



PTV
PLATAFORMA
TECNOLÓGICA
DEL VINO

sisviti
mad

INNOVACIÓN Y DIGITALIZACIÓN DEL RIEGO DE LA VID

RIEGO Y DIGITALIZACIÓN

ALEJANDRO BENITO BARBA



Unión Europea

Fondo Europeo
de Desarrollo Regional
"Una manera de hacer Europa"







PTV
PLATAFORMA
TECNOLÓGICA
DEL VINO

sisviti
mad

D.O. VINOS DE MADRID

Subzonas vinícolas

-  El Molar
-  San Martín de Valdeiglesias
-  Navacerrero
-  Arganda

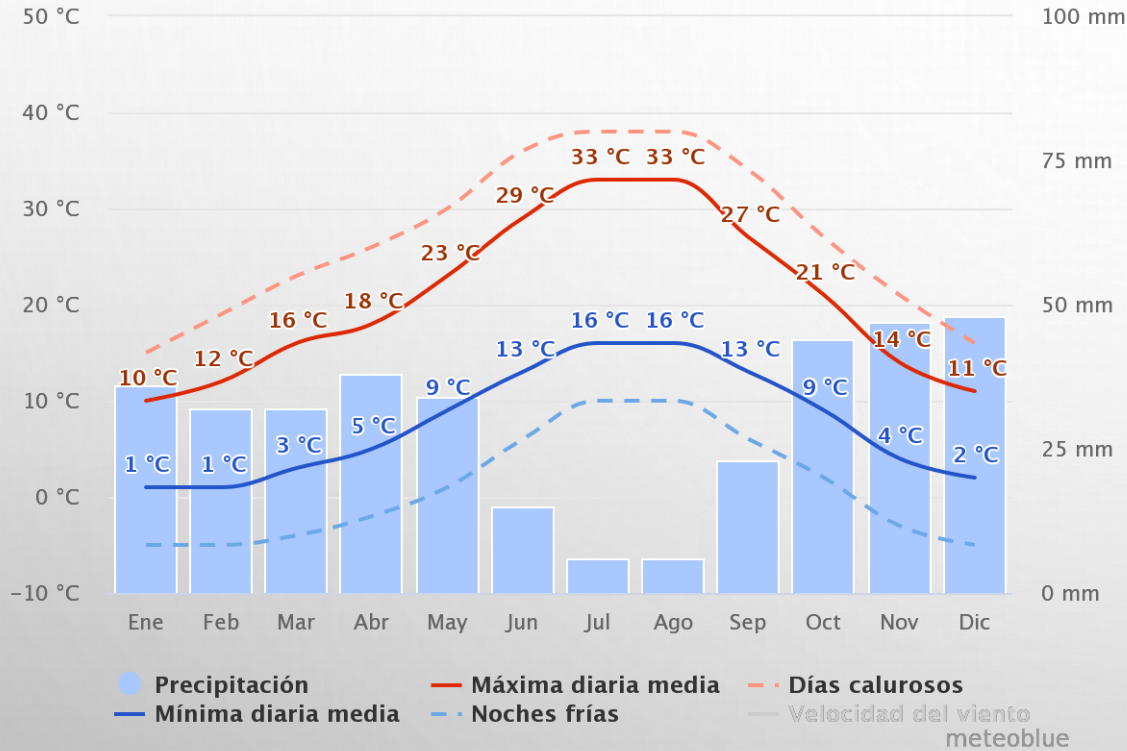


**Comunidad
de Madrid**

Superficie agraria CM: 208.000 ha
Superficie viñedo CM: 9.085 ha (4,37%)
Superficie viñedo en regadío CM: 932 ha

Fuente: ESYRCE, 2021.

Clima en las sub-zonas de D.O. Vinos de Madrid



Las condiciones climáticas en el área comprendida por la Denominación de Origen se corresponden con las propias de un clima mediterráneo continental.

En cuanto al régimen de precipitaciones, San Martín es la subzona más lluviosa, debido a la influencia de la Sierra, con una precipitación media anual de 658 mm, seguida de Navacarnero, con 529 mm y la más seca Arganda, con 461 mm.

En cuanto al régimen de temperaturas, la subzona que presenta valores máximos y mínimos absolutos más extremos es Arganda, por la influencia de las vegas, oscilando desde 40°C hasta -17 °C. Comparando las temperaturas medias mensuales registradas en las tres subzonas se observan pocas diferencias.

El número de horas de sol que se reciben en la zona de producción oscila entre 2.300 y 2.800 horas.



PTV
PLATAFORMA
TECNOLÓGICA
DEL VINO

sisviti
MAD

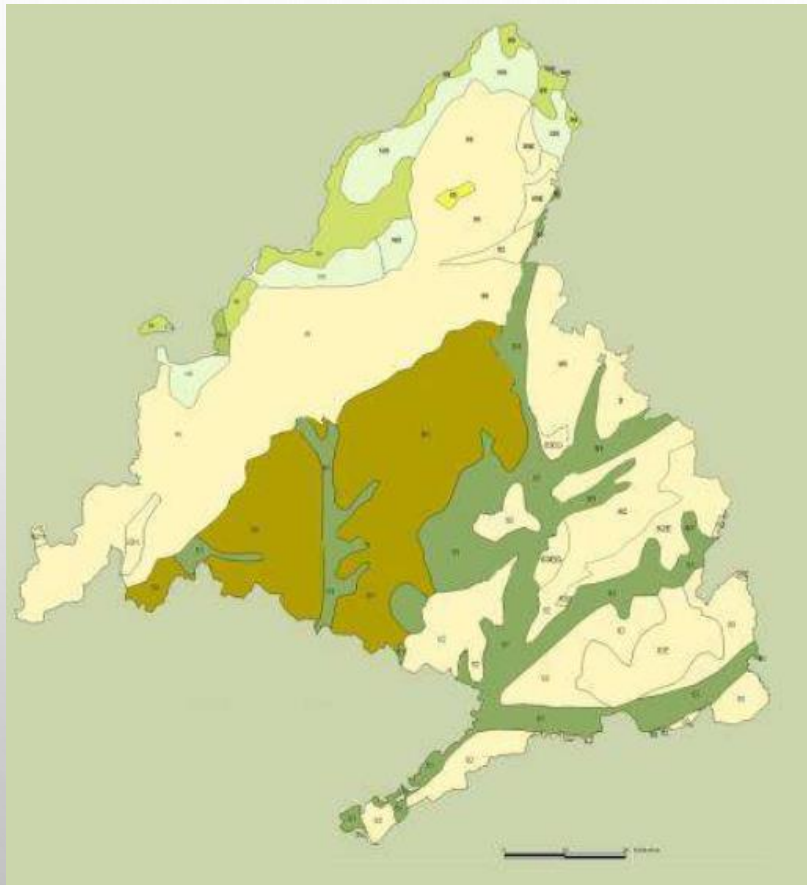
Suelos en las sub-zonas de D.O. Vinos de Madrid

En la Subzona Arganda, predominan las formaciones sedimentarias, con altos contenidos en caliza (carbonatos), así como áreas de margas yesíferas y con pH básico (entre 7,5 y 8,5). Aquí se encuentran los suelos más fuertes, normalmente con textura franca o franco-arcillosa.

Los suelos de la Subzona Navacarnero también son sedimentarios, vinculados a la acción del río Guadarrama, aunque su naturaleza es bien distinta, pues son de origen silíceo. La textura franco arenosa es la más común en esta subzona, con pH ácidos o próximos a la neutralidad (entre 5,5 y 7,5).

Los suelos de la Subzona San Martín de Valdeiglesias están íntimamente relacionados con la geología del Sistema Central, eminentemente granítica, donde también aparecen gneises y rocas filonianas. Al igual que la subzona de Navacarnero, los pH son ácidos o neutros (entre 5,5 y 7,5), con ausencia total de carbonatos y con una textura franco-arenosa predominante.

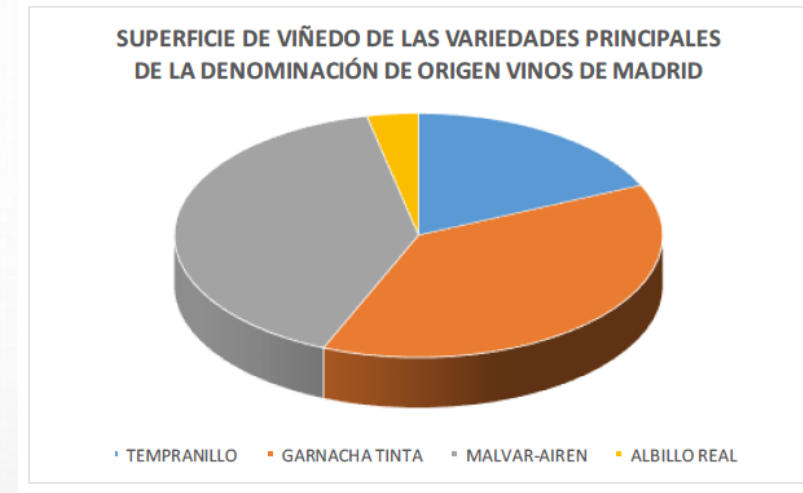
Los suelos de la Subzona de El Molar están desarrollados sobre materiales geológicos muy diversos: granitos, cuarcitas, pizarras, esquistos, gneises, areniscas, margas, margocalizas, calizas y arcosas presentando una gran complejidad y heterogeneidad en lo que a tipos de suelos respecta. La horquilla de pH en este caso es muy amplia, de muy ácidos a muy básicos.





Producción y Superficies D.O. Vinos de Madrid

Variedades Tintas	Producción 2021 (Kg)
Tempranillo	2.151.225
Garnacha tinta	2.125.491
Syrah	304.865
Cabernet S.	173.092
Merlot	172.414
Graciano	41.939
Petit Verdot	30.985
Negral	16.163



Variedades Blancas	Producción 2021 (Kg)
Malvar/Airén	3.706.702
Albillo Real	91.741
Macabeo	35.436
Sauvignon Blanc	40.738
Moscatel G.M.	21.271
Ârellada	14.700
Torrontés	1.545



PTV
PLATAFORMA
TECNOLÓGICA
DEL VINO

sisviti
MAD

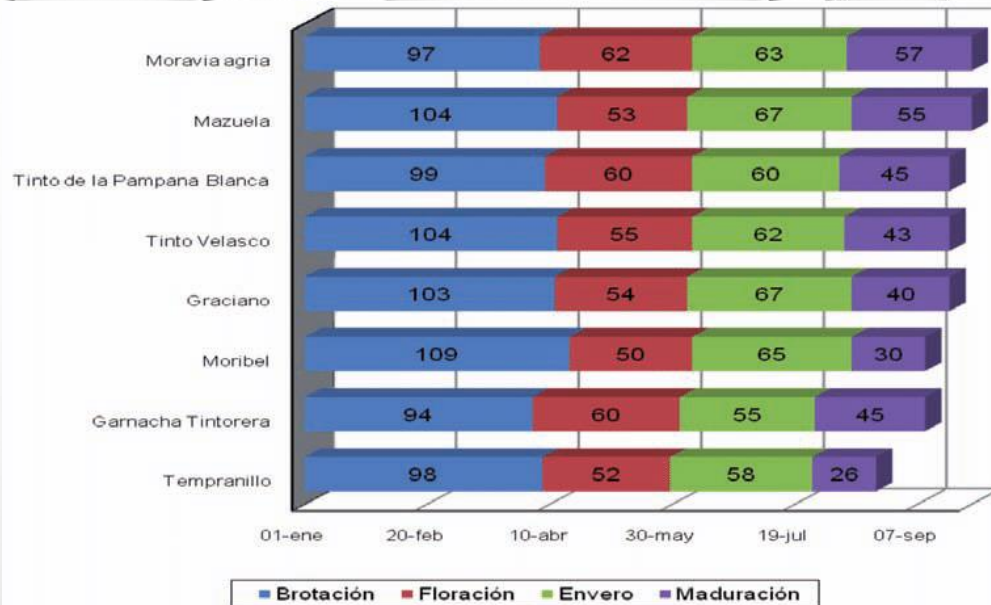
¿Qué influye en el riego de la vid?

1. **La variedad.** Cada variedad presenta unas necesidades hídricas distintas.
2. **La capacidad de campo del terreno.** Un suelo arcilloso almacena más agua que uno arenoso.
3. **La evapotranspiración.** Relacionada directamente con la temperatura, iluminación, suelo y disposición de la planta.
4. **La densidad de plantación.** Si la planta dispone de más terreno para su desarrollo radicular, dispondrá igualmente de mayor cantidad de agua procedente del suelo.
5. **La fertilización.** Una deficiencia de nutrientes minerales puede limitar la conductividad hídrica de las raíces.
6. **El sistema de conducción del viñedo.** Aumentan sus exigencias si el viñedo se encuentra bajo un sistema de conducción extendido y muy productivo.



PTV
PLATAFORMA
TECNOLÓGICA
DEL VINO

sisviti
mad



Fenología



may jun jul ago sep

Crecimiento herbáceo del fruto

Maduración

Preenvero

Postenvero

° Brix

4

10

18

20

22

24

26

Brotación



Caída de Hoja



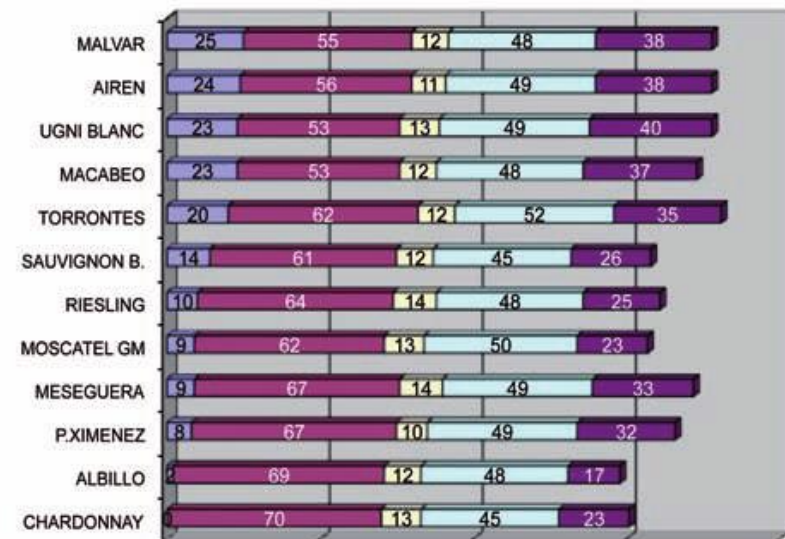
ene feb mar abr may jun jul ago sep oct nov dic

Reposo Invernal

Crecimiento de pámpanos

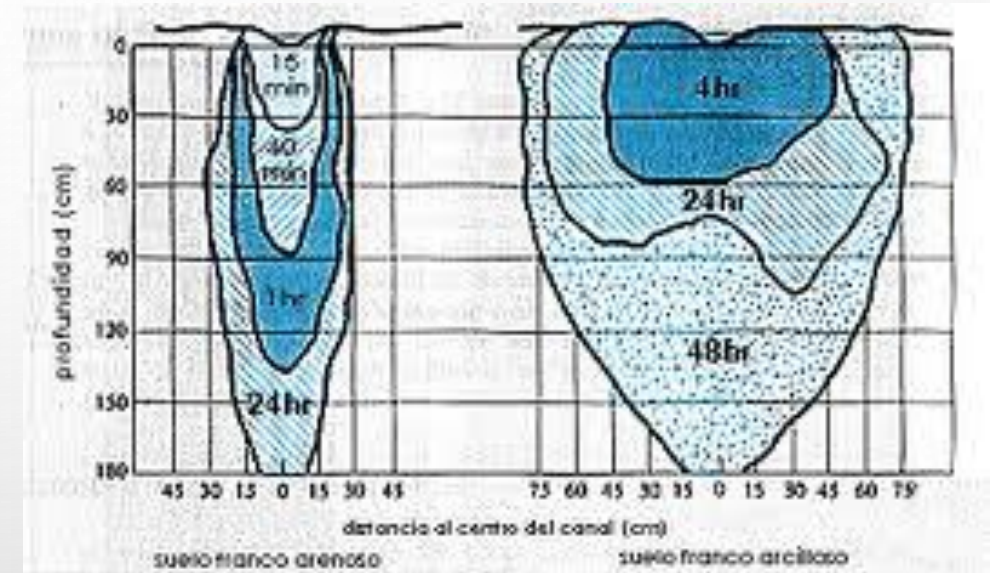
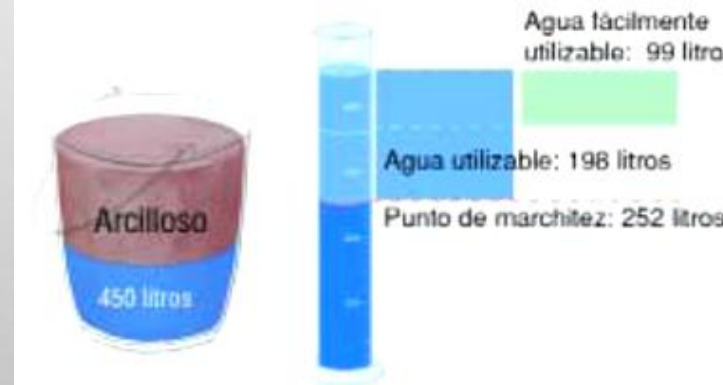
Parada de Crecimiento

Reposo Invernal





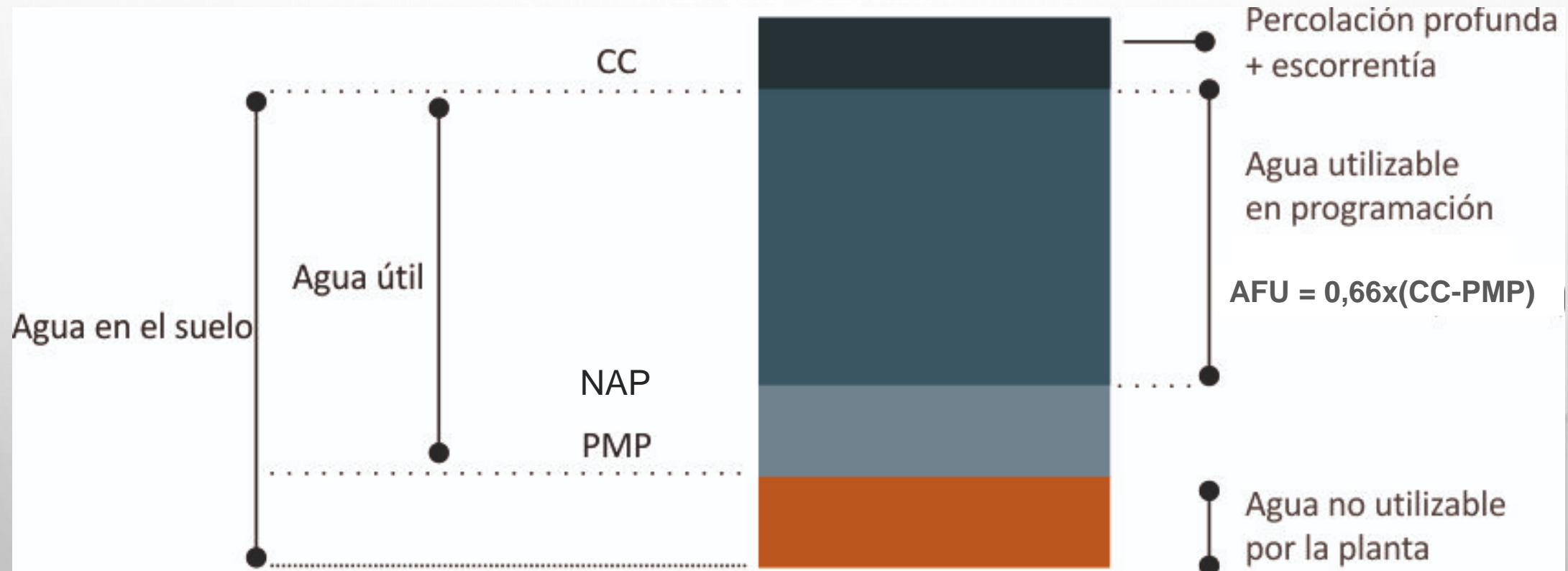
Agua en el suelo



Tipo de suelo	Velocidad de infiltración
Arenoso	Más de 30 mm/hora
Franco arenoso	Entre 20 y 30 mm/hora
Franco	Entre 10 y 20 mm/hora
Franco arcilloso	Entre 5 y 10 mm/hora
Arcilloso	Menos de 5 mm/hora

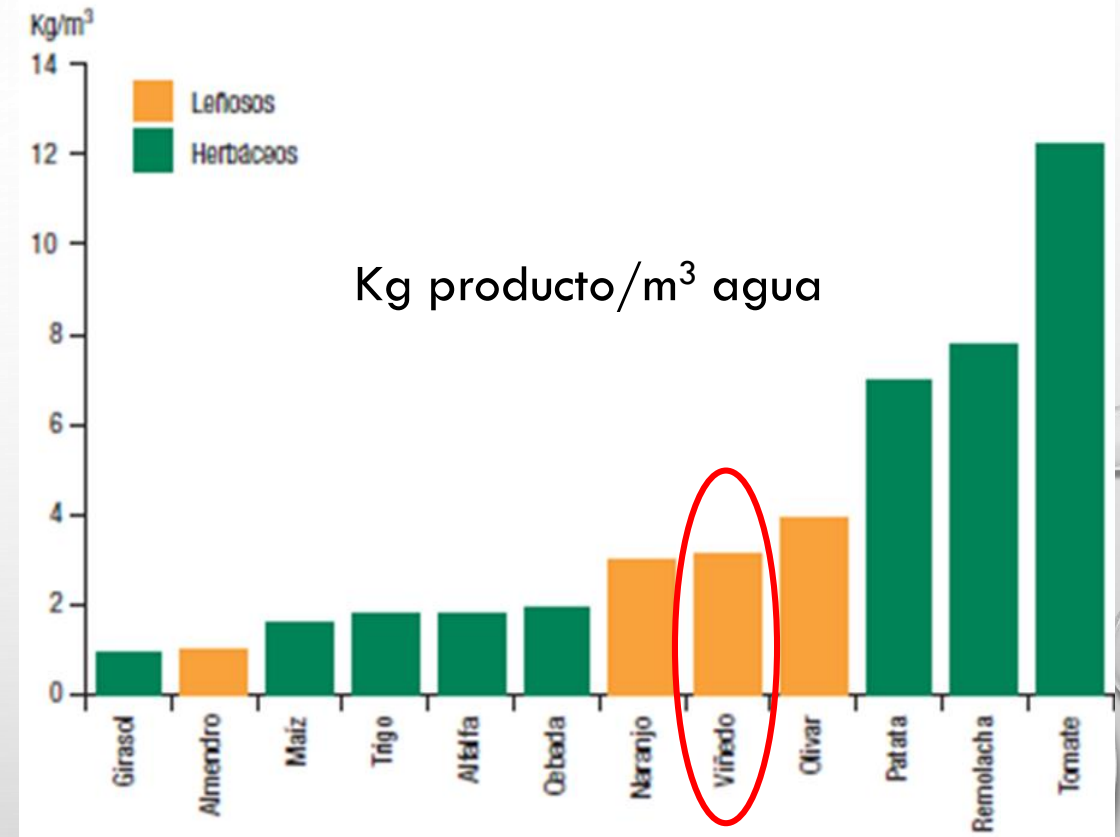
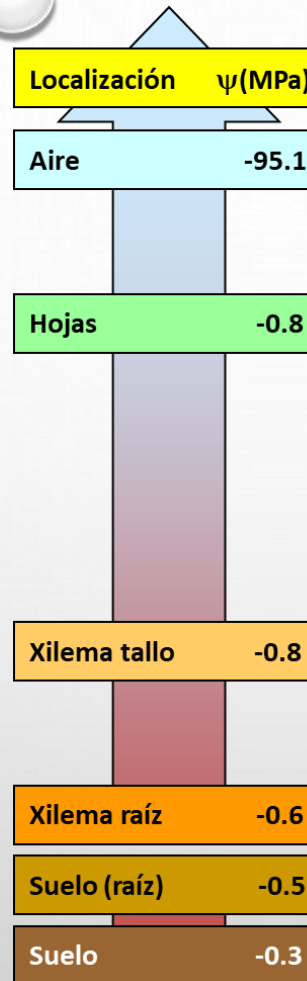
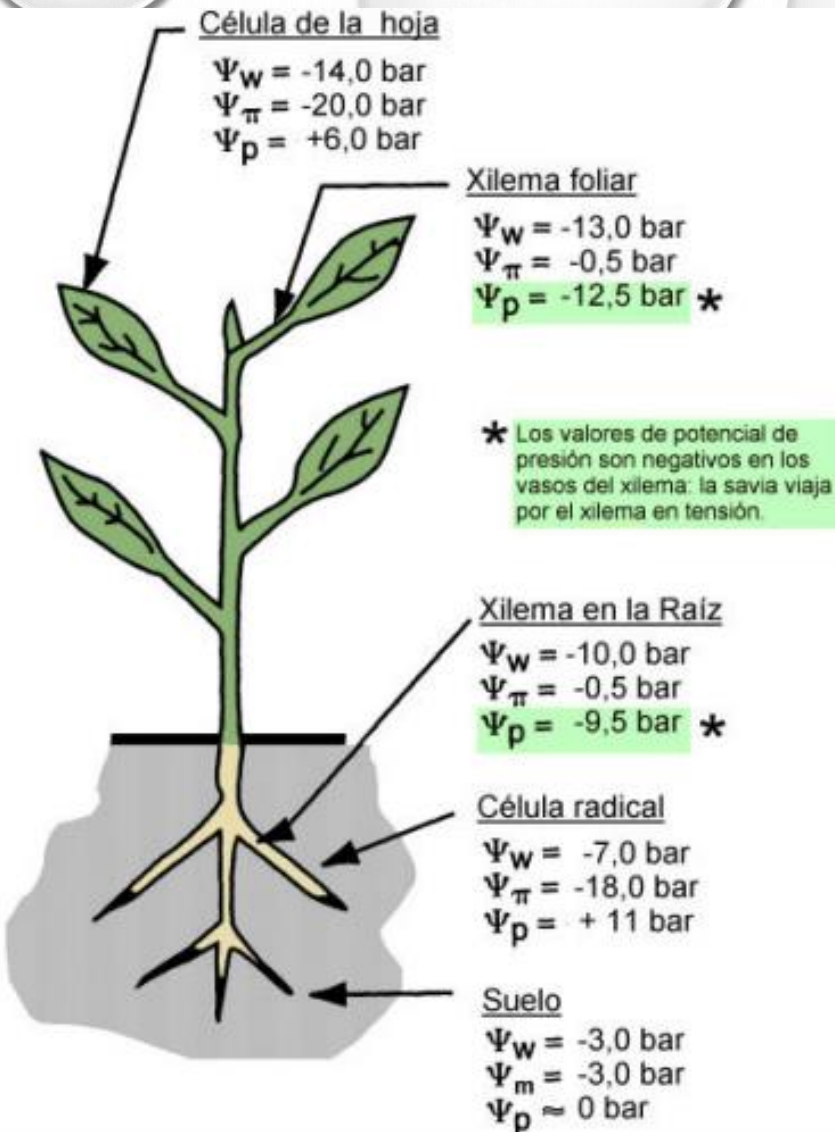


Agua en el suelo





Transpiración



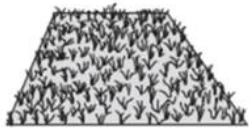
clima



Radiación
Temperatura
Viento
Humedad

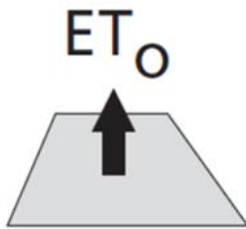
+

cultivo de referencia
(pasto)



pasto bien regado

=



ET_0

ET_0

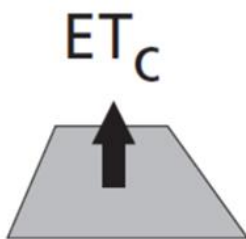
x

K_c factor



cultivo bien regado
condiciones agronómicas óptimas

=



ET_c

Cultivo	Fecha	Evotranspiración diaria (mm)
Alfalfa	31 de marzo	0,86
Alfalfa	31 de julio	6,90
Cebada	31 de marzo	1,39
Cebada	31 de mayo	4,30
Cebolla	31 de marzo	0,95
Cebolla	31 de julio	7,70
Maíz	30 de abril	1,60
Maíz	31 de julio	8,50
Melón	31 de mayo	0,90
Melón	31 de julio	7,30
Remolacha	31 de marzo	0,86
Remolacha	31 de julio	8,10
Viña	31 de marzo	0,19
Viña	31 de julio	2,30

Datos de 2004.

% Suelo Sombreado	Coefficiente de cultivo (K_c)
10	0,27
20	0,47
30	0,67
40	0,87
50	1,07
60	1,27



PTV
PLATAFORMA
TECNOLÓGICA
DEL VINO

sisviti
MAD

Evapotranspiración

$$ET_c = ET_0 \times K_c$$

	K_c	Coefficiente recomendado	
		Producción	Calidad
Abril	0,25	0,20	0
Mayo	0,55	0,40	0
Junio	0,85	0,60	0,15
Julio	0,85	0,60	0,15
Agosto	0,95	0,40	0,30
Septiembre	0,90	0,35	0,30
Octubre	0,80	0,30	0,25

Mes	Coefficiente de cultivo (K_c)
Abril	0,25
Mayo	0,55
Junio	0,85
Julio	0,85
Agosto	0,95
Septiembre	0,90
Octubre	0,80

Estrategia RDC	Preenvero	Postenvero
Sin limitaciones hídricas	100%	100%
Equilibrio Producción/Agua Aplicada	70%	40%
Calidad	20%	35%

Tempranillo

- Datos de partida: cv Tempranillo sobre patrón 110-R
- Marco de plantación: 2,5 m x 1,2 m
- Sistema de riego: gotero autocompensante de 4 l/h separados 0,6 m (2 goteros/cepa)
- Objetivo productivo: Producción

$$ET_c = ET_o \times \text{Coeficiente recomendado}$$

$$ET_c (\text{mes mayo}) = 162,61 \text{ mm} \times 0,40 = \mathbf{65,04 \text{ mm/mes mayo}}$$

$$N_t (\text{necesidades totales}) = ET_c - \text{lluvia efectiva}$$

$$N_t (\text{agua de riego}) = 65,04 \text{ mm} - 15,16 \text{ mm} = \mathbf{49,88 \text{ mm/mes de mayo}}$$

Ejemplo cálculo dosis de riego



PTV
PLATAFORMA
TECNOLÓGICA
DEL VINO

sisviti
MAD

$$N_t (\text{mm/día}) = N_t (\text{mm/mes}) / 30 \text{ ó } 31 \text{ día (mm/día)}$$

$$N_t (\text{mm/día}) = 49,88 \text{ mm} / 31 \text{ días} = \mathbf{1,61 \text{ mm/día en mayo}}$$

2 goteros /cepa x 4 l/h = **8 l/h por cepa**, como el marco de plantación es 2,5 m x 1,2 m = 3 m²/cepa, en 1 hora de riego aplicamos:

$$8 (\text{l/h por cepa}) / 3 \text{ m}^2/\text{cepa} = \mathbf{2,67 \text{ l/m}^2\text{h}}$$

(que es lo mismo que **2,67 mm/h** y **26,7 m³/ha h**)

En este ejemplo, el marco de la plantación es 2,5 m x 1,2 m y el riego es de 2 goteros por cepa de 4 l/h cada gotero (cada cepa recibe 8 l/h), y vimos que nuestro sistema aplica 2,67 mm/h.

$$\text{Tiempo de riego} = 1,61 / 2,67 = 0,60 \text{ h} \gg 36 \text{ minutos/día}$$



	PREENVERO				POSTENVERO			CAMPAÑA DE RIEGO		
	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Total	Preenvero	Postenvero
ET_o (mm/mes)	116,59	162,61	184,74	213,32	183,89	126,55	66,19	1054	677	377
Coefficiente recomendado	0,20	0,40	0,60	0,60	0,40	0,35	0,30			
ET_c (mm)	23,32	65,04	110,84	127,99	73,56	44,29	19,86	465	327	138
Lluvia (mm)	20,06	15,16	8,32	0,34	2,16	14,52	24,68	85	44	41
N_t (mm/mes)	3,26	49,88	102,52	127,65	71,40	29,77	-4,82	384	283	101
N_t (mm/día)	0,11	1,61	3,42	4,12	2,30	0,99	0,00			
Tiempo riego (h/día)	0h 3´	0h 36´	1h 17´	1h 33´	0h 52´	0h 22´	0h 0´	145 h	107 h	38 h
m³/ha	40	497	1028	1283	717	294	0	3859	2848	1011

Ejemplo de riego Producción



	PREENVERO				POSTENVERO			CAMPAÑA DE RIEGO		
	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Total	Preenvero	Postenvero
ET _o (mm/mes)	116,59	162,61	184,74	213,32	183,89	126,55	66,19	1054	677	377
Coeficiente recomendado	0,00	0,00	0,15	0,15	0,30	0,30	0,25			
ET _c (mm)	0,00	0,00	27,71	32,00	55,17	37,97	16,55	169	60	110
Lluvia (mm)	20,06	15,16	8,32	0,34	2,16	14,52	24,68	85	44	41
N _t (mm/mes)	-20,06	-15,16	19,39	31,66	53,01	23,45	-8,13	128	51	76
N _t (mm/día)	0,00	0,00	0,65	1,02	1,71	0,78	0,00			
Tiempo riego (h/día)	0h 0´	0h 0´	0h 15´	0h 23´	0h 38´	0h 18´	0h 0´	48 h	19 h	29 h
m ³ /ha	0	0	194	317	530	234	0	1275	510	765

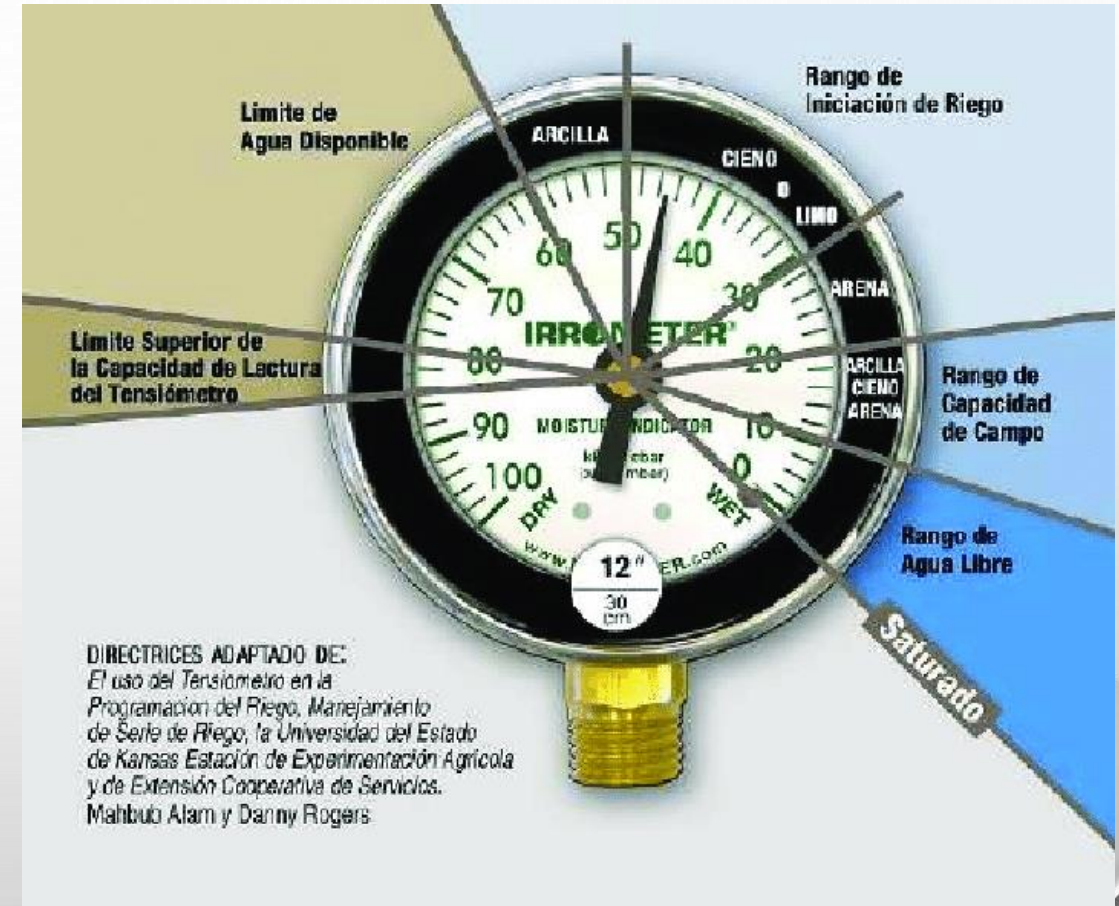
Ejemplo de riego Calidad (RDC)



Tensiómetros



Lecturas	Indicaciones
10 a 20 cb	Suelo a capacidad de campo
30 cb	Suelos arenosos: iniciar el riego
50 cb	Suelos de textura media: iniciar el riego
60 cb	Suelos arcillosos: iniciar el riego
Más de 70 cb	El nivel de humedad del suelo es lo suficientemente bajo como para que las plantas sufran estrés

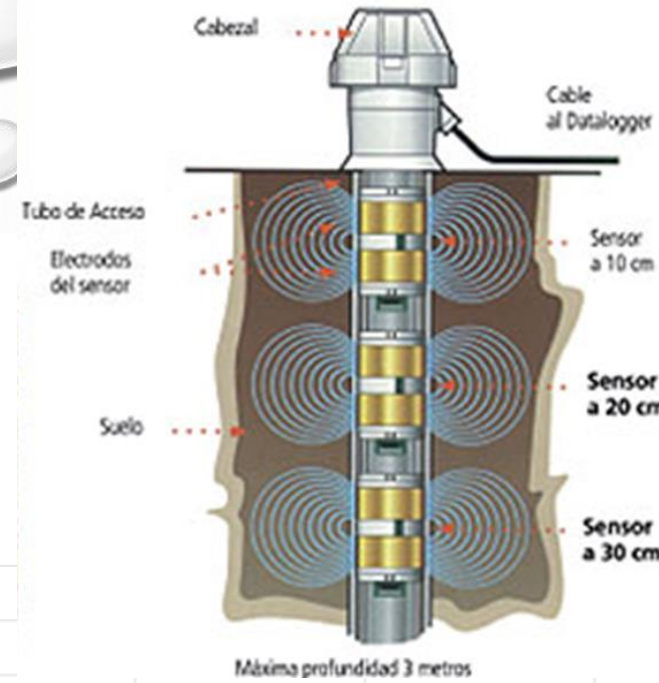




PTV
PLATAFORMA
TECNOLÓGICA
DEL VINO

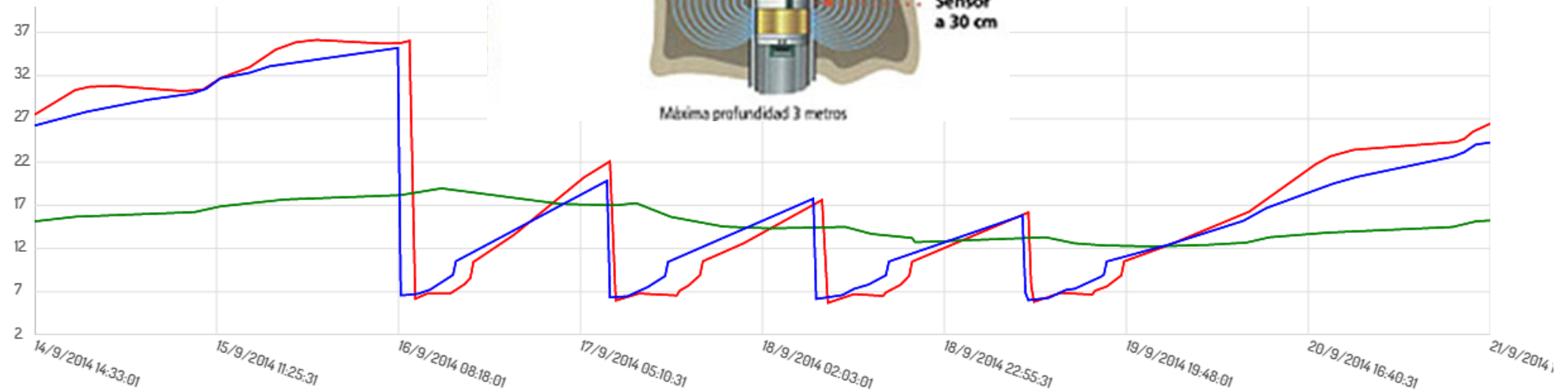
sisviti
MAD

Sondas TDR/FDR ó Capacitivas



dia **semana** mes

30 cm 60 cm 90 cm





Potencial en hoja

Estrategia RDC	Inicio del riego	Preenvero	Postenvero
Sin limitaciones hídricas	-6 Bares	-6 Bares	-6 Bares
Maximizar Producción	-8 Bares	De -9 a -11 Bares	> -12 Bares
Maximizar Calidad	-12 Bares	De -13 a -15 Bares	De -10 a -12 Bares

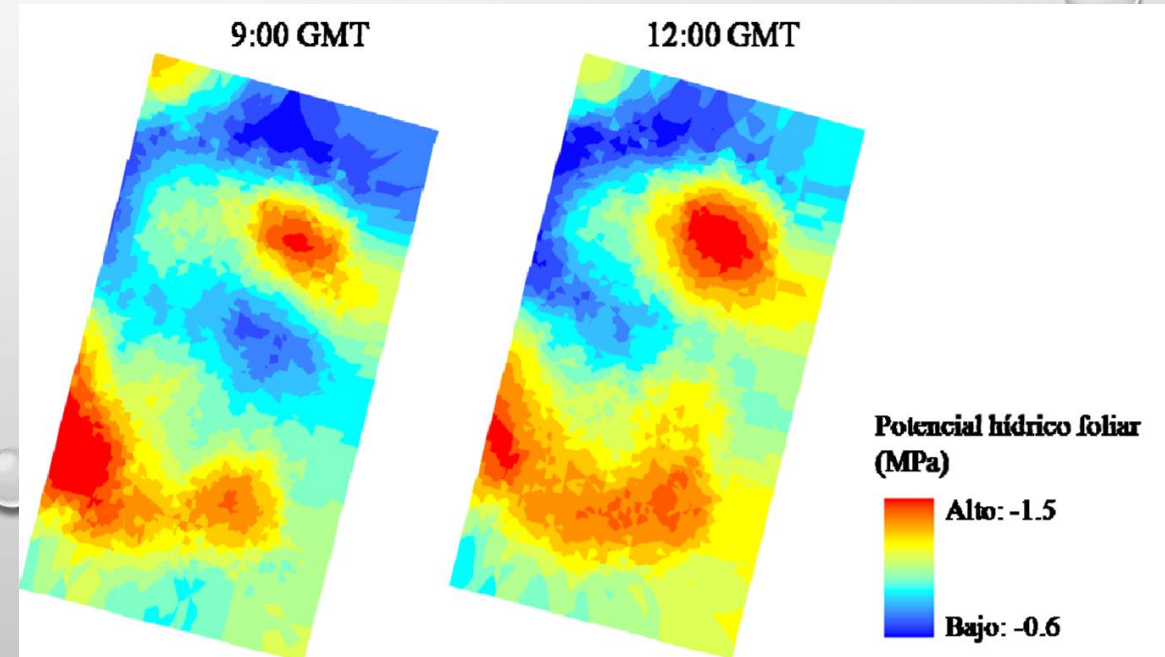
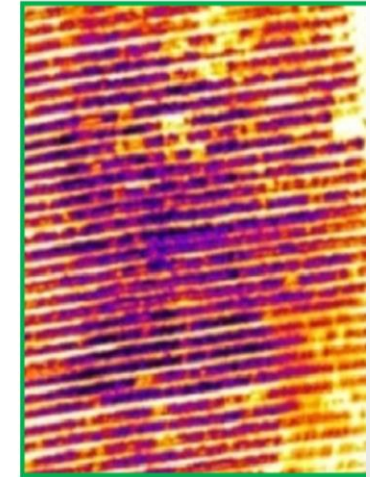
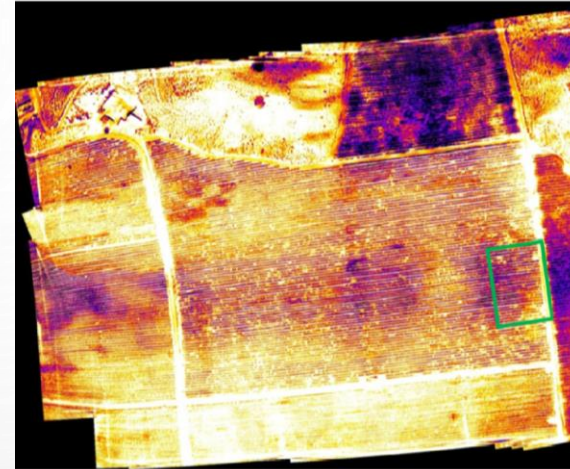
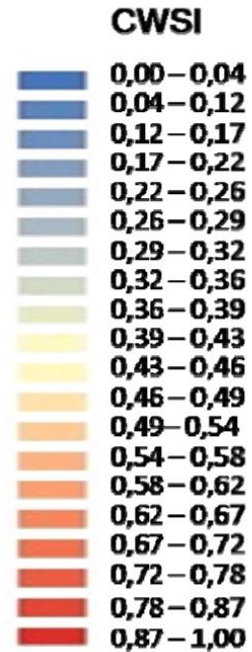
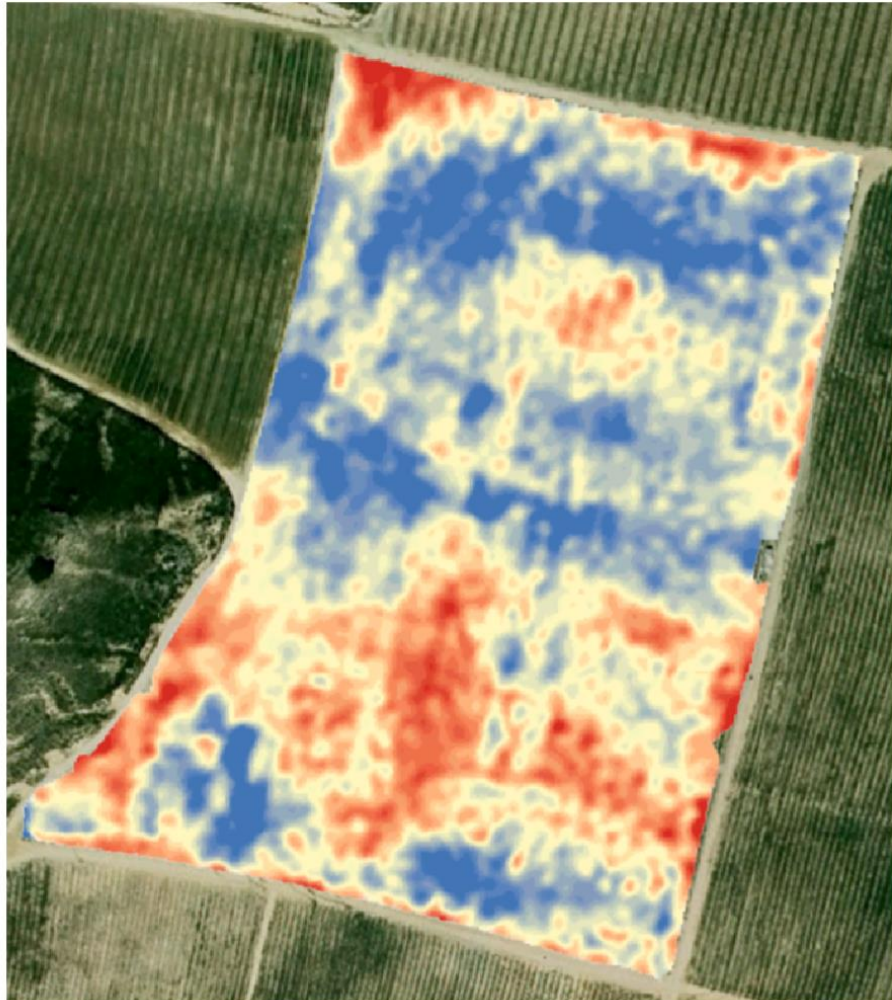
	Potencial Hídrico de Hoja	Nivel de Estrés
1	Menos de - 10 Bares	Ausencia de estrés
2	De -10 a -12 Bares	Estrés medio
3	De -12 a -14 Bares	Estrés moderado
4	De -14 a -16 Bares	Estrés fuerte
5	Mas de -16 Bares	Estrés severo

¿Presente o futuro?



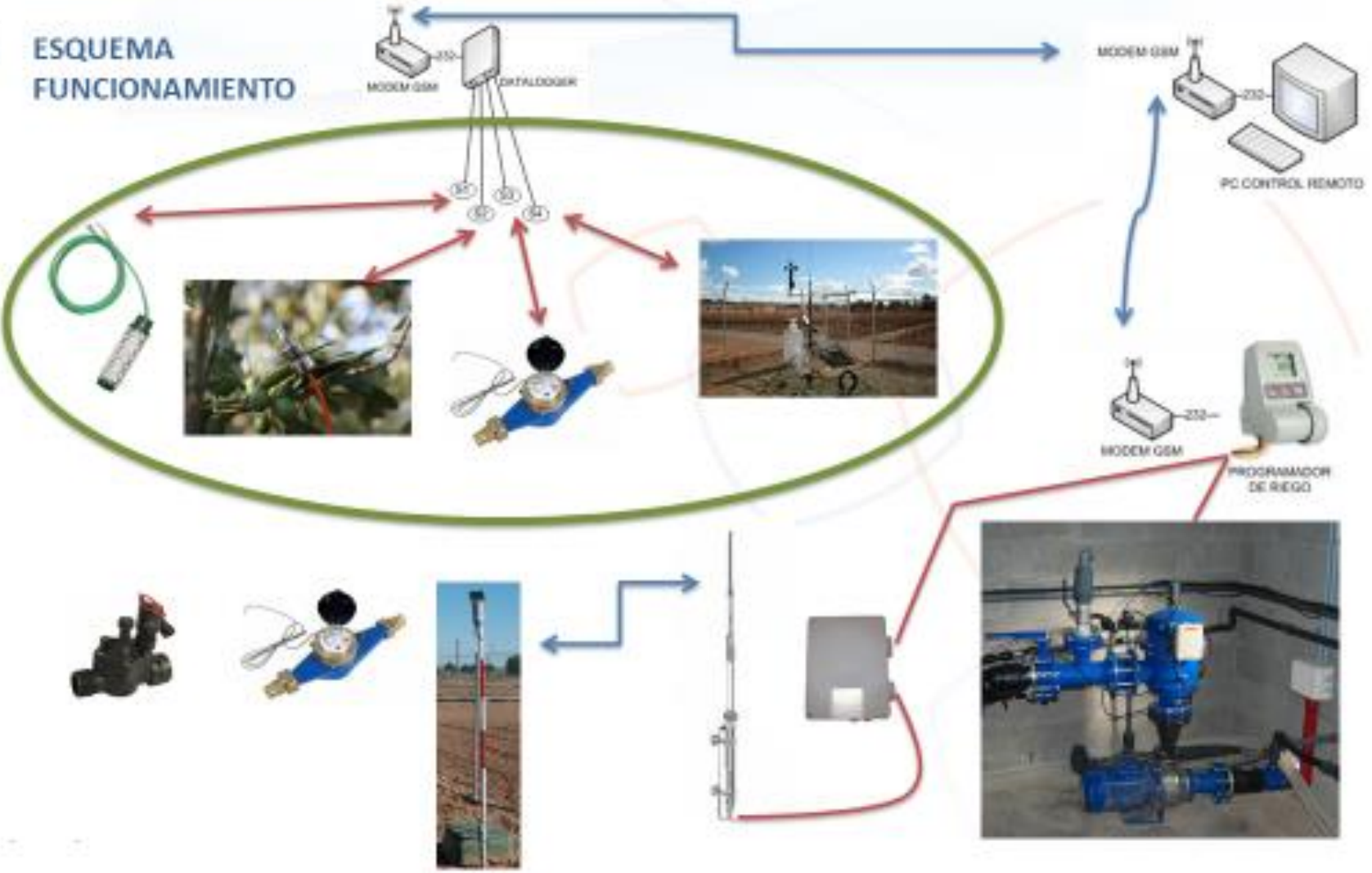
PTV
PLATAFORMA
TECNOLÓGICA
DEL VINO

sisviti
MAD



AUTOMATISMOS Y COMUNICACIONES

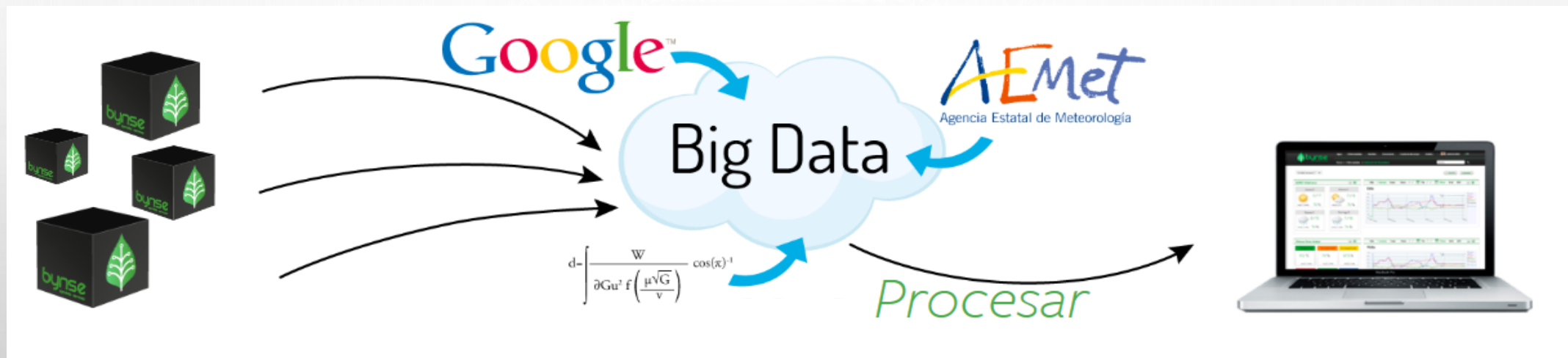
3. ESQUEMA FUNCIONAMIENTO

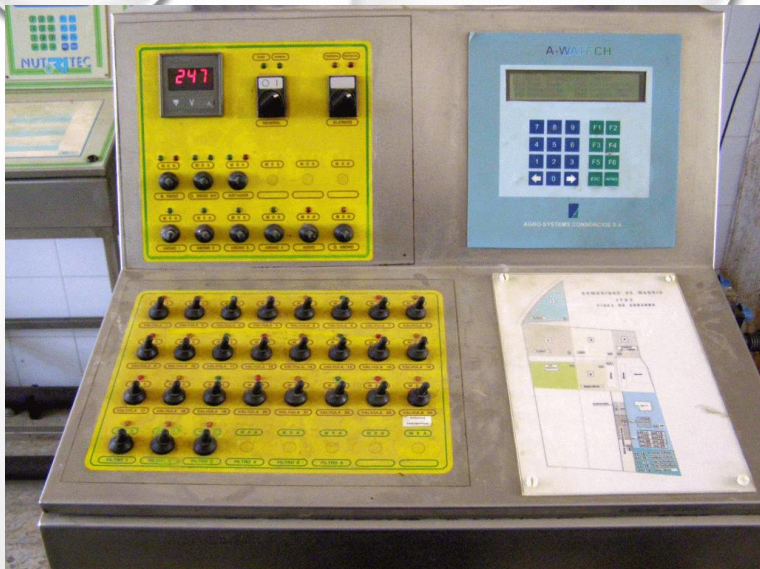




PTV
PLATAFORMA
TECNOLÓGICA
DEL VINO

sisviti
MAD

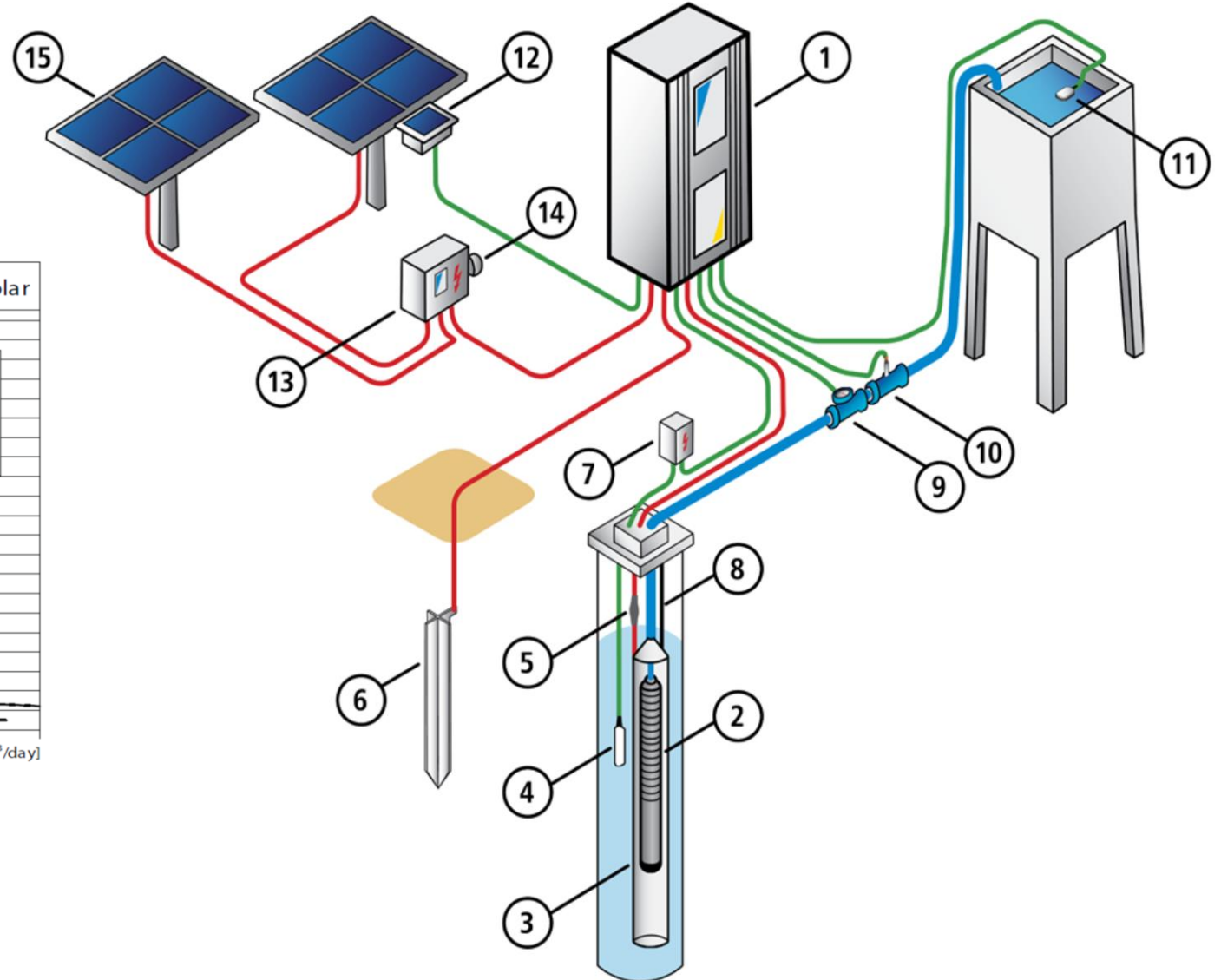
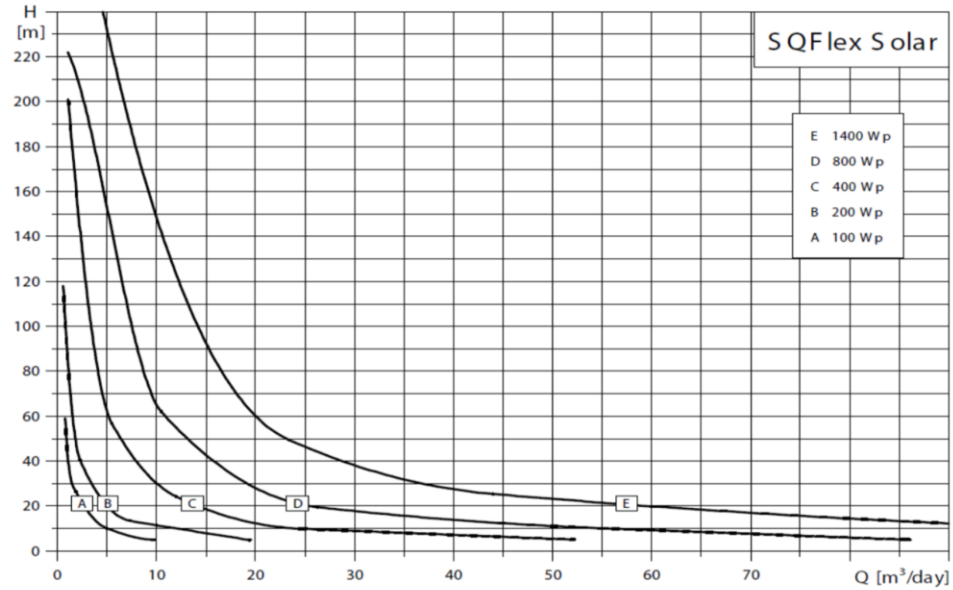






Energías Renovables

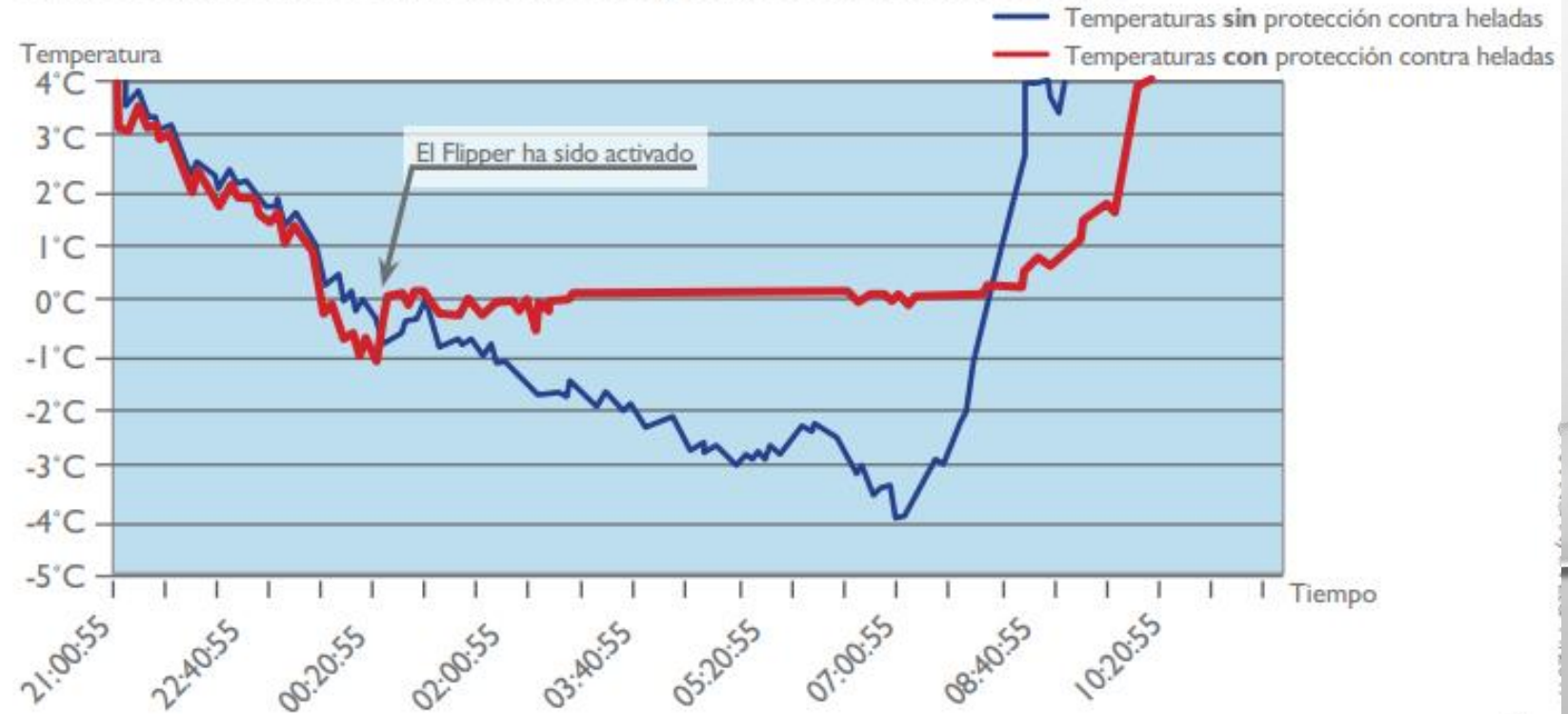
Gama de rendimiento





Antihelada

Gráfico comparativo de temperaturas con y sin protección contra heladas





Fuente: NanDanJain

Antihelada



PTV
PLATAFORMA
TECNOLÓGICA
DEL VINO

sisviti
MAD

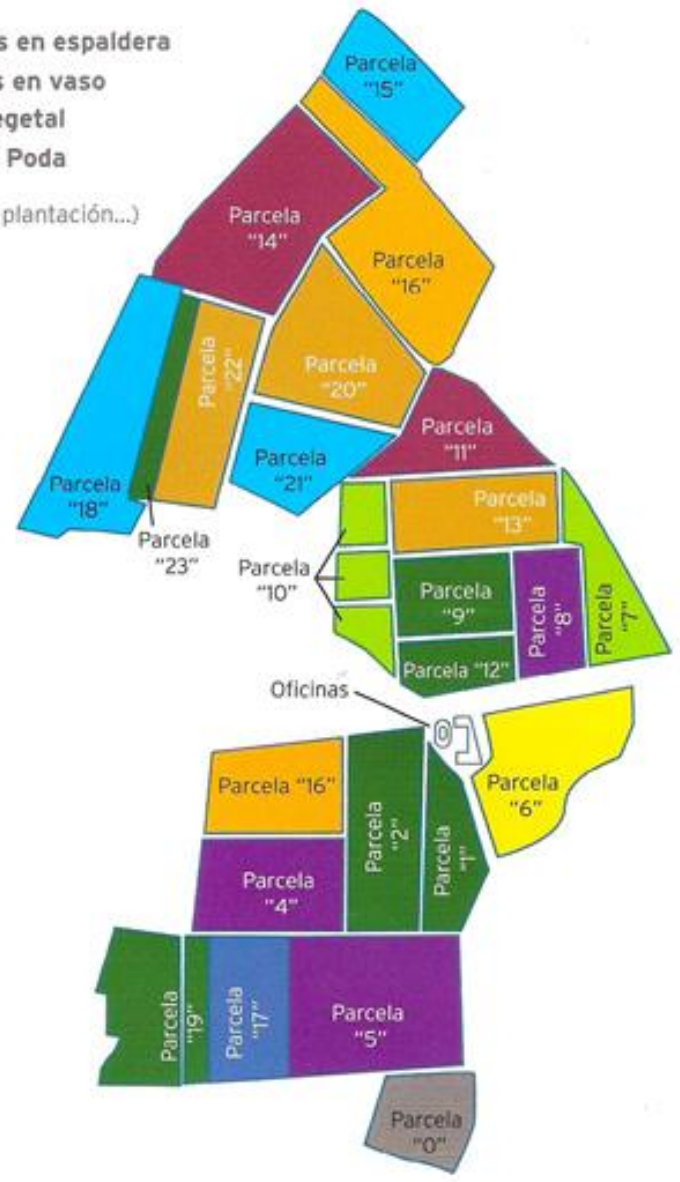
Se requiere una tasa mínima de aplicación de agua de 3 mm/h. Esto sería suficiente para proteger a la planta hasta temperaturas de -3°C . Sería necesario añadir 0,5 mm por cada grado adicional de temperatura que quisiéramos proteger. Por ejemplo, si la temperatura fuera de -4°C , la tasa mínima de aplicación debería de ser de 3,5 mm/h (35 m³/ha/hora).





- Zonas de Servicios
- Demostraciones y ensayos en espaldera
- Demostraciones y ensayos en vaso
- Colecciones de Material Vegetal
- Sistemas de Conducción y Poda
- Técnicas de Producción (orientaciones, densidades de plantación...)
- Gestión del Suelo
- Viñedo Ecológico
- Gestión de Agua
- Sin Ensayo Definido

Finca El Socorro

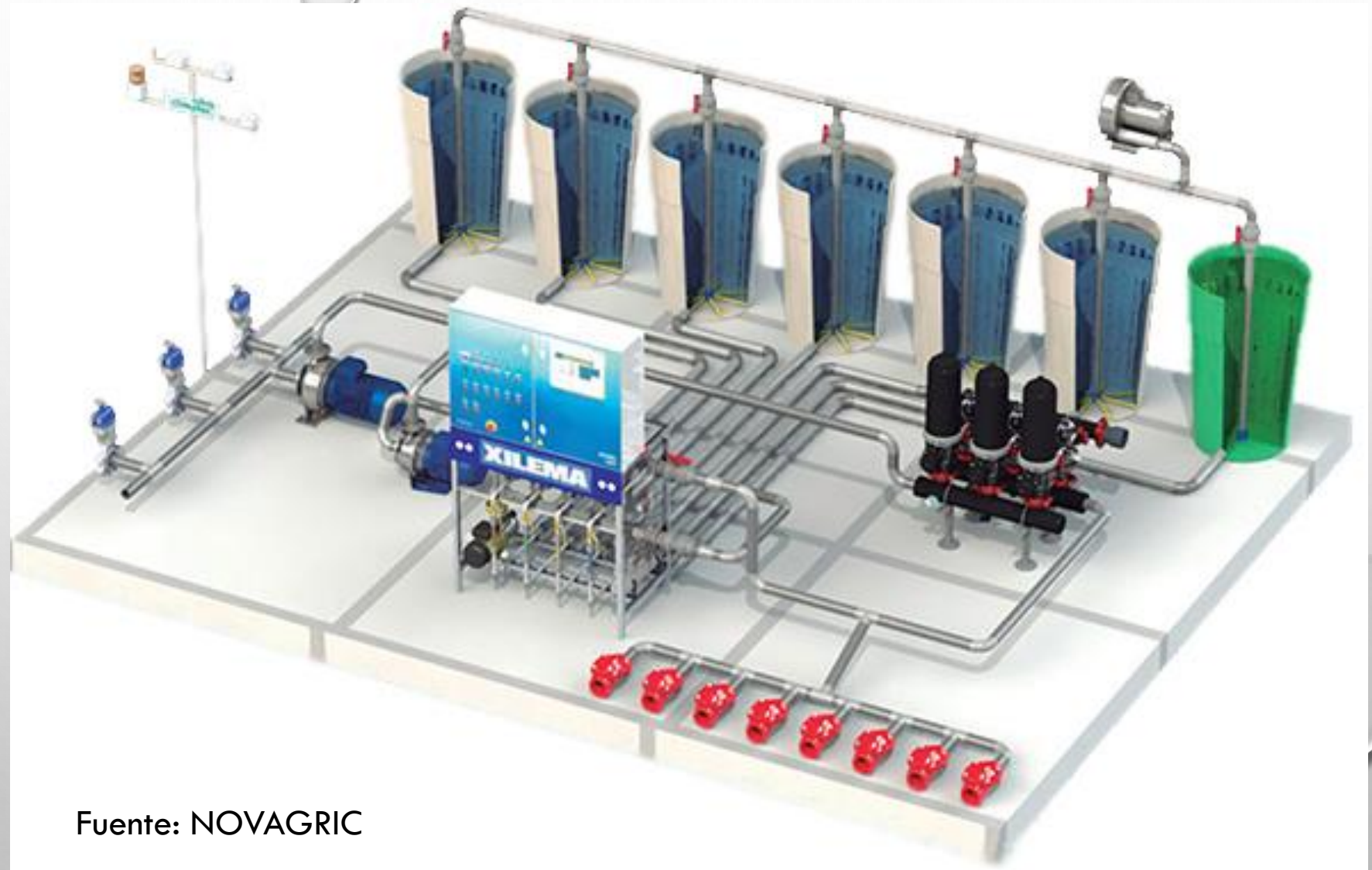




PTV
PLATAFORMA
TECNOLÓGICA
DEL VINO

sisviti
MAD

Cabezal de riego y fertirrigación



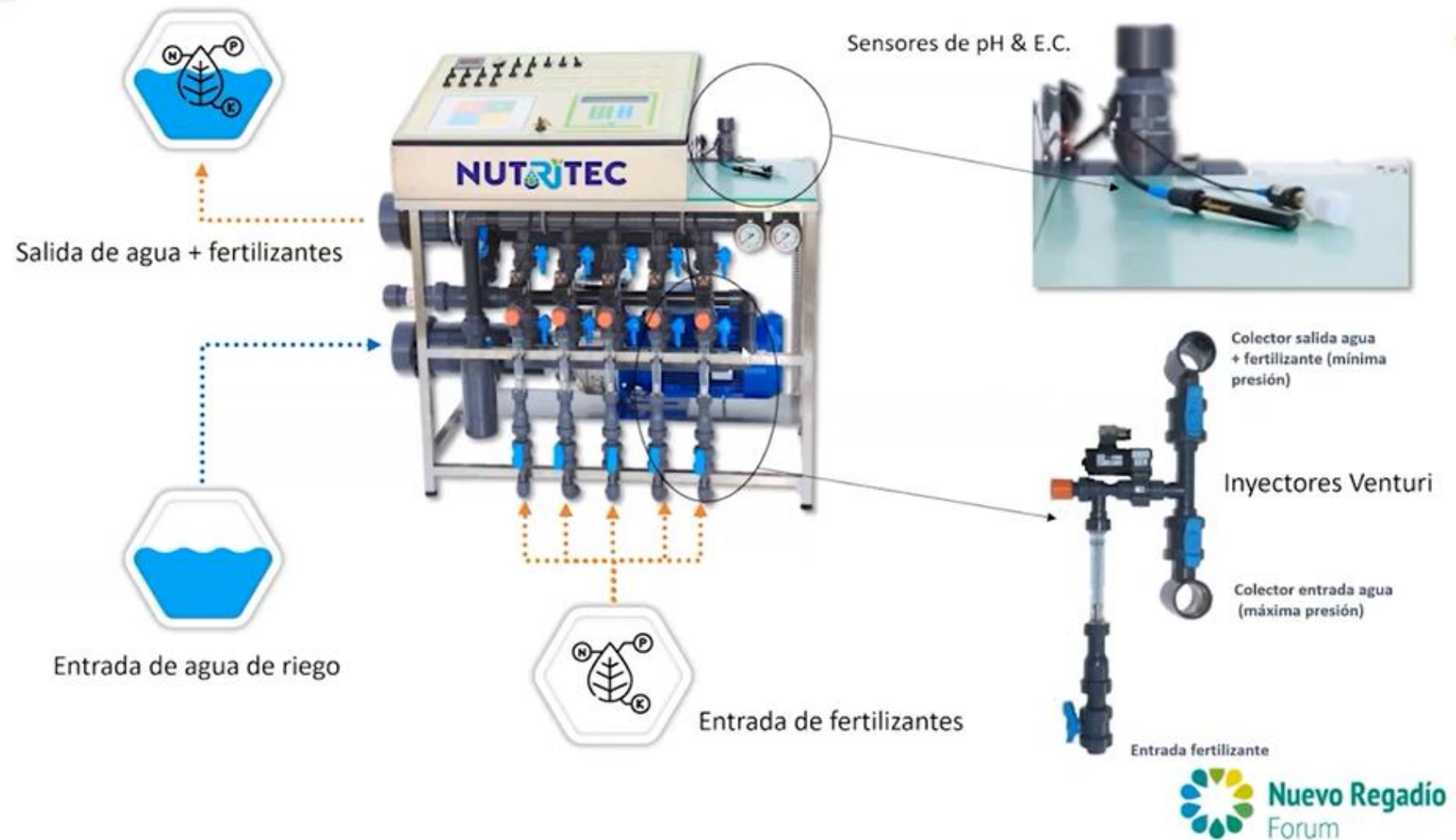
Fuente: NOVAGRIC



PTV
PLATAFORMA
TECNOLÓGICA
DEL VINO

sisviti
MAD

Cabezal de riego y fertirrigación



Fuente: RITEC



	Rendimientos (t/ha)		
	9	15	7-25
<u>N</u>	54	73	22-84
P₂O₅	17	21	5-35
K₂O	70	84	41-148
CaO	75	-	28-204
MgO	13	13	6-25

Fuente: Maroke et al. (1976), Schaller (1983), Fregoni (1985) en Huglin y Schneider (1998).

**Necesidades
fertilización**



Cuadro 4. Valores de diagnóstico foliar para determinar el estado nutricional de la viña.

Elemento	HOJAS (floración y envero) ¹		MEDIA DE HOJA (envero) ²		PECIOLOS (floración) ³	
	Carencia	Adecuado	Carencia	Adecuado	Carencia	Adecuado
N (%)	< 2.00	2.40-2.60	-	2.20-4.00	< 0.80	0.80-1.20
P (%)	< 0.15	0.20-0.24	-	0.15-0.30	< 0.10	> 0.15
K (%)	< 1.00	1.20-1.40	-	0.80-1.60	< 1.00	> 1.50
Mg (%)	< 0.20	0.23-0.27	-	0.30-0.60	< 0.20	> 0.30
Ca (%)	< 2.00	2.50-3.50	-	1.80-3.20	---	1.20-2.50
Fe (ppm)	< 50	100-250	-	---	< 30	70-200
Zn (ppm)	< 20	30-150	< 19	30-60	< 15	> 26
B (ppm)	< 15	25-40	-	35-100	< 25	30-100
Cu (ppm)	< 4	5-20	-	> 6	< 3	> 6
Mn (ppm)	< 20	30-200	-	> 25	< 20	> 25

¹ límites obtenidos en Francia e Italia y propuestos para España (1991)

² En Australia (1990)

³ En California (1991)

Fuente: Sipiora (1996)

Análisis Foliar fertilización



Fraccionamiento de fertilización

Kg/ha

Elemento	Exportaciones medias (*)
N	52 (20-70)
P₂O₅	16 (4-25)
K₂O	60 (20-70)
CaO	73 (40-120)
MgO	15 (5-25)

UF/ha

AÑO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	20	20	20
2	40	40	40
3	60	60	60
4	80	40	80

Fuente: ICVV