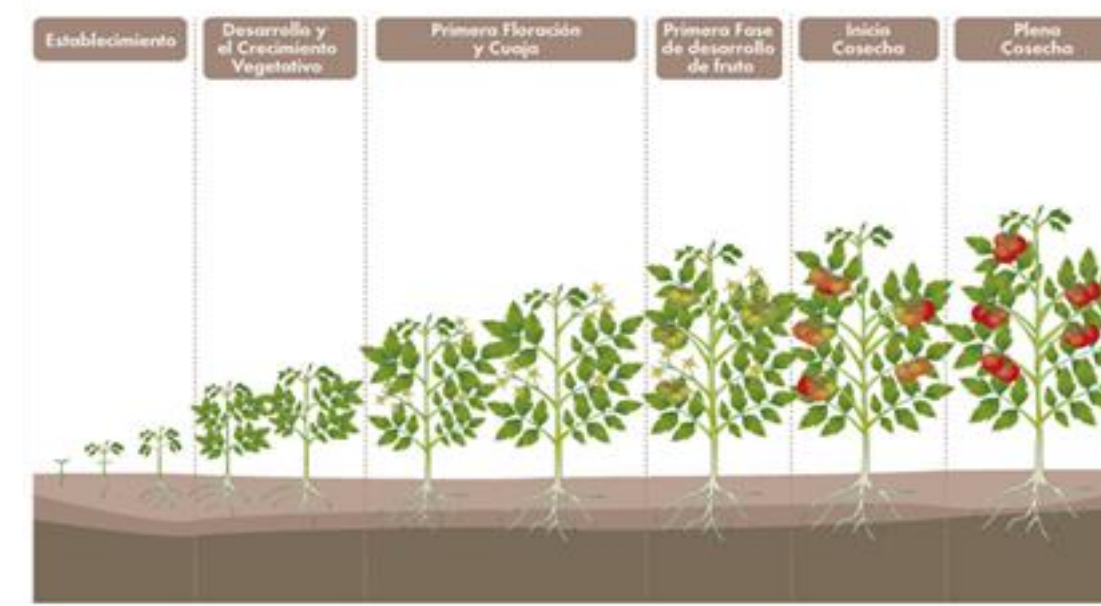


Estrategias de riego para una producción sustentable de berries

Autor: Abelardo
Villavicencio P.
Ing. Agr. Mg. Sc.
Riego

INIA Quilamapu / INIA



Contenidos

Introducción

Sustentabilidad

Manejo intrapredial de agua de riego



El contexto...

Agricultores del Maule: "La situac x +

cooperativa.cl/noticias/pais/region-del-maule/agricultores-del-maule-la-situacion-por-la-sequia-es-dramatica/2020-01-07/160612.html

Síguenos: f t i

cooperativa Regiones

Radio Dulce Patria Radio Cooperativa EN VIVO

SANTIAGO 14.6° + Humedad 64%

Doble Big Mac

Portada País Regiones Deportes Magazine Mundo Opinión Multimedia Programas Marcas & Negocios Legales M360

HAZTE FAN DE LA CUENTA_ **FAN** Y accede a los BENEFICIOS DEL CHILE OBTÉN TU CUENTA 100% ONLINE AQUÍ Banco de Chile

Tópicos: País | Región del Maule

Ver más de la Región del Maule

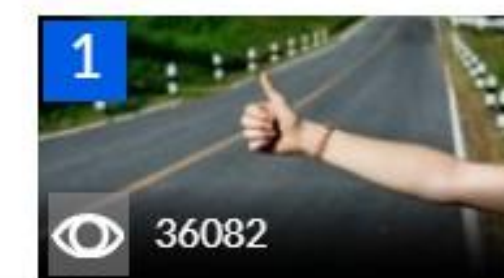
Agricultores del Maule: "La situación por la sequía es dramática"

Publicado: Martes, 7 de Enero de 2020 a las 16:51hrs.
| Periodista Digital: Jaime Morales Amaya, Cooperativa

- "Sólo queda invertir en tecnificación de riego", reflexionó el dirigente gremial Fernando Medina.
- Señaló que en el Río Mataquito hay extracciones ilegales que deben ser fiscalizadas, pero sin intervenir el caudal.

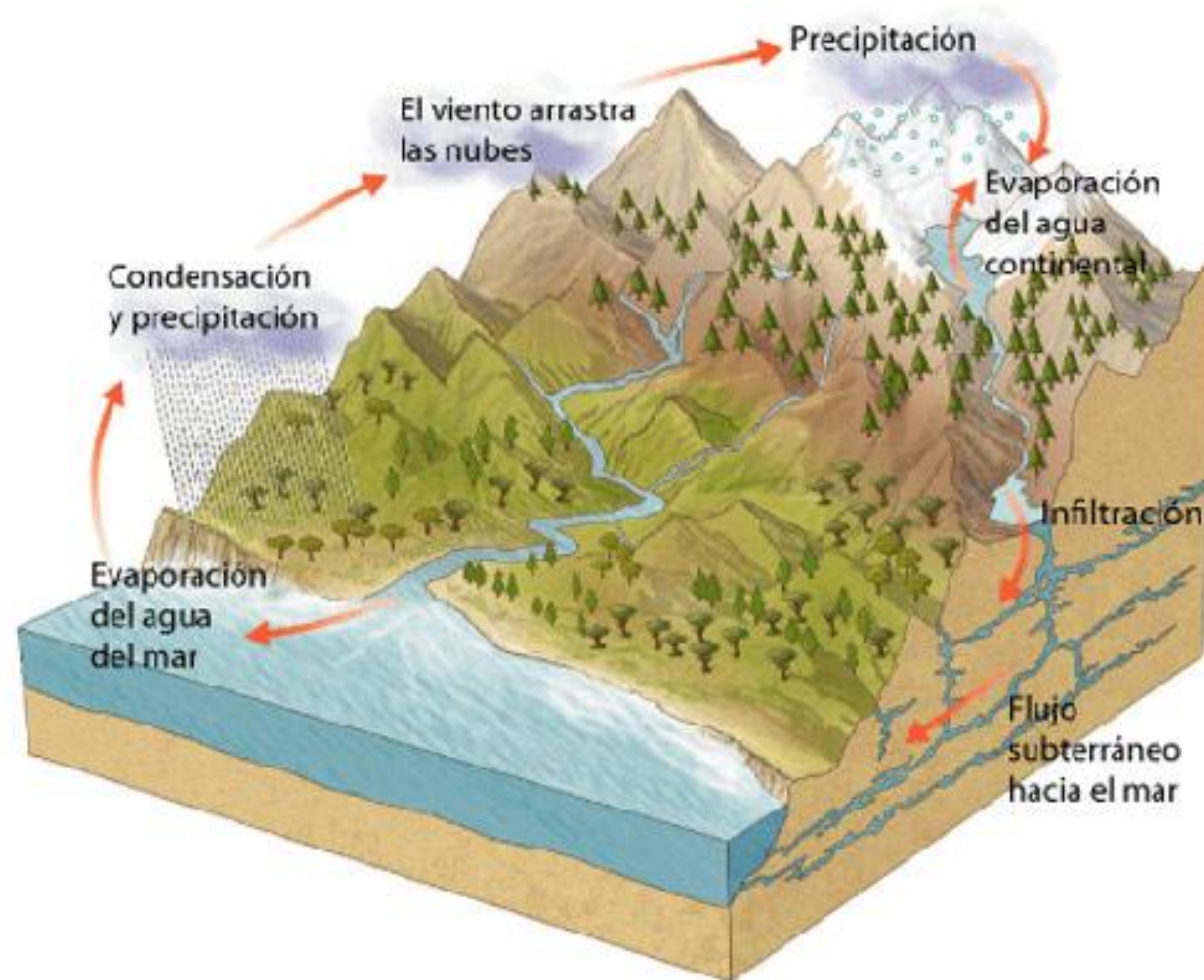


Las + leídas



Mujer arge 3.000 kilón dedo" para pololo virtu rechazó

Ciclo del agua



¿Cómo se reparte el agua a nivel de las diferentes actividades productivas?

Agrícola	:	73 %
Industrial	:	12 %
Minero	:	9 %
Doméstico	:	6 %
Total	:	100 %

Fuente: Estrategia Nacional de Recursos Hídrico 2012 - 2025



Práctica racional del conjunto de actividades relacionadas con el riego de las plantas, de modo que contribuya a satisfacer las necesidades de supervivencia y bienestar del presente sin comprometer las necesidades de generaciones futuras.

Manejo sustentable del riego

Ambiental

- Cambio climático
 - Protección y conservación de la biodiversidad y medio ambiente
- * Percolación profunda/arrastre de contaminantes (pesticidas, fertilizantes)
 - * Salinización
 - * Agotamiento de acuíferos

Social

- Soluciones tecnológicas pertinentes según tipo de usuario
- Acceso equitativo a recursos hídricos
- Fortalecimiento de comunidades de regantes

Económico

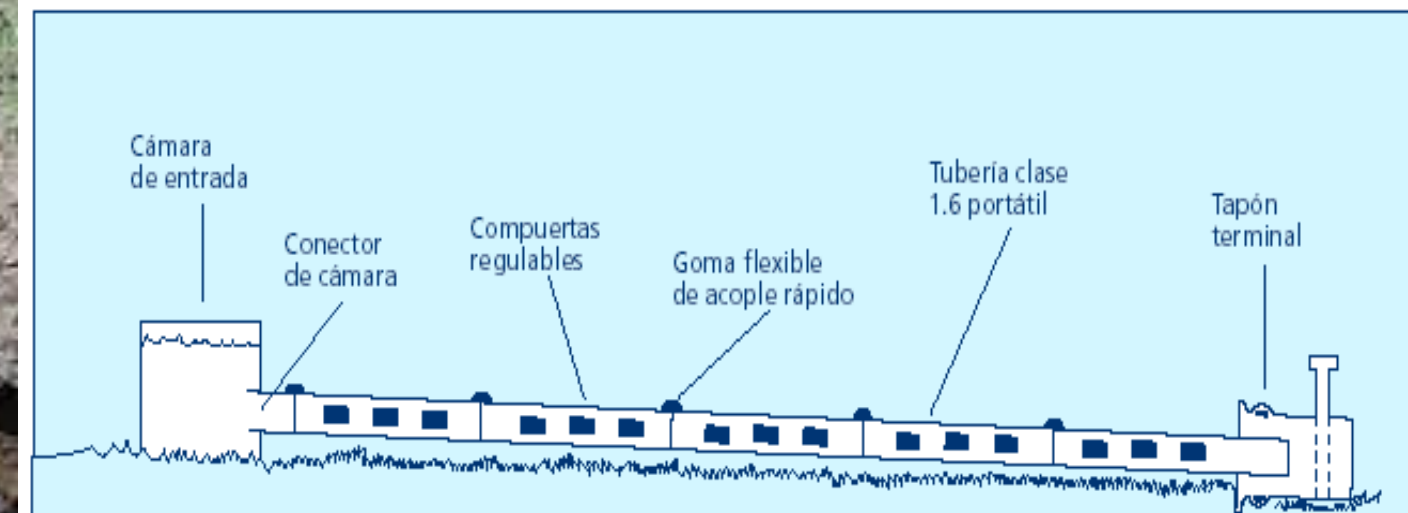
- Productividad del agua
Eficiencia en uso del agua
Manejo intrapredial
- [1. Selección del método de riego / sistema de cultivo](#)
 - [2. Programación de riego](#)
 - [3. Monitoreo del riego](#)
 - [Funcionamiento del equipo de riego](#)
 - [Uniformidad de riego](#)
 - [Humedad en el perfil de suelo](#)
 - [4. Manejo y mantención de SR](#)
 - [5. Calidad de agua](#)
 - [6. Formación de capital humano](#)

1. Selección de método de riego

- Disponibilidad de agua
 - Tipo de suelo
- Topografía del terreno
- Disponibilidad de energía
 - Tamaño del huerto
- Mano de obra disponible



Esquema general del sistema



Sistema de cultivo

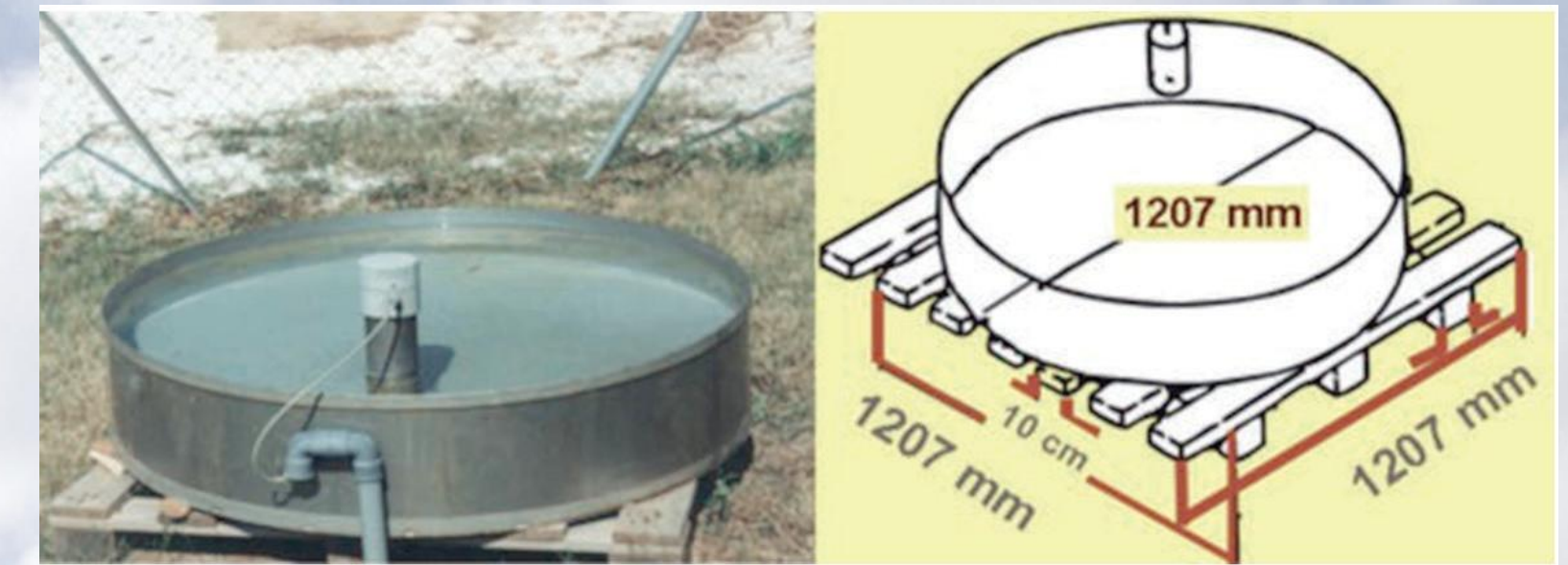


2. Programación del riego

- Programación por parámetros climáticos
- Programación en función de la humedad del suelo

Programación del riego por parámetros climáticos

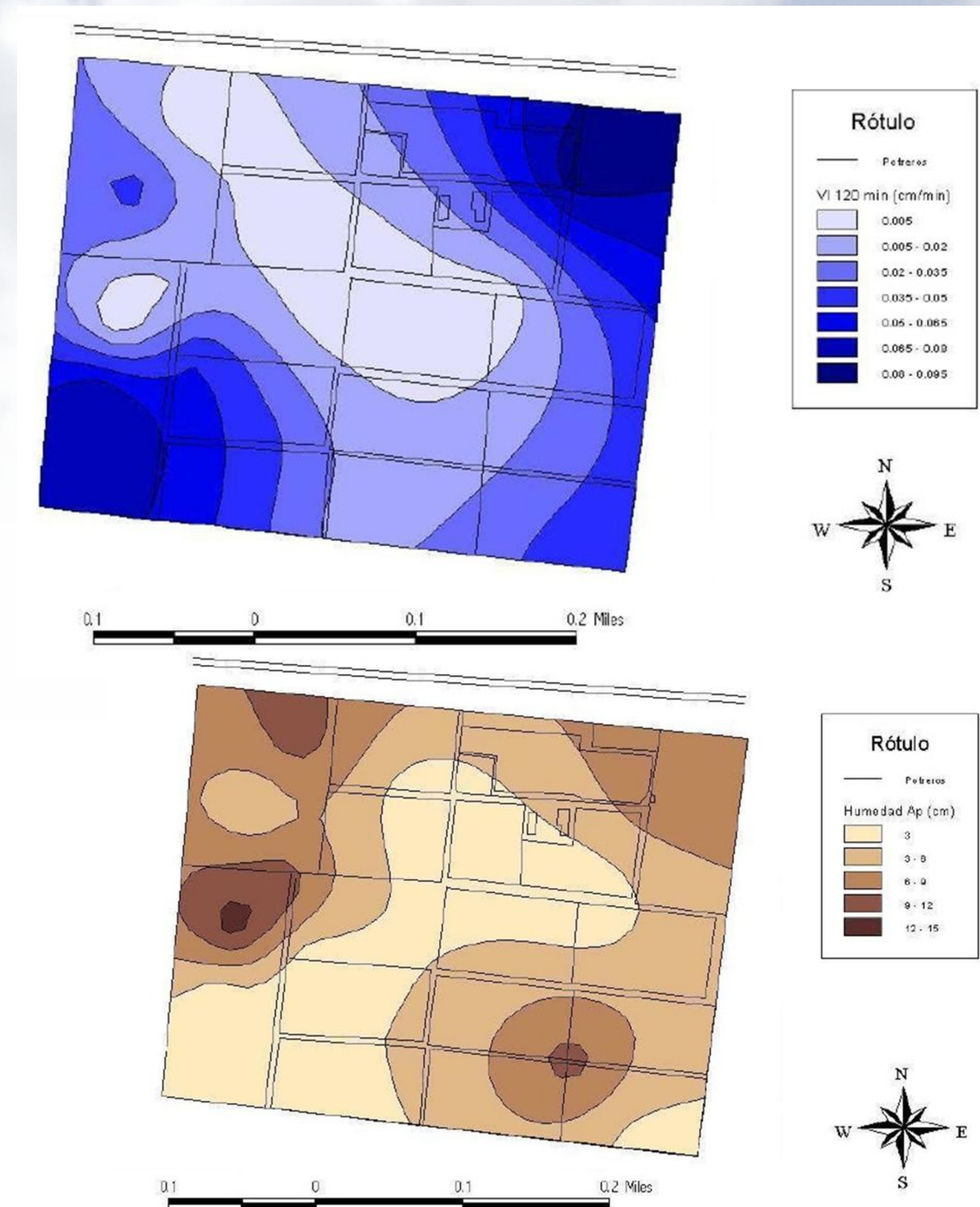
Cuánto regar se determina conociendo la demanda de agua del cultivo que depende de las condiciones meteorológicas y de su estado de desarrollo



“Sistema de la Red Agroclima FDF- INIA-DMC” en www.agroclima.cl

Programación en función de la humedad del suelo

- Analizar el sistema suelo en forma integral, interacciones entre aireación, retención de humedad, resistencia mecánica del suelo , etc.
- Esto significa conocer la variabilidad espacial de los suelos en los diferentes cuarteles, identificando unidades homogéneas de suelo, según textura, estructura, secuencia de estratas, profundidad, y agua fácilmente aprovechable, densidad aparente, CC, porosidad total, macroporos, etc.
- Con lo anterior es posible establecer tiempos y frecuencias de riego que permitan definir un programa de riego para el cultivo





Requerimientos de suelo

	Arándano	Frambuesa	Frutilla
Suelo	• Suelos livianos, con buena capacidad de drenaje • Alto contenido en materia orgánica. • Acidez en rango de pH entre 4,4-5,5.	• Suelos livianos, profundos, no compactos, buena disponibilidad de humedad, elevada capacidad de retención de agua • Preferir suelo de textura franco-arenosa o franco-arcilloso • Evitar plantaciones en suelos arcillosos (sensible a compactación y asfixia radicular) y en suelos demasiado livianos, con elevados porcentajes de grava o arena, ya que pierden su fertilidad en un periodo corto de tiempo y requieren riegos muy frecuentes. • Alto contenido en materia orgánica, • Acidez pH óptimo entre 6 y 6,8.	Suelos preferiblemente arenosos o franco-arenosos. Con buena capacidad de aireación y drenaje Alto contenido en materia orgánica. Acidez en rango de pH en torno a 6-7.

Programación de riego y etapas críticas

	Arándano	Frambuesa	Frutilla
Riego	Sistema de riego localizado. Mantener suelo húmedo, evitando en todo momento anegamiento. Se sugiere aplicar dosis diaria parcializada. Sensible a asfixia radicular y sequía. Agua de riego debe ser de buena calidad sin presentar salinidad ni exceso de calcio, boro o cloro.	Se recomienda riego localizado o mejorar riego por surco mediante mangas de riego y compuertas (sistema de aducción californiano fijo o móvil)	Preferir riego localizado de alta frecuencia y uso de mulch. Calidad de agua libre de sales CEes no debe superar 0,8 -0,9 dS/m, para permitir una alta producción y evitar problemas por presencia de sodio, calcio, boro o cloruros que afectan el desarrollo de la planta, la firmeza y tamaño del fruto.
	La demanda de agua es mayor en los meses de primavera, que se corresponden con el crecimiento y maduración del fruto y en la época de mayor evapotranspiración (meses de verano). Durante esta época se produce la inducción floral, por lo que un déficit de agua durante la formación de las yemas florales resulta muy perjudicial.		
	Etapas críticas para manejo del riego: brotación-cuaja y crecimiento a madurez de fruto	Etapas criticas manejo del riego: Brotación (yema hinchada – alargamiento de laterales); Desarrollo reproductivo (inicio de floración a madurez del fruto)	Floración a crecimiento y madurez de frutos

3. Monitoreo del riego

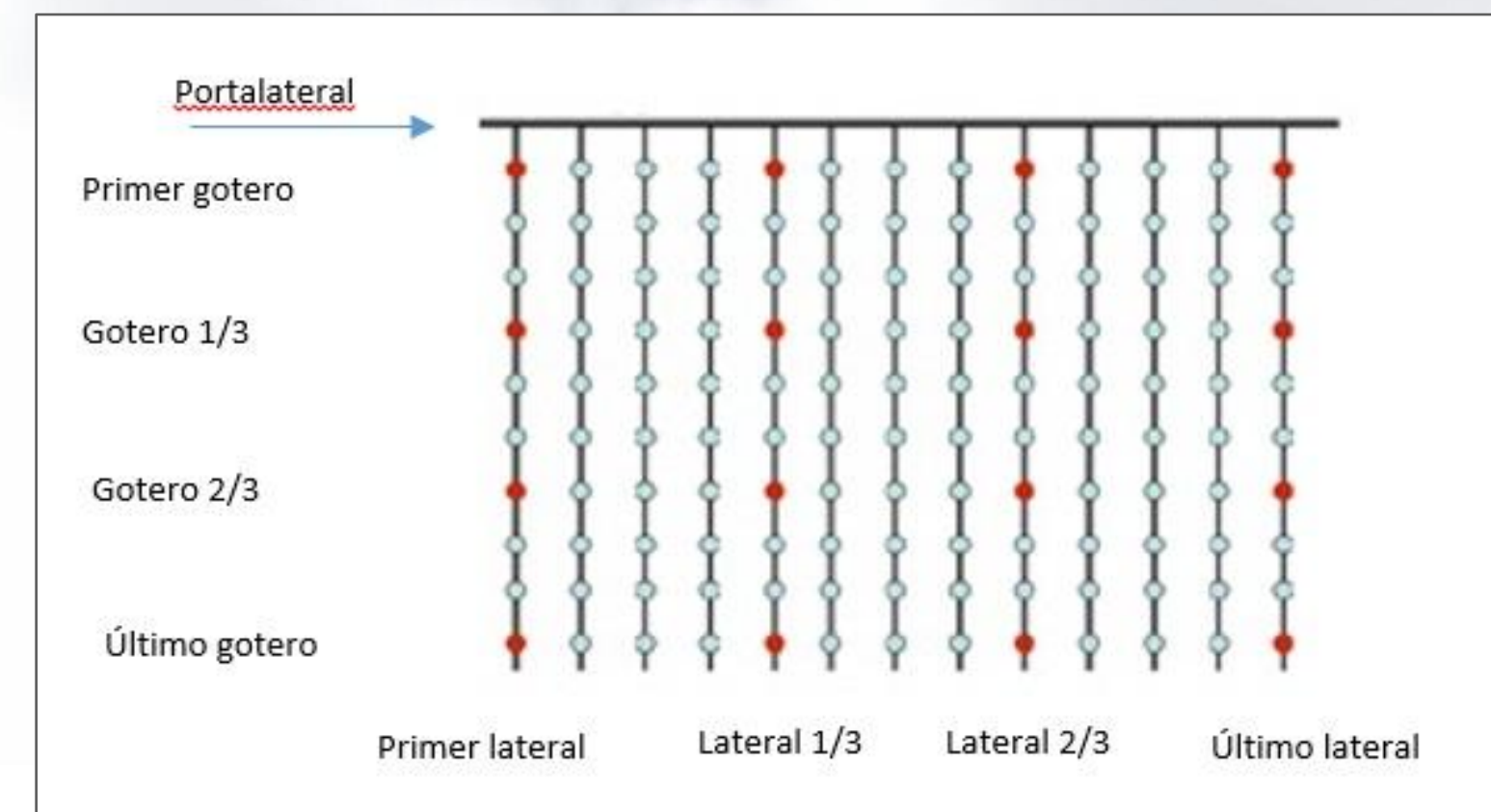
FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO DE RIEGO

Control de presión de operación en los emisores de riego

- Chequeo de presión de funcionamiento en laterales de riego (entrada y salida),
- Valores referenciales de presión son 1 bar para riego por goteo, 1.5 para microaspersión y de 0.5 a 0.7 bar para cintas. El valor depende del tipo de emisor que se seleccione y de las recomendación de presión de operación del fabricante. (dato de diseño).
- Este control debe realizarse por lo menos una vez al mes.
- Si los emisores son convencionales y existe sobrepresión en las laterales, se está aplicando más agua que la calculada teóricamente. Por el contrario, si la presión está por debajo de la presión normal de funcionamiento, se está regando menos que los cálculos teóricos y por lo tanto se está entregando a las plantas menos agua de la que neces



Control de caudal operación de los emisores de riego



Coeficiente de uniformidad de caudal

$$CU (\%) = \frac{q_{25\%}}{q_a} \times 100$$

$q_{25\%}$ = Promedio de los 4 emisores de menor caudal
 q_a = promedio de todos los emisores



Funcionamiento	Coeficiente de Uniformidad de Caudales (CUC) (%)
Excelente	> 90 %
Buena	80-90%
Aceptable	70-80%
No se acepta	< 70%



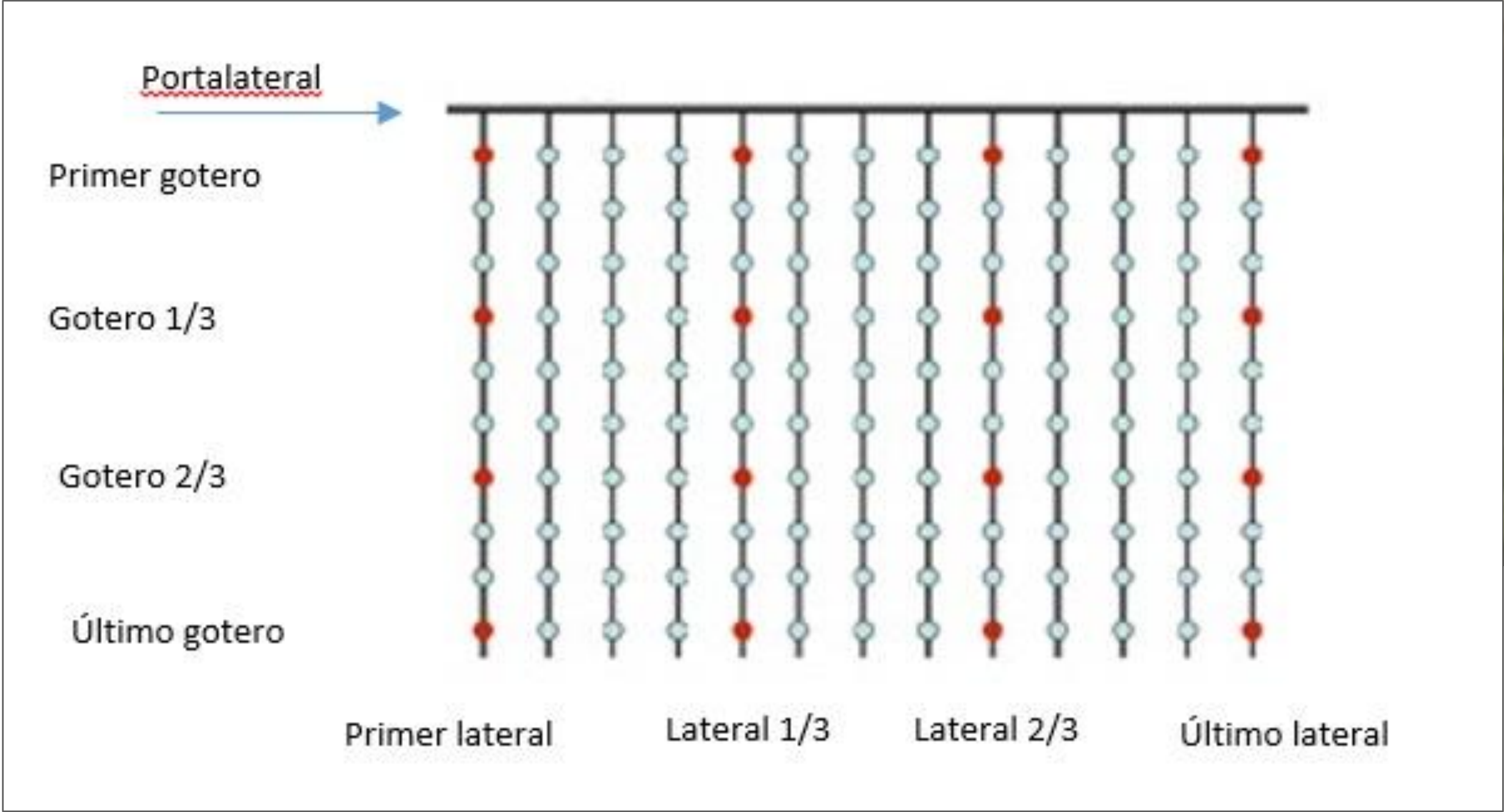
Registro de campo

	Hileras			
	Inicial	1/3	2/3	Final
Inicio Lat	4,92	4,2	3,72	4,2
1/3 Lat	4,32	4,44	4,2	4,2
2/3 Lat	4,68	4,32	4,44	4,2
Final Lat	4,44	4,44	4,44	4,32

4,92
4,68
4,44
4,44
4,44
4,44
4,44
4,44
4,32
4,32
4,32
4,2
4,2
4,2
4,2
4,2
3,72

Q promedio 25% más bajo ($Q_{25\%}$)=	4,1
Q promedio de todos los emisores (Q_m) =	4,3
CUC (%) = $(Q_{25\%} / Q_m) * 100$ =	94,0

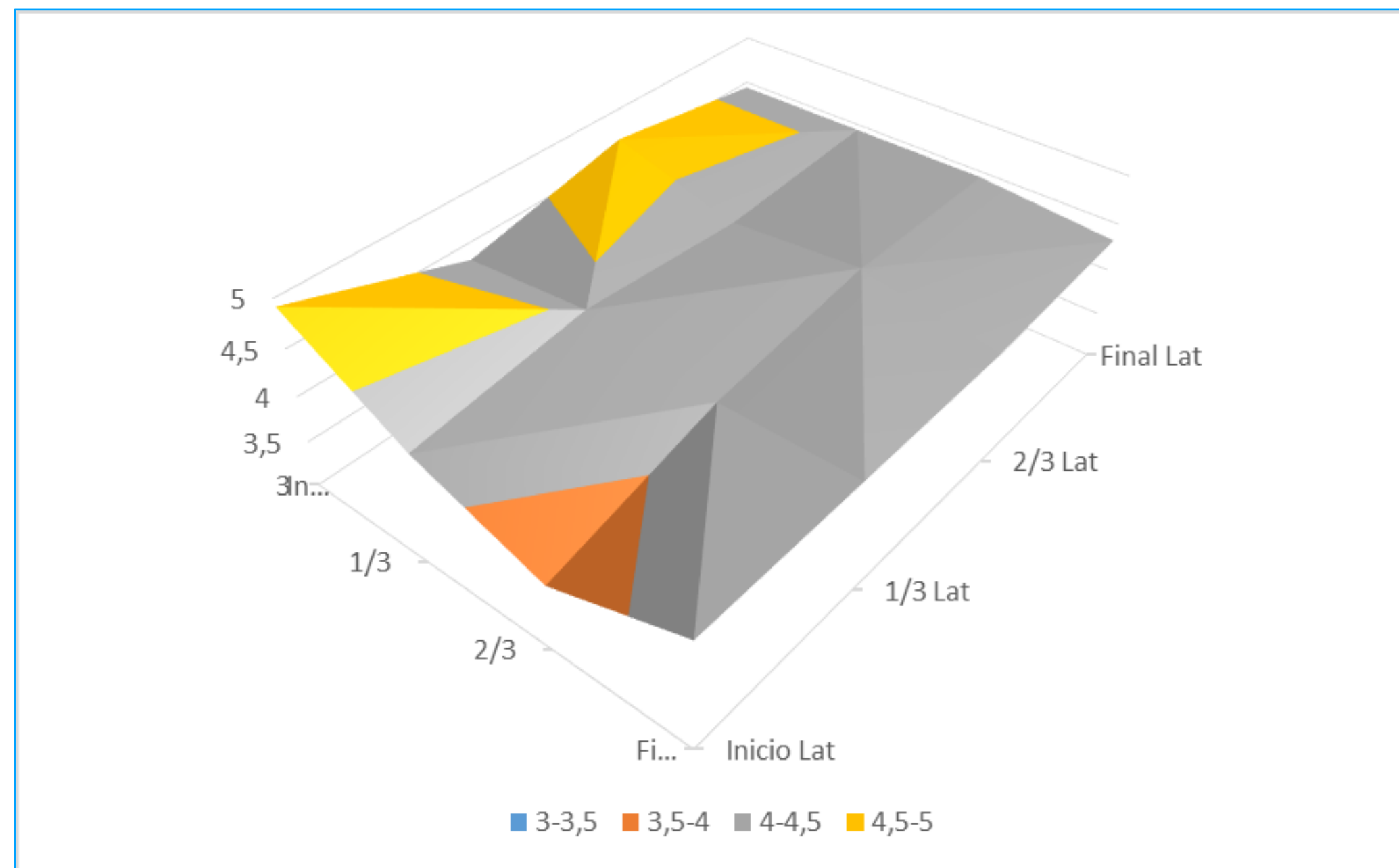
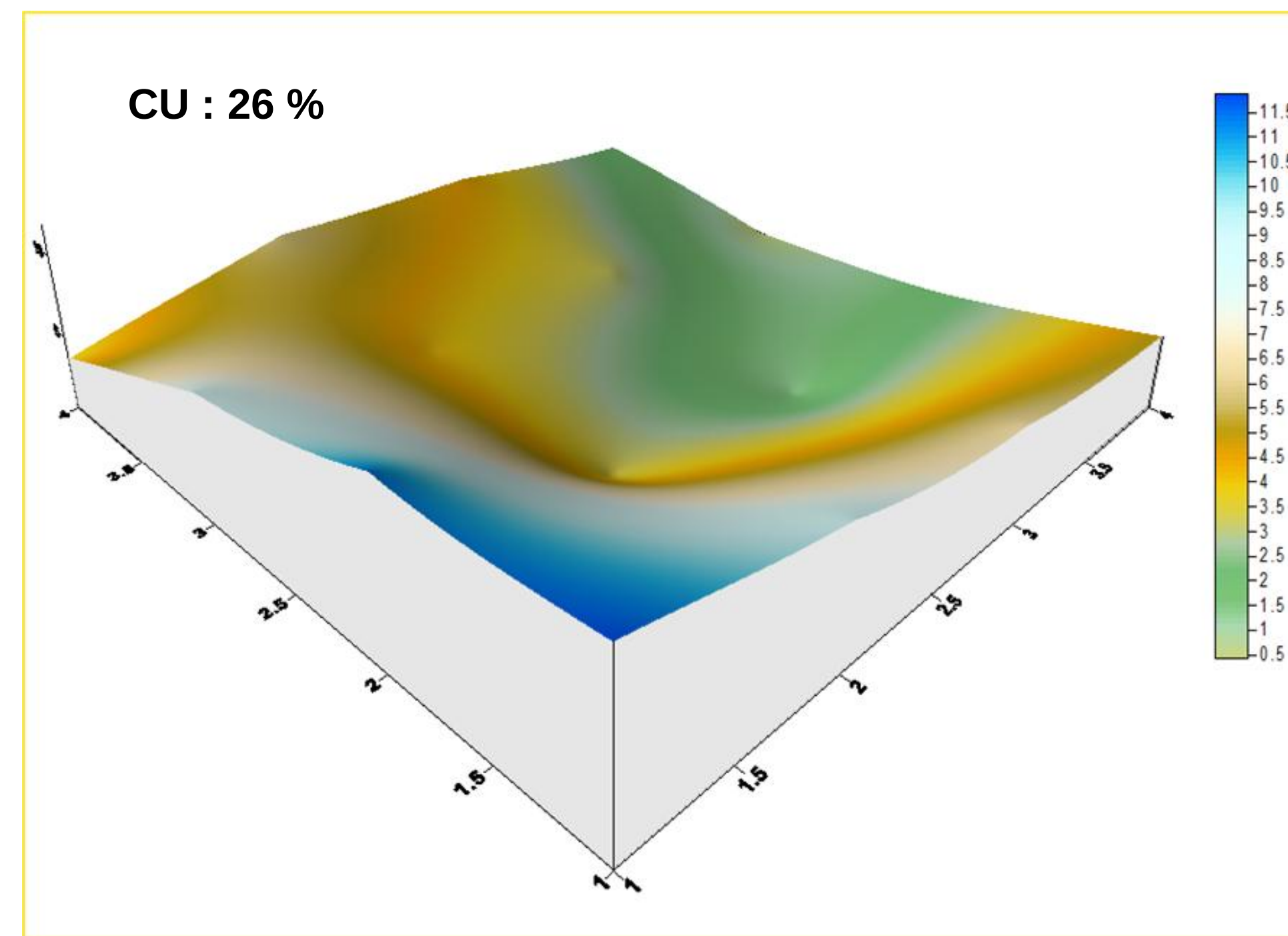
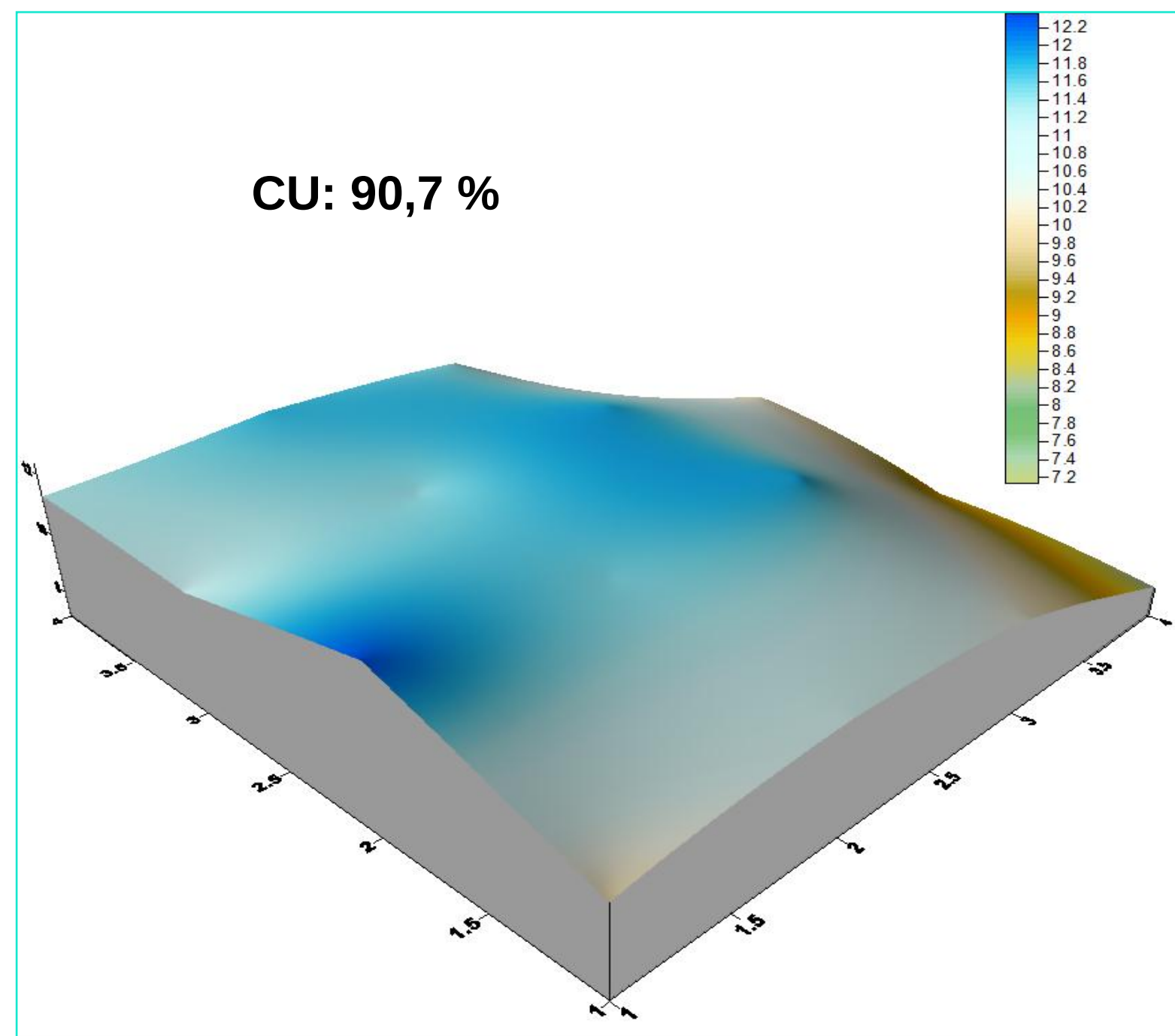
Coeficiente de uniformidad de caudal



Funcionamiento	Coeficiente de Uniformidad de Caudales (CUC) (%)
Excelente	> 90 %
Buena	80-90%
Aceptable	70-80%
No se acepta	< 70%

$$CU (\%) = \frac{q_{25\%}}{q_a} \times 100$$





Causas Pérdida de Uniformidad

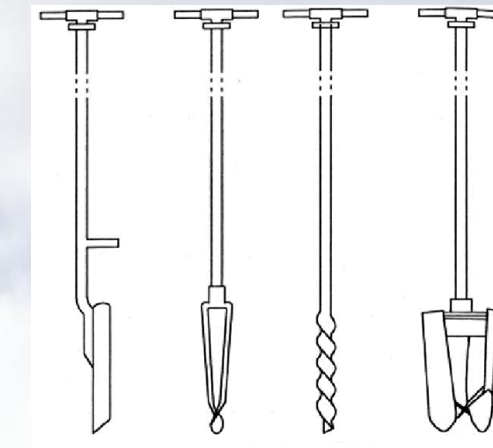
- Deficiencias en la operación y mantenimiento del sistema
 - Emisores obturados
 - Modificaciones del sistema
 - Diseño Hidráulico inadecuado

Monitoreo de humedad del perfil de suelo

Permite conocer el comportamiento de los bulbos de riego, estimar la distribución de la humedad y determinar si el riego es excesivo o deficitario.

Estimación cualitativa

- ✓ Uso de barreno y calicatas,
- ✓ Humedad al tacto
- ✓ Calicatas: **profundidad de raíces**, estratas, pedregosidad, etc.



Evaluación de perfil de suelo; profundidad de humedecimiento y tiempo de riego; estado de raíces; profundidad efectiva, etc.

Humedad y **distribución de raíces**

Asegurar que el agua vaya en cantidad y de forma adecuada, directamente a la zona de raíces, lo que disminuye pérdidas por percolación profunda, la necesidad de utilizar más agua de la necesaria y la evaporación de agua en superficie.

Muestreo con barreno a la profundidad donde se encuentre la mayor concentración de raíces, para ver la distribución de agua dentro del bulbo húmedo.

Es recomendable realizar calicatas amplias, que permitan tener una visualización completa del suelo, de la humedad y del desarrollo de las raíces. De esta forma se puede comprobar el volumen de suelo que se moja, la distribución de la humedad y su relación con las raíces.

Esta evaluación de contenido de humedad permite ajustar los tiempos de riego que se obtienen de la programación y decidir respecto a la frecuencia de aplicación del riego.

	Arándano	Frambuesa	Frutilla
Raíz	Sistema radicular compuesto por numerosas raíces, en su mayoría superficiales, generalmente fibrosas, finas y carentes de pelos absorbentes.	Presentan numerosas raíces delgadas y superficiales (30 cm del perfil de suelo), que nacen desde la corona y de crecimiento preferentemente lateral, lo que favorece su rápida respuesta al riego.	Sistema radicular fasciculado, compuesto por raíces (con cambium vascular suberoso) y raicillas de color claro y corto periodo de vida (de algunos días o semanas).
	Aproximadamente el 80% de las raíces se ubica en los primeros 50 cm del perfil de suelo.		Estas raicillas sufren un proceso de renovación fisiológico, aunque influenciado por factores ambientales, patógenos de suelo, etc.
	La zona de mayor absorción de agua (profundidad de raíces efectiva) se encuentra generalmente en los primeros 25 a 30 cm del perfil.		La profundidad de raíces no sobrepasa los 40 cm, la mayor parte (90%) en los primeros 25 cm.



Guía para estimar la humedad del suelo al tacto

(entre 0 y 100% de humedad aprovechable)



Humedad remanente del suelo	Palpamiento o apariencia del suelo y deficiencia de humedad			
	Arenoso	Franco Arenoso	Franco – Franco Limoso	Franco Arcilloso a Arcilloso
0 a 25 por ciento	Seca, suelta, grano uniforme, fluye entre los dedos.	Seca, suelta, fluye entre los dedos.	Seca, polvosa, en ocasiones ligeramente costrosa pero es fácil reducirla a polvo.	Dura, desecada, agrietada, en ocasiones con migajones sueltos a flor de superficie
25 a 50 por ciento	Parece seca, pero no se forma bola con la presión. ¹	Parece seca, no se forma bola. ¹	Tiende a desmoronarse pero se mantiene compacta con la presión.	Algo moldeable, forma la bola bajo presión. ¹
50 a 75 por ciento	Parece seca, pero no se forma bola con la presión	Tiende a formar bola con la presión, pero rara vez se mantiene compacta.	Forma bola un tanto plástica y en ocasiones puede aliarse ligeramente con la presión.	Forma bola; brota entre los dedos al apretar
75 por ciento hasta capacidad máxima (100 por ciento)	Tiende ligeramente a aglutinarse. En ocasiones forma bajo presión una bola de poca consistencia.	Forma bola de poca consistencia, se desmenuza fácilmente y nunca queda lisa.	Forma bola y es muy moldeable; Fácilmente se alisa siempre que tenga un porcentaje elevado de arcilla.	Brota fácilmente entre los dedos; parece aceitosa al tacto.
A capacidad máxima (100 por ciento)	Al comprimir, no afloran gotas de agua en la superficie de la muestra pero sí queda en la mano el contorno húmedo de la bola.	Al comprimir, no brotan gotas de agua en la superficie de la muestra pero sí queda en la mano el contorno húmedo de la bola.	Al comprimir, no brotan gotas de agua en la superficie de la muestra pero sí queda en la mano el contorno húmedo de la bola.	Al comprimir, no afloran gotas de agua en la superficie de la muestra pero sí queda en la mano el contorno húmedo de la bola.

Determinaciones cuantitativas

- ✓ Contenido de humedad volumétrico
- ✓ Contenido de humedad gravimétrico
- ✓ Curva de retención de humedad del suelo
- ✓ Determinación de potencial mátrico

Tensiómetros Suelos franco arenoso



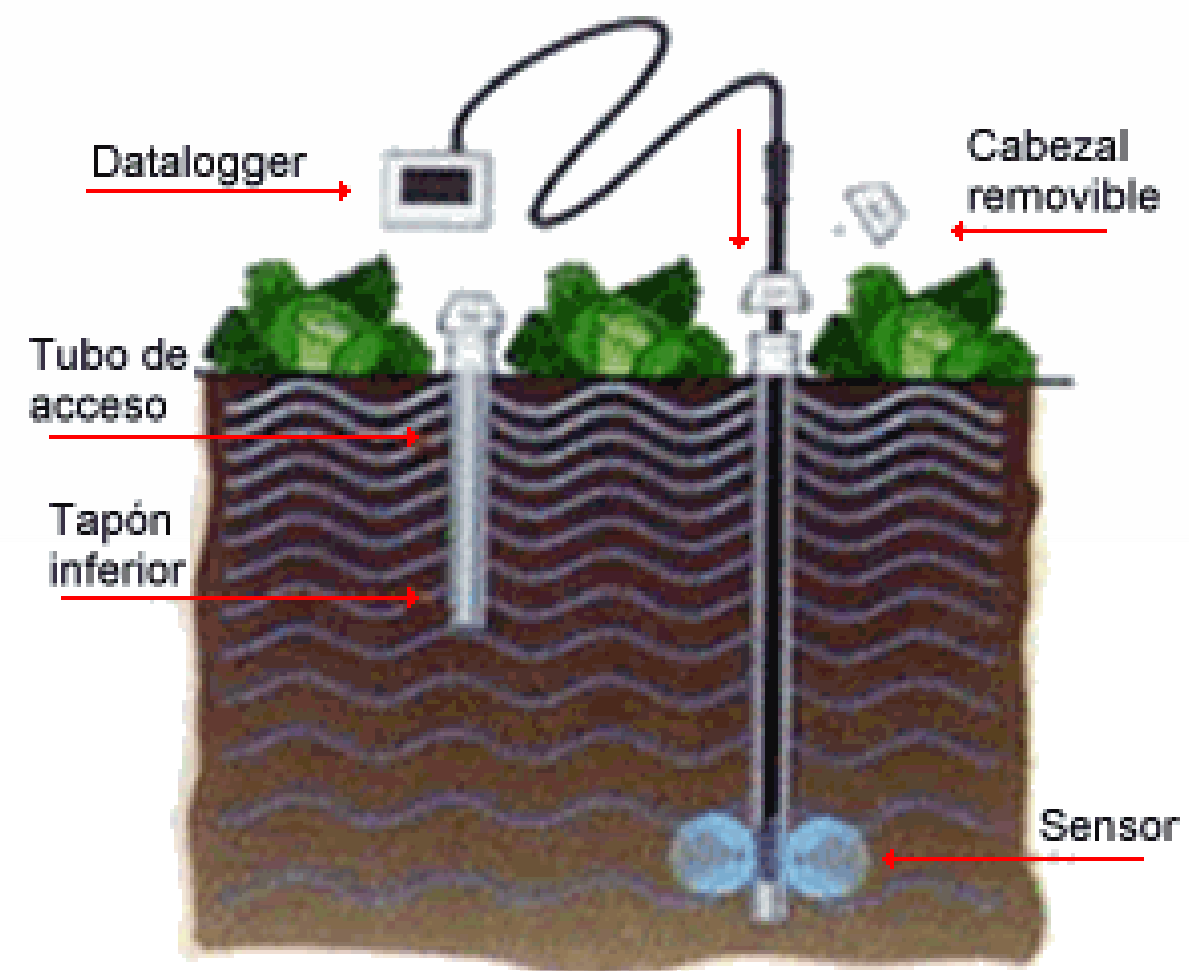
Mayor sensibilidad y exactitud en
rango de baja tensión (de 0 a 40
cb)

Watermark suelos franco arcilloso



Sondas capacitivas o FDR

Basan sus mediciones en la constante dieléctrica del suelo



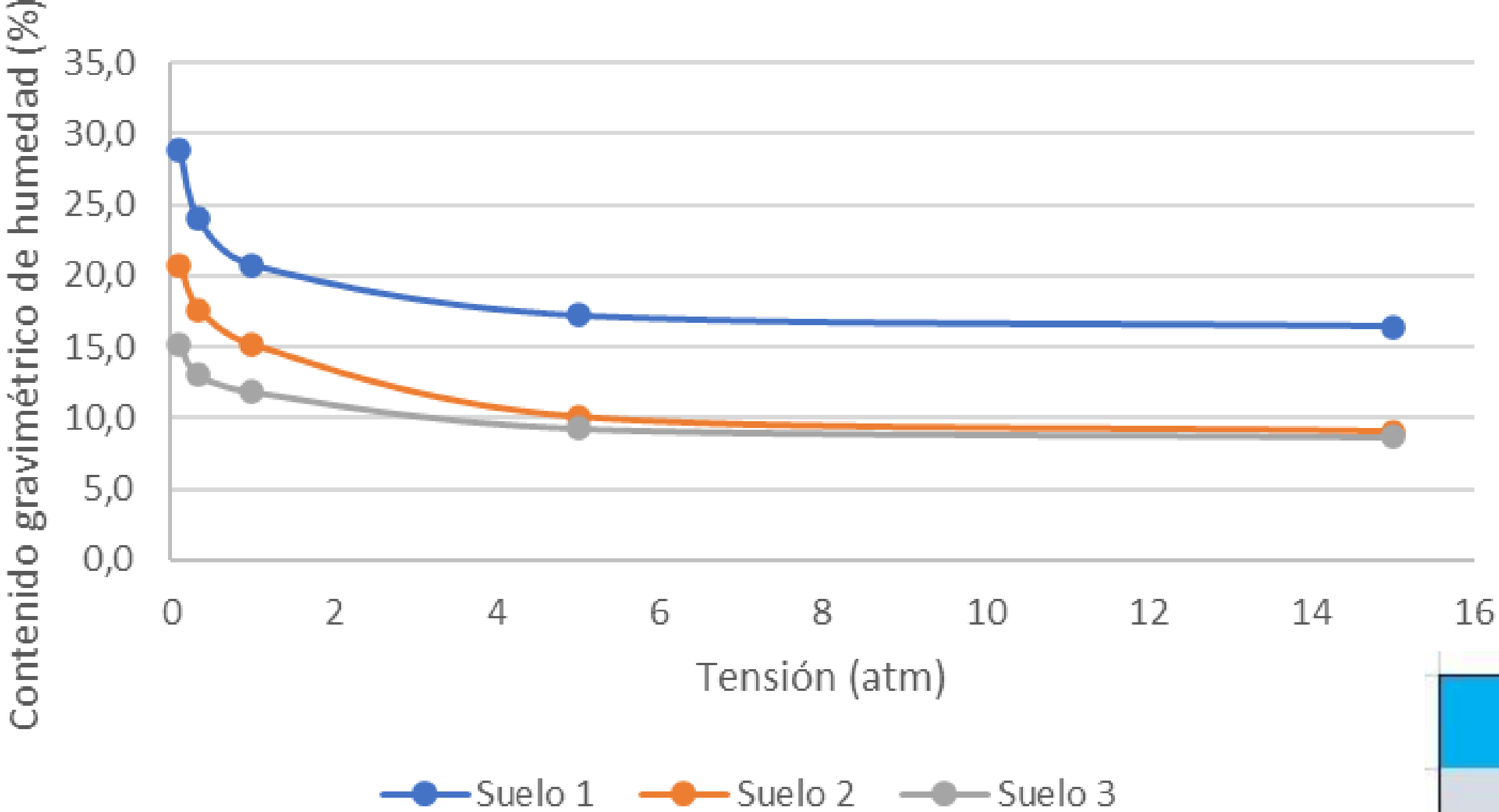
Sondas TDR



Sonda portable de humedad de suelo

- Medición de humedad por sistema TDR (Time Domain Ref) para amplia gama de suelos
- Sondas variables de acuerdo a la profundidad que desee medir (Entre 7.5, 12 y 20 cm)
- Display LCD para visualización de datos de 2 formas: % de Contenido volumétrico de agua y Contenido relativo de agua (Para administrar riego)

Curva de retención de humedad



	0,1 atm	0,33 atm	1 atm	5 atm	15 atm	Ret. Hum.	AFU (0,33 a 1 atm)
Suelo 1	28,9	24,1	20,8	17,2	16,5	7,6	3,3
Suelo 2	20,8	17,7	15,1	10,1	9,0	8,7	2,6
Suelo 3	15,2	13,0	11,9	9,3	8,7	4,3	1,1



Agua útil

Agua fácilmente utilizable

4. Manejo y mantención de sistemas de riego

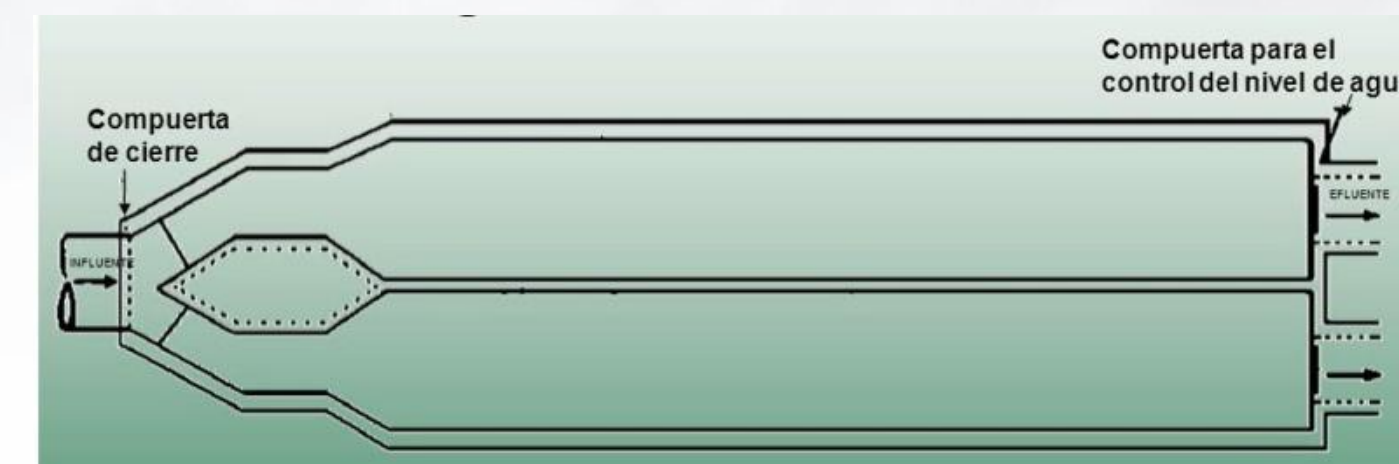
Cabezal de Riego

1. Unidad de impulsión de agua.



Ruidos extraños
Vibraciones
Presencia de goteras
Temperatura del motor

2. Unidad de filtrado.



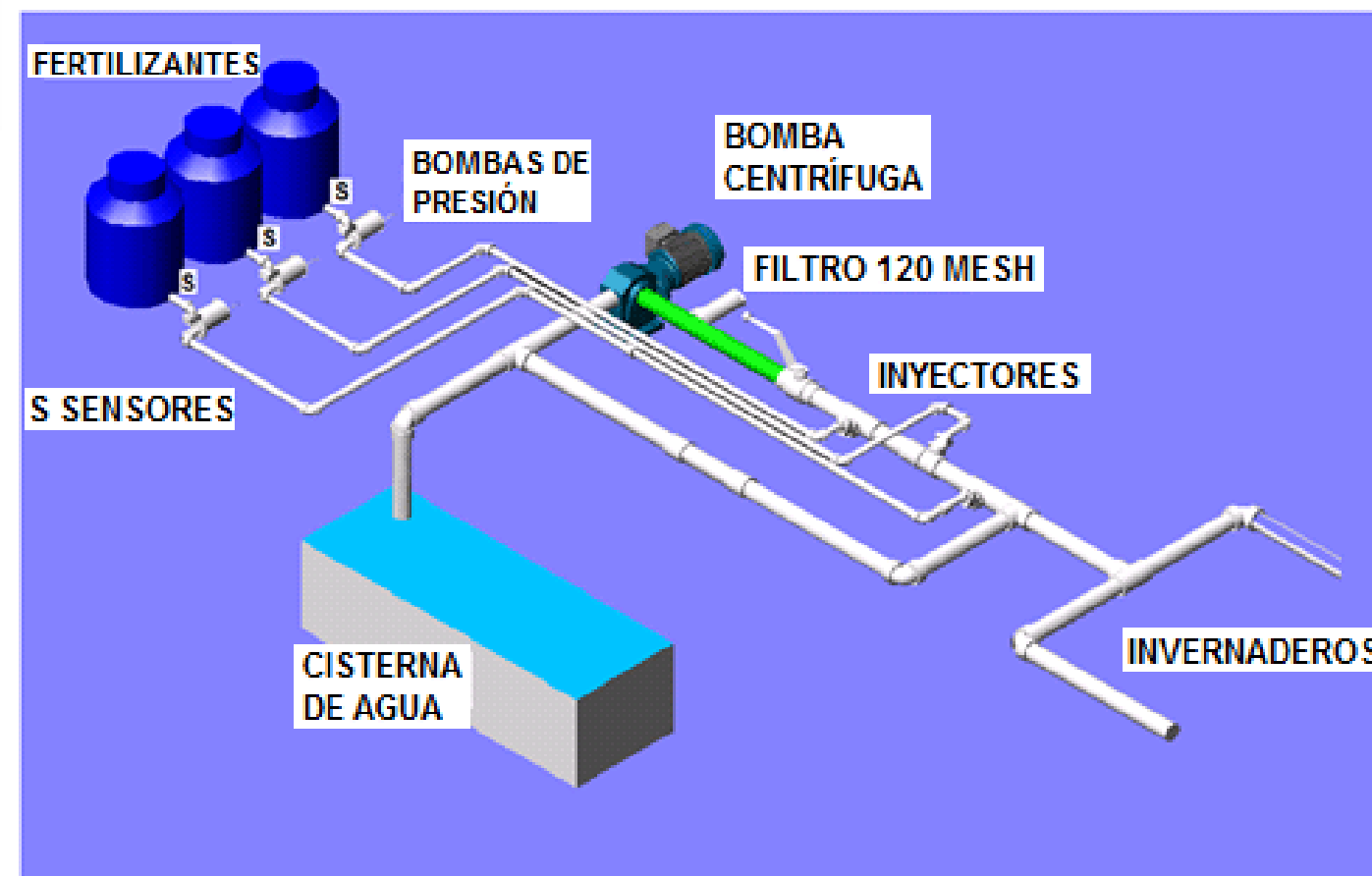
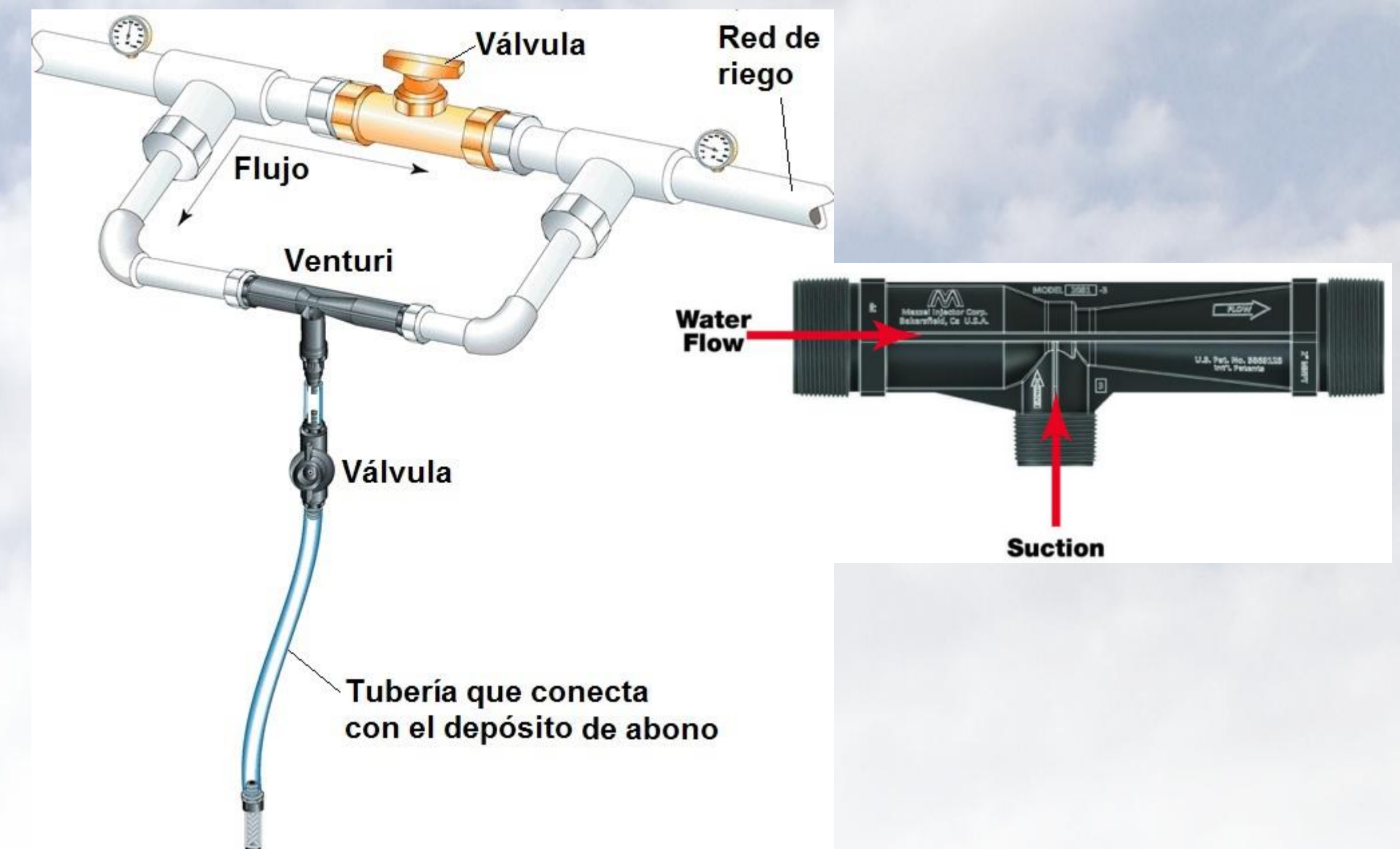
Cuando la limpieza de los filtros se debe efectuar más de dos veces por día, es necesario tomar algunas medidas para disminuir el tiempo de detención del equipo.

Algunas medidas son:

- **Chequeo permanente del estado de limpieza de filtros (inspección de manómetros e inspección visual)**
- **Diferencia de presión entre entrada y salida de filtros no mayor a 5 mca**
 - **Aumentar el área filtrante del sistema. Esto se consigue colocando más unidades en paralelo.**
 - **Construir un desarenador para eliminar partículas del tamaño de arena fina o superior.**

- **Instalar un hidrociclón previo a la entrada del agua a los filtros.**
- **Mantener limpio (libre de vegetación acuática) el estanque acumulador. La vegetación genera partículas orgánicas de pequeño diámetro que obstruyen fácilmente los filtros.**

3. Unidad de fertilización.



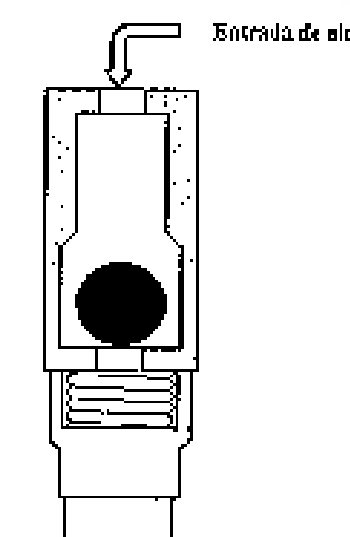
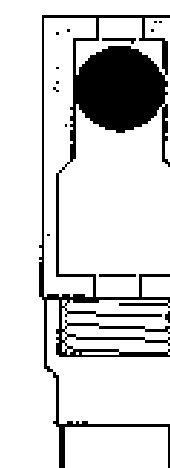
Atención:

- Tipo de bomba
- Anclaje
- Ubicación de la succión en el estanque

- Usar fertilizantes solubles (mejor si son líquidos)
- Dejar al menos unos 10 cm de concho en el estanque sin succionar
 - Cuidar la compatibilidad de las mezclas de fertilizantes
- Realizar análisis de calidad de agua al menos una vez al año

4. Elementos de programación y control de flujo.

Chequeo de presión, inspeccionar tubería de conducción, tubería de distribución, válvulas y cintas de riego para detectar problemas como fugas, obstrucción o algún otro problema.





Limpieza de terciarias y laterales

Abrir extremo terciarias y laterales para eliminar sedimentos acumulados en el sistema

**Terciaria: lavar mínimo 2 veces por mes.
Laterales: mínimo una vez cada 20 días.**



5. Calidad de agua

Obstrucción	Unidades	Sin problema	Problema creciente	Problema grave
Física: Sólidos en suspensión	mg/l	< 50	50-100	>100
Química: pH		< 7,0	7,0 – 8,0	>8,0
Sólidos en disolución	mg/l	< 500	500 – 2000	> 2000
Bicarbonato	me/l	< 2	2-3	> 3
Biológica: Población bacterias	Núm/ml	< 10.000	10.000 – 50.000	> 50.000



6. Formación de capital humano en agricultores

Se requiere invertir en mayor capacitación profesional de los agricultores que permita modernizar el sector agrícola

De esta forma se contribuye a su inserción productiva, al desarrollo social y económico y se favorece la conservación y el uso sostenible de los recursos naturales, además de frenar el éxodo rural

Potenciar el capital humano de los agricultores es vital para asegurar la sustentabilidad de los sistemas productivos agropecuarios y para romper el círculo de la pobreza rural



Formación de capital humano

Extensionistas para la era digital

Nuevo escenario a raíz de Covid 19

- Era digital abre nuevas oportunidades en el uso de internet, computadores, dispositivos, aplicaciones, chats, foros virtuales y otros medios de comunicación para el fortalecimiento de las capacidades de los prestadores de servicios de extensión rural.
- Se genera una especie de cultura digital que requiere otro tipo de inversiones y presenta ventajas relacionadas con mayor acceso a la información en tiempo casi que inmediato y con mayor cobertura de personas.
- Acceso a medios de alta tecnología, como imágenes satelitales, manejo de bases de datos, aplicaciones de SIG orientadas a manejo de recurso hídricos, agricultura de precisión, riego de precisión, entre otros, herramientas de relativo fácil acceso si se cuenta con la capacitación o formación adecuada.

Desafío de capacitación y actualización permanente de capacidades de extensionistas en materia digital, para ofrecer un mejor servicio a los productores y acompañarlos en el tránsito hacia el desarrollo.