



RIEGO POR GOTEO SUBTERRÁNEO (SDI) EN EL CULTIVO DE ALFALFA

Osman Santizo

FECHA: 27/05/2021



AGENDA

- Introducción
- Eficiencia en el uso del agua
- ¿Qué buscamos con el riego por goteo (SDI)?
- Ventajas de tener un sistema de riego (SDI)
- Mangueras recomendadas para goteo enterrado
- Gotero autocompensado y no autocompensados
- Preparación de suelo
- La determinación de la demanda de agua
- La capacidad de riego del equipo
- Ejemplo de un plan de riego
- Mantenimiento del sistema de riego
- Sistema de monitoreo en tiempo real

INTRODUCCIÓN

- La agricultura consume el 70% del agua
- La mayoría de los sistemas de riego son ineficientes, perdiendo un estimado del 40% al 60% del agua



EFICIENCIA EN EL USO DEL AGUA

Método de riego	Eficiencia en la aplicación	Para aplicar 5 mm o 50 m ³ /ha
Riego por gravedad	60%	$5/0.6 = 8.33$ mm
Riego por aspersión	75%	$5/0.75 = 6.67$ mm
Riego por goteo	90%- 98%	$5/0.95 = 5.26$ mm

¿QUÉ BUSCAMOS Y LOGRAMOS CON EL RIEGO POR GOTEO SUBTERRÁNEO (SDI)?

- Germinación y desarrollo uniforme del cultivo
- Buenas condiciones para el corte
- Rápido crecimiento después de cada corte
- Ahorrar agua, fertilizantes, energía, herbicidas y mano de obra
- Altos rendimientos y de alta calidad

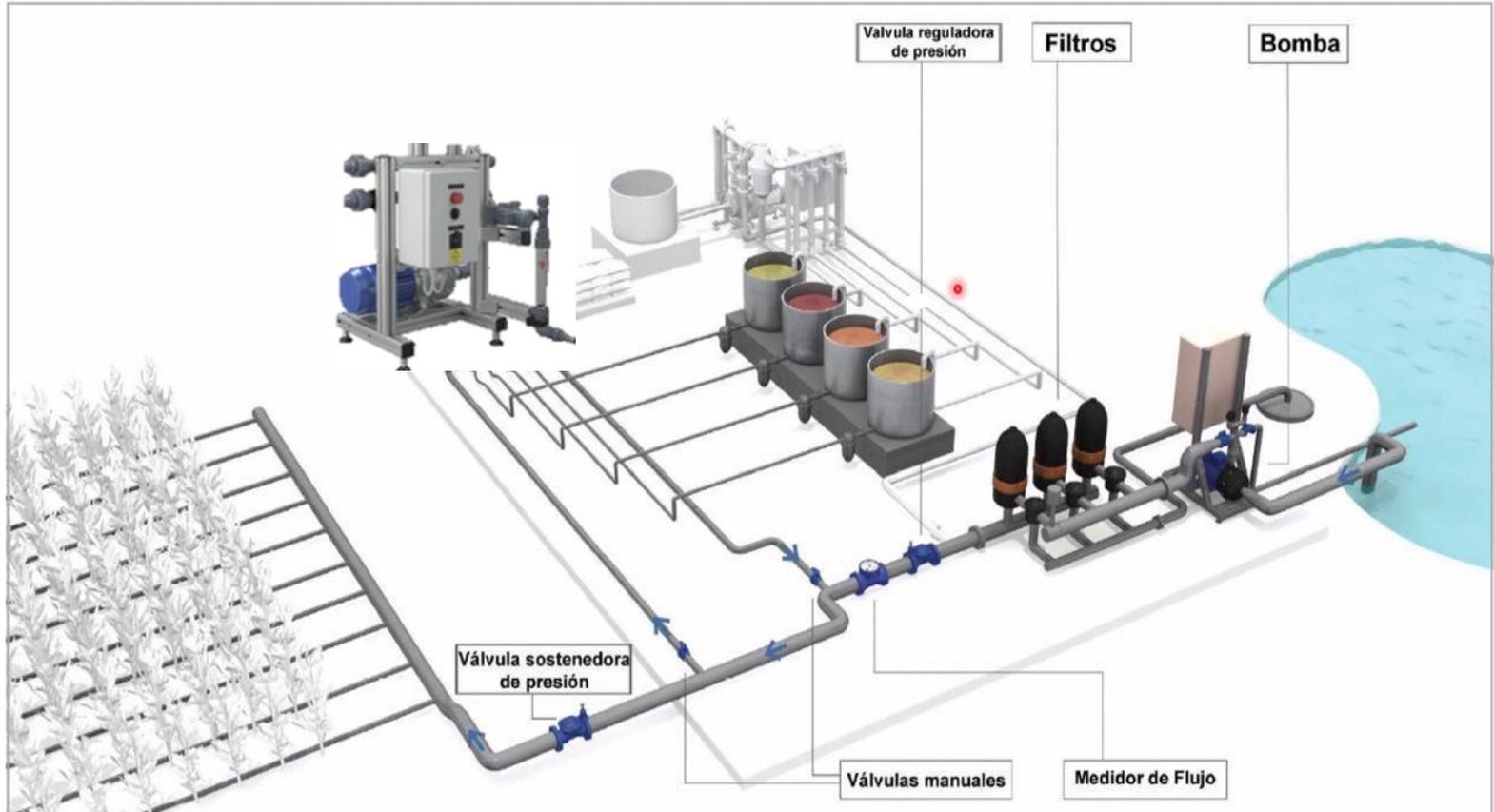


VENTAJAS DE TENER UN SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO SUBTERRANEO

- Permitir la entrada frecuente de maquinaria
- Seguir regando hasta 5 días antes del corte y renovar el riego 1 día después del corte
- Reducir el desarrollo de la maleza que compite con el cultivo
- Minimizar la pérdida de agua por evaporación y como resultado reducir el consumo de agua



INSTALACIÓN TÍPICA



TECNOLOGÍA DE FILTRACIÓN

Hidrociclón



Filtro de arena NC



Filtro de discos



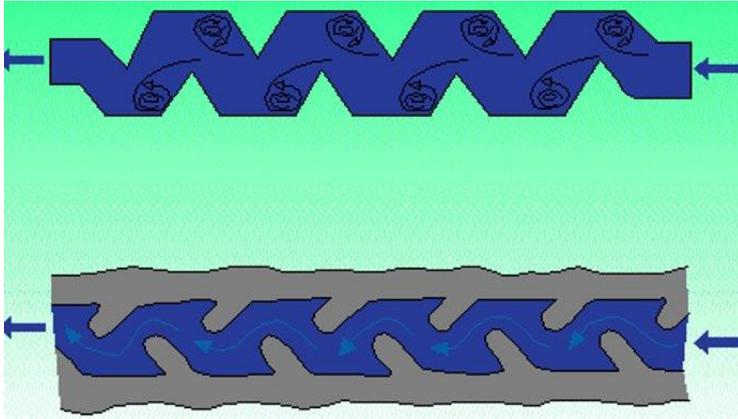
Netafim™ ofrece todos los requisitos (tecnologías) de filtración para garantizar la mejor protección para los sistemas de riego, para todos los tipos de aguas

LINEAS DE GOTEO RECOMENDADAS PARA INSTALACIÓN SUBTERRÁNEA (GOTEO ENTERRADO)

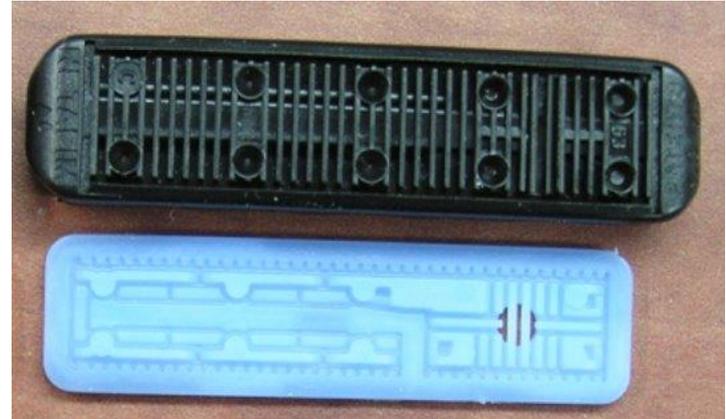


TECNOLOGIA TURBONET

Dientes agudos alta turbulencia

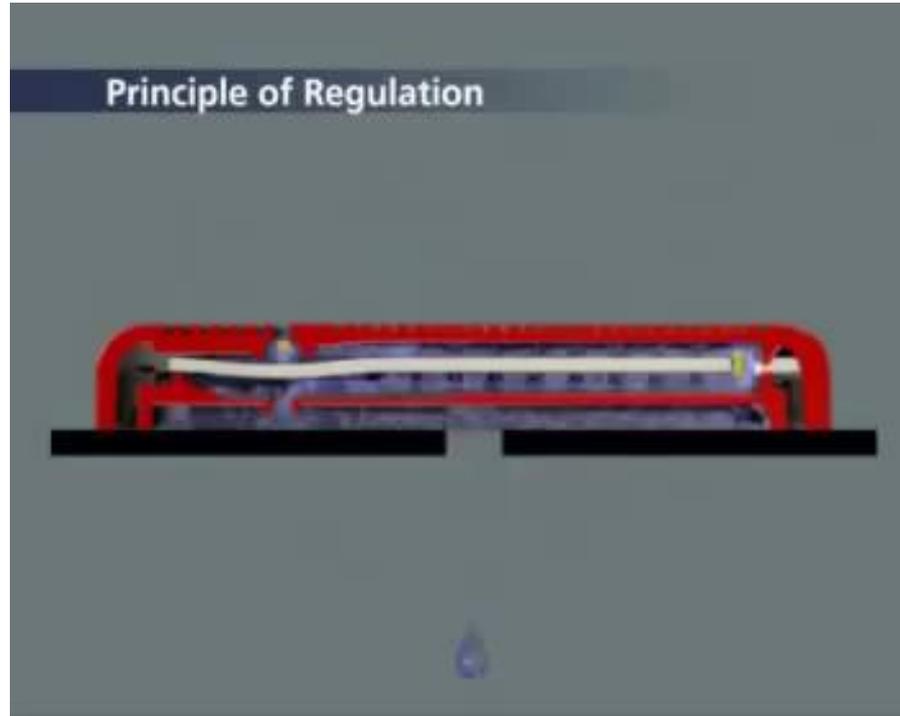


Cinta típica dientes redondeados
flujo laminar



Mayor filtración en goteros

VIDEO DE GOTERO AUTOCOMPENSADO



DISTRIBUCIÓN DEL CAUDAL DE UN GOTERO AUTOCOMPENSADO CON UN CAUDAL DE 1.6 L/H



176 m

120 m

	0	16	32	48	64	80	96	112	128	144	160	176
0	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60
10	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60
20	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60
30	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60
40	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60
50	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60
60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60
70	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60
80	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60
90	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60
100	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60
110	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60
120	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60

DISTRIBUCIÓN DEL CAUDAL DE UN GOTERO NO AUTOCOMPENSADO CON UN CAUDAL DE 1.6 L/H

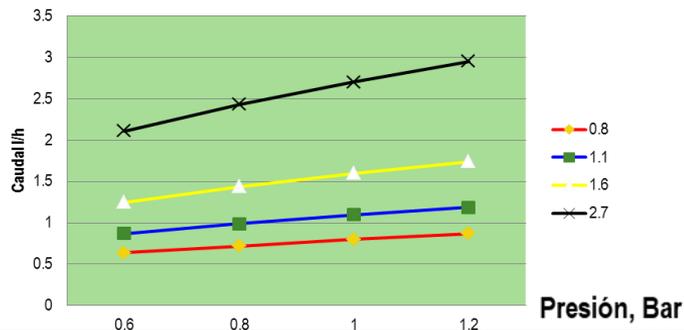


176 m →

120 m ↓

	0	16	32	48	64	80	96	112	128	144	160	176
0	1.75	1.72	1.72	1.70	1.69	1.68	1.67	1.66	1.65	1.65	1.65	1.65
10	1.71	1.69	1.68	1.66	1.66	1.64	1.64	1.62	1.62	1.61	1.61	1.61
20	1.67	1.66	1.64	1.63	1.62	1.61	1.60	1.59	1.58	1.58	1.58	1.58
30	1.65	1.63	1.61	1.60	1.59	1.58	1.57	1.56	1.56	1.55	1.55	1.55
40	1.62	1.61	1.59	1.58	1.57	1.56	1.55	1.54	1.54	1.53	1.53	1.53
50	1.60	1.59	1.57	1.56	1.55	1.54	1.53	1.52	1.52	1.51	1.51	1.51
60	1.59	1.57	1.56	1.55	1.54	1.53	1.52	1.51	1.50	1.50	1.50	1.50
70	1.58	1.56	1.55	1.54	1.53	1.52	1.51	1.50	1.49	1.49	1.49	1.49
80	1.57	1.56	1.54	1.53	1.52	1.51	1.50	1.49	1.49	1.48	1.48	1.48
90	1.57	1.55	1.54	1.52	1.52	1.51	1.50	1.49	1.48	1.48	1.48	1.48
100	1.56	1.55	1.53	1.52	1.51	1.51	1.49	1.48	1.48	1.48	1.47	1.47
110	1.56	1.55	1.53	1.52	1.51	1.50	1.49	1.48	1.48	1.47	1.47	1.47
120	1.56	1.55	1.53	1.52	1.51	1.50	1.49	1.48	1.48	1.47	1.47	1.47

PRESION Y CAUDAL



PREPARACIÓN DE SUELO

- Subsuelo
- Barbecho cruzado
- Rastreo
- Nivelación

Esta preparación es importante para asegurar buena expansión horizontal del agua y buena penetración radicular



IMPLEMENTO PARA LA INYECCIÓN DE LA LINEA DE GOTEO

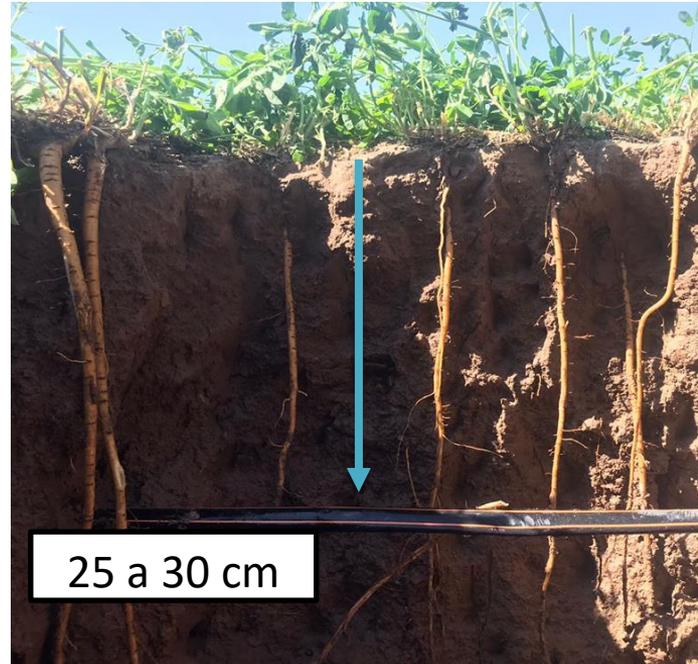
Se requiere un implemento adecuado para la inyección de la manguera y un tractor adecuado 30 HP por cada timón y usar GPS.



PROFUNDIDAD DE LA LINEA DE GOTEO

-PRIMERO CONOCER LA RAIZ DE LA ALFALFA

- Al ser un cultivo de raíz pivotante y profunda, tenemos que asegurar buena humedad en esta capa de suelo
- Para asegurar que la maquinaria no rompa la manguera



ESPACIAMIENTO ENTRE LINEAS DE GOTEO

- Normalmente se maneja de 70 a 80 cm entre mangueras
- Espaciamiento entre goteros 30 - 40 según el tipo de suelo
- Flujo del gotero 1l /h



EL ESPACIAMIENTO Y EL CAUDAL DEL GOTERO SEGÚN LA TEXTURA DEL SUELO



EJEMPLO : ALFALFA CAUDAL DEL GOTERO	PESADO 1.1 L/H	MEDIANO 1.1 L/H	LIVIANO 1.1 L/H
ESPACIAMIENTO ENTRE MANGUERAS	0.8-1.0 M	0.8 M	0.6-0.7 M
ESPACIAMIENTO ENTRE GOTEROS	0.4-0.5 M	0.4 M	0.3 M
PROFUNDIDAD DE ENTERRADO	0.3-0.4 M	0.3M	0.2 M

SIEMBRA

- Usar semilla certificada
- Profundidad de siembra 2 a 3 veces el tamaño de la semilla
- 45 a 50 kg de semilla pelotizada por hectárea
- Fecha de siembra Octubre a Diciembre



RIEGO DE GERMINACIÓN

Para asegurar una germinación uniforme, se requiere germinar con un sistema de riego alternativo, que puede ser inundación o aspersión.



INDICACIONES PARA EVITAR EL APLASTAMIENTO DE LAS LINEAS DE GOTEO

- En paralelo al riego rodado, regar también con el goteo enterrado
- De esta forma se asegura mantener el espacio necesario para un inflado completo de la manguera en el futuro
- Las raíces buscan agua dentro del gotero



DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA DE AGUA

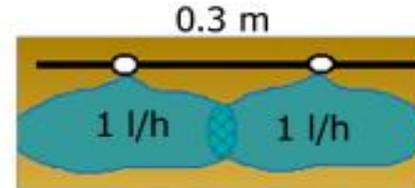
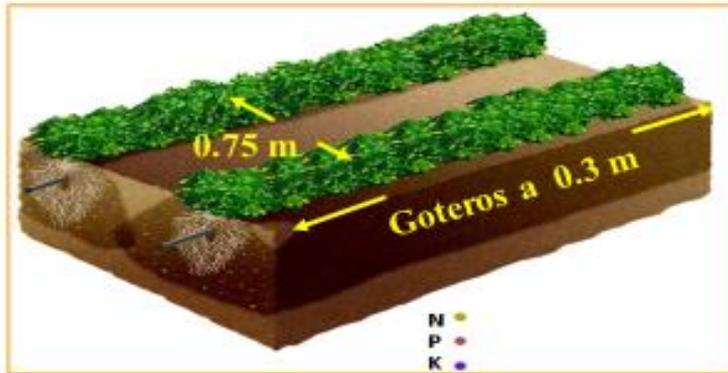


LA CAPACIDAD DE RIEGO DEL EQUIPO

Flujo real del gotero 1L/h x No. mangueras por surco

Distancia entre goteros (m) x Distancia entre mangueras (m)

$$\frac{1 \text{ l/h} \times 1}{0.3 \text{ m} \times 0.75 \text{ m}} = 4.44 \text{ mm/h} \\ 44.4 \text{ m}^3/\text{ha/h}$$



EJEMPLO DE UN PLAN DE RIEGO

CAPACIDAD DE RIEGO

SISTEMA DE RIEGO		
Caudal gotero	1.0	l/h
Caudal gotero real	1.05	l/h
D. entre goteros	0.3	m
D. entre mangueras	0.75	m
Capacidad de riego	4.67	mm/h

DESARROLLO Y Kc	
Altura cm	Kc
0-10	0.30
11-20	0.5
21-30	0.7
31-40	0.9
>40	1.1

ETO- EVAPORACION

ETO ESTACION METEOROLOGICA			
Estacion	mm/mes	mm/dia	Dias/mes
Enero	105.9	3.3	31
febrero	135.9	4.7	28
Marzo	211.5	6.5	31
Abril	227.2	7.3	30
Mayo	253.6	7.9	31
Junio	239.4	7.7	30
Julio	208.4	6.5	31
Agosto	183.8	5.7	31
Septiembre	147.6	4.7	30
Octubre	137.1	4.2	31
Noviembre	114.8	3.7	30
Diciembre	92.9	2.9	31

EJEMPLO DE UN PLAN DE RIEGO

DIA			CORTE	ALTURA - KC		ET mm			
Dia	Fecha	Dias despues del corte	Corte	cm altura	kc	ET0	ETc	Riego ? Corte?	mm a regar
					0.00		0.00		
Domingo	28-03-21	1	cor	0	0.00	8.28	0.00	Corte	0.00
Lunes	29-03-21	2	0	7	0.30	8.68	2.60	Riego	56.04
Martes	30-03-21	3	0	10	0.30	4.24	1.27		0.00
Miercoles	31-03-21	4	0	12	0.50	6.55	3.28		0.00
Jueves	01-04-21	5	0	14	0.50	7.79	3.90		0.00
Viernes	02-04-21	6	0	17	0.50	5.43	2.72	Riego	38.00
Sabado	03-04-21	7	0	19	0.50	6.27	3.14		0.00
Domingo	04-04-21	8	0	21	0.70	6.65	4.66		0.00
Lunes	05-04-21	9	0	23	0.70	5.99	4.19		
Martes	06-04-21	10	0	26	0.70	5.56	3.89	Riego	34.02
Miercoles	07-04-21	11	0	29	0.70	6.35	4.45		
Jueves	08-04-21	12	0	31	0.90	8.61	7.75		
Viernes	09-04-21	13	0	35	0.90	5.69	5.12		
Sabado	10-04-21	14	0	38	0.90	7.21	6.49		
Domingo	11-04-21	15	0	40	0.90	7.03	6.33		
Lunes	12-04-21	16	0	43	1.10	6.32	6.95	Ultimo riego	29.00
Martes	13-04-21	17	0	45	1.10	7.18	7.90		
Miercoles	14-04-21	18	0	48	1.10	7.26	7.99		
Jueves	15-04-21	19	0	50	1.10	6.46	7.11		
Viernes	16-04-21	20	0	53	1.10	6.47	7.12		
Sabado	17-04-21	21	0	55	1.10	8.07	8.88		
Domingo	18-04-21	22	0	56	1.10	7.31	8.04	Corte	157.00
Lunes	19-04-21	23	0	58	1.10	5.69	6.26	Riego	57.00

FERTILIZACIÓN PARA CAMPO ABIERTO

- Cuando se utiliza Venturi o FertiOne, como es un solo canal de inyección, se deben tener por lo menos dos tanques para fertilizar
- En el primero se aplica un fertilizante, en el segundo se prepara la solución para aplicarlo después del primero
- El volumen de los tanques será de acuerdo al tamaño del proyecto y operaciones de riego



APERTURA Y CIERRE DEL RIEGO EN RELACIÓN AL CORTE



Con el riego por goteo se puede regar hasta 5 días antes del corte y volver a regar inmediatamente después del corte esto es lo ideal para agilizar el rebrote

RENDIMIENTO GOTEO (SDI) vs RODADO

VARIEDAD: ROYAL TEEN

Fertil Period (years)																Productividad	
																Factor Mejora	
Diferencial Prod.																37.3%	
Alfalfa / Op= 87.4Has - Productivity Chart (La Flor)																	
	29-Jan	19-Feb	28-Mar	22-Apr	15-May	4-Jun	24-Jun	13-Jul	6-Aug	28-Aug	24-Sep	22-Oct	23-Nov	20-Dec	Tot. Avg	Tot. Acum	
Hist. Ref. (Avg. Target)	1.91	1.11	2.18	1.85	1.87	1.95	1.34	2.13	0.70	0.35	1.17	1.78	1.48	1.46	1.67	1.50	21.03
Flood Ref. (Ton MS/Ha)	1.20	1.75	2.54	3.23	3.00	2.59	2.38	2.20	2.33	1.97	1.67	1.71	1.72	0.99	2.06	28.87	
Drip Sist. (Ton MS/Ha)	65.60	152.56	222.29	281.84	262.37	225.94	208.02	191.92	204.03	172.56	145.74	149.60	150.51	51.26	177.4	2484.2	
Tot. Ton. MS - Total																	
Alfalfa / Op= 87.4Has - Water Saving (La Flor)																	
	29-Jan	19-Feb	28-Mar	22-Apr	15-May	4-Jun	24-Jun	13-Jul	6-Aug	28-Aug	24-Sep	22-Oct	23-Nov	20-Dec	Tot. Avg	Tot. Acum	
Hist. Ref. (Avg. Target)	1600	1600	2200	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1646	21400	
Flood Ref. (M3/Ha)	1097	1727	1481	1066	1027	1003	1202	747	1085	949	1120	1145	1067	1030	1127	14648	
Drip Sist. (M3/Ha)	31.5%	21.5%	7.4%	33.4%	35.8%	37.3%	24.9%	53.3%	32.2%	40.7%	30.0%	28.4%	33.3%	35.6%	31.8%	31.6%	
Water Saving (%)																	

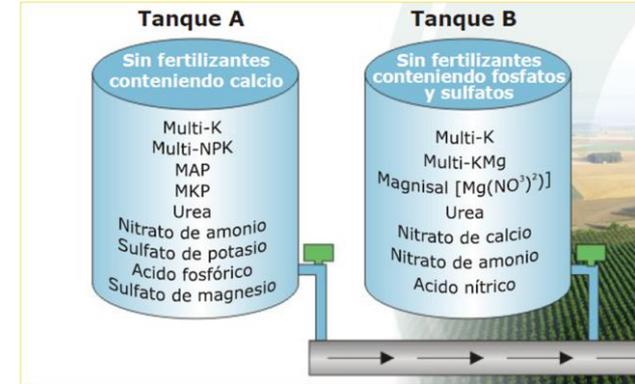
CALCULOS PARA LA APLICACIÓN DEL ÁCIDO

DATOS		COMO CALCULAR?
Caudal de la operación de riego que se va a tratar (m ³ /h)	60	Area (m ²) / Dist. entre surco(m) x mangueras surco/Dist.entre goteros (m) x caudal gotero(l/h)/1000
Capacidad de inyeccion (litros/hora)	500	Medir los minutos que succiona 20 litros para calcular la capacidad horaria: 60 / min succion x 20
Tiempo de aplicación (minutos)	30	30-60 min. No mas de 1 hora si el pH es ± 3 , lavar de inmediato con pura agua con pH >6.
PRUEBA DE CAMPO		COMENTARIOS SOBRE PH DESEADO
Preparar solucion de acido comercial al 10 % (primero 900 ml de agua y despues 100 ml del acido comercial), Ejemplo : 900 ml agua+100 ml de acido fosforico 85%		
Con una jeringa ,agregar a 1 litro de agua los ml necesarios de la solucion al 10% para llegar al pH deseado.		→ <u>pH deseado</u>
Cuentos ml de la solucion al 10% fueron necesarios para llevar 1 litro al pH deseado ?	2	 <p>Con cultivo en suelo, pH > 4.5</p> <p>En sustrato hay que quitar las estacas del sustrato antes de tratar, si el pH< 5.5. Nunca bajar de pH 3</p>
Los litros necesarios de acido comercial al 10 % por 1 m ³ de agua	2	
Los litros necesarios de acido comercial concentrado por 1 m ³	0.2	
RESUMEN		
Durante la aplicación de	30	minutos
pasan	30.0	m ³ de agua.
y se inyectan	250.0	litros de solucion.
PREPARACION DEL TANQUE		
En un volumen final de solucion en el tanque de	250.0	litros
Hay que poner primero	244.0	litros de agua
Y luego agregar con cuidado, guantes y ropa impermeable	6.0	litros del acido
E inyectar durante	30	minutos
La concentracion del acido comercial en la solucion o en el tanque en este caso es de	2.40	%
Para el acido sulfurico 98 % se recomienda concentracion< 10%		
Para el acido fosforico 85 % se recomienda concentracion< 20%		
Para el acido nitrico 55-60% se recomienda concentracion< 30%		
COMENTARIOS		

MANTENIMIENTO QUÍMICO DEL SISTEMA DE RIEGO

Fertilizantes

Causas	Tratamiento químico
Fertilizantes de baja calidad	<ul style="list-style-type: none">No siempre hay solución
Mezclas de fertilizantes no compatibles	<ul style="list-style-type: none">Aplicación de ácido sulfúrico pH 4
Orden incorrecta de preparación de los fertilizantes	<ul style="list-style-type: none">Aplicación de ácido fosfórico pH 4
Lavado ineficiente del tanque de premezcla	



MANTENIMIENTO QUÍMICO DEL SISTEMA DE RIEGO

Arena

Fuentes	Tratamiento
Pozo o suelo	<ul style="list-style-type: none">• No hay tratamiento químico• Incrementar la presión de lavado a la capacidad máxima que permita el espesor de la regante• Lavar finales en forma pulsada



MANTENIMIENTO QUÍMICO DEL SISTEMA DE RIEGO

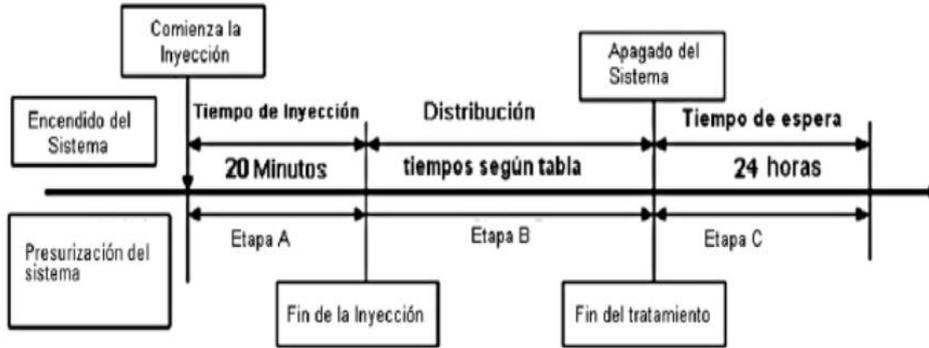
Materia orgánica

Fuentes	Tratamiento
Algas	<ul style="list-style-type: none">• Sulfato de cobre• Hipoclorito de sodio 13%• Peróxido de hidrogeno 50-100 ppm• Quemador de azufre
Fertilizantes orgánicos	



MANTENIMIENTO QUIMICO DEL SISTEMA DE RIEGO

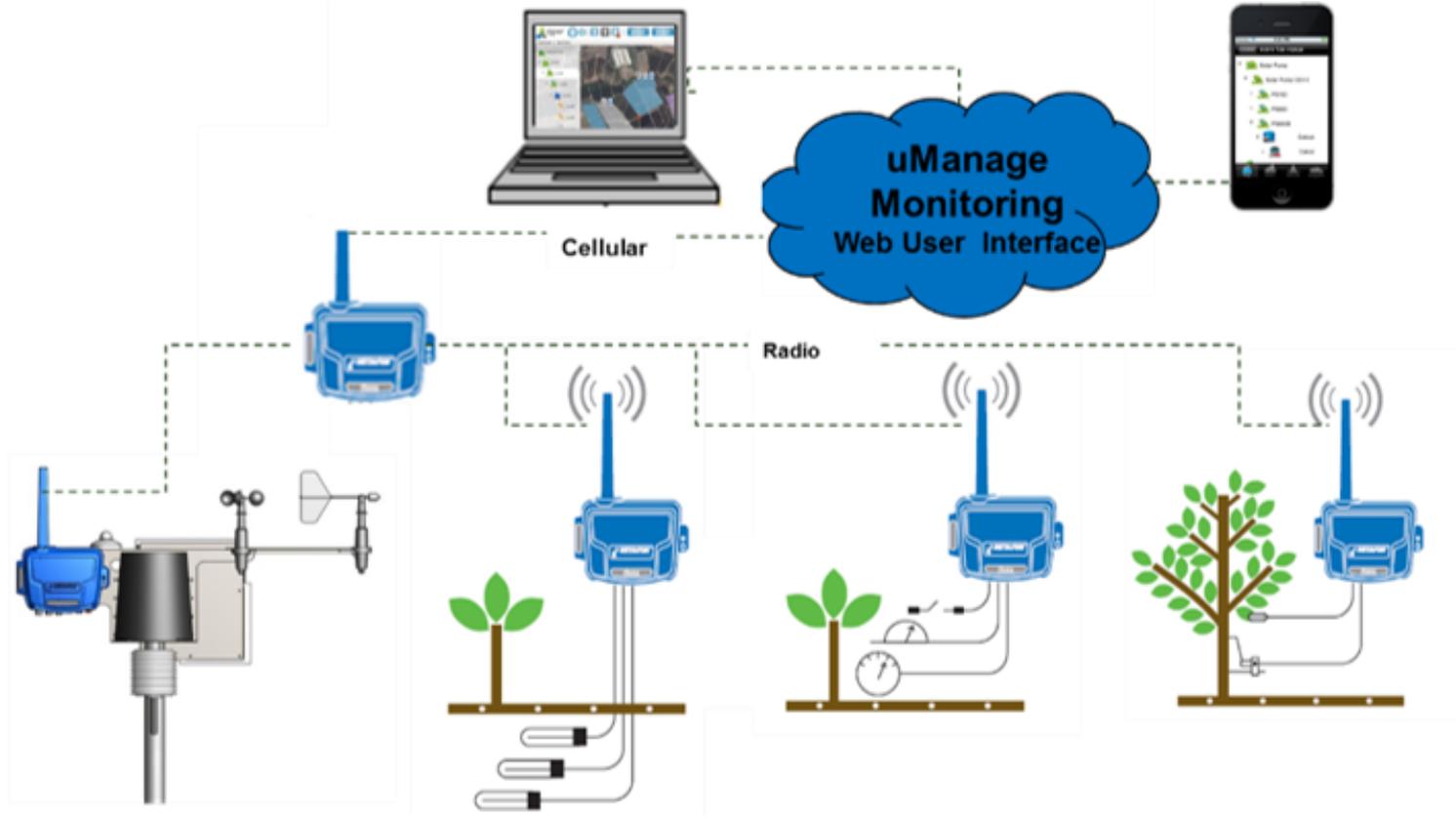
Raíces



Aplicación de trifluralina, 2 litros por hectárea



SISTEMA DE MONITOREO EN TIEMPO REAL



ESTACIÓN METEOROLÓGICA

- ▼ Davis WS
 - Air Temperature
 - Relative Humidity
 - Radiation
 - Wind Speed
 - Wind Direction
 - Daily Rain
 - ET
 - Dew Point



SENSORES

- **Sensor SM150 T Delta T**
% humedad en el suelo/sustrato



Medidor de agua

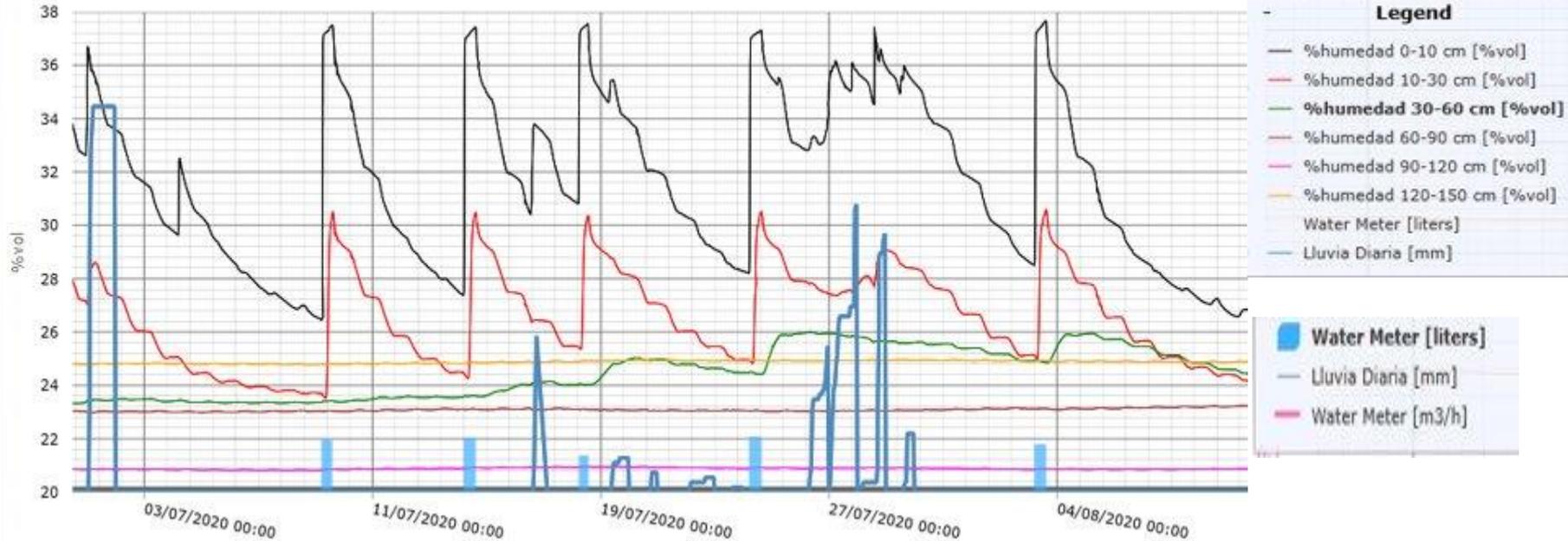


- **Netacap**
% de humedad en el suelo



Legend
%humedad 0-10 cm
%humedad 10-30 cm
%humedad 30-60 cm
%humedad 60-90 cm
%humedad 90-120 cm
%humedad 120-150 cm

EJEMPLO DE GRÁFICAS





Ing. Agrónomo Osman Santizo Alvarado

Departamento de Agronomía

NETAFIM MÉXICO

email: osman.santizo@netafim.com



CRECE MÁS CON MENOS™