

EQUIPO DE AGROMETEOROLOGÍA

SISTEMA DE INFORMACIÓN AGRARIO DE MURCIA

SIAM

Caro Ayala, Manuel manuel.caro@carm.es

González Pérez, Pedro pedro.gonzalez5@carm.es

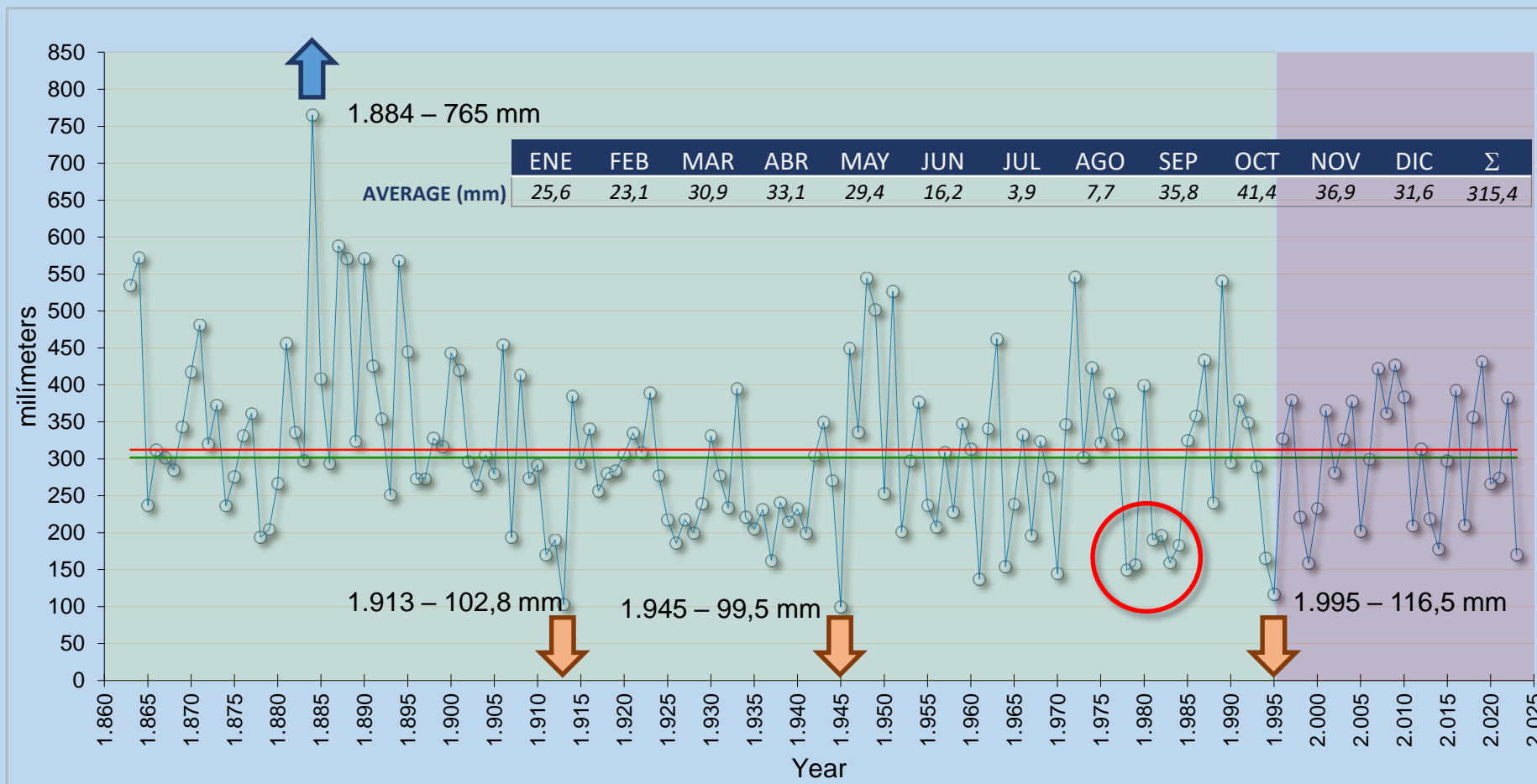
López Morales, Juan Antonio juanantonio.lopez@carm.es

Marín Manzano, José Francisco josef.marin@carm.es

¿POR QUE ES NECESARIA UNA RED DE ESTACIONES AGROMETEOROLÓGICAS EN EL SURESTE ESPAÑOL?

- ✓ En el sureste español, la escasez e irregularidad de las precipitaciones, unido a la alta demanda evaporativa, son las causas del desarrollo de fuertes déficits hídricos estacionales. Estas dos características, la **escasez e irregularidad de precipitaciones** unido a la **alta demanda evaporativa**, son factores limitantes para el desarrollo de las plantas, siendo en estas condiciones el riego, el principal factor de producción (Mitrakos, 1980).
- ✓ En países desarrollados entre el 70 y el 80%, España₍₁₎: ≈65 %, del agua tiene como destino final el riego. La creciente demanda de agua de otros sectores, como el turístico o industrial, el precio del agua en continua alza, la contaminación de acuíferos, el cambio climático, hacen de la **gestión de los recursos hídricos** un tema primordial.
- ✓ Con todos estos antecedentes es necesario contrastar estudios donde se evidencia que incluso en países vanguardistas en la optimización del riego, como Israel, los **aportes hídricos sobrepasan en un 20%** las necesidades reales de los cultivos (Cohen, S., 1998).

Situación pluviométrica del Sureste español

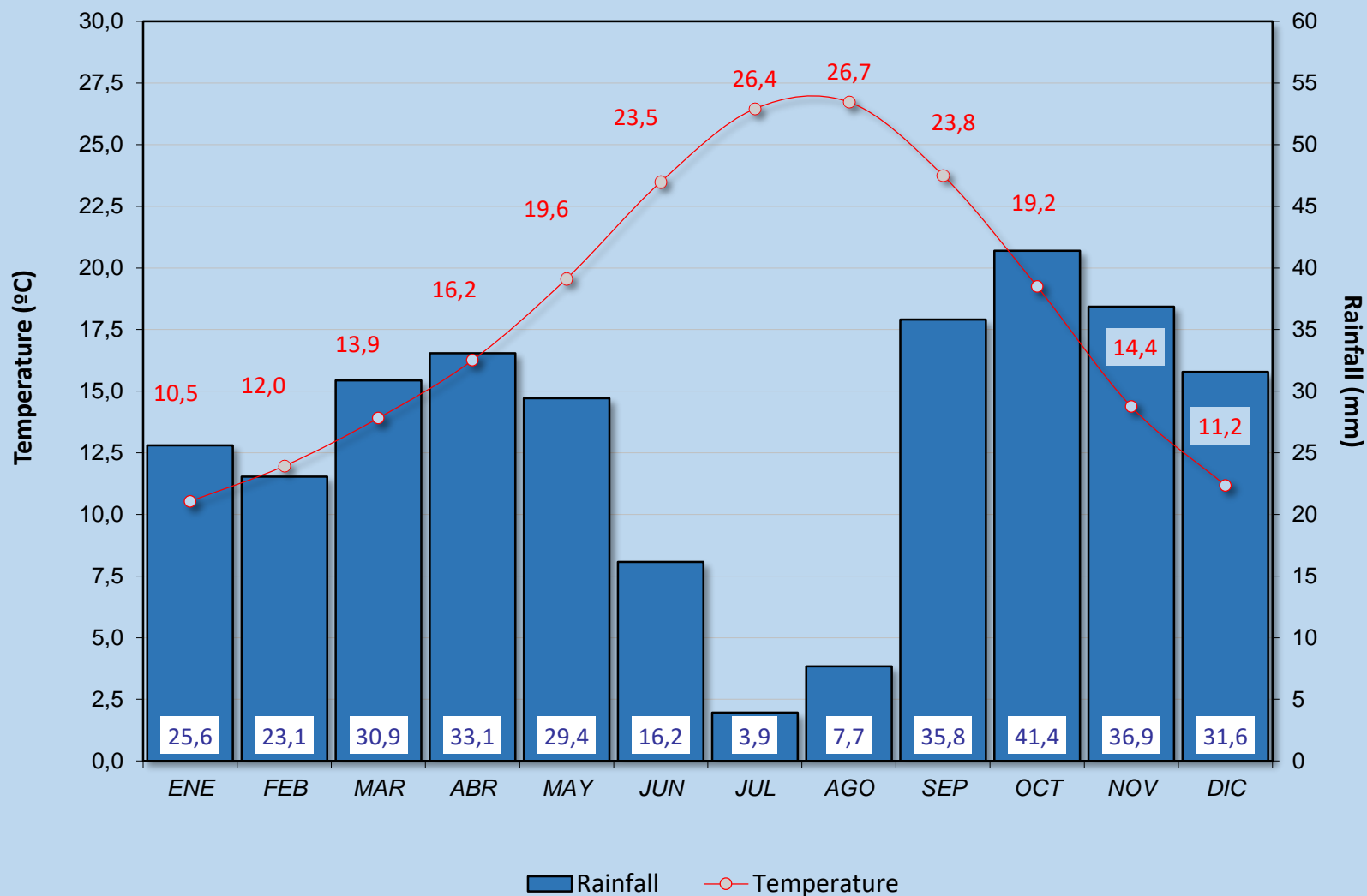


— Media: 315,4 mm
— Mediana: 301,5 mm
— Precipitación (mm)

Años con precipitación superior a la media **71**

Años con precipitación inferior a la media **85**

Diagrama ombrotérmico de Murcia. Serie histórica: 1863 a 2025



Fuente: Datos desde 1863 a 1998 facilitados por AEMET. Delegación Territorial en la Región de Murcia. Datos desde 1999 a 2025 Red de Estaciones Agrometeorológicas del SIAM-IMIDA



Situación Agrometeorológica del Sureste español

Fecha	Denominación habitual	Zonas principalmente afectadas	Impacto resumido	Fuente bibliográfica
20–21 sept. 1452	Riada del Segura (s. XV)	Murcia y Vega del Segura	Dstrucción de arrabales y huerta; una de las primeras avenidas bien documentadas	CHS y CNIH
14 oct. 1651	Riada de San Calixto	Murcia, Orihuela y Vega Baja	Más de 1.000 muertos; destrucción masiva del caserío; una de las peores catástrofes históricas	CHS y CNIH
30 abr. 1802	Rotura del pantano de Puentes	Lorca y valle del Guadalentín	608 víctimas mortales; colapso hidráulico del embalse	CHS y CNIH
15 oct. 1879	Riada de Santa Teresa	Murcia, Lorca, Orihuela, Vega del Segura	>1.000 muertos; caudal récord ($\approx 1.900 \text{ m}^3/\text{s}$ en Murcia); referencia histórica mundial	CHS y CNIH
oct. 1946	Gran riada del Segura (s. XX)	Murcia y huerta	Importantes daños urbanos y agrícolas en la postguerra	Real Asociación Española de Cronistas Oficiales
oct. 1973	Riadas del Sureste (gota fría)	Cuenca del Segura y Guadalentín	Graves inundaciones generalizadas; impulsó de la política moderna de presas	

Fuente: CHS. CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL SEGURA. Cronología de riadas en la cuenca del Segura [en línea]. Murcia: Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, s. f. Disponible en: <https://www.chsegura.es/es/confederacion/unpocodehistoria/cronologia-de-riadas-en-la-cuenca-del-segura/confederacion-hidrografica-del-segura>.

CNIH. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (s.f.). Catálogo Nacional de Inundaciones Históricas (CNIH). Gobierno de España. <https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/gestion-de-los-riesgos-de-inundacion/cnih.html>

REAL ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE CRONISTAS OFICIALES. Real Asociación Española de Cronistas Oficiales [en línea]. España, s. f. Disponible en: <https://www.cronistasoficiales.com/>





Situación Agrometeorológica del Sureste español

Fecha	Lugar (estación / zona)	Precipitación diaria (mm/24 h)	Tipo de dato	Episodio asociado	Fuente
14 oct. 1651	Cuenca media del Segura	>300–400 mm (estimado)	Estimación histórica	Riada de San Calixto	CHS
15 oct. 1879	Cabecera del Guadalentín (Lorca–Puerto Lumbreras)	≈600 mm en pocas horas	Estimación histórica extrema	Riada de Santa Teresa	Región de Murcia Digital
22 oct. 1946	Murcia (capital y huerta)	≈200–250 mm	Reconstrucción instrumental parcial	Gran riada del Segura (posguerra)	Cronistas Oficiales; CHS
19 oct. 1973	Murcia – Vega Media	215 mm	Instrumental	Riadas del Sureste	Estudios hidrológicos (UMU); CHS
23 oct. 2000	Águilas	173 mm	Instrumental	Temporal de levante	CHS
28 sept. 2012	Puerto Lumbreras	182 mm	Instrumental	Riadas de San Wenceslao	AEMET; CHS
28 sept. 2012	Lorca	166 mm	Instrumental	Riadas de San Wenceslao	AEMET; CHS
12 sept. 2019	Los Alcázares	246 mm	Instrumental	DANA de septiembre de 2019	CNIH
25 sept. 2022	Murcia (zonas urbanas)	≈120 mm/día (90 mm en <2 h)	Instrumental		

Fuente: CHS. CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL SEGURA. Cronología de riadas en la cuenca del Segura [en línea]. Murcia: Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, s. f. Disponible en: <https://www.chsegura.es/es/confederacion/unpocodehistoria/cronologia-de-riadas-en-la-cuenca-del-Segura/confederacion-Hidrografica-del-Segura>.

GIL-GUIRADO, Salvador; OLCINA CANTOS, Jorge; PÉREZ-MORALES, Alfredo. Grandes inundaciones en la ciudad de Murcia a través de la documentación histórica: medidas de defensa y contexto socioeconómico. *Estudis d'Història Agrària*, 2021, nº 33, p. 33-62. Universidad de Murcia.

CNIH. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (s. f.). Catálogo Nacional de Inundaciones Históricas (CNIH). Gobierno de España. <https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/gestion-de-los-riesgos-de-inundacion/cnih.html>

REAL ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE CRONISTAS OFICIALES. Real Asociación Española de Cronistas Oficiales [en línea]. España, s. f. Disponible en: <https://www.cronistasoficiales.com/>





Instituto Murciano de Investigación y
Desarrollo Agrario y Medio Ambiental

Situación Agrometeorológica del Sureste español



1879. Riada en la Vega del Segura. Grabado de Gustavo Doré



1879. Riada de Santa Teresa en Murcia. Grabado de Gustavo Doré



1919. Cartagena. Plaza del Ayuntamiento. Riada de San Miguel.



1982. Inundaciones en la Vega Baja. (19/10/1982)



2012. Río Guadalentín a su paso por Lorca











Situación pluviométrica del sureste español

Serie histórica desde 1999 hasta 2025



Mapa de Isoyetas (mm)

-  <= 300
-  301 - 350
-  351 - 400
-  401 - 450
-  451 - 500
-  501 - 550
-  551 - 600
-  > 601

ETRS89

Importancia del Agua para Riego en la Región de Murcia



La Región de Murcia constituye el **2,77 %** de la superficie agraria de España ⁽¹⁾.

Representa el **4,79%** de la superficie regada de España ⁽²⁾.

Contribuye con el **17,43%** a los ingresos nacionales por exportaciones de fruta y hortaliza en fresco ⁽³⁾.

Genera, en cultivo al aire libre, de **93 (Hortícolas) a 120 (Frutales)** unidades de trabajo/año por hm³ y en invernadero **224** unidades de trabajo/año por hm³ ⁽⁴⁾.

“Con todos estos datos podemos añadir que a pesar de la fluctuación interanual de la rentabilidad de los cultivos, la productividad del agua en la Región de Murcia es muy alta, tanto generando valor añadido a la inversión, como por la creación de empleo”.

(1 y 2) Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA). (2023). Encuesta sobre Superficies y Rendimientos de Cultivos (ESYRCE). Resultados autonómicos 2022: Región de Murcia. Madrid: MAPA. <https://www.mapa.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/agricultura/esyrce/>

(3) “Dossier Autonómico: Región de Murcia. Análisis y Prospectiva – Serie Territorial”. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Subdirección General de Análisis, Prospectiva y Coordinación. 2013.

(4) Estructura de costes de los principales cultivos en agricultura ecológica de la Región de Murcia. J. García, 2023.

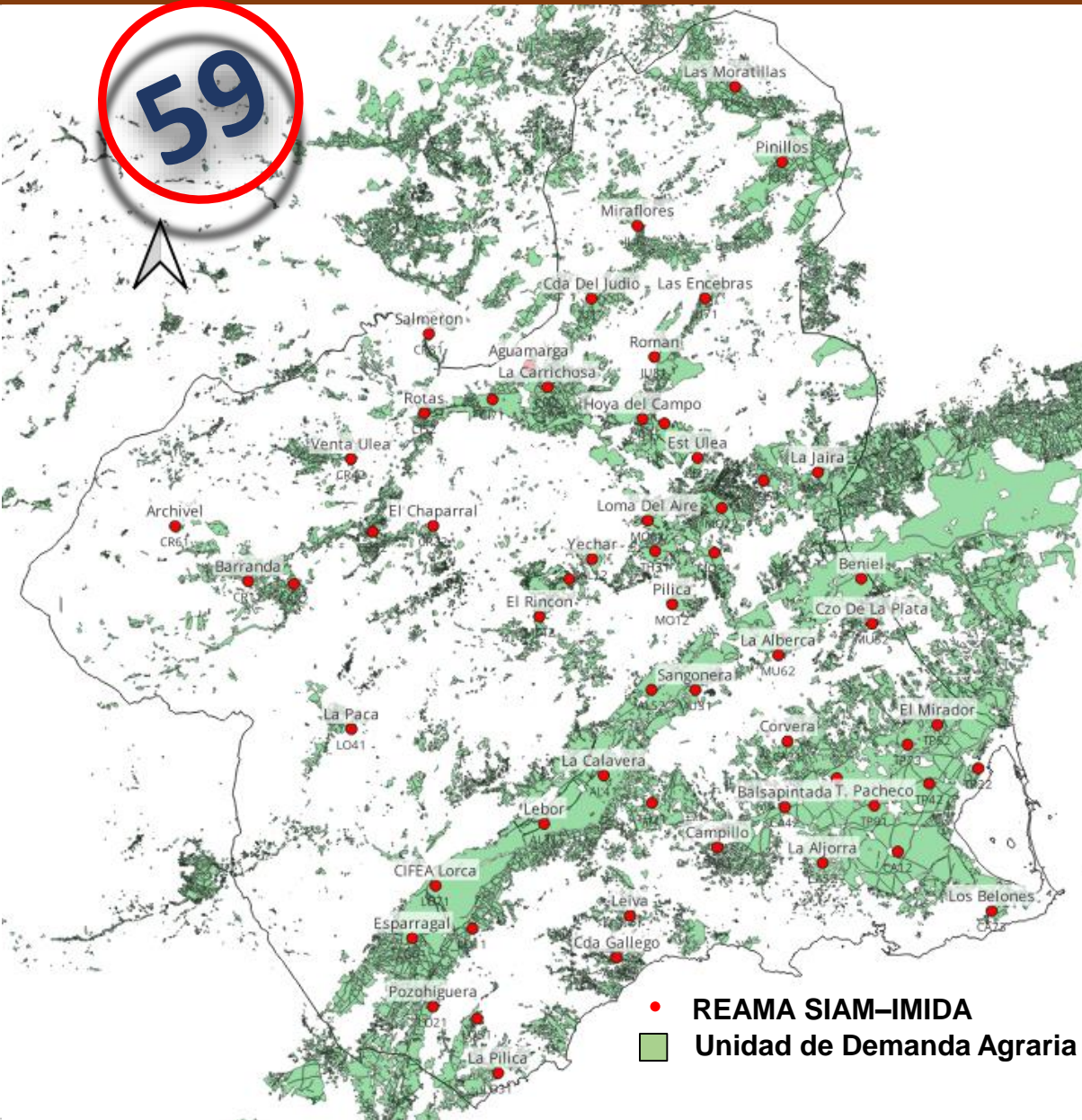
¿Dónde están ubicadas, de que consta y como funciona una estación agro meteorológica?



Instituto Murciano de Investigación y
Desarrollo Agrario y Medio Ambiental

Red de estaciones agrometeorológicas SIAM-IMIDA

59



- Normativa española sobre redes de estaciones meteorológicas automáticas, **UNE 500.510 a 500.550**, (2002 a 2005).
- Normativa española sobre Redes de estaciones agro-meteorológicas automáticas, **UNE 176.101**, (2006).



Métodos de estimación de la Evapotranspiración de Referencia ET_0

Método/Variable meteorológica	año	Temperatura	Humedad relativa	Horas de sol	Radiación solar incidente	Radiación neta	Velocidad del viento	Cubeta clase A
Thornthwait	1948	Necesaria		Conveniente				
Penman	1948	Necesaria	Necesaria	Necesaria	Estimada		Necesaria	
Blaney-Cridle	1950	Necesaria		Necesaria				
Blaney-Cridle-SCS	1951	Necesaria						
Blaney-Cridle-FAO	1955	Necesaria	Necesaria				Necesaria	
Turc	1961	Necesaria	Conveniente		Estimada			
Jensen-Haise	1963	Necesaria			Estimada			
Penman-Monteith	1965	Necesaria	Conveniente	Conveniente	Estimada		Necesaria	
Linacre	1967	Necesaria						
Priestly-Taylor	1972	Necesaria	Conveniente	Conveniente	Estimada			
Papadakis	1980	Necesaria						
Bowen	1987	Necesaria				Necesaria		
Clase A-FAO ⁽¹⁾	1988						Necesaria	Necesaria
Penman-FAO ⁽¹⁾	1988	Necesaria	Conveniente	Conveniente	Estimada		Necesaria	
Radiación-FAO ⁽¹⁾	1988	Necesaria	Conveniente	Conveniente	Estimada		Necesaria	
Hargreaves	1994	Necesaria	Conveniente	Conveniente	Estimada			
Allen et al FAO ⁽²⁾	1998	Necesaria	Necesaria	Estimada	Necesaria	Estimada	Necesaria	

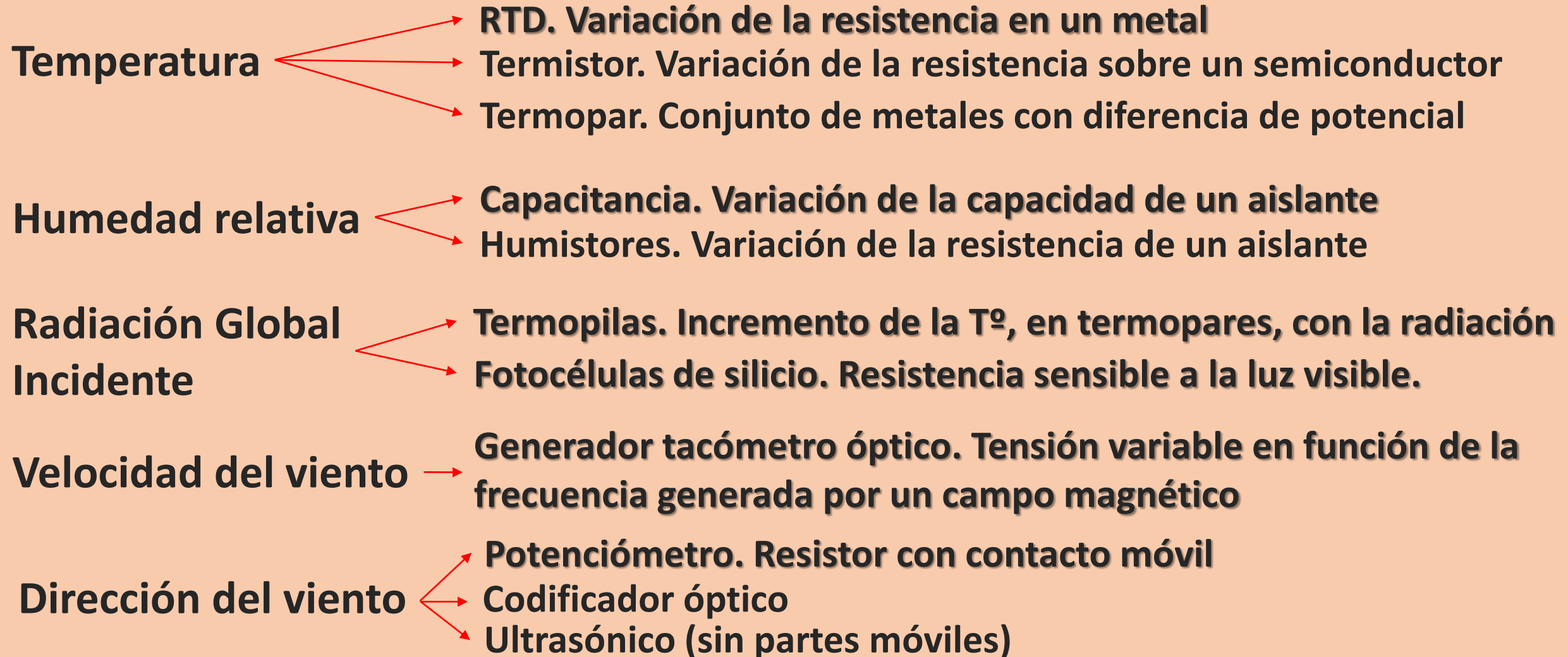
(1) Doorenbos, J. & Pruitt, W.O. (1988) Las necesidades de agua de los cultivos. Estudio FAO 24. Riego y drenaje. Roma: FAO.

(2) Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D. & Smith, M. (1998) Evapotranspiración del cultivo: Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Estudio FAO 56. Riego y drenaje. Roma: FAO..

Elementos que componen una estación agrometeorológica



1. SISTEMA ELÉCTRICO
2. SISTEMA DE COMUNICACIONES
3. SISTEMA DE MEDIDA. TRANSDUCTORES
(ó SENSORES)
4. SISTEMA DE GESTIÓN Y ALMACENAMIENTO.
“EL DATALOGGER”



'Customer: **REAMA SIAM-IMIDA (CARM)**

'Date: 01_feb_2024

'CR82 – Salmerón. CR300 Series

'Declare Variables and Units

Public Temp, Hum_Rel, Rad_Global, Vel_Viento, Dir_Viento, Lluvia
Public T_punto_rocio, Pres_vapor, Pres_vapor_sat, Def_pres_vapor
Public Rad_Global_acum
Public Bateria, T_datalogger

Units Temp=Grados C

Units Hum_Rel=%HR

Units Rad_Global=W/m²

Units Rad_Global_acum=MJ/m²

Units Vel_Viento=m/s

Units Dir_Viento=Grados

Units T_punto_rocio=Grados C

Units Pres_vapor=kPa

Units Bateria=Volts

Units T_datalogger=Grados C

'Define Data Tables

DataTable (Table2,true,-1)

DataInterval (0,10,Min,10)

'Temperatura y Humedad Relativa

Average(1,Temp,FP2,False)

Maximum (1,Temp,FP2,False,False)

Minimum(1,Temp,FP2,False,False)

Average(1,Hum_Rel,FP2,False)

Maximum (1,Hum_Rel,FP2,False,False)

Minimum(1,Hum_Rel,FP2,False,False)

'Radiacion Global

Average(1,Rad_Global,FP2,False)

Maximum (1,Rad_Global,FP2,False,False)

Totalize(1,Rad_Global_acum,IEEE4,False)

'Velocidad y Direccion Viento

WindVector (1,Vel_Viento,Dir_Viento,FP2,False,0,0,0)

FieldNames("VV_media,DV_media,Desv_St_DV")

Maximum (1,Vel_Viento,FP2,False,False)

SampleMaxMin (1,Dir_Viento,FP2,False)

'Lluvia

Totalize(1,Lluvia,FP2,False)

'Punto de rocío y presion de vapor

Average(1,T_punto_rocio,FP2,False)

Average(1,Def_pres_vapor,FP2,False)

'Bateria

Minimum(1,Bateria,FP2,False,False)

'Temperatura datalogger

Sample(1,T_datalogger,FP2)

EndTable

'Main Program

BeginProg

```
'Main Scan Scan(10,Sec,1,0)
If TimeInInterval (50,60,sec) Then SW12(1) 'Alimentacion EE181 y T200B
If TimeInInterval (0,60,sec) Then 'Medidas minutas'
```

'Default CR300 Datalogger Battery Voltage measurement 'BattV'

Battery(Bateria)

'Default CR300 Datalogger Processor Temperature measurement 'PTemp_C'

PanelTemp(T_datalogger,50)

'EE181 Temperature & Relative Humidity Sensor measurements 'Temp' and 'Hum_Rel'

```
VoltSe(Temp,1,mV2500,1,False,0,50,0.1,-40)
VoltSe(Hum_Rel,1,mV2500,2,False,0,50,0.1,0)
If Hum_Rel>100 AND Hum_Rel<103 Then Hum_Rel=100
SW12(0) 'Desactiva alimentacion
```

'Calculo punto de rocío, presión de vapor DewPoint (T_punto_rocío,Temp,Hum_Rel)

```
VaporPressure (Pres_vapor,Temp,Hum_Rel)
Pres_vapor_sat=100*Pres_vapor/Hum_Rel
Def_pres_vapor=Pres_vapor_sat-Pres_vapor
```

EndIf

'SP1110 Pyranometer (CSL) measurements 'Rad_Global_Acum' and 'Rad_Global'

```
VoltSe (Rad_Global,1,mv34,3,0,0,50,100,0)
If Rad_Global<0 Then Rad_Global=0
Rad_Global_acum=Rad_Global*0.001*0.001
```

'young 03101 SENSOR VELOCIDAD DE VIENTO (CSL) measurement 'Vel_viento'

```
PulseCount(Vel_Viento,1,P_LL,2,1,0.75,0.2)
If Vel_Viento<0.21 Then Vel_Viento=0
```

'W200P SENSOR DIRECCION DE VIENTO (CSL) measurement 'Dir_viento'

BrHalf(Dir_Viento,1,mV2500,5,Vx1,1,2500,False,20000,50,357,0)

'52202/52203 Rain Gauge (CSL) measurement 'Lluvia'

PulseCount(Lluvia,1,P_SW,2,0,0.1,0)

```
'Call Data Tables and Store Data
CallTable Table2
```

NextScan

EndProg

Proceso de captura e integración de metadatos

"TOA5","CR61","CR300","28506","CR300.Std.10.07","CPU:CR61_scan5.cr300","4954","Tabla2"
"TIMESTAMP","RECORD","Temp_Avg","Temp_Max","Temp_Min","Hum_Rel_Avg","Hum_Rel_Max","Hum_Rel_Min","Rad_Global_Avg","Rad_Global_Max","Rad_Global_acum_Tot","VV_media","DV_media","Desv_St_DV","Vel_Viento_Max","Dir_Viento_SMM","Lluvia_Tot","T_punto_rocio_Avg","Def_pres_vapor_Avg","Bateria_Min","T_datalogger"
"TS","RN","Grados C","Grados C","Grados C","%HR","%HR","%HR","W/m²","W/m²","MJ/m²","m/s","Deg","Deg","m/s","Grados","","Grados C","","Volts","Grados C"
","","Avg","Max","Min","Avg","Max","Min","Avg","Max","Tot","WVc","WVc","WVc","Max","SMM","Tot","Avg","Avg","Min","Smp"
"2026-02-29 00:00:00",68490,4.138,4.343,3.889,70.2,71.54,68.99,0.001,0.08,1.296209E-07,2.256,297.7,19.24,4.253,308.1,0,-0.802,0.245,12.91,3.589
"2026-02-29 00:10:00",68491,3.956,4.23,3.538,71.1,71.99,70.67,0.001,0.04,7.151498E-08,1.839,298.2,17.73,3.842,308,0,-0.8,0.234,12.9,3.506
"2026-02-29 00:20:00",68492,3.337,3.538,3.217,73.09,73.77,71.99,0.001,0.04,6.25756E-08,1.285,317.6,22.38,2.822,313.3,0,-1.021,0.209,12.9,3.223
"2026-02-29 00:30:00",68493,3.478,3.586,3.218,71.99,73.32,71.46,0,0.022,2.681812E-08,1.598,317.6,18.53,3.038,311.5,0,-1.091,0.219,12.9,2.935
"2026-02-29 00:40:00",68494,3.764,4.085,3.351,70.65,72.25,68.91,0,0.022,4.916655E-08,1.762,320.4,22.71,3.312,331.1,0,-1.075,0.235,12.89,2.775
"2026-02-29 00:50:00",68495,4.298,4.454,4.085,67.72,68.91,66.79,0.001,0.04,8.492404E-08,2.243,317.7,30.29,7.389,317.7,0,-1.138,0.268,12.89,2.847
"2026-02-29 01:00:00",68496,4.375,4.51,4.31,67.8,68.12,67.48,0,0.009,1.340906E-08,2.96,303.3,19.82,6.017,289.1,0,-1.048,0.269,12.89,3.024
"2026-02-29 01:10:00",68497,4.228,4.412,4.129,68.89,69.56,67.77,0.001,0.036,8.045435E-08,4.439,295.2,18.71,7.958,272.7,0,-0.972,0.257,12.89,3.312
"2026-02-29 01:20:00",68498,4.213,4.272,4.129,69.31,69.66,68.91,0,0.031,3.12878E-08,5.608,303,18.81,8.94,290,0,-0.904,0.253,12.88,3.561
"2026-02-29 01:30:00",68499,4.304,4.365,4.229,68.73,68.91,68.49,0.001,0.076,7.598467E-08,6.094,302.5,21.56,10.76,296.3,0,-0.931,0.26,12.88,3.735
"2026-02-29 01:40:00",68500,4.252,4.275,4.183,68.79,68.98,68.65,0.001,0.049,7.151498E-08,6.281,300.6,19.25,8.96,317.6,0,-0.968,0.258,12.87,3.942
"2026-02-29 01:50:00",68501,4.219,4.318,4.117,68.77,69.14,68.39,0,0.027,3.575749E-08,6.444,299.1,16.58,9.6,303.8,0,-1.004,0.258,12.88,4.035
"2026-02-29 02:00:00",68502,4.116,4.241,3.999,69.68,70.08,69.06,0,0.031,4.916655E-08,6.695,299.9,16.28,9.84,303.1,0,-0.923,0.248,12.87,4.067
"2026-02-29 02:10:00",68503,4.116,4.184,3.997,69.63,70.11,69.19,0.001,0.049,6.257561E-08,6.764,301.7,18.95,10.13,306.6,0,-0.933,0.249,12.86,4.096
"2026-02-29 02:20:00",68504,4.153,4.222,4.09,68.82,69.37,67.81,0,0.04,5.363624E-08,5.457,306.8,18.47,9.8,321.3,0,-1.058,0.256,12.87,4.099
"2026-02-29 02:30:00",68505,4.187,4.274,4.074,66.94,67.81,65.89,0,0.027,2.681812E-08,4.299,309.7,22.38,8.43,289.4,0,-1.402,0.272,12.86,4.045
"2026-02-29 02:40:00",68506,4.023,4.13,3.891,68.28,68.69,66.93,0,0.022,5.363624E-08,4.589,306.9,21.71,9.02,308.6,0,-1.29,0.258,12.86,3.973
"2026-02-29 02:50:00",68507,4.08,4.226,3.891,67.51,68.57,66.34,0.001,0.072,1.162118E-07,5.519,304.1,17.74,10.33,274.9,0,-1.389,0.266,12.86,3.908

Proceso de captura e integración de metadatos

TOA5	CR61	CR300	28506	CR300,Std,10,07	CPU:CR61_scan5,cr300	4954	Tabla2										
	RECOR	Temp	Temp	Temp	Hum_Rel_	Hum_Rel_	Hum_Rel_	Rad_Glob	Rad_Glob	Rad_Glob				Desv_St_D	Vel_Viento_	Dir_Viento_	Lluvia_
TIMESTAMP	D	_Avg	_Max	_Min	Avg	Max	Min	al_Avg	al_Max	al_acum_	VV_media	DV_media	V	Max	SMM	Tot	
TS	RN	Grados	Grados	Grados	%HR	%HR	%HR	W/m ²	W/m ²	MJ/m ²	m/s	Deg	Deg	m/s	Grados	mm	
		Avg	Max	Min	Avg	Max	Min	Avg	Max	Tot	WVc	WVc	WVc	Max	SMM	Tot	
29/02/2024 00:00	68490	4,138	4,343	3,889	70,2	71,54	68,99	0,001	0,08	0,0000001	2,256	297,7	19,24	4,253	308,1	0	
29/02/2024 00:10	68491	3,956	4,23	3,538	71,1	71,99	70,67	0,001	0,04	0,0000001	1,839	298,2	17,73	3,842	308	0	
29/02/2024 00:20	68492	3,337	3,538	3,217	73,09	73,77	71,99	0,001	0,04	0,0000001	1,285	317,6	22,38	2,822	313,3	0	
29/02/2024 00:30	68493	3,478	3,586	3,218	71,99	73,32	71,46	0	0,022	0,0000000	1,598	317,6	18,53	3,038	311,5	0	
29/02/2024 00:40	68494	3,764	4,085	3,351	70,65	72,25	68,91	0	0,022	0,0000000	1,762	320,4	22,71	3,312	331,1	0	
29/02/2024 00:50	68495	4,298	4,454	4,085	67,72	68,91	66,79	0,001	0,04	0,0000001	2,243	317,7	30,29	7,389	317,7	0	
29/02/2024 01:00	68496	4,375	4,51	4,31	67,8	68,12	67,48	0	0,009	0,0000000	2,96	303,3	19,82	6,017	289,1	0	
29/02/2024 01:10	68497	4,228	4,412	4,129	68,89	69,56	67,77	0,001	0,036	0,0000001	4,439	295,2	18,71	7,958	272,7	0	
29/02/2024 01:20	68498	4,213	4,272	4,129	69,31	69,66	68,91	0	0,031	0,0000000	5,608	303	18,81	8,94	290	0	
29/02/2024 01:30	68499	4,304	4,365	4,229	68,73	68,91	68,49	0,001	0,076	0,0000001	6,094	302,5	21,56	10,76	296,3	0	
29/02/2024 01:40	68500	4,252	4,275	4,183	68,79	68,98	68,65	0,001	0,049	0,0000001	6,281	300,6	19,25	8,96	317,6	0	
29/02/2024 01:50	68501	4,219	4,318	4,117	68,77	69,14	68,39	0	0,027	0,0000000	6,444	299,1	16,58	9,6	303,8	0	
29/02/2024 02:00	68502	4,116	4,241	3,999	69,68	70,08	69,06	0	0,031	0,0000000	6,695	299,9	16,28	9,84	303,1	0	
29/02/2024 02:10	68503	4,116	4,184	3,997	69,63	70,11	69,19	0,001	0,049	0,0000001	6,764	301,7	18,95	10,13	306,6	0	
29/02/2024 02:20	68504	4,153	4,222	4,09	68,82	69,37	67,81	0	0,04	0,0000001	5,457	306,8	18,47	9,8	321,3	0	
29/02/2024 02:30	68505	4,187	4,274	4,074	66,94	67,81	65,89	0	0,027	0,0000000	4,299	309,7	22,38	8,43	289,4	0	
29/02/2024 02:40	68506	4,023	4,13	3,891	68,28	68,69	66,93	0	0,022	0,0000001	4,589	306,9	21,71	9,02	308,6	0	
29/02/2024 02:50	68507	4,08	4,226	3,891	67,51	68,57	66,34	0,001	0,072	0,0000001	5,519	304,1	17,74	10,33	274,9	0	

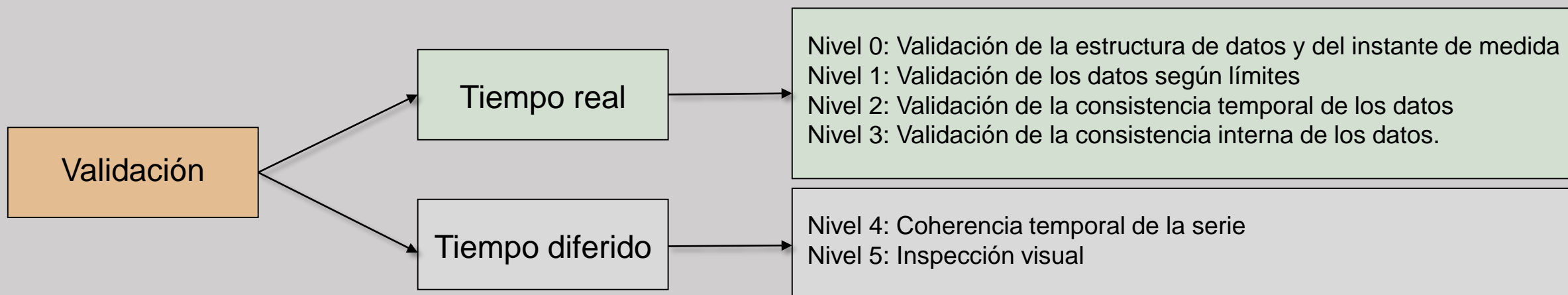
Proceso de captura, elaboración y publicación de metadatos

59



El objetivo de la norma **UNE 500.540** es establecer unas directrices mínimas a cerca de la validación de datos procedentes de estaciones meteorológicas automáticas que permitan no sólo saber el grado de validez de los datos sino las manipulaciones a las que han sido sometidos.

A través del proceso de validación, se pretende que cada dato meteorológico, lleve asociada una etiqueta que indique el grado de calidad del mismo, así como las manipulaciones a las que ha sido sometido.



Nivel 0. Validación de la estructura de datos y del instante de medida. Se comprobará que la estructura del bloque de datos y el número de datos son los que se espera que lleguen. Si alguno de los datos no puede ser extraído correctamente se etiquetará como “invalido”. Se comprobará asimismo el instante de lectura con el instante actual. Si existe error en la fecha y/u hora, a todos los datos del bloque asociados a esa fecha y hora se les asignará la etiqueta de “inválido”.

Nivel 1a. Validación de datos según límites. Límites rígidos: Físicos e instrumentales. Se aplicarán los límites que resulten más restrictivos de los físicos o instrumentales. Cualquier dato fuera de los límites establecidos se etiquetará como “inválido”. En la siguiente tabla se indican los límites físicos aplicables.

PARAMETRO	UNIDAD	RANGO
Humedad relativa	%	0 a 100
Temperatura	° C	-35 a 55
Velocidad del viento	m/s	0 a 75
Dirección del viento	grados	0 a 360
Precipitación en 10 minutos	mm	0 a 50
Presión	hPa	700 a 1080
Radiación	W/m2	0 a 1400

Nivel 1b. **Validación de datos según límites. Límites flexibles.** Estos límites han de basarse en los valores extremos que los distintos parámetros pueden tomar en la zona donde está ubicada la estación. Lo ideal es contar con un conjunto de efemérides meteorológicas, para cada mes, que sean representativas del entorno de donde provienen los datos que se están validando. Si el dato se encuentra fuera de estos límites se etiquetará como “sospechoso”.

Nivel 2. **Validación de la consistencia temporal de los datos según sus diferencias primeras.** En este nivel se compara el cambio entre observaciones consecutivas. Si la diferencia excede un valor permitido, distinto para cada parámetro, el dato será etiquetado como “sospechoso”. Si alguno de los dos datos usados en la comparación no existe, el dato se etiquetara como “sospechoso”. La efectividad del test depende de la consistencia temporal de los datos y se aplica mejor a los datos de alta resolución temporal (alta razón de muestreo) ya que la correlación entre observaciones contiguas aumenta con la razón de muestreo. Este test resulta especialmente útil para detectar problemas de conexiones o con el datalogger.

Nivel 3. Validación de la consistencia interna de los datos. Relaciones entre sensores. En este nivel de validación se tienen en cuenta las relaciones meteorológicas que existen entre las observaciones efectuadas en la misma estación. Valores medidos al mismo tiempo y en el mismo lugar no pueden ser inconsistentes entre ellos. A continuación se dan algunos ejemplos:

- ✓ La temperatura de punto de rocío no puede superar la temperatura ambiente.
- ✓ La velocidad media del viento no puede ser mayor que la racha.
- ✓ La velocidad media del viento a 2 m debe ser menor o igual que a 10 m.
- ✓ Una variación igual a cero en la velocidad del viento y de cero en la dirección sugieren un problema con el sensor de velocidad del viento.
- ✓ Si la humedad relativa es menor del 50%, la lluvia no debería ser mayor que la sensibilidad del pluviómetro. Si el test no es superado y, puesto que no se puede discernir cuál de los parámetros involucrados es el culpable, ambas observaciones llevarán la etiqueta de “sospechoso”.

Nivel 4. Validación de la estructura del bloque de datos. Las validaciones que se describen a continuación deben realizarse cada 24 horas y abarcar varios días previos a los que se realiza la validación, con el fin de asegurarse de que datos que lleguen con retraso se sometan al control de calidad.

Nivel 4a. Validación de la estructura del bloque de datos. Test de persistencia. Se aplica una vez que se tengan todos los datos, para cada variable, del periodo que se va a analizar. Se calcula la media y la desviación típica para cada parámetro. Si la desviación típica es menor que un mínimo aceptable todos los datos de ese periodo se etiquetan como sospechosos. Se debe calcular también la mayor diferencia entre cualquier par de observaciones de un cierto parámetro en ese periodo. Si esta diferencia es menor que un mínimo aceptable todos los datos llevarán la etiqueta de “sospechoso”. El test de persistencia es útil para identificar instrumentos dañados o atascados en una determinada lectura.

Nivel 4b. **Validación de la estructura del bloque de datos. Validación de la consistencia espacial.** Contraste de los datos de cada estación con datos de otras estaciones y/o predicciones. Los valores de un mismo parámetro medidos al mismo tiempo en estaciones cercanas no pueden diferir demasiado unos de otros. El llevar a la práctica este test puede resultar más o menos complicado dependiendo de la densidad de estaciones y de lo compleja que sea la orografía de la zona.

Para llevar a cabo este test se aplicarán, por ejemplo, técnicas de interpolación. Es suficiente con aplicar algún método sencillo que permitan detectar los errores más groseros. Para validar la consistencia espacial se suele estimar un valor para cada observación, empleando para ello datos de observaciones próximas (que no hayan sido etiquetados como inválidos en niveles previos) y/o predicciones de modelos numéricos. A continuación, se calcula la diferencia entre el valor medido y el valor estimado. Si alguno de los datos no cumple los requerimientos establecidos por el test, se etiquetará como “sospechoso”.

Nivel 5. Validación por inspección manual. Resulta muy útil disponer diariamente de mapas de valores máximos, mínimos, acumulados, etc. de los distintos parámetros así como de parámetros derivados. También resulta esencial disponer de herramientas que permitan representar la evolución temporal de los distintos parámetros en varios niveles de agregación, especialmente cuando se trate de determinar si un dato sospechoso es válido o inválido.

Cuando se trate de valorar algún caso dudoso de precipitación o radiación, se pueden utilizar imágenes radar y/o de satélite.

A más largo plazo (desde varias semanas a varios meses), la representación espacial de los distintos parámetros también es muy útil.

Para identificar problemas sutiles, en el caso de la temperatura, la velocidad y dirección del viento y la presión, se recomienda un análisis de valores promedio a una hora específica del día (p.e. 0, 6, 12 y 18).

Proceso de captura, elaboración y publicación de metadatos

59



Algoritmos desarrollados a partir de los registros almacenados en el SIAM



Necesidades de riego de los cultivos

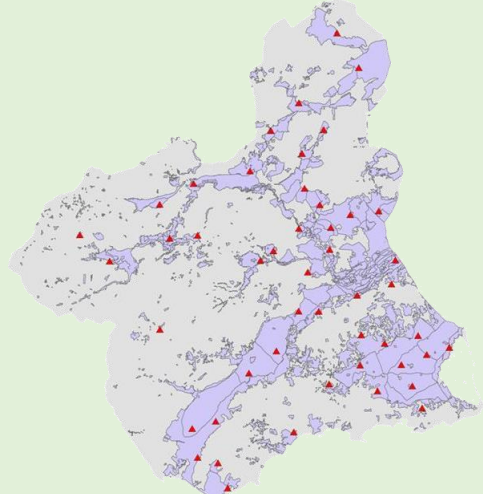
Datos Agrometeorológicos



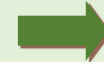
Estimación de la ET_0
Ecuación de Penman-Monteith
FAO 56



Selección de la estación de referencia



Selección del cultivo y variedad



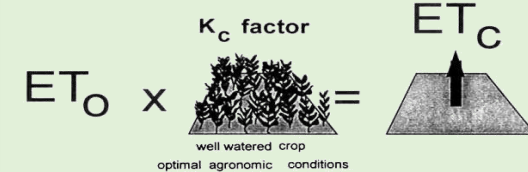
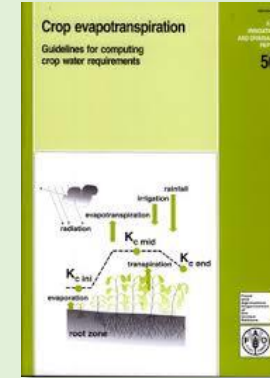
Inicio y duración etapas del cultivo



Coeficiente de Cultivo K_c



ET_c

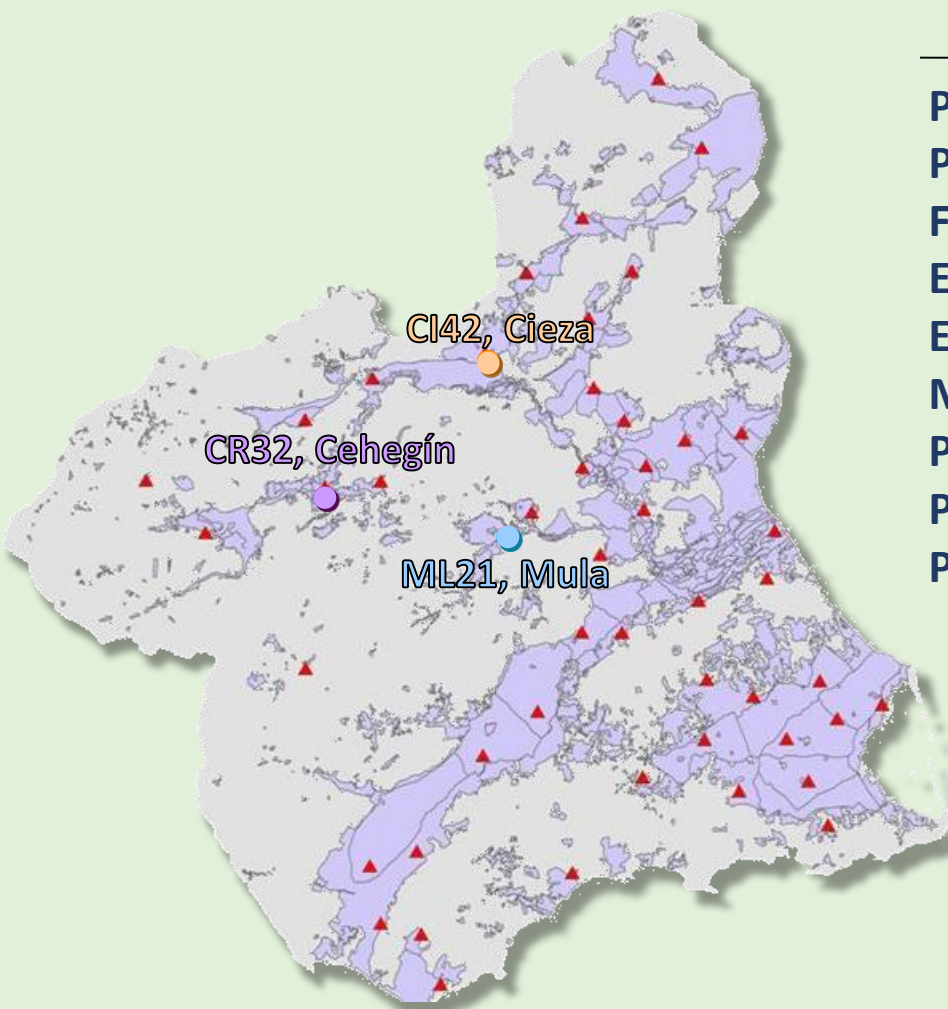


$$ET_0 = \frac{0,408 \Delta (R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0,34 u_2)}$$

Donde:

- Δ Pendiente de la curva de presión de vapor. KPa/°C
- R_n Radiación neta de onda corta. MJ/m² día
- G Flujo de calor desde el suelo. MJ/m² día
- γ Constante Psicrométrica. KPa/°C
- t Temperatura media. °C
- U_2 Velocidad del viento medida a 2 metros. m/seg
- $(e_s - e_a)$ Déficit de presión de vapor DPV. KPa

Coeficiente de cultivo. Ejemplo Albaricoquero Búlida



ETAPA DEL CULTIVO	K_c
Parada Invernal	0,15
Pre Floración	0,20
Floración y Cuajado	0,22
Endurecimiento del hueso	0,35
Engorde del fruto	0,45
Maduración y Recolección	0,50
Post Cosecha	0,30
Pre Parada Invernal	0,30
Parada Invernal	0,00



Steduto, P., Hsiao, T.C., Fereres, E. & Raes, D. (2019) Respuesta de los cultivos al agua. Estudio FAO 66. Riego y drenaje. Roma: FAO.

CI42, La Carrichosa, Cieza		
ETAPA DE CULTIVO	INICIO	FIN
Parada invernal Enero	1-ene	5-feb
Prefloración	6-feb	4-mar
Floración y cuajado	5-mar	31-mar
Endurecimiento de hueso	1-abr	20-abr
Engorde del fruto	21-abr	20-may
Engorde, maduración y recolección	21-may	15-jun
Postcosecha	16-jun	30-sep
Pre-parada	1-oct	31-oct
Parada invernal	1-nov	31-dic

CR32, El Chaparral, Cehegín		
ETAPA DE CULTIVO	INICIO	FIN
Parada invernal Enero	1-ene	5-feb
Prefloración	6-feb	10-mar
Floración y cuajado	11-mar	5-abr
Endurecimiento de hueso	6-abr	30-abr
Engorde del fruto	1-may	15-may
Engorde, maduración y recolección	16-may	25-jun
Postcosecha	26-jun	30-sep
Pre-parada	1-oct	31-oct
Parada invernal	1-nov	31-dic

ML21, La Torre, Mula		
ETAPA DEL CULTIVO	INICIO	FIN
Parada invernal Enero	1-ene	15-ene
Prefloración	16-ene	21-feb
Floración y cuajado	22-feb	20-mar
Endurecimiento de hueso	21-mar	15-abr
Engorde del fruto	16-abr	8-may
Engorde, maduración y recolección	9-may	25-may
Postcosecha	26-may	30-sep
Pre-parada	1-oct	31-oct
Parada invernal	1-nov	31-dic

Necesidades de riego de los cultivos

ET_c

Al proceso conjunto de **transpiración** y de **evaporación** a partir de una cubierta vegetal, formada por gramíneas bien regadas con una altura entre 10 y 15 cm, en un tiempo dado se le denomina evapotranspiración ET_0 mm/(día*m²).

$$ET_c = ET_0 * K_c * K_r = \text{mm} / (\text{m}^2 \cdot \text{día}).$$

$$N_n = ET_c - (P_e + W) = \text{mm} / (\text{m}^2 \cdot \text{día}).$$

$$N_T = N_n / E_{fa} = \text{mm} / (\text{m}^2 \cdot \text{día}).$$

$$N_t = \frac{Etc * Kr}{Efu * Efp} = \text{mm} / \text{m}^2 * \text{día}$$

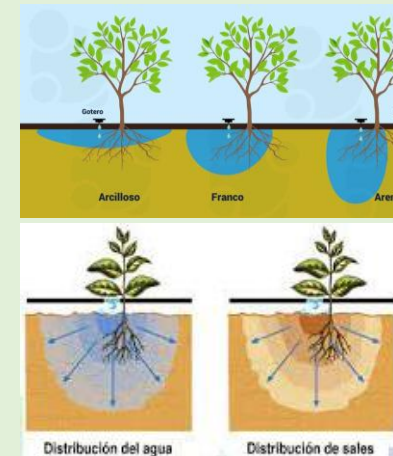
$$N_t = \frac{Etc * Kr}{Efu * Efs} = \frac{Etc * Kr}{Efu * \left(1 - \frac{CEa}{2 * máxCEes}\right)} = \text{mm} / \text{m}^2 * \text{día}$$

- E_{fa}
- Uniformidad de descarga E_{fu}
 - Perdidas por percolación E_{fp}
 - Necesidad de lixiviar sales E_{fs}

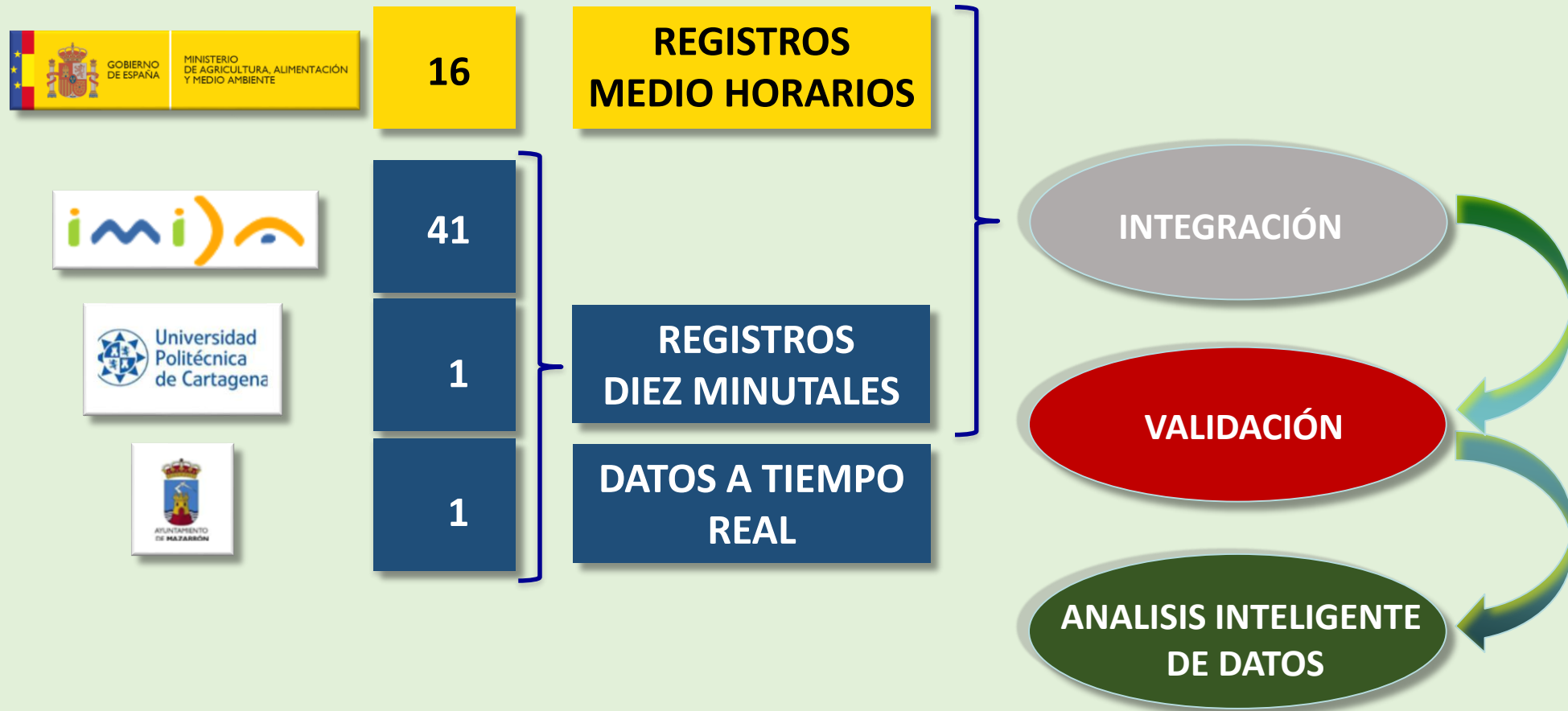
Actúa solo la eficiencia que provoca mayor pérdida de agua.

Hoare et al, 1974

Textura del suelo	f *	E _{fp} = 1/f
Muy arenosa	1,15	0,87
Arenosa	1,10	0,90
Franca	1,05	0,95
Arcillosa	1	1,00



59





INTEGRACIÓN Y EXPLOTACIÓN DE METADATOS

Grupo Operativo : Cambio Climático en Frutales de Hueso

“Caracterización Agroclimática. Impacto del CC en zonas productoras de Fruta de Hueso: Evolución y proyecciones futuras”.



Actuación cofinanciada por la Unión Europea

	Europa invierte en las zonas rurales
COSTE DEL PROYECTO:	599.828,60 €
TOTAL	599.828,60 €
COFINANCIACIÓN UE	80 %

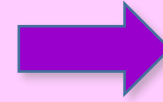
TED2021-131953B-C21. “Adaptación de los cultivos de frutales de hueso a las condiciones agroclimáticas en un contexto de cambio climático. Modelización y sistema de apoyo a la decisión”.

Ministerio de Ciencia e Innovación. Proyectos de Transición Ecológica y Transición Digital 2023.

IPs: David Ruiz; José A. Egea (CEBAS-CSIC); Manuel Caro (**IMIDA-CARM**). 178.200 €.

SELECCIÓN DE ZONAS PRODUCTORAS

INCORPORACIÓN Y VALIDACIÓN DE METADATOS



REGISTROS HORARIOS

34,453.080 REGISTROS HORARIOS



BASE DE DATOS DEL SIAM-IMIDA

VALIDACIÓN SEGÚN
NORMA UNE 500540



PARQUE CIENTÍFICO DE MURCIA

RED CTNET
FUNDACIÓN INTEGRA



PROCEDIMIENTO PL/SQL

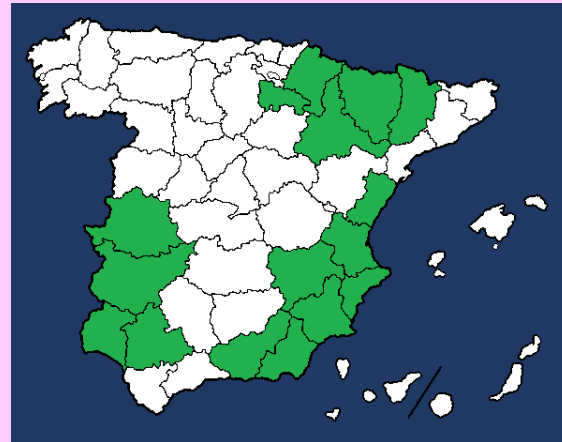


OBTENCIÓN DE DATOS POR PERÍODOS
DIARIOS, SEMANALES Y ANUALES

Serie histórica
01/1999 - 12/2024

VARIABLES

- Temperatura (°C)
- Humedad relativa (%)
- Velocidad del viento (m/s)
- Dirección del viento (°)
- Precipitación (mm)
- Radiación global incidente (w/m²)



SELECCIÓN DE ZONAS PRODUCTORAS

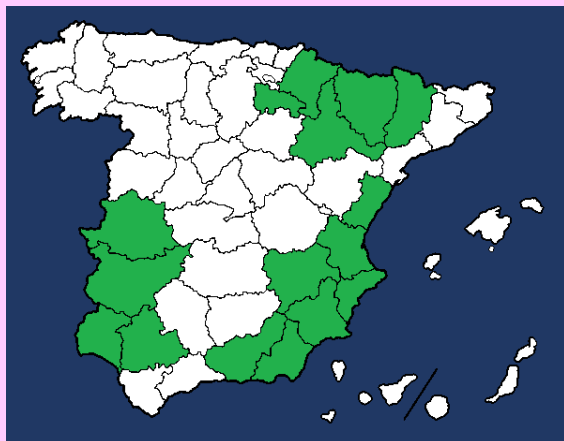
PROVINCIA	ESTACIÓN
Albacete	3
Alicante	15
Almería	10
Badajoz	16
Cáceres	16
Castellón	9
Granada	10
Huelva	10
Huesca	19
Lérida	21
Logroño	12
Murcia	48
Navarra	18
Sevilla	19
Valencia	23
Zaragoza	21
TOTAL 16	270



SELECCIÓN DE ZONAS PRODUCTORAS

INCORPORACIÓN Y VALIDACIÓN DE METADATOS

GENERACIÓN DE ALGORITMOS



ENDODORMANCIA (UF)

Richardson
Modelo Dinámico



ECODORMANCIA (GDH)

Richardson
Anderson

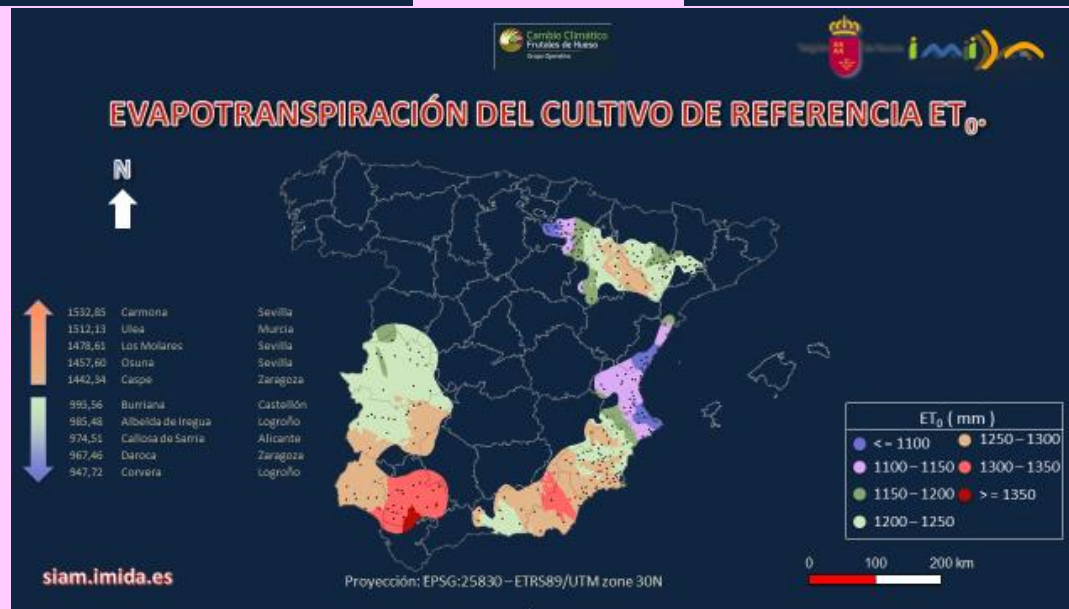
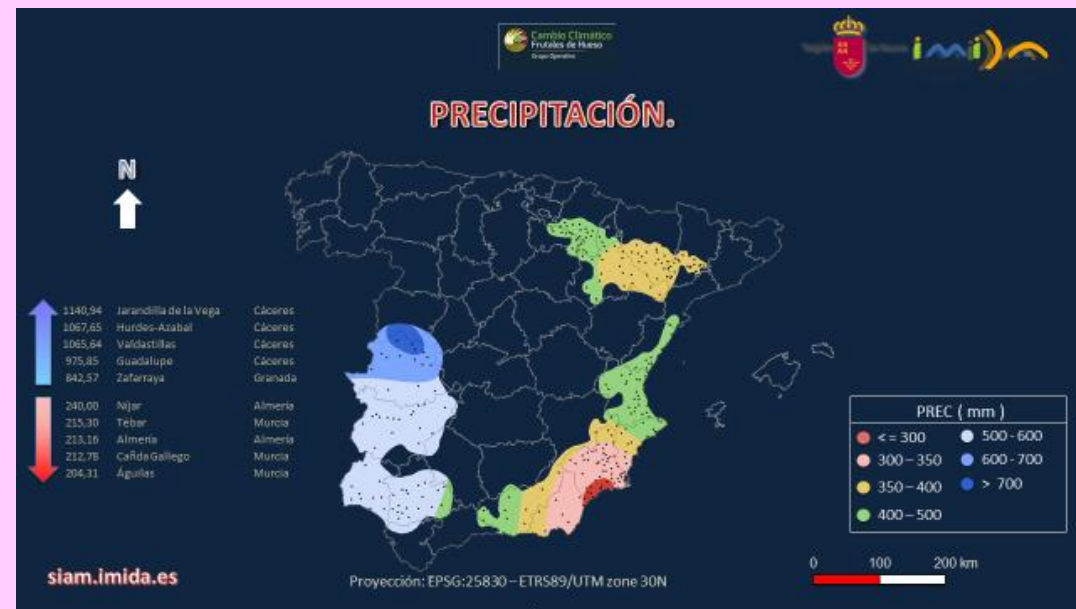
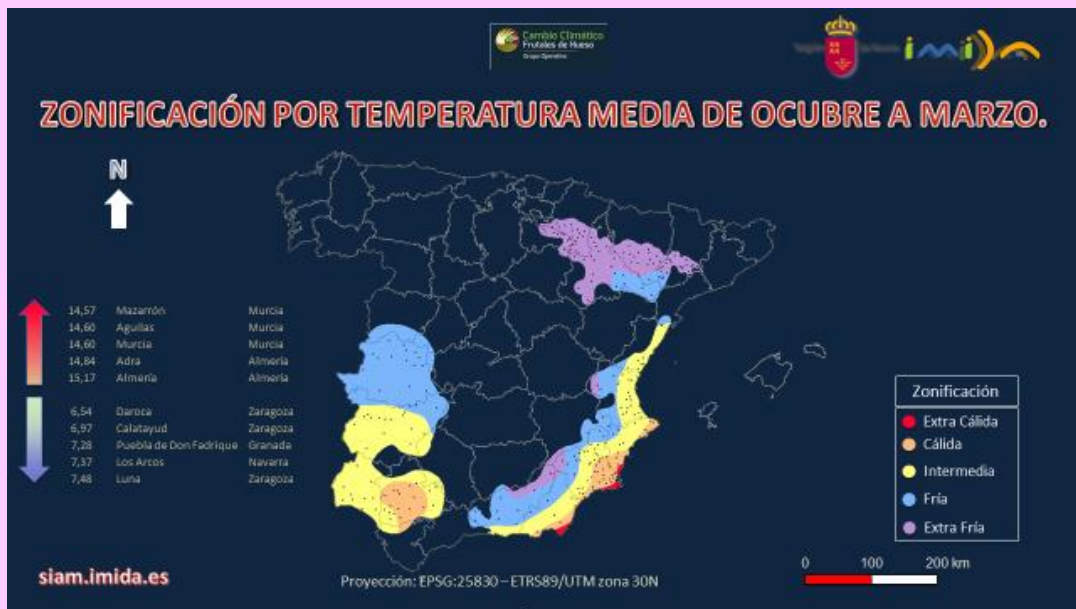


RIESGO DE HELADAS



ANOMALIAS (altas temperaturas)

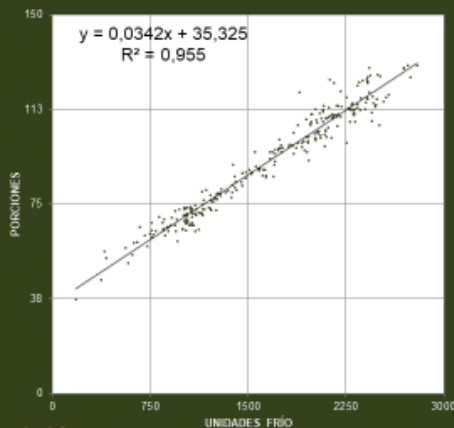
Ejemplo de integración y explotación de datos



Ejemplo de integración y explotación de datos



ENDO DORMANCIA



Gráfica elaborada a partir de los registros horarios agrupados en semanas de cada una de las 270 estaciones por dos métodos. En total 7644 registros.

Fecha promedio de inicio de acumulación de bajas temperaturas: 02 de noviembre (R & P)

Semana en la que se alcanza el máximo de UF o Porciones acumuladas: 07 de abril (R) y el 08 de abril (P)

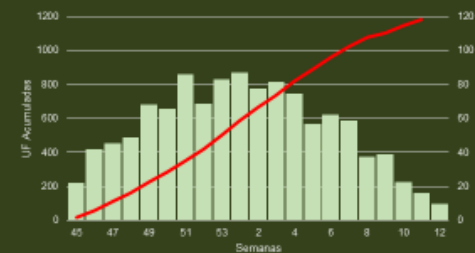
Número de días desde el inicio de la acumulación hasta alcanzar el máximo teórico: 156 (R) y 155 (P)

Promedio de frío acumulado: 1.648 (R) y 192 (P)

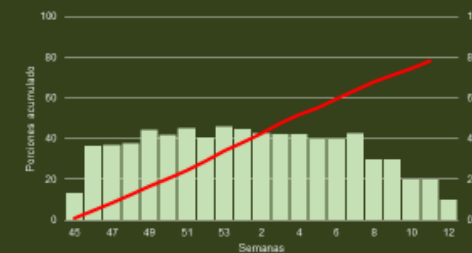


ENDO DORMANCIA

RICHARDSON



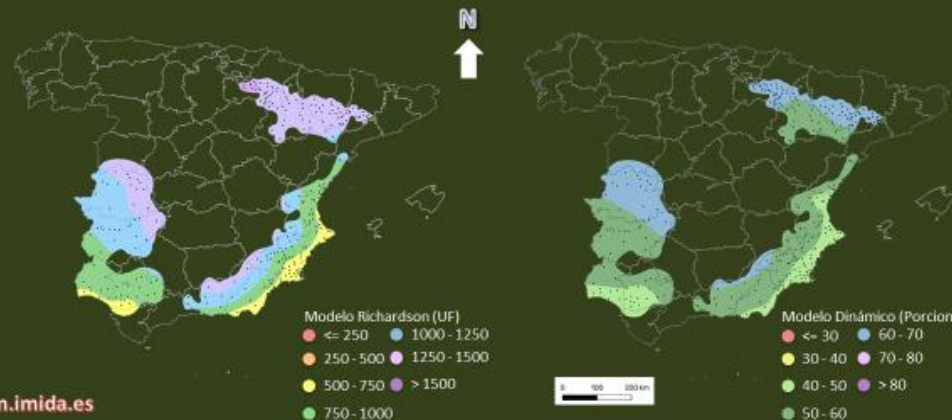
MODELO DINÁMICO



ACUMULADO MEDIO SEMANAL
— PROMEDIO ACUMULADO



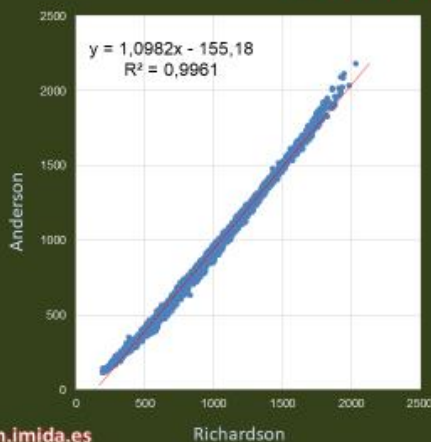
ENDO DORMANCIA Semana 04 (última semana de enero)



Ejemplo de integración y explotación de datos



ECO DORMANCIA (GDH)



Gráfica elaborada a partir de los registros horarios agrupados por semanas de cada una de las 270 estaciones por los dos métodos. En total 7644 registros.

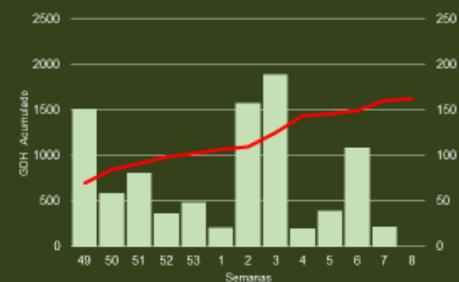
RICHARDSON		ANDERSON	
Promedio:	937,87	Promedio:	874,81
Mediana:	949,57	Mediana:	872,07
Máxima:	2027,54	Máxima:	2181,72
Mínima:	189,01	Mínima:	115,95
Intervalo de confianza medio al 90 %	8,98	Intervalo de confianza medio al 90 %	9,85

siam.imida.es

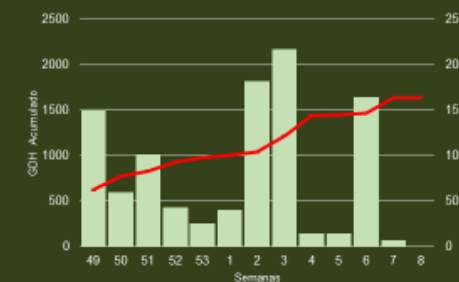


ECO DORMANCIA (GDH)

RICHARDSON



ANDERSON



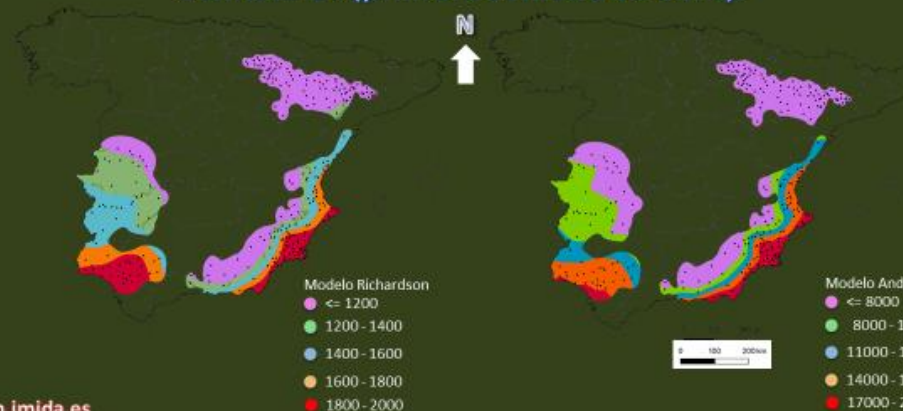
■ INCREMENTO MEDIO SEMANAL
— PROMEDIO ACUMULADO

siam.imida.es

Los datos corresponden a la estación de La Carrichosa, Cieza (Murcia).



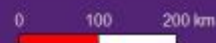
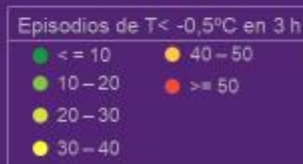
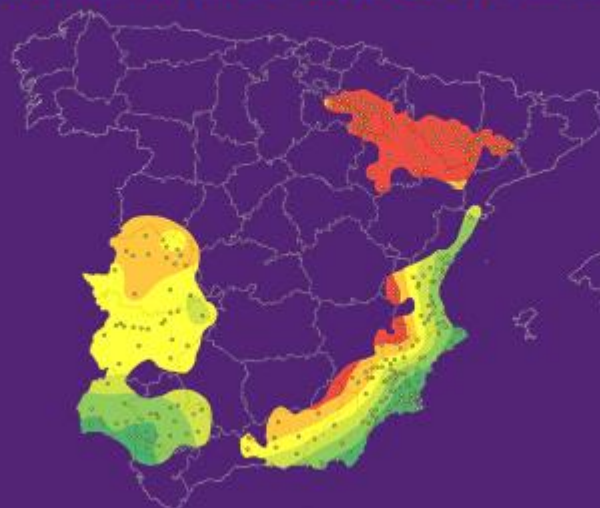
ECO DORMANCIA Semana 14 (primera semana de abril).



siam.imida.es



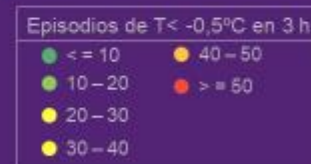
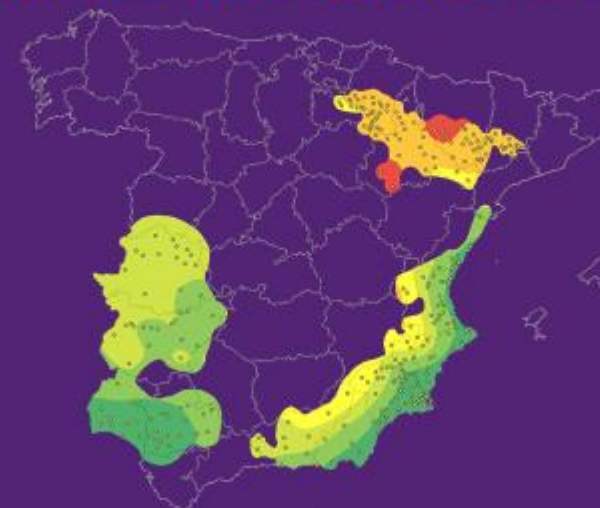
BAJAS TEMPERATURAS. Semanas 1 a 5



siam.imida.es

Proyección: EPSG:25830 – ETRS89/UTM zona 30N

BAJAS TEMPERATURAS. Semanas 6 a 10



siam.imida.es

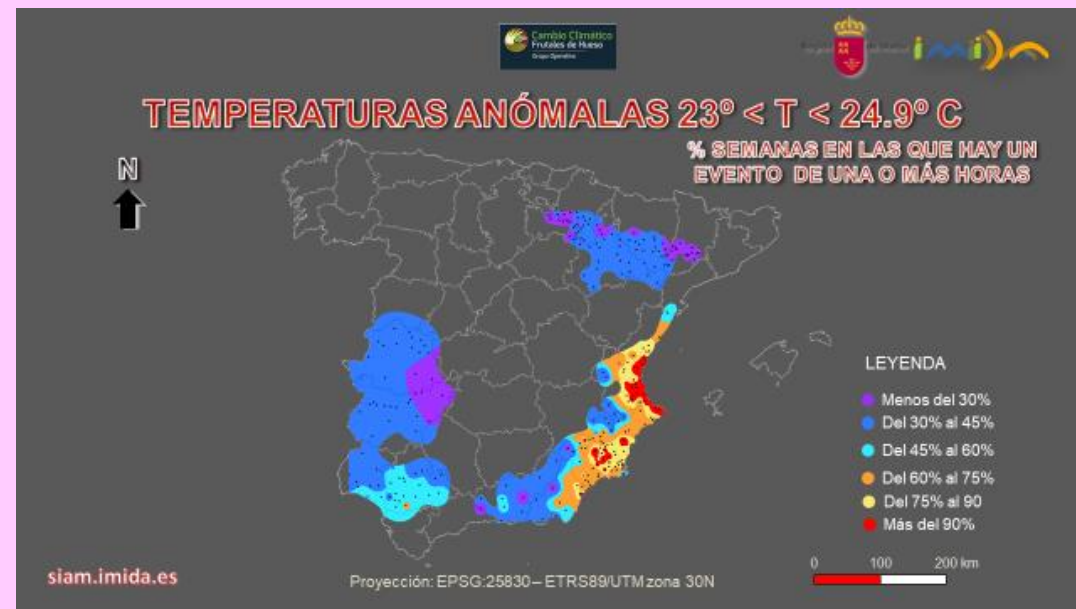
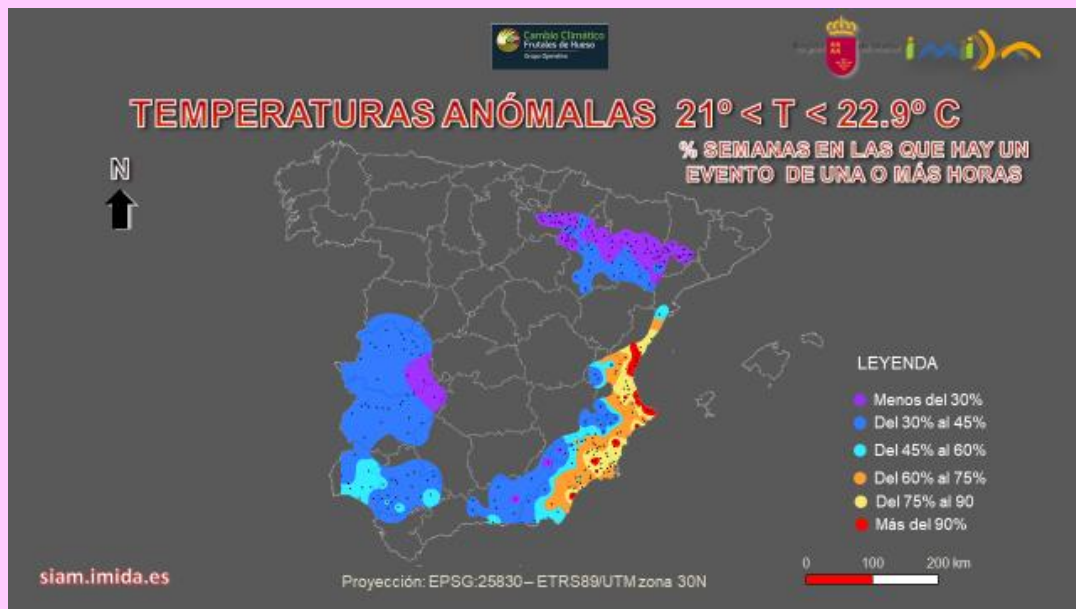
Proyección: EPSG:25830 – ETRS89/UTM zona 30N

CRITERIO:

Recuento del número de horas con temperaturas iguales o inferiores a $-0,5^{\circ}\text{C}$, durante tres horas.

Período: Entre la primera semana de enero hasta la última de abril, semanas 1 a 16 unos 115 o 116 días.

Ejemplo de integración y explotación de datos



Proceso de captura, elaboración y publicación de metadatos

59



16

REGISTROS MEDIO HORARIOS



41

REGISTROS DIEZ MINUTALES



1

DATOS A TIEMPO REAL



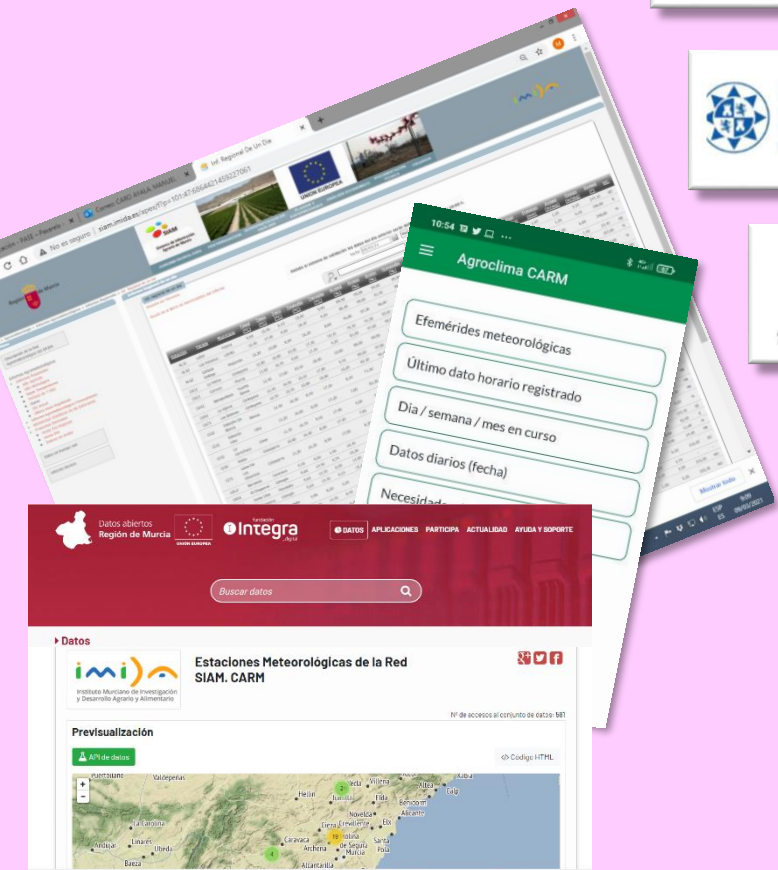
1

INTEGRACIÓN

VALIDACIÓN

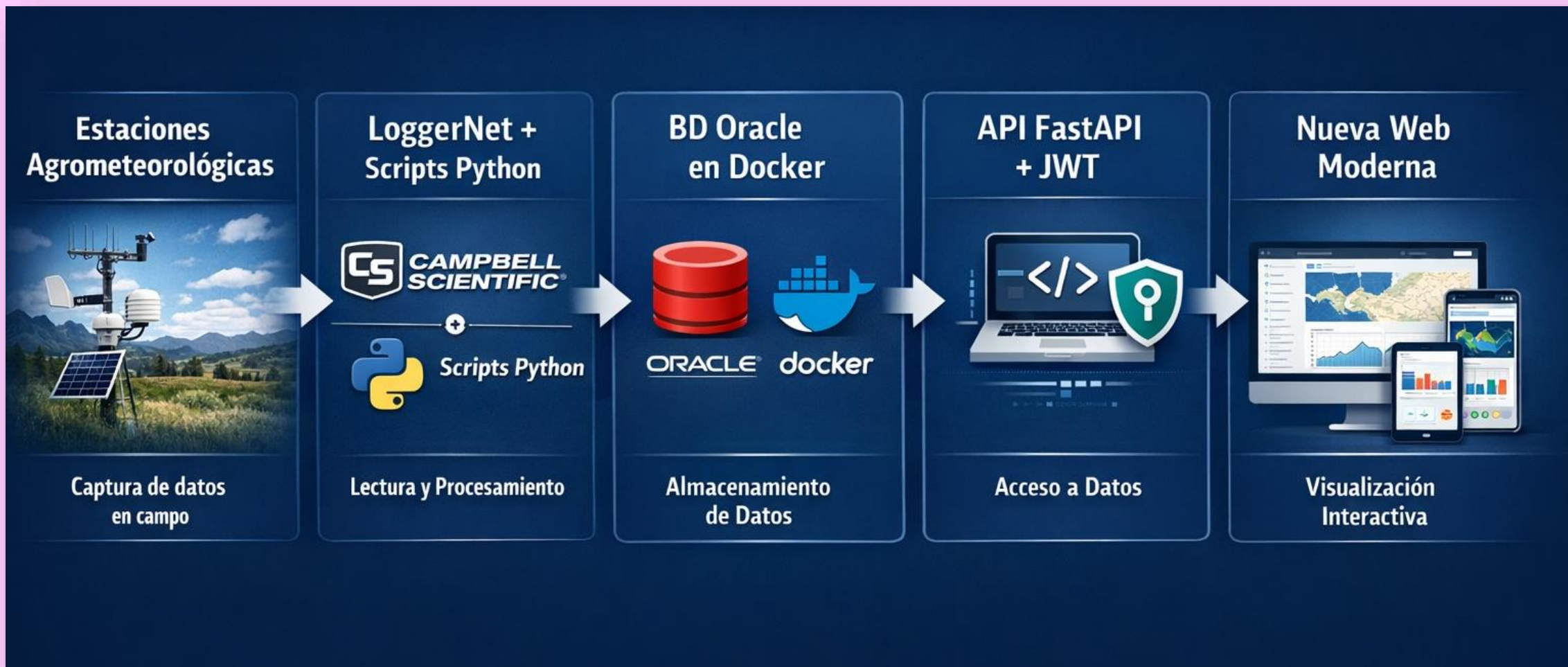
ANÁLISIS INTELIGENTE DE DATOS

PUBLICACIÓN

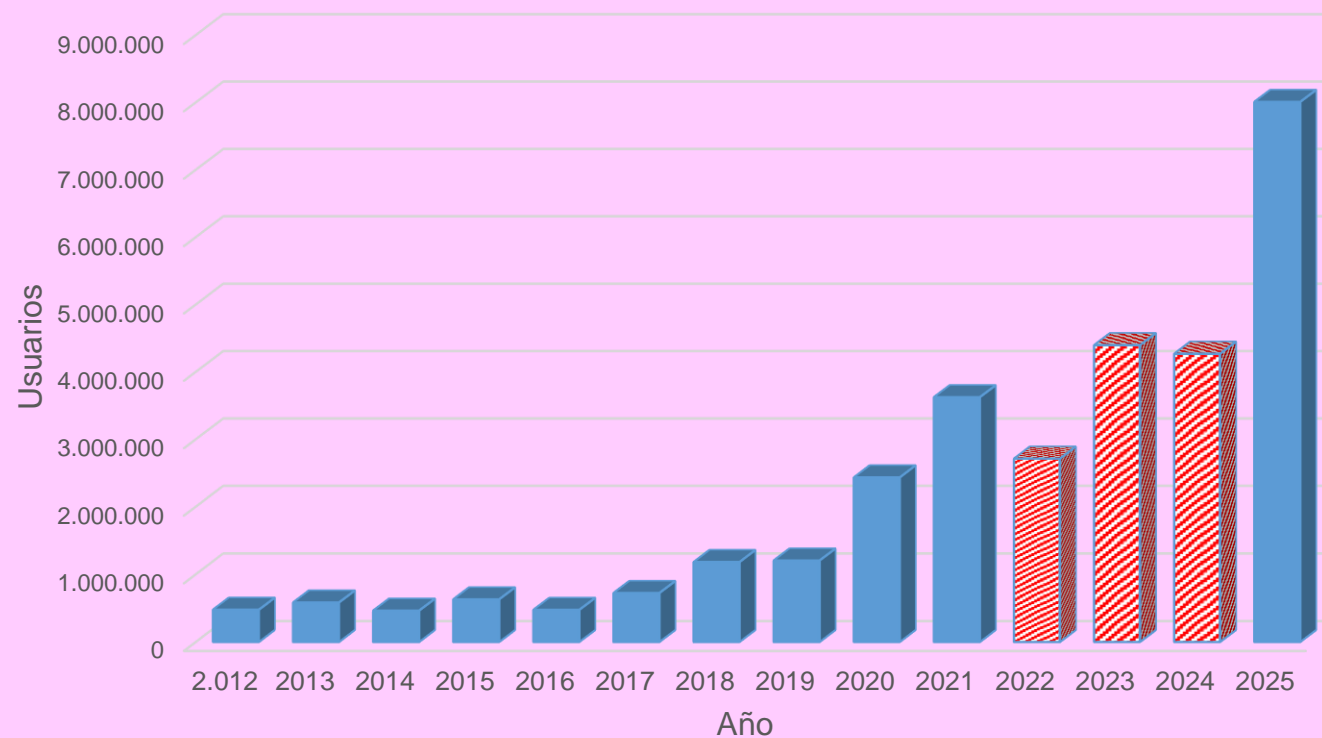


siam.imida.es
Open Data
App Agroclima

Arquitectura de la nueva plataforma SIAM - IMIDA



Arquitectura de la nueva plataforma SIAM - IMIDA



	2.012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
TOTAL	474.904	581.790	461.310	628.138	472.792	721.735	1.179.857	1.202.423	2.432.212	3.622.875	2.711.189	4.396.029	4.268.216	8.006.079



**MUCHAS GRACIAS POR
VUESTRA ATENCIÓN**