidad de los materiales.					
3. Rapidez de realización del servicio.					
4. Cumplimiento de plazos de entrega.					
5. Otros.....					

Sugerencias y Comentarios:

Nº	MEDIA		MEDIA								MEDIA							
	2008	2009	Nº1	Nº2	Nº3	Nº4	Nº5	Nº6	Nº7	Nº8	Nº1	Nº2	Nº3	Nº4	Nº5	Nº6	Nº7	Nº8
1	4,69	5,31	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	2,5	5,0	7,5	7,5	5	5	0	7,5	5	5
2	7,81	6,88	10,0	7,5	10,0	5,0	5,0	10,0	7,5	7,5	10	5	5	5	10	10	5	5
3	7,19	6,75	10,0	7,5	5,0	2,5	7,5	10,0	7,5	7,5	7,5	5	7,5	5	7,5	10	4	7,5
4	6,88	7,19	7,5	7,5	5,0	2,5	7,5	10,0	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	5	7,5	7,5	7,5	7,5
5	4,38	5,50	5,0	5,0	5,0	0,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5	5	4	7,5	7,5	5	5	
6	5,31	6,75	10,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	2,5	5,0	10	7,5	5	10	7,5	4	5	
7	6,56	6,44	10,0	10,0	5,0	5,0	10,0	7,5	0,0	5,0	7,5	7,5	5	7,5	10	4	5	
8	7,19	6,44	7,5	7,5	7,5	5,0	7,5	7,5	7,5	7,5	10	7,5	5	7,5	5	4	5	
9	4,06	7,38	5,0	5,0	5,0	0,0	2,5	7,5	2,5	5,0	7,5	7,5	7,5	4	10	7,5	7,5	
10	6,88	6,44	10,0	7,5	5,0	5,0	10,0	10,0	2,5	5,0	7,5	7,5	5	10	10	2,5	5	
11	7,50	4,44	10,0	7,5	5,0	5,0	7,5	10,0	7,5	7,5	5	5	4	5	5	5	2,5	5
12	5,94	6,94	5,0	5,0	5,0	5,0	10,0	10,0	2,5	5,0	10	10	5	10	5	5	4	7,5
13	4,38	7,19	5,0	5,0	5,0	2,5	5,0	5,0	2,5	5,0	7,5	7,5	7,5	7,5	10	5	5	7,5
14	5,31	5,94	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	10,0	2,5	5,0	7,5	5	5	7,5	7,5	7,5	5	5
15	5,63	6,31	7,5	7,5	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	7,5	7,5	5	4	7,5	10	4	5
16	8,75	7,06	10,0	10,0	10,0	7,5	10,0	7,5	5,0	10,0	7,5	10	7,5	5	7,5	10	4	5
17	6,88	7,81	7,5	7,5	7,5	7,5	5,0	7,5	5,0	7,5	10	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5
18	8,13	6,75	10,0	10,0	10,0	7,5	7,5	7,5	5,0	7,5	10	7,5	5	10	7,5	5	5	5
19	7,19	5,50	5,0	7,5	7,5	10,0	5,0	7,5	7,5	7,5	5	5	5	2,5	7,5	10	4	5
20	6,25	6,13	5,0	7,5	5,0	7,5	7,5	10,0	2,5	5,0	7,5	5	5	4	7,5	7,5	7,5	5
21	6,25	6,00	10,0	10,0	7,5	5,0	7,5	0,0	5,0	5,0	7,5	7,5	4	7,5	5	5	4	7,5
TOTALES	6,34	6,43	7,62	7,14	6,19	4,88	6,67	7,50	4,52	6,19	7,86	6,90	5,74	5,02	7,21	8,10	4,81	5,83

Tabla comparativa satisfacción del cliente.



De esta manera la empresa puede llevar un seguimiento y permite elaborar una estrategia para mejorar los aspectos valorados negativamente.

Al final de cada temporada se analizan estos cuestionarios y se establecen en función de los resultados, objetivos a cumplir para la nueva temporada encaminados a corregir dichos aspectos, o mejorar otros que la empresa considera necesarios, para aumentar el rendimiento o simplemente para mejorar la dinámica de trabajo.

A continuación se muestran varias fichas de objetivos a cumplir y seguimientos de estos.

Fecha de emisión: Abril 2008				
Objetivo N°	Fecha de consecución del objetivo	Responsable	Indicador asociado	Periodicidad de revisión
1	Fin del año 2009	Dpto. Técnico-Comercial.	ICA-04	Semestral.
Descripción del objetivo:				
Aumentar la venta de los equipos fabricados por Ritec (Nutritec, Clinvertec, Hufitec) hasta un valor de 55 equipos al año. (Durante el año 2008 se ha realizado la venta de 43 equipos).				

Acciones	Fecha prevista de consecución	Responsable	Recursos necesarios
Acción 1. Realizar una apertura de nuevos mercados por parte del Dpto. Comercial y búsqueda de colaboradores externos para la venta de nuestros productos.	A partir de Abril de 2008.	Dpto. Comercial.	Plantilla de control de proyectos.
Acción 2. Participar en misiones comerciales (directas/inversas) que se planifican por parte de las Cámaras de Comercio y otros organismos regionales.	A partir de Abril de 2008.	Gerencia y Dpto. Técnico-Comercial.	-----

Cierre y conclusiones	Fecha y firma:
Los datos recogidos hasta hoy día (01 /12 / 09) de hoy recogen la cantidad total de 58 equipos fabricados durante este año. Creemos que el objetivo marcado ha sido superado .y según mediciones se supera también la cantidad marcada en el 2008	Gerencia.
	Diciembre de 2008.

Fecha	Resultado del seguimiento al objetivo
Junio 2009	En este primer semestre se han fabricado un total de 30 equipos. si conseguimos seguir estas pautas hasta final de año esperamos conseguir el objetivo marcado.
Junio 2.009	Se ha participado en diversas ferias .Es algo que se realizo el año pasado pero creemos que los resultados han sido satisfactorios. En el primer semestre se participó en las ferias de : Etiopia (Marzo), Irán-Teherán (Mayo), Moscú-Rusia (Junio).
Octubre 2.009	Se ha confeccionado una tabla para tener una relación de los equipos realizados cada mes.
Nov. 2.009	En el mes de Noviembre se participa en la feria de Irapuato- México. Se tiene previsto participar en la feria de Aguadulce – Almería.
23/Nov./09	Al día de hoy y durante el segundo semestre 2.009 se han fabricado un total de: 25 equipos.
Nov.2009	Del 25 al 27 se ha participado en la feria de Aguadulce – Almería. Adjuntamos diploma participativo.
Dic.2009	La cantidad de equipos fabricados ha aumentado a un total de 28 en este segundo semestre. Añadimos a este documento mediciones y tablas realizadas para llevar un control y medición de los equipos realizados a lo largo del año.

Fecha de emisión: Octubre 2008

Objetivo nº	Fecha de consecución del objetivo	Responsable	Indicador asociado	Periodicidad de revisión
2	Fin del año 2009.	Dpto. técnico-comercial.	Ica-08	Semestral

Descripción del objetivo:

Disminuir la desviación entre el tiempo estimado para la realización de un proyecto y el tiempo realmente invertido a como máximo el 5% en exceso. (Se estima que el valor real de partida está en un 10%).

Acciones	Fecha prevista de consecución	Responsable	Recursos necesarios
<p>Acción 1.</p> <p>Realizar una medición por proyecto de la desviación que se produce en el mismo durante su ejecución real. Crear una plantilla para su medición.</p>	A partir de octubre de 2008.	Rble. de Calidad.	Plantilla de control de proyectos.
<p>Acción 2.</p> <p>Analizar de cada proyecto los factores que han influido en la desviación y realizar una propuesta de acciones para su corrección en el futuro. Este análisis se realizará en la plantilla indicada en la acción 1.</p>	A partir de octubre de 2008.	Gerencia y Dpto. Técnico-Comercial – Montadores implicados.	-----
<p>Acción 3.</p> <p>Aplicar las acciones que se han acordado para la resolución de la diferencia existente entre tiempo real y tiempo estimado.</p>	A partir de octubre de 2008.	Dpto. Técnico-Comercial y Montadores.	-----

Cierre y conclusiones

Fecha y firma:
Gerencia.
Octubre de 2008.

Fecha	Resultado del seguimiento al objetivo
Junio 08	Durante este semestre no se ha hecho seguimiento de este objetivo. Las razones son que hasta ahora no se estaba recopilando datos.
Noviembre 08	Desde el departamento de operaciones se ha comenzado a hacer un seguimiento del tiempo empleado en el montaje de cada uno de nuestros proyectos. Se ha creado dentro del registro, F-PR-06-1, una casilla destinada al seguimiento del tiempo estimado. Hemos creado una plantilla, para sacar la medición de esta desviación, según los resultados de los datos obtenidos.
Diciembre 08	Hasta la fecha no hay evidencia de datos debido a que todas han sido enviadas con mano de obra aparte en el lugar de montaje. Es decir la mano de obra corre a cuenta del cliente.
Diciembre 08	Se adjunta en este objetivo la nueva hoja de creada con la casilla destinada a medir la desviación. A si mismo creemos oportuno no cerrar este objetivo hasta final de 2009 y comprobar la eficacia de de la plantilla de medición.
Febrero 09	Siguiendo lo indicado anteriormente se están haciendo mediciones del tiempo empleado en el montaje de todos los proyectos.
Junio 09	Se está controlando el tiempo empleado en cada proyecto anotando en el 32 de pedidos de nuestra contabilidad el tiempo empleado en el montaje de equipo, preparación de material, embalaje, carga y montaje en lugar de destino cuando proceda.
Noviembre 09	Hasta el momento y tras la recopilación de datos procedentes de los cálculos realizados en el departamento de administración se ha realizado la medición del tiempo estimado y de ejecución obteniendo una desviación de un 10% hasta el día del último montaje.
Diciembre 09	En este mes se realizarán las últimas mediciones de tiempo .Se sacarán conclusiones con respecto a la consecución del objetivo pasado este mes, ya que aún quedan proyectos pendientes de montaje.

3. ESTUDIO DE LOS FACTORES LIMITANTES.

3.1. REALIZACIÓN DE PROYECTOS DE RIEGO, CONTROL DE CLIMA Y AMBIENTES EN INVERNADERO.

Debido al gran aumento de petición de proyectos para el desarrollo de instalaciones de riego, control de clima y humedad, ocasionado por la política económica llevada a cabo por Ritec, de abrir sus puertas a un mercado internacional, ha sido necesaria mi incorporación al equipo técnico para servir de apoyo en la realización de estos proyectos.

3.2. DESARROLLO DE HERRAMIENTAS PARA MEJORAR EL RENDIMIENTO DENTRO DEL DEPARTAMENTO.

Debido a este aumento de peticiones, Ritec ha tenido que buscar sistemas o herramientas capaces de agilizar el desarrollo de estos proyectos. A su vez Ritec se ha visto obligada a evolucionar en cuanto a sistemas y en cuanto a documentación para ser más competitiva. Esto es desarrollar en su máximo exponente toda la información referente al mantenimiento, manejo y configuración de los equipos, para conseguir que el usuario sea capaz por sí mismo de resolver situaciones que se le presenten en el día a día con los equipos y así evitar enviar un técnico para solucionar dichas situaciones.

4. SOLUCIONES APORTADAS.

4.1. DESCRIPCIÓN DEL ROL DEL TÉCNICO PARA PROYECTOS DE RIEGO EN CALIDAD DE APOYO.

➤ Responsabilidades:

El rol que debo cumplir en la empresa se centra en dar apoyo a los técnicos para llevar a cabo los proyectos de riego.

Dentro de este rol se pueden distinguir varias actividades clasificadas en:

- Apoyo en campo: Determinar superficies, pendientes, y demás datos a tomar para llevar a cabo el dimensionado, en el territorio nacional.

- Apoyo en gabinete: A través de todos los datos obtenidos en campo, o facilitados por el cliente, llevar a cabo el dimensionado de los proyectos de riego y clima.

Todas estas funciones son supervisadas por el director del departamento técnico y será éste el que les de curso o las rechazara para corregir los errores cometidos.

➤ Requerimientos:

- Conocimientos de áreas como la topografía (manejar estaciones y procesar los datos), edafología (conocimientos sobre texturas y características de los suelos), diseño gráfico (utilizar el programa autocad para la realización de planos), principalmente.

- Espíritu de iniciativa, flexibilidad y facilidad de trabajo en equipo
- Buen nivel de informática y conocimiento sobre las aplicaciones de ofimática.

4.2 DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD.

A modo indicativo comentar que, durante los dos primeros meses mi actividad se ha centrado en conocer los componentes de los sistemas más representativos por sus funciones, así como estar presente en el montaje de estos y su disposición en la explotación.

En cuanto a la realización de proyectos, para entender mejor todo el proceso de elaboración, se representa a continuación algunas de las actividades, que he llevado a cabo.

4.2.1 Proyecto de riego controlado.

La finca está situada a la entrada de la localidad propiedad de SAT URCISOL. Como podemos observar en la imagen, la superficie está delimitada por una línea blanca, y la distribución no es tal ya que esta foto corresponde al 2005, solo la tomamos para tener una idea real de sus dimensiones. En planos adjuntos podemos ver si distribución actual.



Fuente: Archivo grafico Google Earth.

Superficie a proyectar.

Latitud: 37°24'54.45"N Longitud: 1°36'39.85"O

4.2.1.1 Diseño agronómico.

El diseño agronómico representa la primera fase del procedimiento de diseño de cualquier tipo de riego, con el que se determina la cantidad de agua que ha de transportar la instalación, correspondiente a las necesidades brutas de riego en las épocas de máxima necesidad. Es una parte importante en un proyecto de riego ya que si se cometen errores en los cálculos del diseño agronómico repercutirán posteriormente en el diseño hidráulico.

➤ Toma de datos de la explotación.

Tipo de cultivo.

Se nos ha informado que la explotación está destinada al cultivo de árboles frutales, más concretamente:

- Nectarinas (*Prunus pérsica* var. *Nectarina*)
- Albaricoques (*Prunus armeniaca*. *B*)
- Paraguayos (*Prunus pérsica* var. *Platycarpa*)

Estos cultivos son muy parecidos en cuanto a necesidades (hídricas y tipos de suelo), siendo estas, suelos cálidos, secos, ligeros, profundos y calizos con gran permeabilidad. Una vez desarrollados no suelen necesitar riego a no ser que se dé un periodo prolongado de sequía, esto suele ser al año de desarrollo del cultivo. Por ser un tipo de cultivo que va a necesitar diferentes aportaciones hídricas según su estado de desarrollo, habrá que tener en cuenta la disposición de goteros.

Textura y estructura del suelo.

En primer lugar hay un desplazamiento a la finca donde se determinan las características de la explotación. Como se trata de una estimación, utilizamos un método rápido y sencillo, Este nos dará información sobre la plasticidad. También sirve como indicativo el hecho de la proximidad de la explotación a una rambla.

Después de llevar a cabo esta apreciación, determinamos que nos encontramos ante un suelo arenoso.

Este suelo es favorable para el cultivo de árboles frutales, dado que su consistencia disgregada permite una buena aireación para las raíces.

Para la estructura hemos aprovechado un agujero en el suelo hecho para llevar a cabo la plantación y hemos observado que la parte visible es heterogénea en cuanto a tamaño de partículas, distribuida de forma migajosa.



Fuente: Elaboración propia.

Estructura del suelo.

Son suelos pobres en materia orgánica y nitrógeno y presentan contenidos medios en fósforo y potasio.

Su capacidad de cambio es pequeña y su complejo de cambio está siempre saturado con calcio como catión dominante. El pH es alcalino y aumenta con la profundidad. El cliente nos ha comunicado que anteriormente la zona estaba ocupada por ramblas.

Son suelos muy aptos para el cultivo, lo que hace que grandes áreas estén cultivadas de cítricos. Se trata de un suelo prácticamente sin nutrientes, por lo que a la hora de regar deberán aplicarse todos los compuestos necesarios para el buen desarrollo del cultivo (fertirriego), esto se tendrá en cuenta a la hora de determinar el número de depósitos para fertilizantes. A menudo el requerimiento de fertilizantes lo suele plantear el cliente, en ocasiones asesorado por técnicos de campo.

Este dato es importante a la hora de confeccionar los sistemas, los cuales varían en función de la aplicación de nutrientes y/o nutrientes especiales.

Tanto la textura como la estructura nos van a indicar la manera de aplicar el riego, es decir, distancia, número de emisores, en función del bulbo húmedo.



Fuente: Elaboración Propia.

Caballones.

Si observamos la imagen vemos que el cultivo no está dispuesto en el suelo, si no en un caballón que recorre toda la hilera de árboles, cuya misión es almacenar en su cara más externa todas las sales acumuladas del riego empujadas por el bulbo húmedo, para evitar que las raíces de la planta entren en contacto con esta concentración y puedan sufrir daños.

➤ **Estimación de las necesidades hídricas del cultivo.**

La estimación de las **necesidades netas** de agua en riego localizado tiene mayor importancia que en otros sistemas de riego, ya que es muy limitado el papel del suelo como almacén o reserva de agua. Esta estimación se hace por los mismos procedimientos empleados en los demás sistemas, pero se aplican después unos coeficientes correctores. Cuando el agua se aplica en toda la superficie a regar, las necesidades netas vienen dadas por la ecuación:

A efectos de diseño, las aportaciones por precipitación efectiva no se consideran, ya que dada la gran frecuencia de riego (diaria, por lo general) resulta prácticamente imposible que llueva siempre entre dos intervalos de riego. Tampoco se consideran los aportes capilares, salvo casos especiales, ni las variaciones de almacenamiento. Por tanto:

Para ello se aplica una serie de coeficientes correctores o coeficientes de cultivo (K_c) que ajustan las necesidades teóricas a las reales. De esta forma, dichas necesidades (Etc.) vendrán dadas por la expresión recomendada por la FAO (Doorembos y Pruitt, 1977), en el que la Etc. se calcula como el producto de dos términos por principalmente:

- E_{To} : evapotranspiración de referencia que cuantifica la demanda evaporativa de la atmósfera y corresponde a la evapotranspiración de una pradera de gramíneas con una altura entre 8 - 10 cm que crece sin limitaciones de agua y nutrientes en el suelo y sin incidencia de plagas y/o enfermedades.
- K_c : coeficiente de cultivo, el cual expresa la relación entre la evapotranspiración de un cultivo que cubre totalmente el suelo y la E_{To} .

Para el cálculo de la E_{To} puede utilizarse la expresión de Hargreaves, que únicamente requiere los datos de la temperatura y la radiación extraterrestre:

- E_{To} : evapotranspiración de referencia medida en mm x día⁻¹
- T_{max} , T_{min} Y T_m : son las temperaturas medias (°C) de las máximas, las mínimas y las medias durante el período considerado
- R_a : es la radiación extraterrestre, expresada en mm/día que para los distintos meses y longitudes toma diferentes valores, en concreto para la latitud 36° N toma los siguientes.

Este dato puede consultarse también en los centros de investigación agrarios como es el caso del "SIAM".

Para el valor de K_c , al ser varios cultivos, se considerará el mayor, tanto en cultivo como en estado fenológico, ya que se trata de dimensionar la instalación de manera que esta sea capaz de cubrir las máximas necesidades de la explotación, al igual que ocurre con la E_{To} .

Las **necesidades totales** son mayores que las necesidades netas, ya que es preciso aportar cantidades adicionales para compensar las pérdidas causadas por percolación profunda, por salinidad y por uniformidad de riego.

- $K = 1 - E_a$
- $K = R_L$ Se elige el valor más alto de K

Donde:

- N_t = Necesidades totales
- N_n = Necesidades netas
- E_a = Eficiencia de aplicación
- R_L = Requerimientos de lavado
- CU = Coeficiente de uniformidad

Eficiencia de aplicación.

Varios autores informan acerca de los valores de E_a . Entre ellos están los proporcionados por Kéller (1978) según el cual, para la estimación de E_a hay que distinguir dos casos: Climas áridos en donde no se ha tenido en cuenta la precipitación efectiva para el cálculo de N_n , y climas húmedos, en los que si se ha tenido en cuenta.

Climas áridos

Profundidad de raíces (m)	Textura			
	Muy porosa (grava)	Arenosa	Media	Fina
< 0,75	0,85	0,90	0,95	0,95
0,75 – 1,50	0,90	0,90	0,95	1,00
> 1,50	0,95	0,95	1,00	1,00

Climas húmedos

Profundidad de raíces (m)	Textura			
	Muy porosa (grava)	Arenosa	Media	Fina
< 0,75	0,65	0,75	0,85	0,90
0,75 – 1,50	0,75	0,80	0,90	0,95
> 1,50	0,80	0,90	0,95	1,00

Se considera un valor de $E_a = 0,90$, considerando una profundidad de raíz entre 0,75 – 1,50, y una textura arenosa, por lo que $K = 1 - 0,9 = 0,1$.

Requerimientos de lavado.

Los requerimientos de lavado en riego localizado de alta frecuencia son:

-
- R_L = Requerimientos por lixiviación, expresado en tanto por uno.
 - CEa = Conductividad eléctrica del agua de riego, expresado en dS/m.
 - CEe = Conductividad eléctrica del extracto de saturación para la cual la productividad es del 100 %, expresado en dS/m.

Para este caso, se ha considerado una calidad de agua, para la cual no es necesario aplicar una fracción de lavado.

Coefficiente de uniformidad.

El coeficiente de uniformidad (CU) se utiliza para evaluar las instalaciones en funcionamiento y para el diseño de nuevas instalaciones. En el diseño, el CU es una condición que se impone y que viene determinada por factores económicos. Un CU elevado exige mayor coste inicial de la instalación (mayores diámetros de las tuberías, laterales más cortos, mayor número de reguladores de presión, etc.), mientras que un CU más bajo trae como consecuencia un mayor consumo de agua. Para este caso se considera un valor de 90%.

Por lo que las necesidades totales son:

Este valor nos revela la máxima necesidad hídrica del cultivo durante sus diferentes estados de desarrollo, por lo que nos servirá para un futuro diseño hidráulico.

Se determina la cantidad máxima de agua necesaria por árbol.

Una vez calculadas las necesidades totales de agua en el mes de máximas se deben determinar los parámetros que van a condicionar de diseño del sistema de riego.

Superficie mojada por emisor.

El primer aspecto a fijar es el número de emisores por cepa que se van a poner. El número de emisores que se pongan determinará una característica agronómica del riego por goteo muy importante: el porcentaje de superficie mojada por el emisor. Kéller recomienda para árboles en clima árido un valor entre 25 y 30% del área sombreada.

La superficie mojada por un emisor es la proyección horizontal del bulbo húmedo que forma ese emisor. Se determina mediante pruebas de campo o mediante fórmulas o tablas.

Dada la gran heterogeneidad de suelos, las fórmulas y las tablas sólo se deberán utilizar, con mucha prudencia, en el diseño o a título orientativo, siendo mucho más fiable la medición directa en el propio campo.

Para regar los arboles de la finca se utilizarán goteros que suministran un caudal de 4 L/h.

Así que siguiendo las indicaciones de Keller, para un emisor de este caudal, para una profundidad media de las raíces de 150 cm y para una textura media del suelo, el diámetro mojado por este emisor es de 1,5 m.

A partir del diámetro mojado por el emisor puede obtenerse el área mojada por dicho emisor (A_e):

Una vez obtenida el área mojada por el gotero, se calcula el número de goteros que debe haber por planta mediante la expresión siguiente:

Siendo:

- S_p : área correspondiente a cada cepa
- P : porcentaje superficie mojada
- A_e : área mojada

Para frutales de marco amplio se considera un porcentaje de superficie mojada de un 25 - 35%

El volumen del suelo humedecido va directamente relacionado con el marco de plantación, se trata de aplicar un volumen de agua suficiente, teniendo en cuenta la capacidad de drenaje del suelo, para que las raíces del cultivo estén siempre en contacto con el agua y evitar a su vez un exceso de humedad, con el consecuente lavado de nutrientes.

Para árboles frutales se recomienda en función del clima, suelo, un porcentaje de humedad en el suelo de entre 25-35%, que posteriormente se traducirá en caudal de riego y número de emisores.

Profundidad del bulbo.

La profundidad del bulbo debe estar comprendida entre el 90 y el 120 % de la profundidad de las raíces. A la menor profundidad del bulbo corresponde mayor número de emisores y mayor eficiencia desde el punto de vista agronómico, pero la instalación resulta más cara. La mayor profundidad del bulbo puede ser la adecuada para que actúe como fracción de lavado en el control de la salinidad, salvo que la calidad del agua aconseje mayor fracción de lavado, en cuyo caso no se considera la restricción de profundidad de bulbo expresada anteriormente.

Tiempo de riego diario.

Para determinar el tiempo de riego diario necesario para abastecer a toda la explotación, lo hacemos de la siguiente manera:

Número de sectores de riego.

Para determinar el número de sectores, primero debemos determinar cuántas horas máximas, disponemos al día para llevar a cabo el riego. Este valor es relativo, y se mueve entre 12 y 18 horas al día.

Caudal de diseño.

El cálculo del caudal de diseño nos va a ayudar a determinar el tipo de equipo a emplear para el control del riego y las secciones de tubería por las que va a circular el agua.

- Superficie total útil: 242.037m²
- 1^{er} sector : 120.053m²
- 2^o sector: 121.984m².

—	—
—	—
/H por sector	

4.2.1.2. Diseño hidráulico.

La aportación de agua por los emisores debe ser lo más uniforme posible, uniformidad que constituye el punto de partida del diseño hidráulico.

Para lograr una buena uniformidad, será necesario:

- Que todos los emisores de la instalación sean de buena calidad (es muy importante que tengan certificado de calidad).
- Que la presión del agua en todos los emisores sea lo más parecida posible.

El agua en su recorrido por la red va perdiendo presión debido al rozamiento, cambios bruscos de dirección, pasos por filtros, etc. A esta situación se la conoce como pérdida de carga.

Lógicamente cuando el recorrido de la tubería de carga sea ascendente tendremos pérdida de presión y ganancia cuando sea descendente.

En este punto determinamos los datos de la superficie (pendiente y dimensiones) para determinar la presión a ejercer para tener un buen flujo de agua y la disposición de las

tuberías, se adjuntarán planos. Ahora presentamos una tabla con los puntos y cotas obtenidas en la medición

Para determinar la superficie una vez que se obtiene la nube de puntos en el programa Autocad, se unen todos mediante los respectivos comandos y se trabaja sobre ellos para determinar el área y las longitudes necesarias para las tuberías.

➤ **Superficies y desniveles.**

Se determinan mediante una estación total electrónica (Leica). Se intenta estacionar en un punto a partir del cual se pueda observar y lanzar visuales en todo el perímetro de la explotación. Se trabaja en coordenadas relativas.

Así se obtienen una nube de puntos representativos que más adelante van a indicar los desniveles existentes y van a permitir determinar tanto la superficie total como la de cada una de las parcelas.

Tabla nº de punto y cotas

Nº de pto	Cota (m)						
1	99,985	17	109,877	33	96,967	49	85,951
2	100,056	18	109,112	34	92,524	50	86,676
3	99,653	19	109,8	35	92,319	51	87,052
4	99,545	20	109,109	36	92,228	52	90,098
5	98,881	21	109,112	37	91,963	53	91,107
6	98,242	22	108,448	38	90,667	54	92,232
7	98,012	23	108,924	39	90,567	55	94,345
8	99,142	24	108,21	40	89,501	56	95,358
9	99,394	25	108,392	41	88,903	57	96,291
10	99,754	26	109,054	42	88,739	58	97,023
11	100,941	27	107,637	43	86,792	59	97,405
12	103,364	28	107,669	44	84,745	60	98,232
13	104,692	29	105,375	45	84,667	61	98,632
14	105,079	30	105,319	46	84,981	62	99,03
15	107,457	31	104,58	47	85,307	63	99,606
16	107,749	32	100,625	48	85,504	64	99,93

Ver plano adjunto.

➤ **Estudio de los datos obtenidos.**

Una vez recopilada la información necesaria, el siguiente paso es dimensionar todo el sistema de riego, con sus tuberías y demás componentes necesarios.

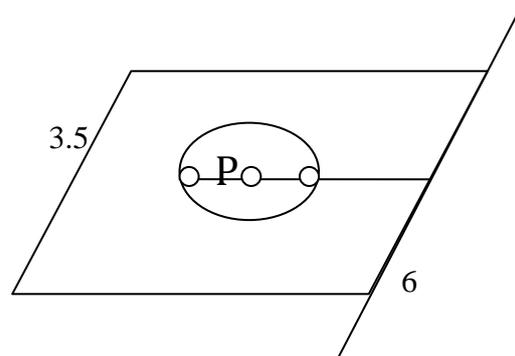
Como hemos determinado, nos encontramos ante una finca de una superficie total de 254.298 m², de los cuales 242.037m² son útiles, es decir, eliminando caminos y otros espacios donde no se va a llevar a cabo plantación.

Se ha determinado emplear un sistema de riego por goteo, con un marco de plantación de 6 x 4 mm² y 6 x3.5 mm². En un principio se va a emplear un gotero, cuando la planta está recién trasplantada a campo. Una vez que esta se ha desarrollado, está previsto que se añadan dos goteros más, hasta un total de 3, con el consiguiente aumento de caudal.

A la hora de dimensionar siempre se va a hacer para el máximo caudal necesario y para el marco de plantación más denso, siempre que se den varios dentro de la misma superficie, ya que entonces habría que cambiar toda la instalación o realizar riegos deficientes.

Como hemos mostrado anteriormente, deberemos establecer el sistema de riego para hacerlo en dos turnos, la mitad de la superficie en cada turno. La estimación sería la siguiente:

- Superficie total útil: 242.037m² (1^{er} sector (120053m²) y 2^o sector (121984m²)).
- Marco 6x4 y 6x3.5 (empleamos el marco más denso)
- Caudal de gotero: 4L/h
- 25-30% de humedad.
- 3 goteros por árbol.



- Metros lineales de tubería porta goteros:
 - Primer sector: $120053\text{m}^2/6\text{m} = 20008\text{m}$
 - Segundo sector: $121984\text{m}^2/6\text{m} = 20330\text{m}$
- Distancia a colocar los tres goteros (marco de riego):
 - Primer sector: $3.5/3 = 1.17\text{m}$

- Segundo sector: $4/3 = 1.33\text{m}$

- Número de goteros a colocar:

- Primer sector: $20008/1.17 = 17100$

- Segundo sector: $20330/1.33 = 15286$

- Caudal máximo de riego para una hora, dando un pequeño margen para evitar averías por posibles desajustes, o fluctuaciones en la red, estimamos el caudal máximo de riego en $130 \text{ m}^3/\text{h}$.

- Primer sector: $17100 \times 4 \text{ L/h} \times 1\text{m}^3/1000\text{L} = 68.4\text{m}^3/\text{h}$

- Segundo sector: $15286 \times 4 \text{ L/h} \times 1\text{m}^3/1000\text{L} = 61.1\text{m}^3/\text{h}$

- Considerando el intervalo de humedad aconsejable para este tipo de cultivo, se estima colocar los goteros de manera que se pueda mantener un área humedad de unos 5.25m^2 .

Estimación para determinar la potencia de la bomba necesaria.

Datos de la explotación					
Sector	Sup. Util(m2)	Qe (goteros)(l/h)	Marco riego(m.l)	Q sector (m3/h)	Sup total util(m2)
1	38962	4	6 x 1,33	19,5	242040
1.A	16752			9,4	
1.B	22210			10,1	
2	83025	4	6 x 1,33	41,5	
2.A	5514			2,8	
2.B	14585			7,2	
2.C	23633			11,8	
2.D	26175			13,1	
2.E	13118			6,6	
3	47799	4	6 x 1,17	27,3	
3.A	5890			3,3	
3.B	16736			9,6	
3.C	17364			9,9	
3.D	7809			4,5	
4	72254	4	6 x 1,17	41,3	
4.A	27286			15,6	
4.B	26813			15,3	
4.C	18155			10,4	

Toda esta información la podemos ver más claramente en los planos adjuntos.

A partir de aquí vamos a calcular las pérdidas de carga sufridas en la parcela más desfavorable, sector (4), parcela (A), puesto que esto nos indicará que presión tendrá que superar la bomba para tener un funcionamiento óptimo.

La determinamos para todas las tuberías utilizadas, para el cabezal de filtrado, para el desnivel y en los goteros. Se considera la parcela (A) como más desfavorable ya que hay que vencer un desnivel, siendo en todas las demás la pendiente favorable, como podemos ver en el plano adjunto.

A la hora de determinar el tipo de bomba necesario para mover todo el caudal, llevamos a cabo una serie de cálculos, donde determinamos las pérdidas de carga a través de desniveles, velocidades de flujo, longitudes, caudales, etc., apoyándonos en unas tablas basadas en el modelo de Darcy- Weisbach y Colebrook – White.

La **pérdida de carga** en una tubería o canal, es la pérdida de energía dinámica del fluido debido a la fricción de las partículas del fluido entre sí y contra las paredes de la tubería que las contiene.

Pueden ser continuas, a lo largo de conductos regulares, o accidental o localizada, debido a circunstancias particulares, como un estrechamiento, un cambio de dirección, la presencia de una válvula, etc.

En nuestro caso se trata de pérdidas de carga continuas, a lo largo de conductos regulares, y con un flujo turbulento.

La fórmula de Darcy es una de las más exactas a la hora de determinar la pérdida de carga debida a la fricción dentro de tuberías:

$$h_f = f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g}$$

En función del caudal la expresión queda de la siguiente forma:

$$h_f = \frac{8 f L Q^2}{\pi^5 D^5 g}$$

- h: pérdida de carga o de energía (m)
- f: coeficiente de fricción (adimensional)
- L: longitud de la tubería (m)
- D: diámetro interno de la tubería (m)
- v: velocidad media (m/s)
- g: aceleración de la gravedad (m/s²)
- Q: caudal (m³/s)

El modelo reportado por (Colebrook 1939) para el cálculo del coeficiente de fricción permite obtener resultados más confiables, ya que, como se afirma, es el de mejor ajuste a los datos que le dieron origen, aunque el error de ajuste a los datos utilizados en su obtención y validación es de $\pm 25 \%$, según (White, 2001) y (Sámamo, 2003), y tiene como inconveniente la necesidad de implementar un método de aproximaciones sucesivas para determinar el valor del factor de fricción.

$$\tau = \mu \frac{dv}{dy} ;$$

- ρ : densidad del agua (kg/m^3).
- μ : viscosidad del agua (N s/m^2).
- ε : rugosidad absoluta de la tubería (m)

El coeficiente de fricción f es función del número de Reynolds (Re) y del coeficiente de rugosidad o rugosidad relativa de las paredes de la tubería.

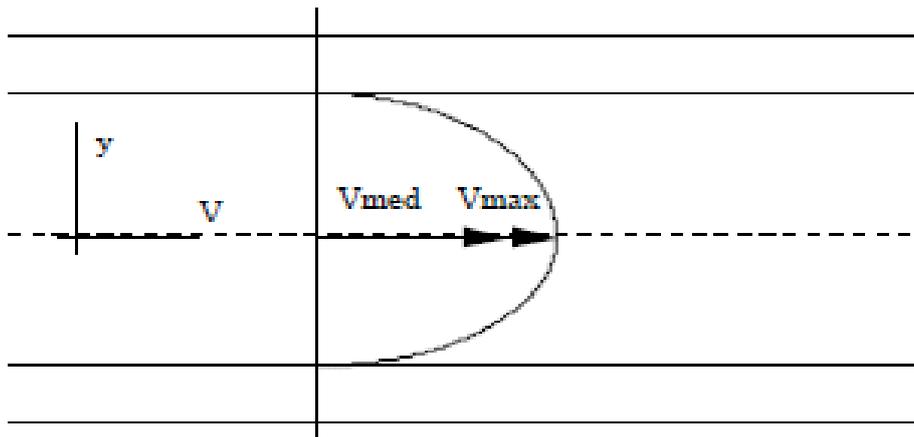


Diagrama del flujo en tuberías

Donde se relaciona v la velocidad de flujo (m/s), D el diámetro de la tubería (m) y ν la viscosidad cinemática del fluido (m^2/s). Siendo así todos nuestros cálculos se basan en la expresión de Colebrook-White.

Esta ecuación es válida para $(4000 \leq Re \leq 10^8)$ y $(5 \cdot 10^{-2} \leq \varepsilon \leq 10^{-7})$.

Una manera de ver el desarrollo de esta expresión, es mediante una representación gráfica, y ésta nos la ofrece el diagrama de Moody, que consiguió representar la expresión de Colebrook-White en un ábaco de fácil manejo para calcular " f " en función del número de Reynolds (Re) y actuando la rugosidad relativa (ε_r) como parámetro diferenciador de las curvas:

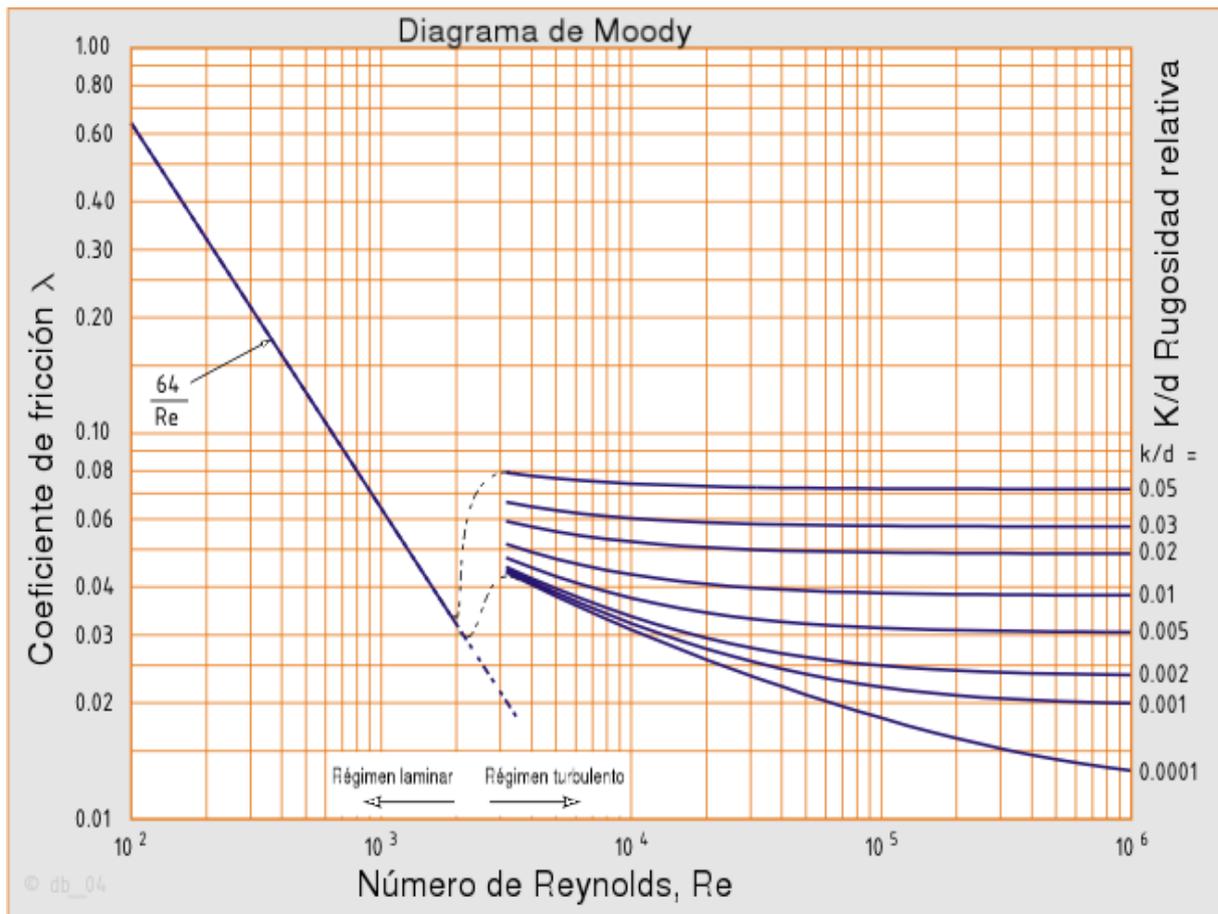


Diagrama de Moody

Se han tomado como valores constantes la rugosidad absoluta y la viscosidad cinética para las entradas en las tablas:

- Rugosidad absoluta: 0.0015mm
- Viscosidad cinética: 0.013 cm²/seg a 10 °C

A la hora de calcular la pérdida de carga buscamos la situación más desfavorable, esta sería, un riego en contra de la pendiente, con un determinado desnivel.

Primer turno de riego.**Sector nº 4 / Parcela A**

Diametro (mm)	Q(m ³ /h)	Q(l/s)	Longitud(m)	HR(%)	HR(mca)	Velocidad(m/S)
125,00	68,41	19,00	125,00	2,30	2,90	1,75
90,00	41,17	11,44	6,00	4,40	0,30	2,05
63,00	15,60	4,33	145,00	4,40	6,40	1,60
63,00	15,60	4,33	75,00	2,50	1,50	1,60
50,00	7,80	2,17	75,00	1,60	1,20	1,30
16,00	0,34	0,10	100,00	2,50	2,50	0,25

14,80

Parcela mas desfavorable(4): Cota CF = 108-110 = 2 mca

Sumatoria de pérdidas totales: **36,80**Otras pérdidas de carga: 2 mca por el desnivel **Presión necesaria: 3,7 atm**

5 mca por el cabezal de filtrado

15 mca para el gotero

En este caso hemos determinado las pérdidas de carga que podemos tener desde que sale el agua desde el cabezal hasta que llega al gotero, siendo un total de 3.7 atmosferas de presión.

El modo de actuación para operar con las tablas es el siguiente:

- Partimos del caudal que fluye por un sector de las tuberías, en l/s.
- Determinamos el diámetro de tubería óptimo en función del caudal.
- A partir de estos dos valores obtenemos en tanto por mil la pérdida de carga.

Los valores no suelen coincidir por lo que se interpola o en su defecto se escoge el valor siguiente más desfavorable obteniendo de aquí un pequeño margen de operación, mediante un pequeño sobredimensionado.

- Determinamos la pérdida de carga en 100 metros y los asemejamos a la distancia de tubería de ese diámetro, en este momento ya tendríamos el valor de la pérdida de carga que sufriríamos al paso de nuestro caudal por un determinado diámetro y longitud de tubería.

- Para terminar con los cálculos habría que hacerlo para todas las tuberías instaladas en la parcela hasta los goteros y sumar además las pérdidas preestablecidas por el paso del agua a través del cabezal de filtrado, goteros y desnivel. Este desnivel en ocasiones

se sumará si tenemos que vencerlo o restaremos esa carga si éste es a favor, ya que no tendremos que vencerlo, jugaría en nuestro favor.

Obedeciendo a los datos obtenidos, se empleará una bomba de 15 CV, la cual es capaz de mover hasta $72\text{m}^3/\text{h}$.

A partir de aquí vamos a determinar esta pérdida de carga para otras pacerlas como ejemplo para comparar pérdidas, y ver que la que hemos escogido es la más desfavorable.

Un factor a tener en cuenta es la velocidad de flujo del líquido a través de las tuberías, no debiendo sobrepasar los 2.5 m/s, para evitar sobrepresiones y roturas.

Sector nº 4 / Parcela C

Diametro (mm)	Q(m ³ /h)	Q(l/s)	Longitud(m)	HR(%)	HR(mca)	Velocidad(m/S)
125,00	68,41	19,00	125,00	2,30	2,90	1,75
90,00	41,17	11,47	6,00	4,40	0,30	1,90
75,00	25,62	7,20	15,00	4,50	0,70	1,85
63,00	10,34	2,90	155,00	2,20	3,40	1,05
50,00	10,34	2,90	160,00	2,50	4,00	1,75
					11,30	

Desnivel desde C.F = $108 - 99 = 9$ mca

Otras pérdidas de carga: 5 mca por el cabezal de filtrado

15 mca para el gotero

Ganancia de carga: 9 mca por desnivel a favor

Sumatoria pérdidas totales: 22,30

Presión necesaria: 2,2 atm

Sector nº 3 / Parcela D

Diametro (mm)	Q(m ³ /h)	Q(l/s)	Longitud(m)	HR(%)	HR(mca)	Velocidad(m/S)
125,00	68,41	19,00	125,00	2,30	2,90	1,75
90,00	27,30	7,60	6,00	2,00	0,12	1,90
75,00	23,90	6,60	10,00	3,90	0,39	1,70
63,00	14,40	4,00	155,00	3,80	5,90	1,50
50,00	4,50	1,25	150,00	1,50	2,25	0,75
50,00	4,50	1,25	115,00	0,60	0,70	0,75
					12,26	

Desnivel desde C.F: 108-100 = 8 mca

Otras pérdidas de carga: 5 mca por el cabezal de filtrado

15 mca para el gotero

Ganancia de carga: 8 mca por desnivel a favor

Sumatoria pérdidas totales: 24,26

Presión necesaria: 2,4 atm

Segundo turno de riego:

Sector nº 2 / Parcela E

Diametro (mm)	Q(m ³ /h)	Q(l/s)	Longitud(m)	HR(%)	HR(mca)	Velocidad(m/S)
125,00	61,00	17,00	550,00	1,80	9,90	1,60
90,00	41,60	11,60	6,00	4,40	0,26	2,10
90,00	31,50	8,75	10,00	2,80	0,30	1,60
75,00	19,70	5,50	155,00	2,90	4,50	1,43
50,00	6,60	1,83	165,00	2,90	4,80	1,10
50,00	6,60	1,83	140,00	1,20	1,70	1,10
					21,46	

Desnivel desde C.F: 108 - 87 = 21 mca

Otras pérdidas de carga: 5 mca por el cabezal de filtrado

15 mca para el gotero

Ganancias de carga: 21 mca por desnivel a favor

Sumatoria pérdidas totales: 20,46

Presión necesaria: 2 atm

Sector nº1 / Parcela B						
Diametro (mm)	Q(m ³ /h)	Q(l/s)	Longitud(m)	HR(%)	HR(mca)	Velocidad(m/S)
125	61	17	550	1,8	9,9	1,6
75	19,5	5,42	170	2,7	4,6	1,4
50	11,1	3,08	145	7,6	11	1,85
50	11,1	3,08	130	3	3,9	1,85
					<u>29,4</u>	

Desnivel desde C.F: 108 - 84 = 24 mca

Otras pérdidas de carga:	5 mca por el cabezal de filtrado	Sumatoria pérdidas totales:	25,4
	15 mca para el gotero	Presión necesaria:	2,5 atm
Ganancias de carga:	24 mca por desnivel		

Como podemos observar en las pérdidas de carga determinadas, la bomba habrá que designarla en función de la parcela que hemos considerado más desfavorable donde la presión a vencer es superior a las demás (37 m.c.a.). A esto se le une las pérdidas ocasionadas en el cabezal de filtrado (15 m.c.a.), las ocasionadas en los emisores (5 m.c.a.)

Así para esta pérdida de carga necesitaremos un grupo de presión que nos permita superar esas pérdidas.

El sistema posee un calderín que se encarga de contener un cierto volumen de agua a una presión de 3 Kg/cm² para actuar sobre la electroválvula en caso de que la presión obtenida por la disposición elevada del pantano no sea suficiente para activar y cerrar dicha electroválvula.

➤ **Equipamiento a emplear.**

En cuanto al sistema a utilizar, va a ser un equipo de fertirrigación **Nutritec 9400**, que se encargará de aportar el agua y los fertilizantes que el agricultor crea necesarios, en función de las necesidades del cultivo en cada etapa de su crecimiento. Tiene capacidad para 20 programas de riego y fertilizantes independientes, con hasta 9 inicios distintos por programa, activación de riego por programación horaria, activación de riego externa tal como bandeja de demanda (opcionales) o sensor de radiación solar (opcional), riego por volumen (necesitará de contador de agua con emisor de impulsos),...



Fuente: Elaboración propia.

Sistema Nutritec + Cabezal.

En cuanto a la inyección de fertilizantes y ácido, se hace mediante inyectores venturi, con una capacidad máxima de 500L/h, por cada fertilizante, que inyectan la solución fertilizante de cada depósito.

Cada unidad de inyección incluye inyector venturi, caudalímetro, válvula de regulación y electroválvula de acción, directa controlada por el propio equipo, pudiendo controlar el programador hasta 9 fertilizantes distintos, agitación de las soluciones contenidas en los depósitos de fertilizantes, control de alarmas, etc.

El equipo presupuestado trabaja por impulsión, es decir, lleva un grupo auxiliar para la inyección de los fertilizantes en la red de riego.

Para el control de la fertilización, el equipo está provisto de una sonda de CE y otra de pH.

El equipo, es capaz de controlar también motores auxiliares de riego y tiene la posibilidad de conectarse a un PC. Esto se hará mediante la red de goteo, controlando mediante sus respectivos sensores, conductividad eléctrica, pH, y otros factores.

El sistema de trabajo es el mostrado en un esquema anterior donde se comenta el funcionamiento de equipos por impulsión o aspiración, con mezclador en línea, como mostramos en la foto.



Fuente: Elaboración propia.

Inyección y mezclado del sistema.

Grupo de presión.

Para la distribución del agua por toda la superficie se va a emplear un grupo de presión horizontal con el cuerpo impulsor fabricado en fundición y con todos los elementos necesarios para el correcto funcionamiento de la instalación. Se le ha incluido también una aspiración flotante en 140 mm de diámetro. Sus características se han determinado anteriormente con el cálculo de las pérdidas de carga.

Cabezal de filtrado.

Se ha determinado en función del caudal a mover un cabezal de filtrado de anillas automático, que consta de 5 unidades de 3". Este tipo de cabezal posee la capacidad de auto lavado. El número de unidades filtradoras depende del volumen de agua a pasar por ellos. Así la clase utilizada en este cabezal admite un volumen de 25 m³, por lo que para hacer pasar un total de unos 120 m³, que sería el máximo de volumen de agua a mover (riego de dos sectores a la vez) vamos a necesitar 5 unidades filtrantes.

Como se aprecian en la imagen y otras posteriores se ha instalado en la parte más alta del circuito unas ventosas (color rojo), para como ya explicamos anteriormente evitar fenómenos de compresión o expansión dentro de las tuberías inyectando o eliminando aire.



Fuente: Elaboración propia.

Cabezal de filtrado.

➤ **Tuberías.**

En este apartado hablamos de tres tipos de tuberías. La tubería primaria (PVC), de mayor volumen, encargada de soportar el máximo de caudal (70m³) desde el cabezal hasta campo (primera ramificación), en nuestro caso es de 125 mm de diámetro, las tuberías

secundarias (PVC), encargadas de distribuir el caudal hasta las parcelas de riego, serán de 90, 75, 63, 50 mm, en 6 atm.

Las terciarias (PE), para enganchar las tuberías portagotos, donde se enganchan los goteros para regar, de 63, 50, 40, 16 mm en 4 atm.

La tubería portagotos, donde se insertan los goteros, de 16 mm de diámetro.

Depósitos.

En función de los nutrientes a utilizar se ha determinado utilizar tres depósitos de 2m³ de capacidad, 1 depósito de 1.5m³ para el ácido y otro de la misma capacidad para los abonos especiales, que se suelen incorporar al sistema por separado, dado que su composición puede dar lugar a precipitaciones al mezclarse con otros compuesto, o por su densidad, dar lugar a obturaciones del sistema.

Los depósitos poseen un sistema de agitación de la solución inducido por unas aspas metálicas mediante un motor en la parte superior. Los abonos empleados son líquidos por lo que un sistema soplante como los anteriormente comentados sería suficiente para homogeneizar la mezcla, pero este se ha hecho, por si con el paso del tiempo el cliente decide emplear abonos granulados, para lo que será este sistema mucho más eficaz a la hora de diluir y mezclar el abono.

Justo al lado se encuentran otros dos depósitos facilitados por la empresa suministradora de abonos, donde se descargarán mediante manguera, sin necesidad de ser manipulados.



Fuente: Elaboración propia.

Depósitos para abonado.



Fuente: Elaboración propia.

Depósitos para suministrador de abonos.



Fuente: Elaboración propia.

Recinto contención abonos.

En la foto anterior observamos el cumplimiento de la normativa por el agricultor. Esta es para aquellos depósitos destinados a contener abonos o sustancias que puedan suponer un peligro para el medio u operarios presentes en el área de trabajo si se llegase a derramar, están obligados a ubicarlos en una zona de seguridad capaz de contener el vertido.

4.2.2 Cálculo de un proyecto para el control de clima en invernadero.

En este caso diseñamos el sistema para el control de clima dentro de invernadero.

Como ya se ha comentado con anterioridad es muy importante el control del clima en invernadero para poder obtener el mayor rendimiento y eficiencia en el cultivo y evitar desperfectos en cuanto a material y género ocasionados por los agentes climáticos.

4.2.2.1 Calefacción ambiente por agua caliente con caldera y quemador de gas.

Introducción.

El uso de calefacción en invernadero, se lleva a cabo en zonas donde las temperaturas tanto diurnas como nocturnas no son lo suficientemente altas y pueden llegar a ser perjudiciales para el desarrollo del cultivo en cualquiera de sus fases.

Para el cálculo de la calefacción se ha tenido en cuenta los siguientes datos de partida:

Un (1) invernadero multicapilla de 17 naves de 9,6 x 300 m., con una superficie total de 48.960 m² (47.981 m² útiles) dedicados al cultivo en hidropónico y en suelo de hortalizas:

1.- Medidas del invernadero:

- Número de naves = 17 u.
- Ancho de la nave = 9,60 m.
- Longitud total de la nave = 300 m.
- Superficie total invernadero = 48.960 m²

2.- Datos tenidos en cuenta a la hora de calcular la calefacción.

- Longitud total del frontal del invernadero = 163,2 m.
- Longitud total del lateral del invernadero = 300,0 m.
- Altura a la canal del invernadero = 5,0 m.
- Altura cenital del invernadero = 7,5 m.
- Altura Pantalla ahorro energético = 4,6 m.
- Pantalla térmica de ahorro energético = 55 %.
- Coeficiente material cobertura techo (K) = 4.
- Lámina cobertura laterales y frontales = Vidrio.
- Lámina cobertura techo invernadero = Policarbonato.

3.- Datos de temperatura exterior y temperatura deseada.

- Temperatura exterior Nocturna mínima = -40°
- Temperatura exterior Diurna mínima = -25°
- Temperatura interior deseada(TID) = $+15^{\circ}$
- Salto térmico Nocturno = $+55^{\circ}$
- Salto térmico Diurno = $+40^{\circ}\text{C}$

4.- Resultados:

En el cálculo de la calefacción hemos aplicado un margen de seguridad del 15 %
Se han tenido en cuenta 2 situaciones:

1.- Calefacción por el día : **10.770.000 Kcal/h.**

- Temperatura exterior Diurna mínima = -25°C
- Temperatura interior deseada = $+15^{\circ}\text{C}$
- Salto térmico Diurno = $+40^{\circ}\text{C}$
- Colocación Pantalla térmica de ahorro energético del 55% = No
- Margen de seguridad aplicado = 15 %

❖ Cálculos.

-

-

-

-

-

-

-

-

-

Superficie de cobertura m².	49.710,0
Superficie de frontales m².	2.040,0
Superficie de laterales m².	3.000,0
Pérdida por techo (Kcal/h).	7.953,6
Ahorro por pantalla térmica (Kcal/h).	0
Pérdida por frontales (Kcal/h).	571,2
Pérdida por laterales (Kcal/h).	840,0
Kcal/h necesarias.	9.364,8
Kcal/h margen de seguridad.	1.404,7
Kcal/h totales.	10.769,5
Kcal/h x m².	220

2.- Calefacción por la noche: **7.891.000 Kcal/h.**

- Temperatura exterior Nocturna mínima = - 40 °C
- Temperatura interior deseada = + 15 °C
- Salto térmico Nocturno = + 55 °C
- Colocación Pantalla térmica de ahorro energético del 55% = Si
- Margen de seguridad aplicado = 15 %

❖ **Cálculos.**

-
-
-
-
-
-

-
-
-
-

Superficie de cobertura m².	49.710,0
Superficie de frontales m².	2.040,0
Superficie de laterales m².	3.000,0
Pérdida por techo (Kcal/h).	7.953,6
Ahorro por pantalla térmica (Kcal/h).	6.014,9
Pérdida por frontales (Kcal/h).	785,4
Pérdida por laterales (Kcal/h).	1.155,0
Kcal/h necesarias.	6.861,7
Kcal/h margen de seguridad.	1.029,3
Kcal/h totales.	7.890,9
Kcal/h x m².	161

Finalmente se ha presupuestado tres (**3 u**) **calderas de gas** de 3.956.000 Kcal/h, con una potencia **calorífica total de 11.868.000 Kcal/h**. Siendo un 10% superior a la necesitada en la época de máximas necesidades.

4.2.2.2 Ventilación.

Los factores que inciden en la ventilación son varios. Uno de ellos es el porcentaje de apertura de las ventanas, cenitales y laterales, cuya superficie total deberá ser del 25 al 30% de las áreas de cubierta y paredes del invernadero. Como esto sólo es posible en módulos pequeños, con anchos no mayores a 40 m (túneles), es necesario adaptar otras tecnologías para lograr un mayor intercambio de aire y disponibilidad de CO₂ sin afectar las condiciones requeridas por los cultivos.

Lo ideal es que se renovara todo el aire, que rodea a un cultivo intensivo bajo abrigo, unas 45 veces en una hora, pero este óptimo es bastante difícil de conseguir, pues deberíamos de tener una gran superficie de ventanas y unas circunstancias climáticas exteriores óptimas.

La ventilación natural sólo penetra 15 m al interior de un invernadero, y ésta debe ser lo más suave posible, ya que en regiones donde el viento es muy fuerte (>5 km/h) se puede presentar una reducción en HR. Por el contrario, si el viento es nulo, no se logra el intercambio de aire necesario.

En algunos casos, si las ventanas cenitales están mal orientadas pueden causar remolinos al interior del invernadero.

Por todo esto, se acude a la ventilación forzada. Es aquella en la cual actuamos activamente en el movimiento del aire del invernadero, utilizando una serie de ventiladores.



Fuente: Archivos de Ritec. Recirculador.

El diseño y cálculo del número de ventiladores que debe tener un invernadero, está en función la cantidad de aire que se quiera renovar, disposición de los aparatos, dimensión de la finca, planimetría del invernadero, distancias entre ventiladores, viento natural que exista en la zona en que se encuentre la finca, etc.. La instalación debe estar bien diseñada ya que corregirlo es bastante difícil.

Los ventiladores de gran caudal tienen una serie de hélices de acero inoxidable. Lo normal es que sean extractores de aire. Manejan grandes caudales de aire a bajas velocidades, por lo que las plantas no se deshidratan. Son capaces de renovar, hasta cuarenta y cinco mil metros cúbicos de aire por hora.

Todo el chasis del ventilador es de acero galvanizado para estar protegido de la corrosión. Existen modelos incluso, que poseen aquellas partes más delicadas, cubiertas de plástico para evitar que se oxiden prematuramente. La hélice es también de acero inoxidable ya que a través de ella pasa todo el aire húmedo, productos químicos o cualquier otro agente corrosivo.

En la parte anterior del ventilador existen una serie de rejillas para evitar accidentes. En la parte posterior existen una serie de persianas o lamas que se encuentran cerradas cuando el ventilador no está funcionando, para evitar entradas de plagas y evitar pérdidas de temperatura.

Tradicionalmente estas lamas se abrían cuando el ventilador estaba funcionando con la misma presión que producía el aire, pero esto produce pérdidas de carga importantes. Hoy en día se prefiere trabajar con empujadores centrífugos, que consisten en una serie de contrapesos que cuando empiezan a girar se abren y empujan las láminas, perdiéndose menos energía que con técnica tradicional.

La ventilación forzada lo que pretende es equiparar las condiciones que existen dentro del invernadero, a las condiciones que existen en el exterior de éste. Cuando amanece o anochece se producen acumulaciones de humedad dentro del invernadero, que se pueden evitar utilizando este tipo de ventilación, haciendo de esta forma que la planta esté durante más tiempo trabajando al día.

Estos tipos de ventiladores de esta forma, se utilizan en cualquier época del año; en épocas frías para evitar humedades excesivas dentro del invernadero y en épocas calurosas para evitar temperaturas excesivas.

Estos ventiladores se deben de utilizar junto con la ventilación pasiva, tanto lateral como cenital, ya que de otra forma produciríamos un vacío en el invernadero.

Los ventiladores no van siempre colocados siempre en el mismo sitio en cada finca. Existen zonas donde es necesario ponerlos altos, en otras zonas hay que ponerlos en la cara norte del invernadero, etc.



Fuente: Archivos de Ritec.

Extractor.

A causa del material con que se construyen los invernaderos, en la zona mediterránea es tal la energía solar recibida durante el día, que, si no se dispone de una correcta ventilación, las temperaturas interiores se disparan hasta un 40 o un 50% por encima de la temperatura exterior.

Mediante un buen sistema de ventilación, podemos llegar a conseguir como máximo un diferencial que oscile entre los 4 y los 6 grados por encima de la temperatura exterior si movemos caudales que representen entre 60 y 45 renovaciones/hora.

Para el cálculo de la calefacción se ha tenido en cuenta los siguientes datos de partida:

- Largo: 120 m. Ancho: 25 m. Alto: 3 m.
- Temperatura exterior máxima/media considerada: 30°
- Temperatura exterior mínima/media considerada: -2°
- Temperatura interior máxima/media aceptable: 35
- Temperatura interior mínima/media aceptable: 7°

Por lo tanto las necesidades de ventilación serían:

$$Q1 (60 \text{ r/h}) = 120 \times 25 \times 3 \times 60 = 540.000 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q2 (45 \text{ r/h}) = 120 \times 25 \times 3 \times 45 = 405.000 \text{ m}^3/\text{h}$$

A partir de aquí, y teniendo en cuenta las características técnicas del aparato, capacidad de trabajo y rendimiento según condiciones de trabajo, se determinaran el nº de ventiladores a utilizar para conseguir el máximo nº de renovaciones posibles.

Dentro de este apartado se incluye el cálculo de la línea eléctrica necesaria para la conexión de todos los aparatos eléctricos. Esto se puede aplicar a cualquier diseño que incluya cualquier elemento a activar o controlar eléctricamente.

El cálculo de secciones de líneas eléctricas es un método de cálculo para obtener la sección idónea del conductor a emplear, siendo éste capaz de:

- Transportar la potencia requerida con total seguridad.
- Que dicho transporte se efectúe con un mínimo de pérdidas de energía.
- Mantener los costes de instalación en unos valores aceptables.

A la hora de dimensionar un conductor se aplican tres criterios básicos:

- Que su caída de tensión (Delta V) esté dentro de los límites admisibles.
- Que el calentamiento por efecto Joule no destruya el material aislante del conductor.
- Que en caso de cortocircuito, no se destruya el conductor.

La caída de tensión (Delta V) se produce como consecuencia de la resistencia de los conductores. Como regla general, en España, se permite una (Delta V) máxima de:

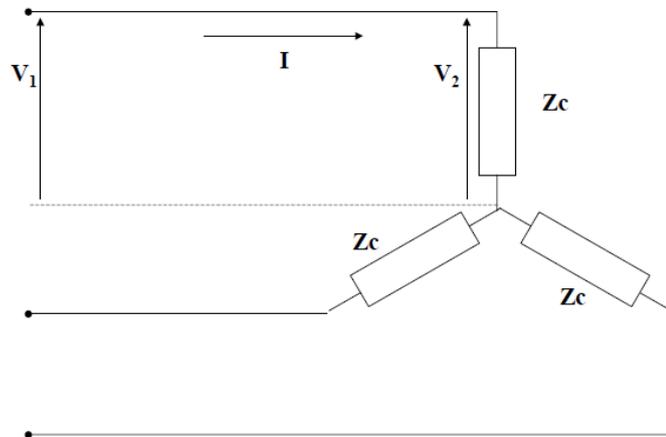
- 3% para cualquier circuito interior de viviendas.
- 3 % en instalaciones de alumbrado.
- 5 % en el resto de instalaciones.

La normativa puede establecer otros valores para la caída de tensión máxima admisible.

Líneas de corriente continúa:

Líneas de corriente alterna monofásica:

En este caso tratamos para líneas de corriente alterna trifásicas, por lo que se elimina el 2, ya que en un sistema trifásico, el “retorno” de la corriente se hace a través del neutro común, o de las otras propias líneas.



Líneas de corriente alterna trifásica:

Se debe determinar la intensidad a través de la potencia activa total en el instante:

—

Para un sistema trifásico:



Dónde:

- ΔV : Caída de tensión en voltios
- : Factor de potencia activa.
- L: longitud del cable en metros.
- : Resistividad en Ωm
- I: Intensidad

- C: Conductividad del cobre

Se trata de alimentar varias cargas cuando la distribución de las mimas es “lineal”, lo que obliga a considerar cada una de las potencias absorbidas del conductor principal o distribuidor y las longitudes a las cuales se produce esa derivación de la potencia.

Este ahorro debe obtenerse sin el perjuicio de obtener caídas de tensión sobre los finales de la línea que puedan comprometer el funcionamiento de los artefactos instalados.

TRAMO	LONG.	TENSION (O)	TENSION (F)	POT. (W)	SECCION	INTENSIDAD	CDT (V)	%CDT	CDT TOTAL	%
C.F. - 1	60	440,00	435,42	35.328	25,0	72,7	4,58	1,0415	22,26	5,06
1*2	5	435,42	434,97	13.248	8,0	27,6	0,45	0,1039		
2*3	5	434,97	434,52	12.880	8,0	26,8	0,44	0,1012		
3*4	5	434,52	434,10	12.512	8,0	26,1	0,43	0,0985		
4*5	9	434,10	433,35	12.144	8,0	25,3	0,75	0,1724		
5*6	9	433,35	432,62	11.776	8,0	24,6	0,73	0,1678		
6*7	9	432,62	431,92	11.408	8,0	23,9	0,71	0,1631		
7*8	9	431,92	431,23	11.040	8,0	23,1	0,68	0,1583		
8*9	9	431,23	430,57	10.672	8,0	22,4	0,66	0,1535		
9*10	9	430,57	429,93	10.304	8,0	21,7	0,64	0,1487		
10*11	9	429,93	429,31	9.936	8,0	20,9	0,62	0,1438		
11*12	5	429,31	428,98	9.568	8,0	20,2	0,33	0,0772		
12*13	5	428,98	428,66	9.200	8,0	19,4	0,32	0,0743		
13*14	9	428,66	427,93	8.832	6,0	18,7	0,73	0,1715		
14*15	9	427,93	427,22	8.464	6,0	17,9	0,71	0,1649		
15*16	9	427,22	426,54	8.096	6,0	17,2	0,68	0,1582		
16*17	9	426,54	425,90	7.728	6,0	16,4	0,65	0,1515		

4.3 Desarrollo de herramientas para mejorar el rendimiento dentro del departamento.

Debido a la necesidad de elaborar con la mayor celeridad posible los proyectos, evitando así cálculos y consideraciones excesivas, he llevado a cabo el desarrollo de una herramienta que permita realizar proyectos de riego y control de clima en invernadero, permitiendo acortar los tiempos en la elaboración de proyectos.

A través de la experiencia y de los años de trabajo Ritec, ha sido capaz de almacenar gran cantidad de información sobre diseño de explotaciones.

A partir de estos datos, he sido capaz de elaborar una herramienta de consulta para ser capaces de realizar los presupuestos para el cliente mucho más rápido, y servir como referencia para abordar nuevas situaciones de diseño.

5. CONCLUSIONES Y VALORACIONES

Actualmente, sería imposible imaginar el contexto de la agricultura tanto a nivel local como fuera de nuestras fronteras, con las condiciones existentes hoy día, sin el apoyo hacia esta de la tecnología ofrecida por las empresas como Ritec.

La capacidad de desarrollo e innovación de Ritec, gracias a su grupo humano, es el motor de la empresa, intentando ir siempre un paso por delante en cuanto a los competidores.

Esta innovación se consigue encontrando la combinación correcta entre el conocimiento, la experiencia y el instinto.

Ritec ofrece un modelo muy sólido como empresa dentro del sector, y poco a poco gracias a su política de mercado, se está introduciendo con éxito en otros países, ofreciendo calidad y competitividad.

Entrar a formar parte de esta plantilla, con funciones asimiladas al técnico en la elaboración de proyectos de riego, me ha permitido conocer todo el proceso de desarrollo de estos y poner en práctica conocimientos adquiridos durante mis años de formación universitaria, como son trabajos con programas informáticos para confeccionar planos (Autocad), llevar a cabo mediciones en campo para determinar las características de la explotación en cuanto a superficies y desniveles, a la vez que me ha permitido apreciar la dinámica del fluido en tuberías y los factores que le afectan en su recorrido por esta, para poder llevar a cabo un buen dimensionado del equipo necesario para la explotación.

Desde que empecé el primer día en estas prácticas de empresa, muchas y muy diversas han sido las experiencias desarrolladas, y tanto a nivel personal como nivel profesional, me están sirviendo para construir mi futuro profesional.

6. BIBLIOGRAFÍA.

- Alarcón Vera, Antonio L. *Diagnostico agrícola, agua, suelo, y material vegetal*. Lleida. SAS.
- Sánchez-Guerrero, M^a Cruz; Alonso, Francisco J.; Lorenzo, Pilar; Medrano, Evangelina. *Manejo del clima en el invernadero*. IFAPA.
- Badillo, Manuel Francisco; Valdera, Francisco; Bodas, Vicente; Fuentelsaz, Felipe; Peiteado, Celsa. *Propuestas para un uso eficiente del agua en la agricultura*. Madrid. Amaya Asiaín. 2009.
- Información Técnica.[Consulta: 14 Septiembre 2010].Disponible en: <http://www.elriego.com>
- Ritec. Base de datos.