

RIEGO FOTOVOLTAICO



INIA La Platina

Rodrigo Márquez, Investigador y
Extensionista en Riego

Región Metropolitana, Agosto de 2021



Introducción



PARTE 1:
Demanda
Ambiental



PARTE 2:
Coeficiente
de Cultivo



PARTE 3:
Característi
cas del
suelo



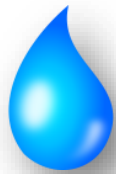
PARTE 4:
Calidad de
Aguas



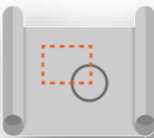
PARTE 5:
Selección
de
emisores



PARTE 6:
Planificaci
ón del
manejo de
Riego



PARTE 8:
Balance
Hídrico



PARTE 9:
Trazado
hidráulico



PARTE 10:
Requerimi
entos de
Presión



PARTE 11:
Sistema de
energía



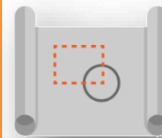
PARTE 12:
Equipo de
bombeo

Introducción

- Precipitación del equipo -> **Caudal instantáneo** -> Calculo de bomba
- **Presión de los emisores** + calculo hidráulico -> Calculo de bomba
- **Horas de riego por evento** -> Adecuación a jornada laboral o disponibilidad de energía.
- **Demanda hídrica** -> D.A.A. necesarios, Cubicación de embalse acumulador

Sin seguridad de agua de riego, la tecnificación está destinada al fracaso.

- Continuaremos



PARTE 9:
Trazado
hidráulico



PARTE 10:
Requerimi
entos de
Presión

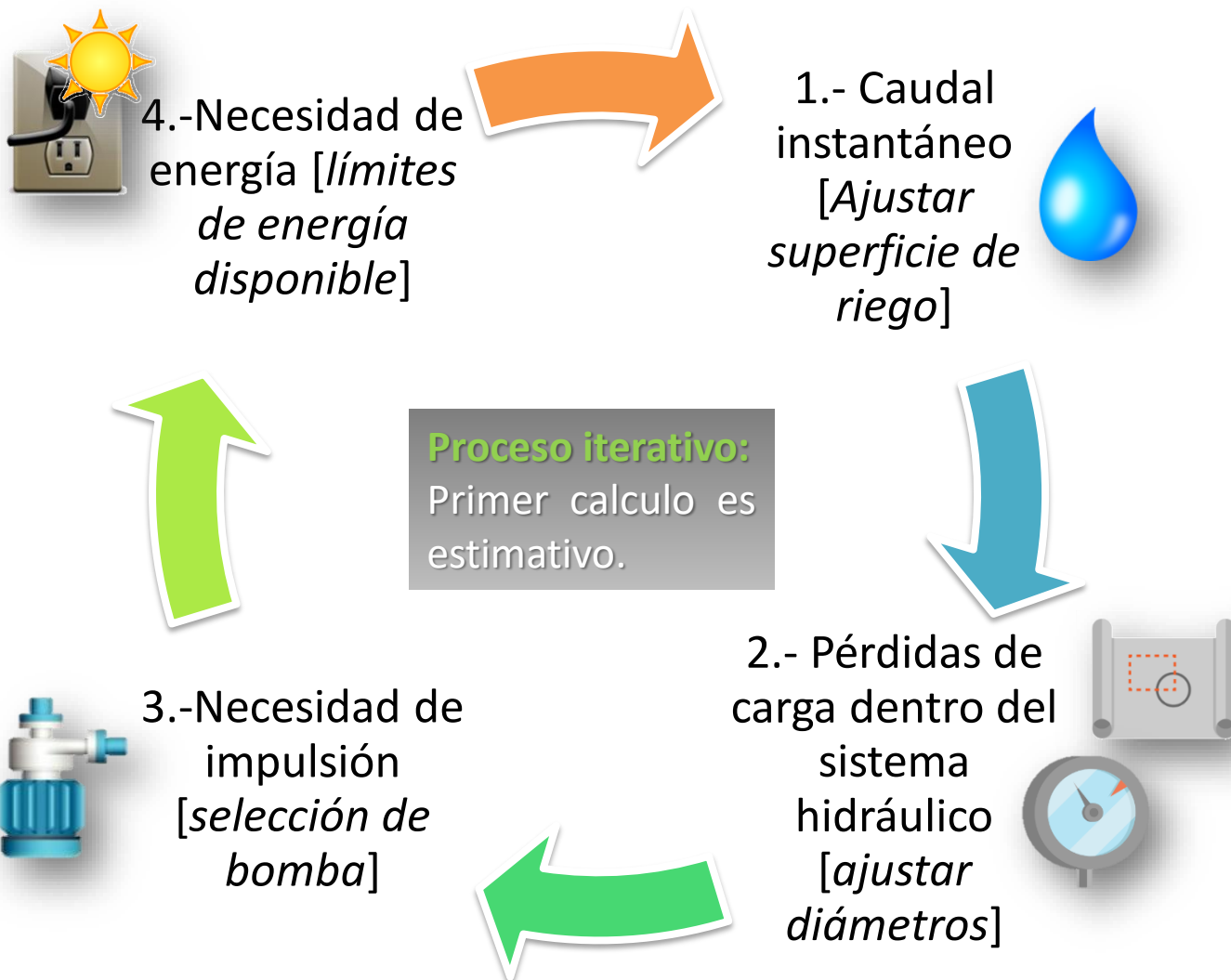


PARTE 11:
Sistema de
energía



PARTE 12:
Equipo de
bombeo

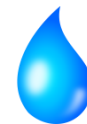
Introducción



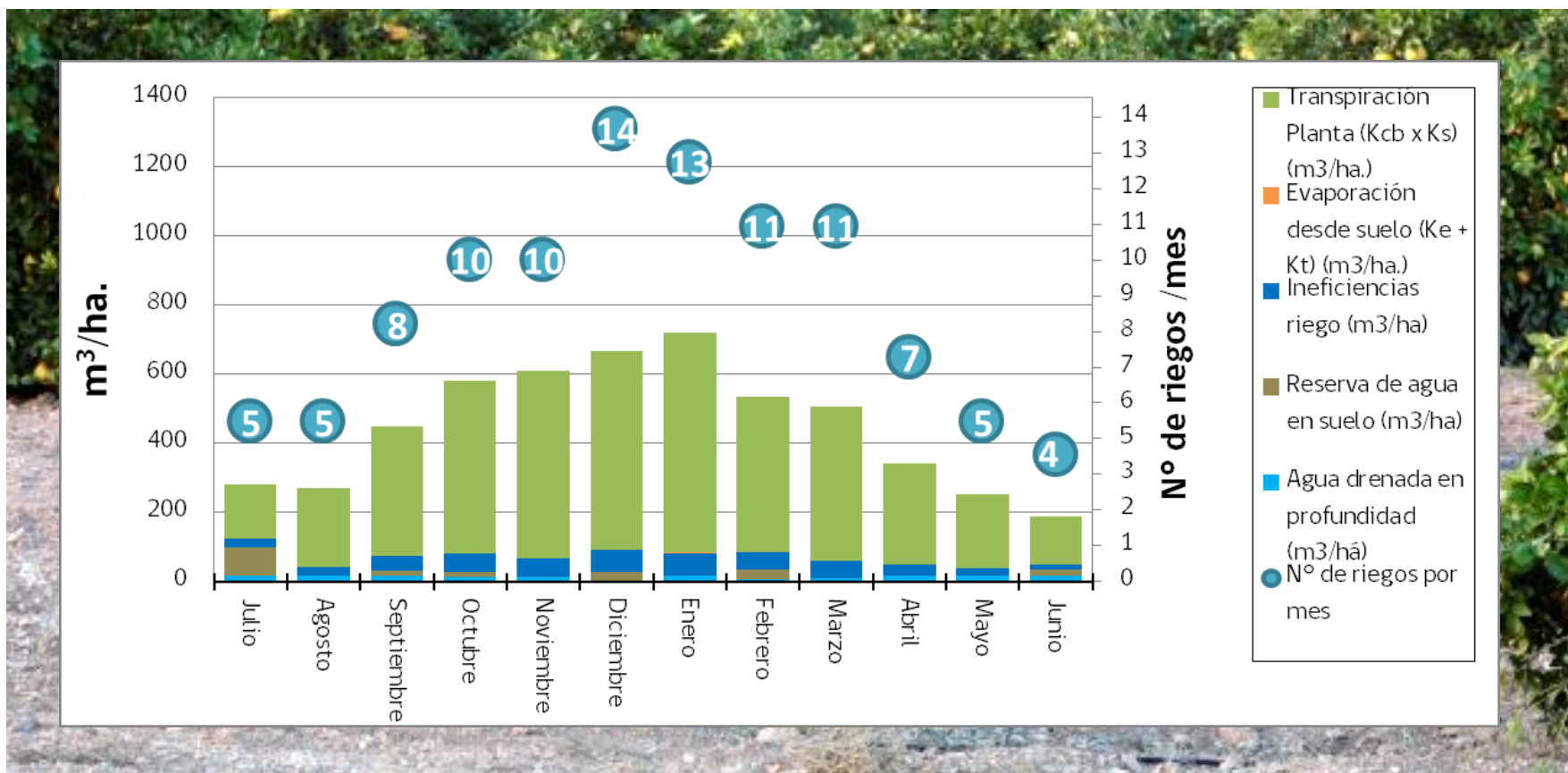


Requerimientos de Presión y Caudal

Cantidad de Agua



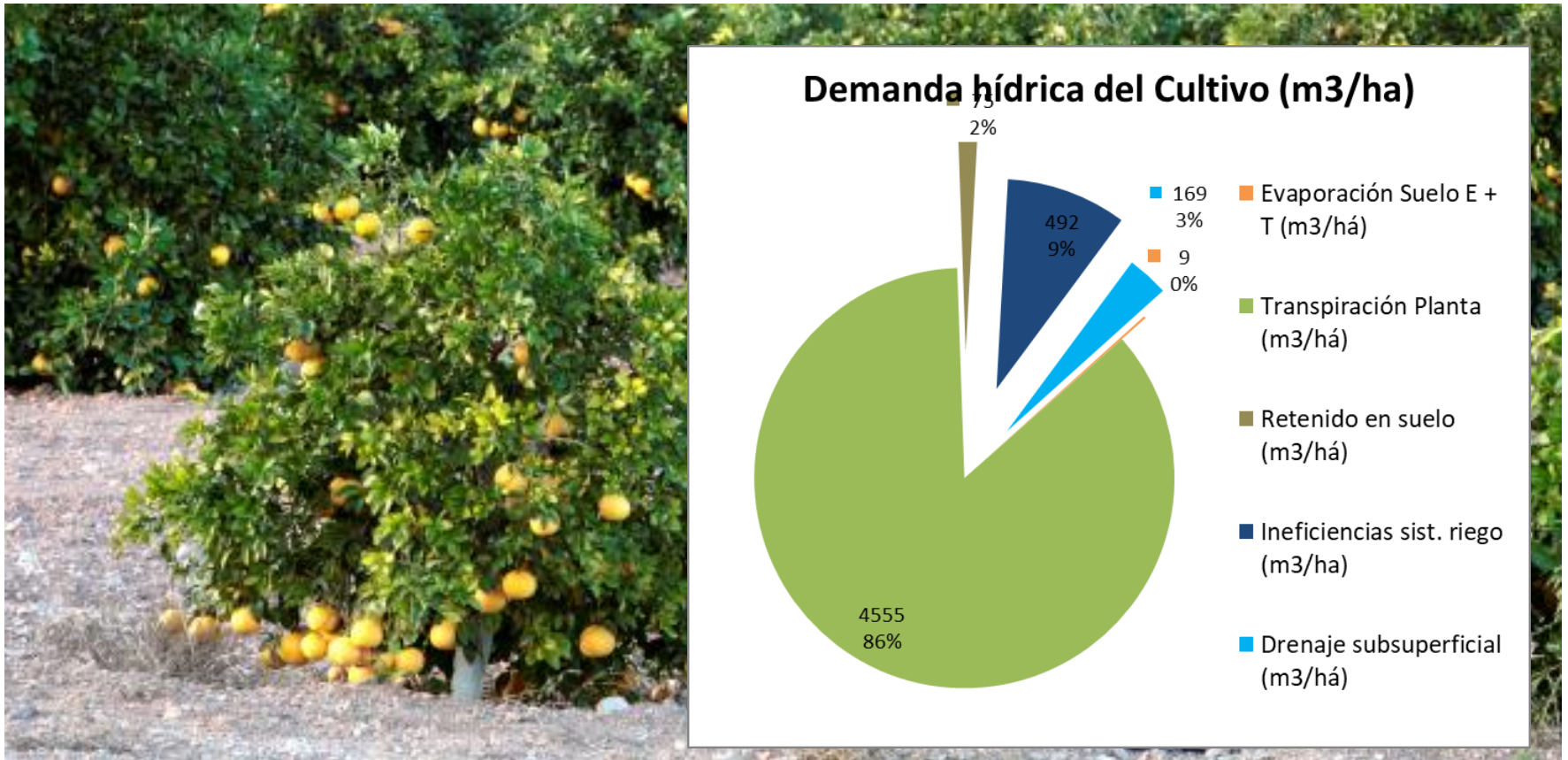
- ¿Cuánta agua requiere una hectárea de cítricos? ¿Cuándo la requiere?



- Cítricos 20% ($K_c = 0,5$), Camarico 2018



- ¿Cuánta agua requiere una hectárea de cítricos? ¿Cuándo la requiere?



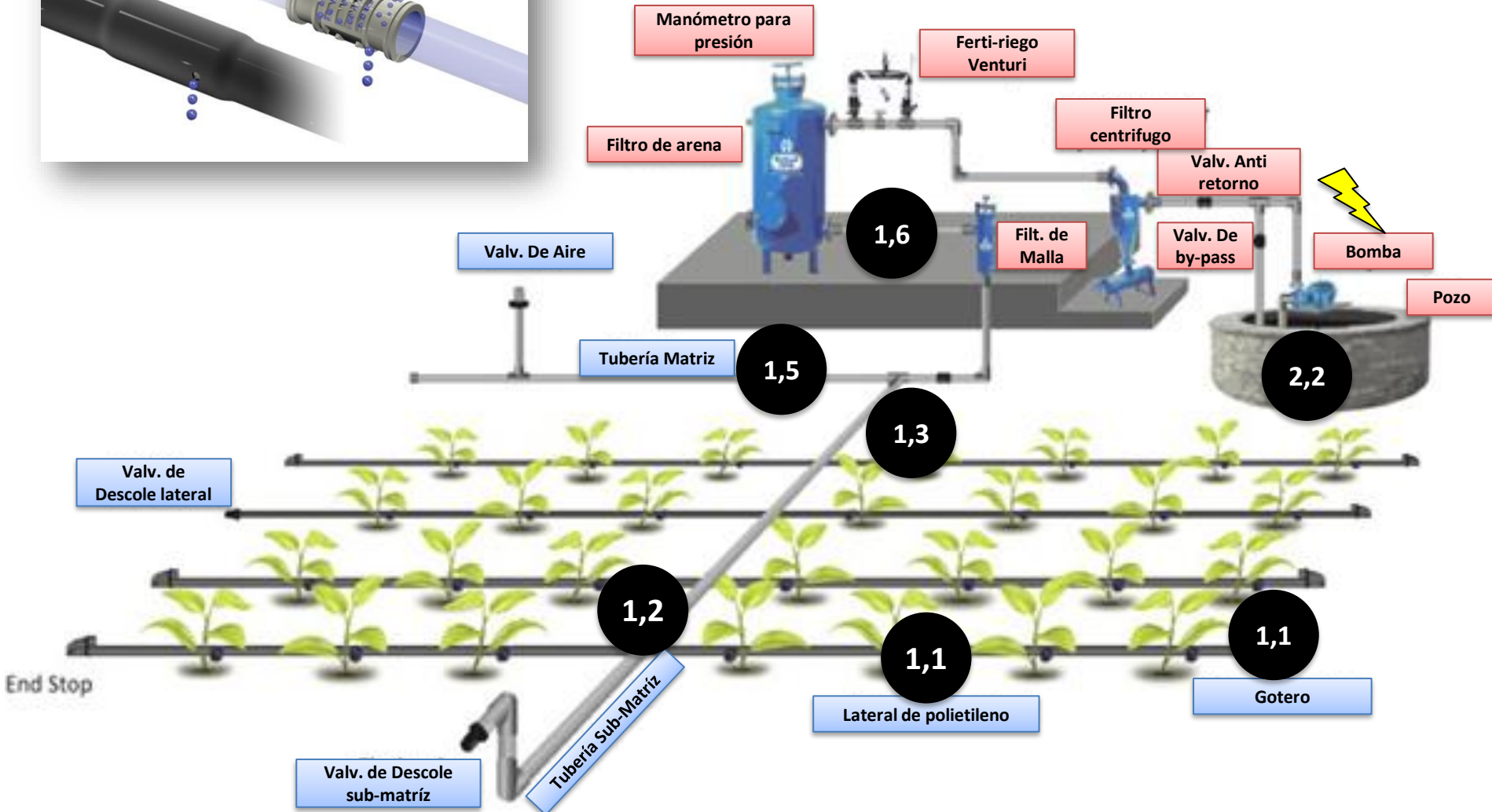
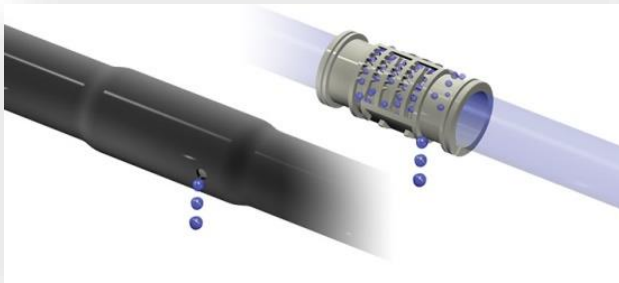
- Cítricos 20% ($K_c = 0,5$), Camarico 2018

La presión del agua



La presión del agua

Goteros Integrados -> 1 a 4 bares





La presión del agua

Presión “perdida” en cada elemento del riego tecnificado	Presión requerida en metros de columna de agua (m.c.a.)
Goteros (Presión de Operación)	10,0
Pérdida de energía en línea de goteo (máximo 10% de la P.O.)	1,0
Pérdida de energía en la sub-matriz (máximo 10% de la P.O.)	1,0
Pérdida de energía en válvulas, fitting, codos.	2,0
Pérdida de presión en 100 metros de tubería de 90mm	1,1
Pérdida de presión en filtro de arena sucio (máximo)	6,0
TOTAL PRESIÓN en Cabezal	21,1
Succión desde estanque	2,5
TOTAL PRESIÓN para calculo de potencia	23,6

La presión del agua

Ejemplo: Efecto de la presión en los caudales de los goteros

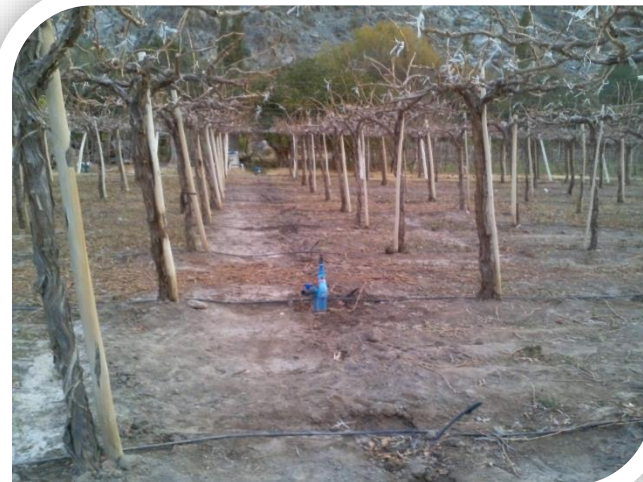
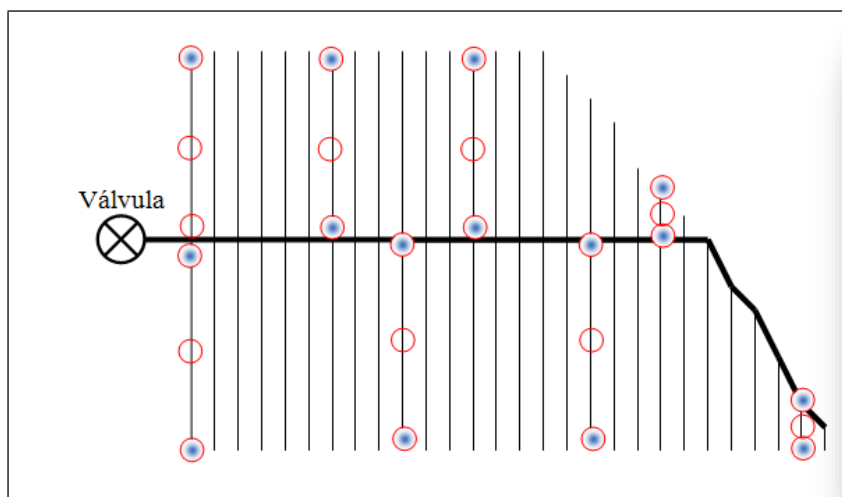
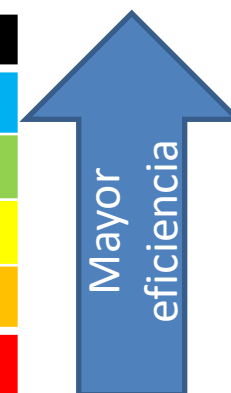


Figura 1. Diagrama de un sector de riego típico donde los lugares que requieren muestreo de caudales están marcados con círculos rojos, los que requieren muestreo de presión están marcados puntos azules.

Coeficiente de uniformidad	Clasificación
Mayor de 95%	Excelente
85% – 95%	Buena
80% – 85%	Aceptable
70% – 80%	Pobre
Menor de 70%	Inaceptable



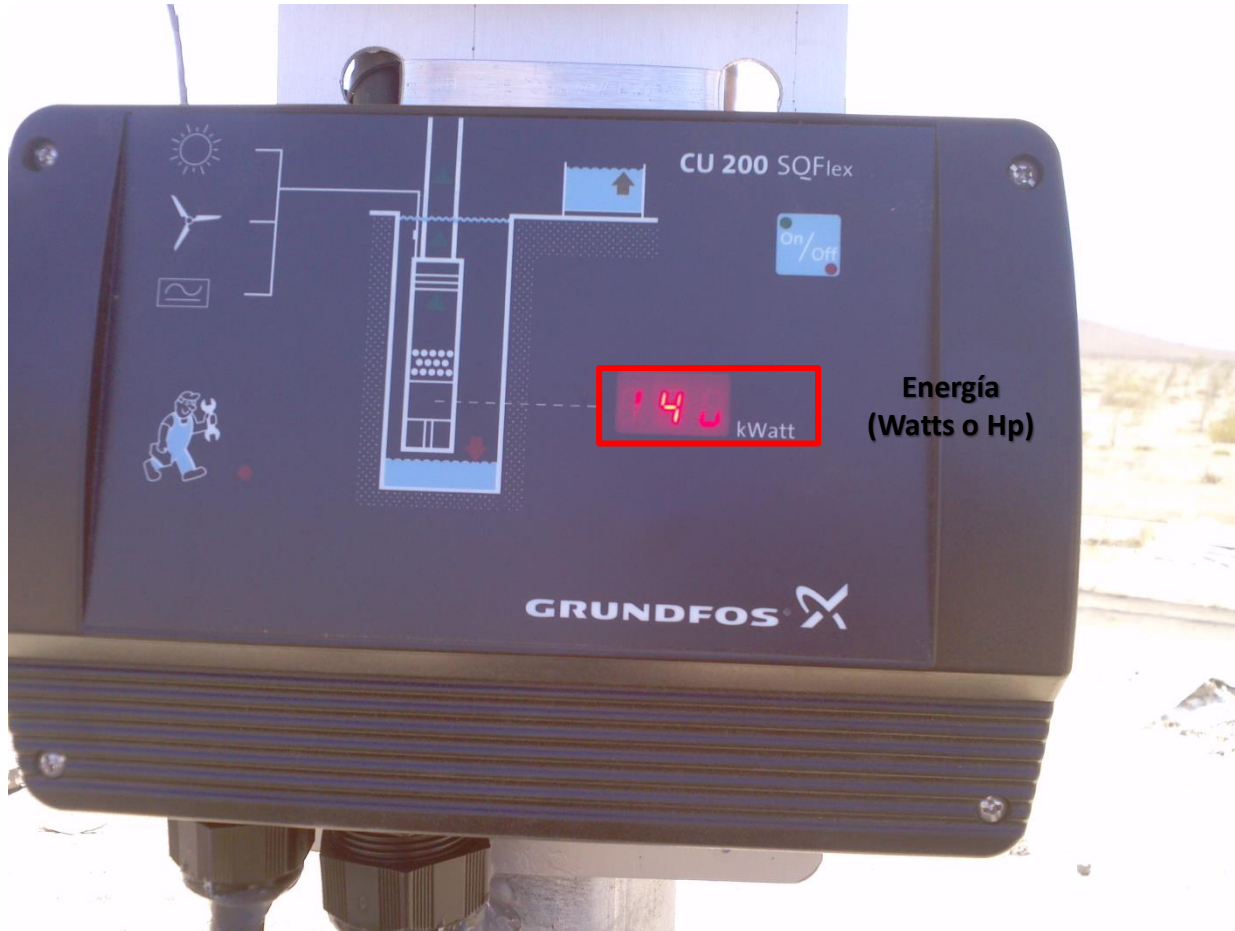


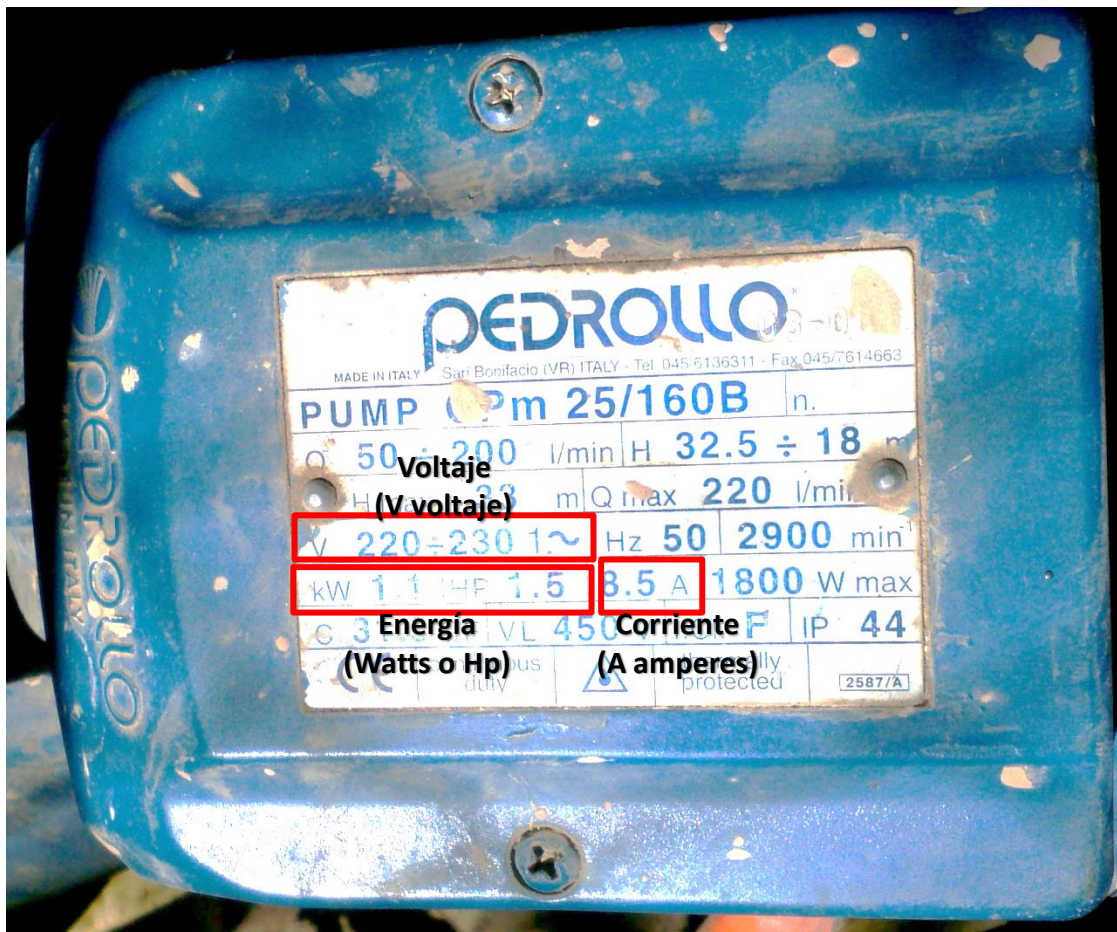
Electricidad y Potencia

Electricidad y potencia



Electricidad y potencia

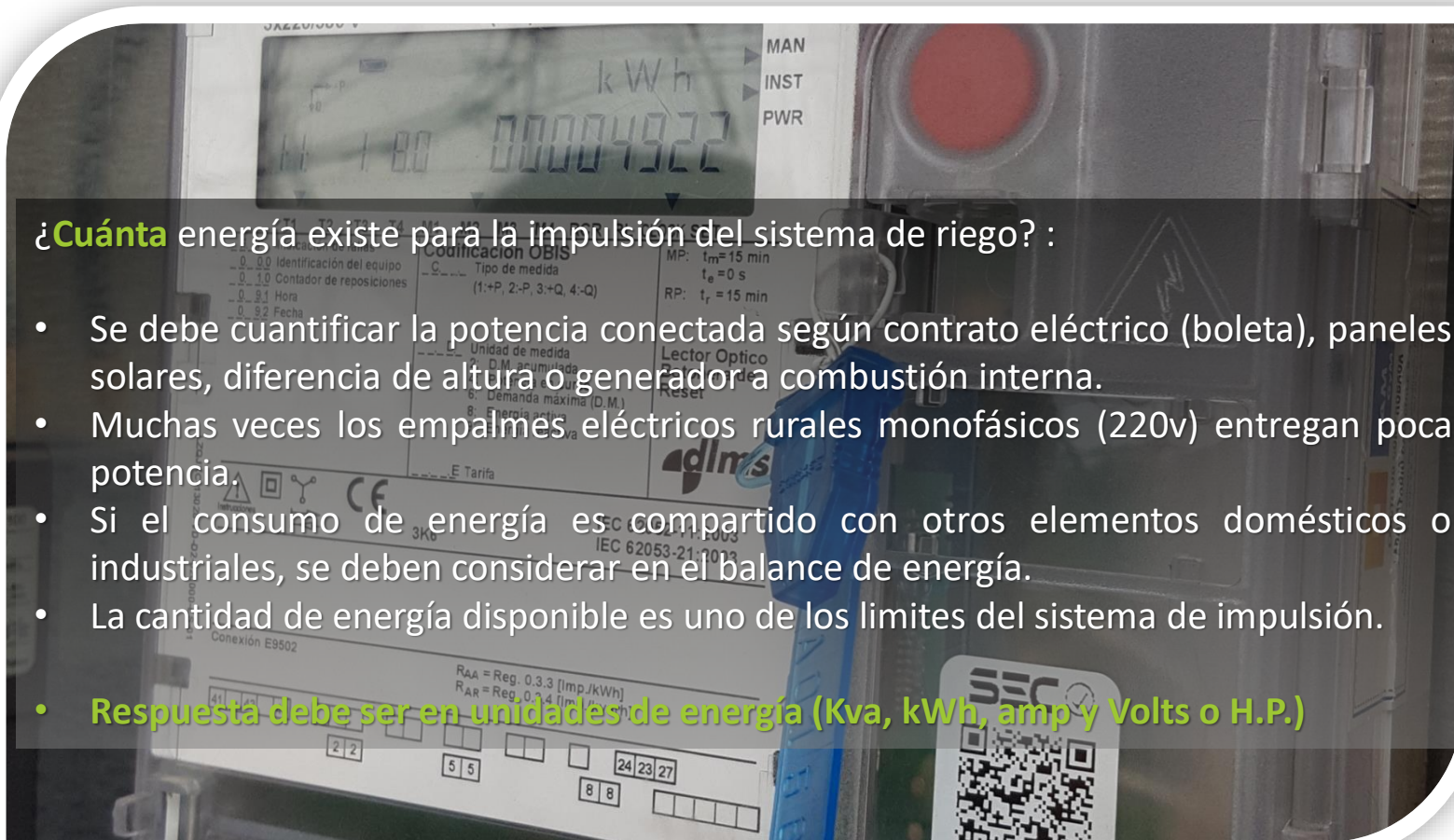






¿**Cuánta** energía existe para la impulsión del sistema de riego? :

- Se debe cuantificar la potencia conectada según contrato eléctrico (boleta), paneles solares, diferencia de altura o generador a combustión interna.
- Muchas veces los empalmes eléctricos rurales monofásicos (220v) entregan poca potencia.
- Si el consumo de energía es compartido con otros elementos domésticos o industriales, se deben considerar en el balance de energía.
- La cantidad de energía disponible es uno de los límites del sistema de impulsión.
- **Respuesta debe ser en unidades de energía (Kva, kWh, amp y Volts o H.P.)**





¿**Cuando** podemos hacer uso de la energía disponible? :

- En el caso de empalmes a la red eléctrica local de baja tensión monofásicos (B.T.) se debe considerar el uso de otros sistemas de riego vecinos.
- Contratos de alta tensión o B.T. trifásicos usualmente consideran horarios punta en que la energía es mas costosa.
- La Energía fotovoltaica se ve afectada por la nubosidad y el ángulo de incidencia de la radiación solar.
- El uso de energía gravitacional depende del llenado de una fuente en altura.
- Motores a combustión requieren mantenciones y relleno constante de fluidos.
- **Respuesta debe ser en horas del día.**



¿**Cuál** es la calidad de la energía?, entendiendo por calidad el voltaje y amperaje de una red eléctrica o la presurización de un sistema gravitacional, sabemos la calidad se ve afectada por:

- La caída de tensión (voltaje) debido al diámetro y longitud del cableado eléctrico hasta el motor (tanto A.C. como D.C).
- La sobrecarga de un transformador en poste ,sobre todo en zonas rurales por numero de usuarios conectados.
- El dimensionamiento del equipo eléctrico conectado y la mantención de este.
- Uso de variadores de frecuencia o bancos de condensadores.
- Las redes presurizadas de agua pierden mas presión cuando existe mas demanda.
- **Respuesta debe ser en términos cualitativos (Ej. < 5% de 220v bajo carga es Malo).**

Electricidad y potencia



Cultivo	Costos de regar 1 hectárea al año en pesos (ATACAMA 2017)			
	Pendiente plana		Pendiente desfavorable (20 m.c.a.)	
	Electricidad	Combustible fósil	Electricidad	Combustible fósil
Hortalizas (líneas de goteo)	\$ 98.379	\$ 136.463	\$ 149.485	\$ 242.908
Cítricos (goteo)	\$ 235.727	\$ 325.234	\$ 329.389	\$ 535.249
Uva de mesa (goteo)	\$ 187.419	\$ 259.049	\$ 263.983	\$ 424.090
Vid Pisquera (goteo)	\$ 122.469	\$ 169.375	\$ 170.536	\$ 277.116
Olivar (goteo)	\$ 145. 770	\$ 201.482	\$ 205.320	\$ 329.847
Alfalfa (aspersión)	\$ 503.793	\$ 695.511	\$ 628.885	\$ 1.021.922



- Es necesario familiarizarnos con algunos **conceptos eléctricos** básicos

Voltaje
(V voltaje)

Corriente
(A amperes)

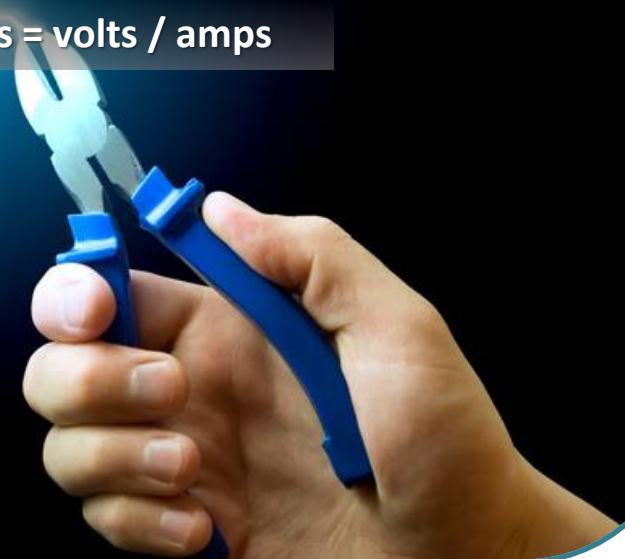
Resistencia
(Ω ohms)

Potencia x tiempo = Energía
(Watts o Hp)

Watt h = volts x amps

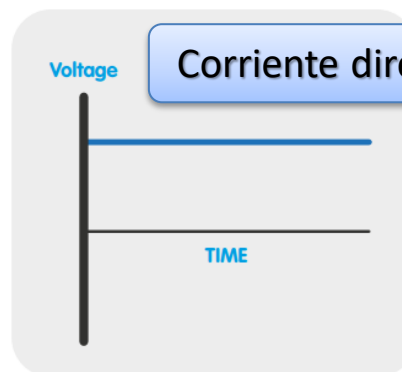
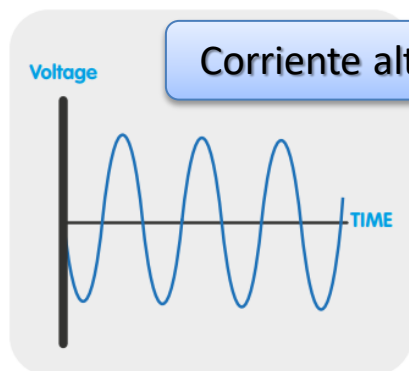
amps = volts / ohms

ohms = volts / amps





- Es necesario familiarizarnos con algunos **conceptos eléctricos** básicos



Fácil de transmitir en largas distancias	Se pierde mucha energía con la distancia
Tiene una frecuencia de 50 ciclos o Hz en Chile	La frecuencia es 0
Cambia de dirección en cada ciclo (los electrones van y vienen)	Fluye en una dirección (los electrones avanzan)
Se obtiene de generadores de corriente alterna	Se obtiene de celdas fotovoltaicas o baterías
NO SE PUEDE ALMACENAR	Se Puede almacenar en Baterías



Electricidad explicada en conceptos de agricultura

Electricidad en un CABLE

amperes (flujo de electrones)

Volts (energía potencial)

Potencia Eléctrica (watts o HP)

kW = volts x amps (tiempo)

Resistencia

Alto voltaje, cable pequeño = alto amperaje, muchas perdidas por resistividad, calor e incendios.

Agua en un TUBO

Q m³/h (flujo de agua)

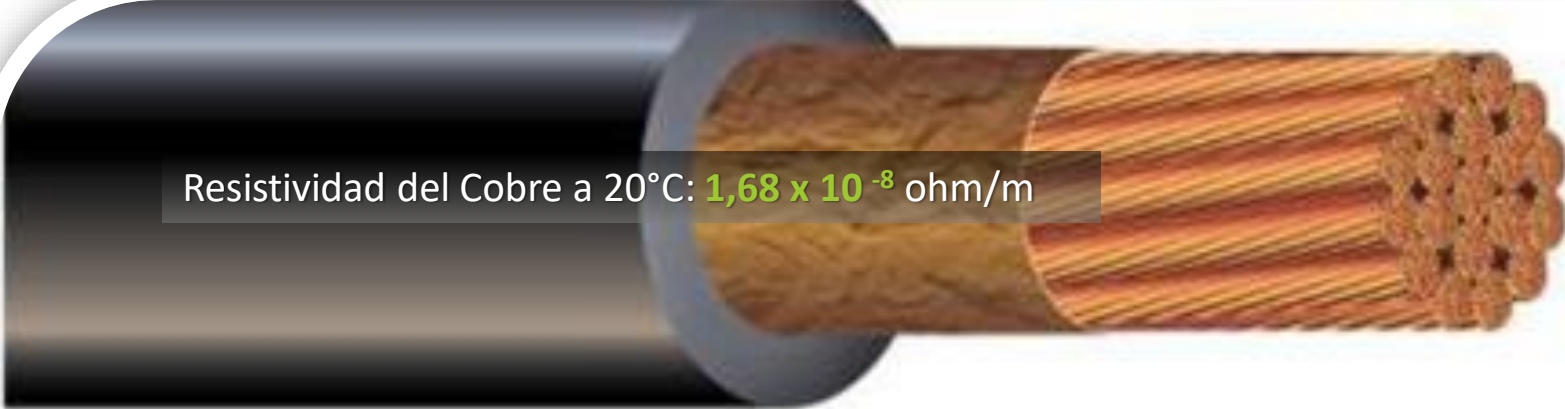
P m.c.a. (presión de agua)

Potencia hidráulica (watts o HP)

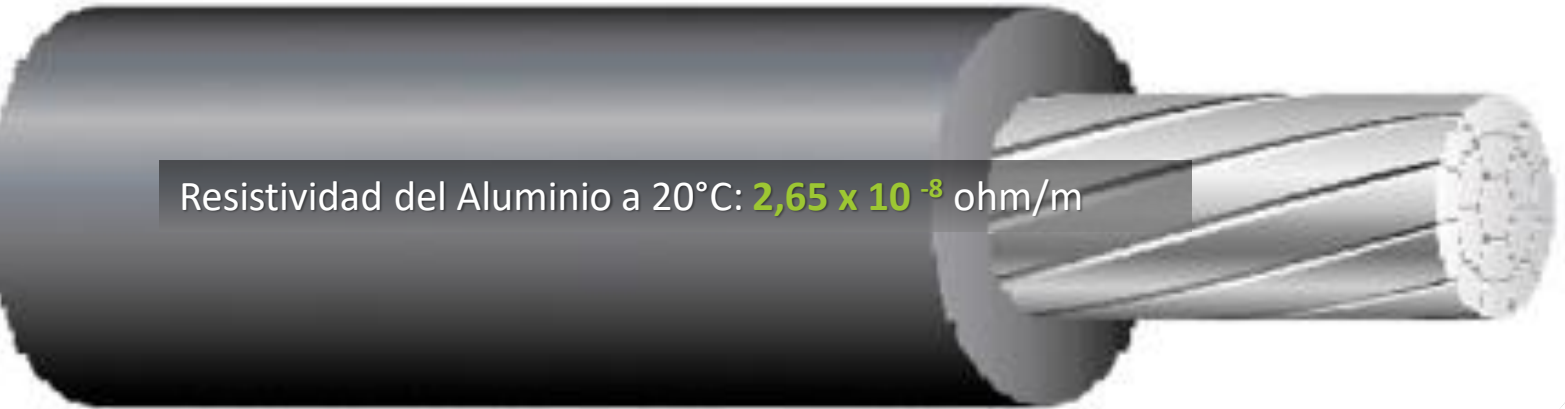
$$kW = \frac{Q(l/s) \times Ht(m)}{102 \times Efb \times Efm}$$

Fricción + otras pérdidas

Alta presión, tubería pequeña = alta velocidad, muchas perdidas por fricción, tuberías rotas.

A 3D cutaway illustration of a copper cable. It shows a thick black outer jacket, a grey insulation layer, and a bundle of many copper strands. The copper strands are shown in a cross-section, revealing their individual circular shapes and the overall braided structure.

Resistividad del Cobre a 20°C: $1,68 \times 10^{-8}$ ohm/m

A 3D cutaway illustration of an aluminum cable. It shows a thick black outer jacket, a grey insulation layer, and a bundle of many aluminum strands. The aluminum strands are shown in a cross-section, revealing their individual circular shapes and the overall braided structure.

Resistividad del Aluminio a 20°C: $2,65 \times 10^{-8}$ ohm/m



1. **EJEMPLO:** Para llevar electricidad (corriente alterna, monofásica, 220v) desde el medidor eléctrico de un predio hasta una bomba para riego de 3,0 HP (2,25 kW con 13 amp en la partida), ¿Cuál es la sección del cable que se debería utilizar sin superar 5% de pérdidas (-12v)?

$$V_{caida} (V) = (I_{cable} (A) \times R_{cable(\Omega)}) / A_{cable} (m^2)$$
$$= I_{cable} (A) \times (2 \times L_{(m)} \times R_{wire} (\Omega/m)) / A_{cable} (m^2)$$

Si el cable es de cobre: Se requiere cable **12 AWG de 4mm² de sección**, 100 metros de cable para exteriores con una **perdida de voltaje de 10,73 volts**. -> \$110,670

Si el cable es de cobre pero son 300 metros: Se requiere cable **6 AWG de 16mm² de sección**, 100 metros de cable para exteriores con una **perdida de voltaje de 8,19 volts**. -> \$1.122.000

Si el cable es de aluminio: Se requiere cable **10 AWG de 25mm² de sección**, 100 metros de cable para exteriores con una **perdida de voltaje de 8,26 volts**. -> \$374.250



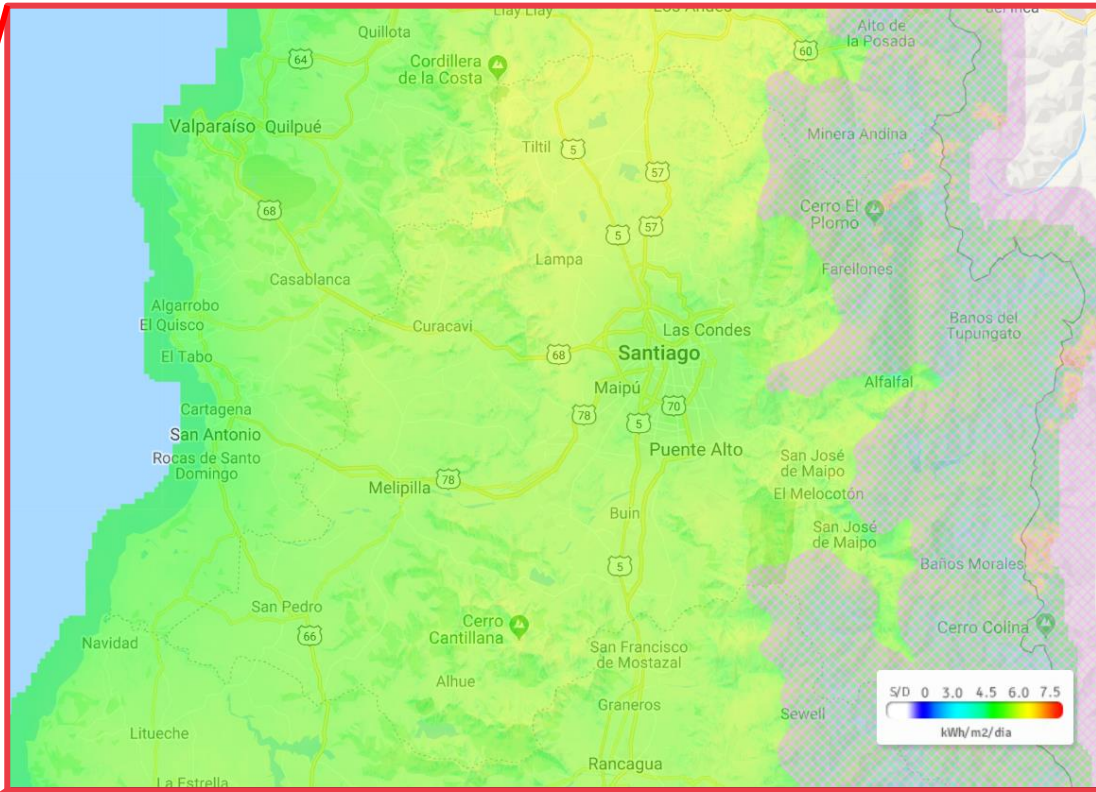
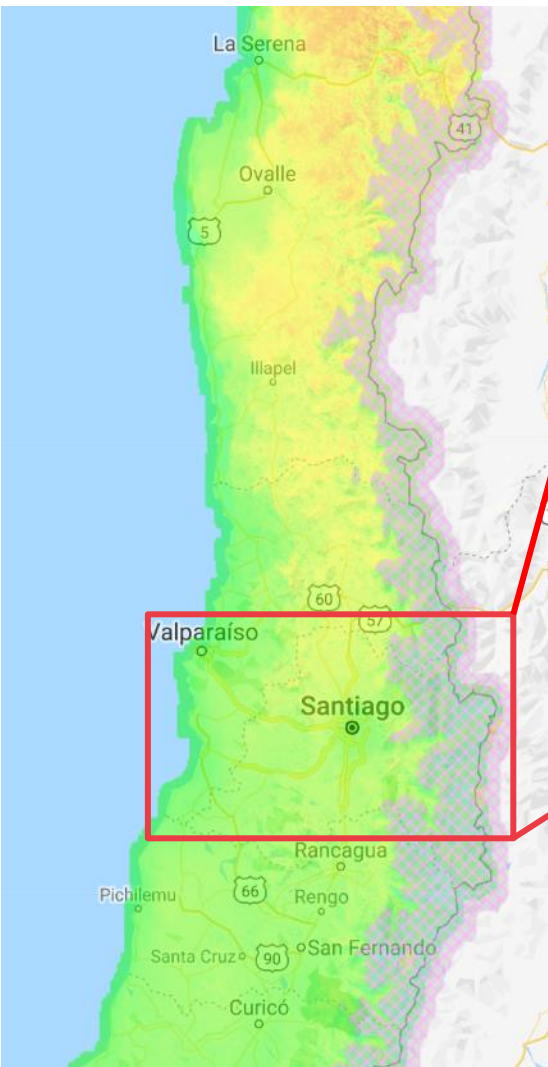
- Se tiene más pérdidas eléctricas con un **cable mas largo**.
- Las pérdidas eléctricas aumentan **dependiendo del tipo de material** (Cobre mejor que aluminio)
- Mientras **mas grueso** es el cable, **menos resistencia** al paso de la electricidad existe.
- Un sistema eléctrico de conducción **bien diseñado** NO DEBERÍA aumentar de temperatura notablemente.



Energía Solar



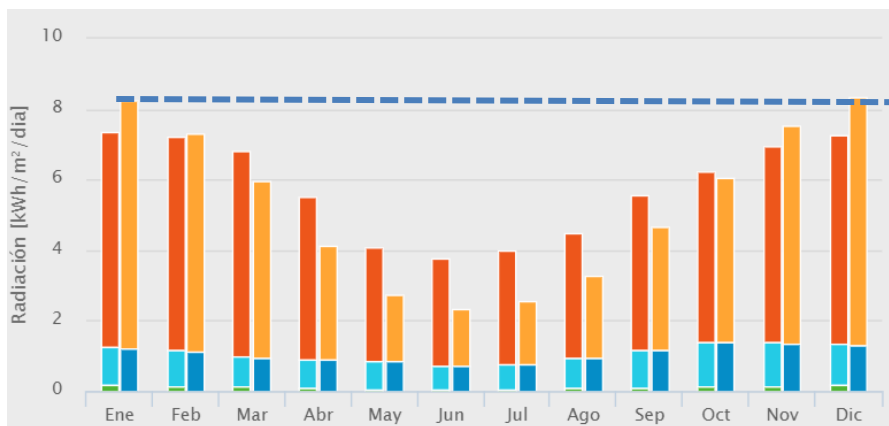
Energía Solar



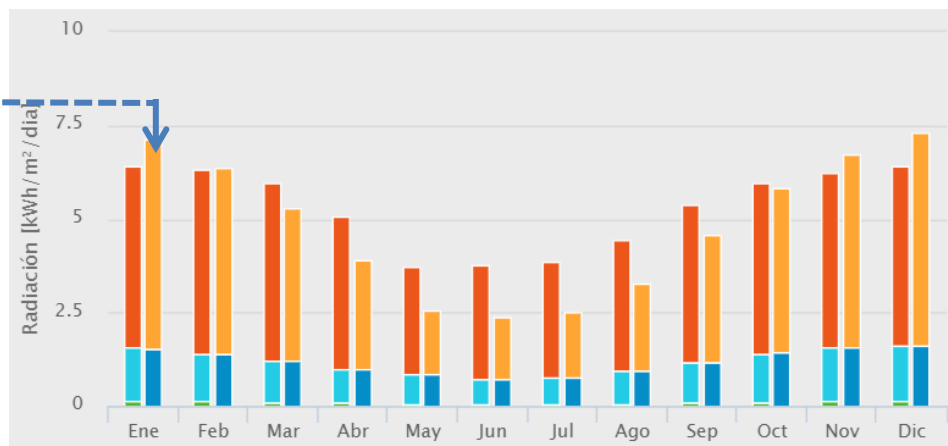


- La radiación solar disponible **es diferente en distintos lugares**, esta información debe **ser obtenida de una fuente confiable** para cada proyecto.
- Usualmente hablamos de la **Radiación Global Horizontal**.

■ Directa en plano inclinado ■ Difusa en plano inclinado
■ Reflejada del suelo en plano inclinado ■ Directa horizontal
■ Difusa horizontal



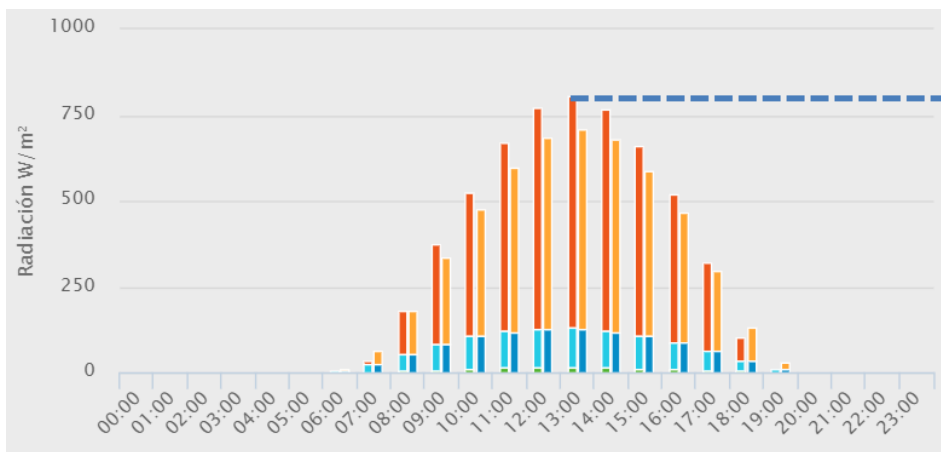
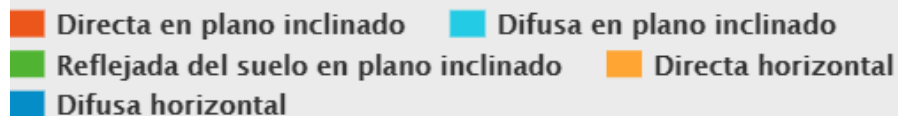
• **Melipilla**



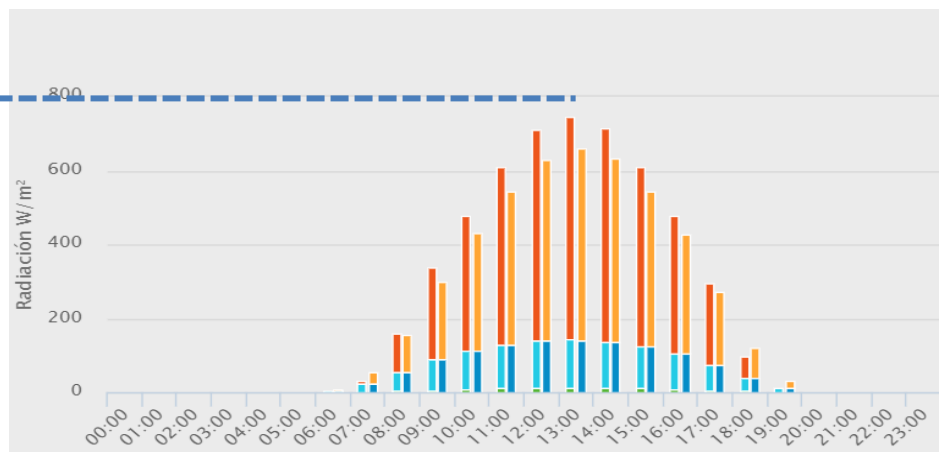
• **Algarrobo**



- La radiación solar disponible **es diferente en distintos lugares**, esta información debe **ser obtenida de una fuente confiable** para cada proyecto.
- Usualmente hablamos de la **Radiación Global Horizontal**.



• **Melipilla**

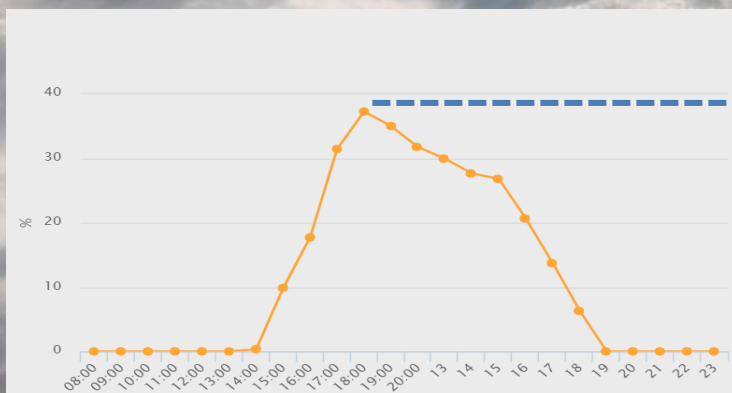


• **Algarrobo**

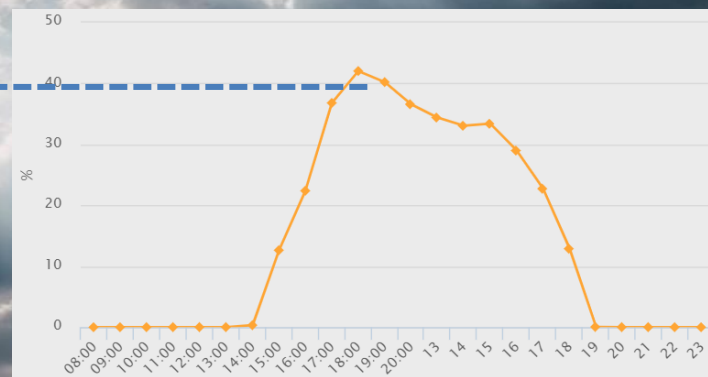


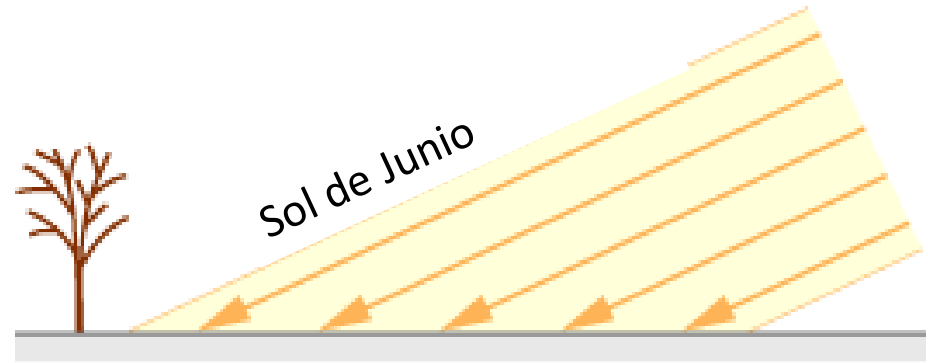
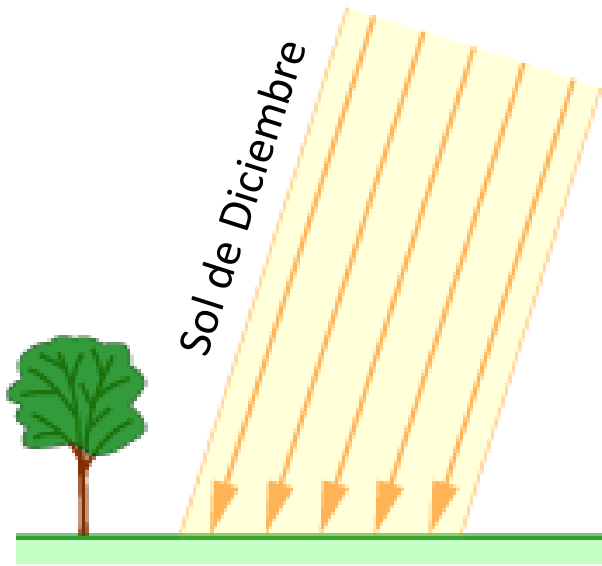
- Las nubes, la neblina, el polvo y otros elementos no transparentes de la atmósfera disminuyen la radiación solar efectiva.

• Melipilla



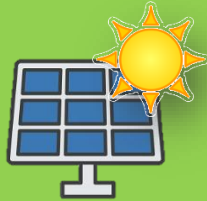
• Algarrobo



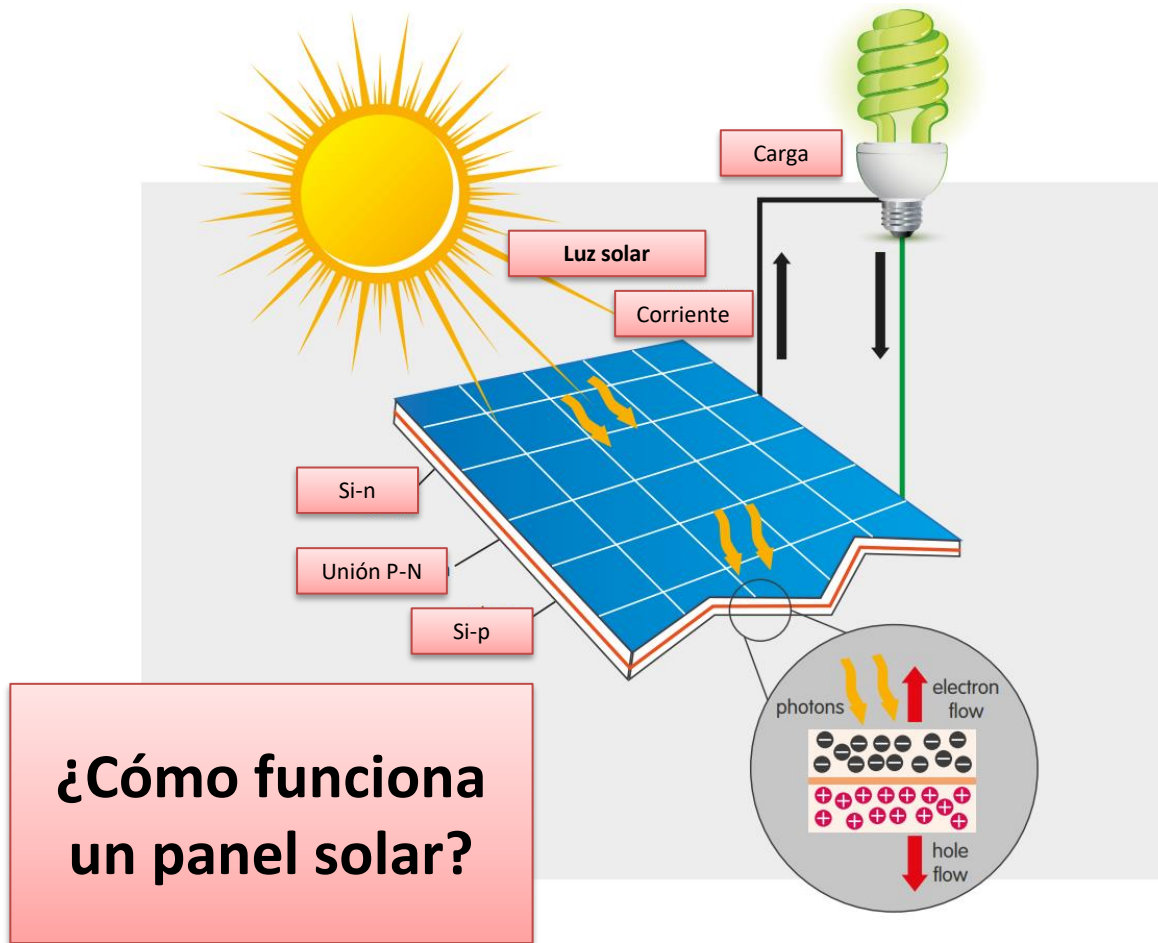
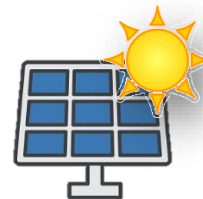


Alto del Carmen:

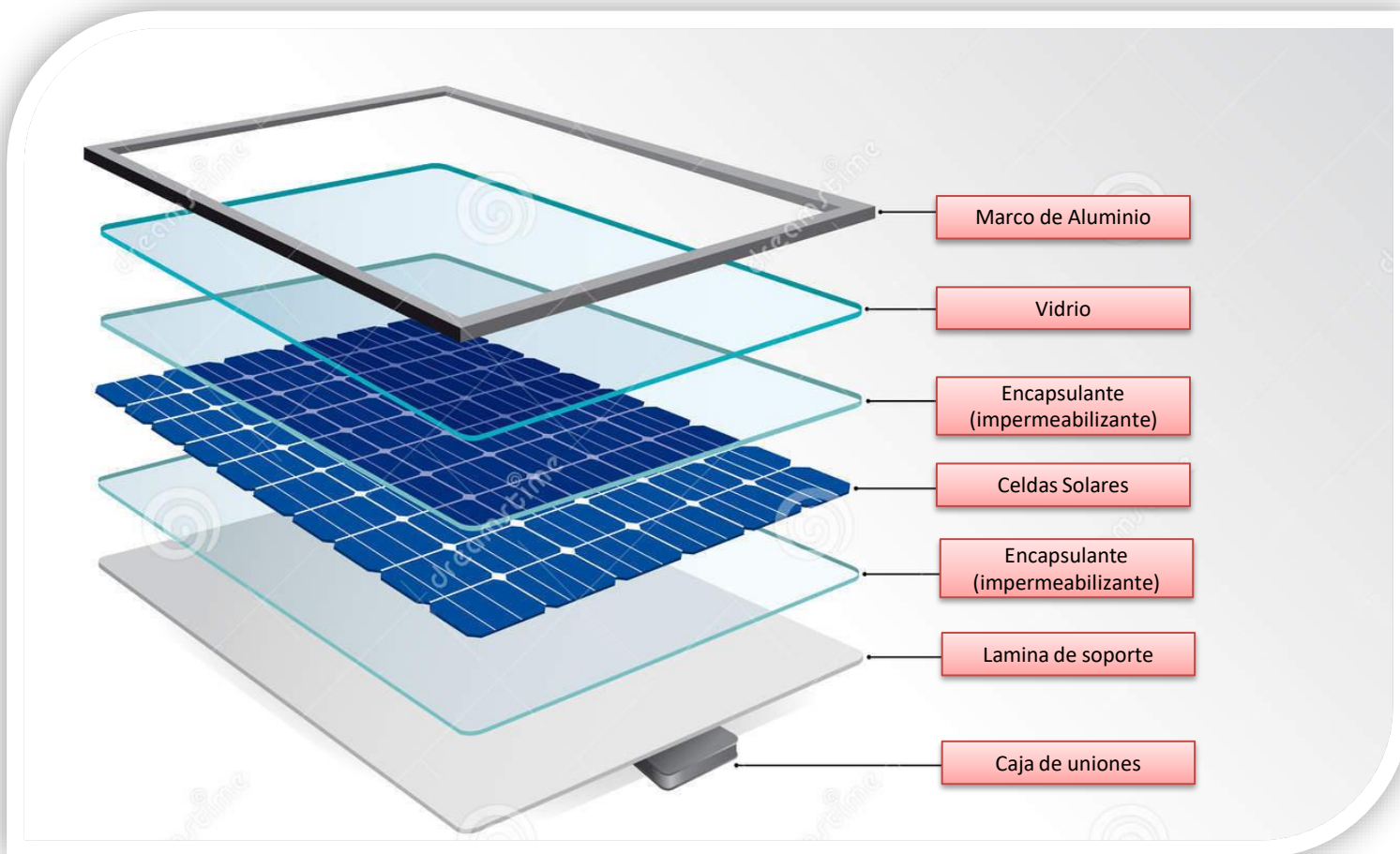
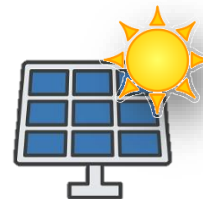
- Optima radiación en **Verano** (SOLSTICIO): 26°
- Optima radiación en **Invierno** (SOLSTICIO): 46°
- Optima radiación **Otoño y primavera** (EQUINOXIO): 36°



PARTE 10-b: Energía fotovoltaica, componentes.



Energía Fotovoltaica

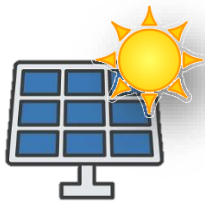


Energía Fotovoltaica

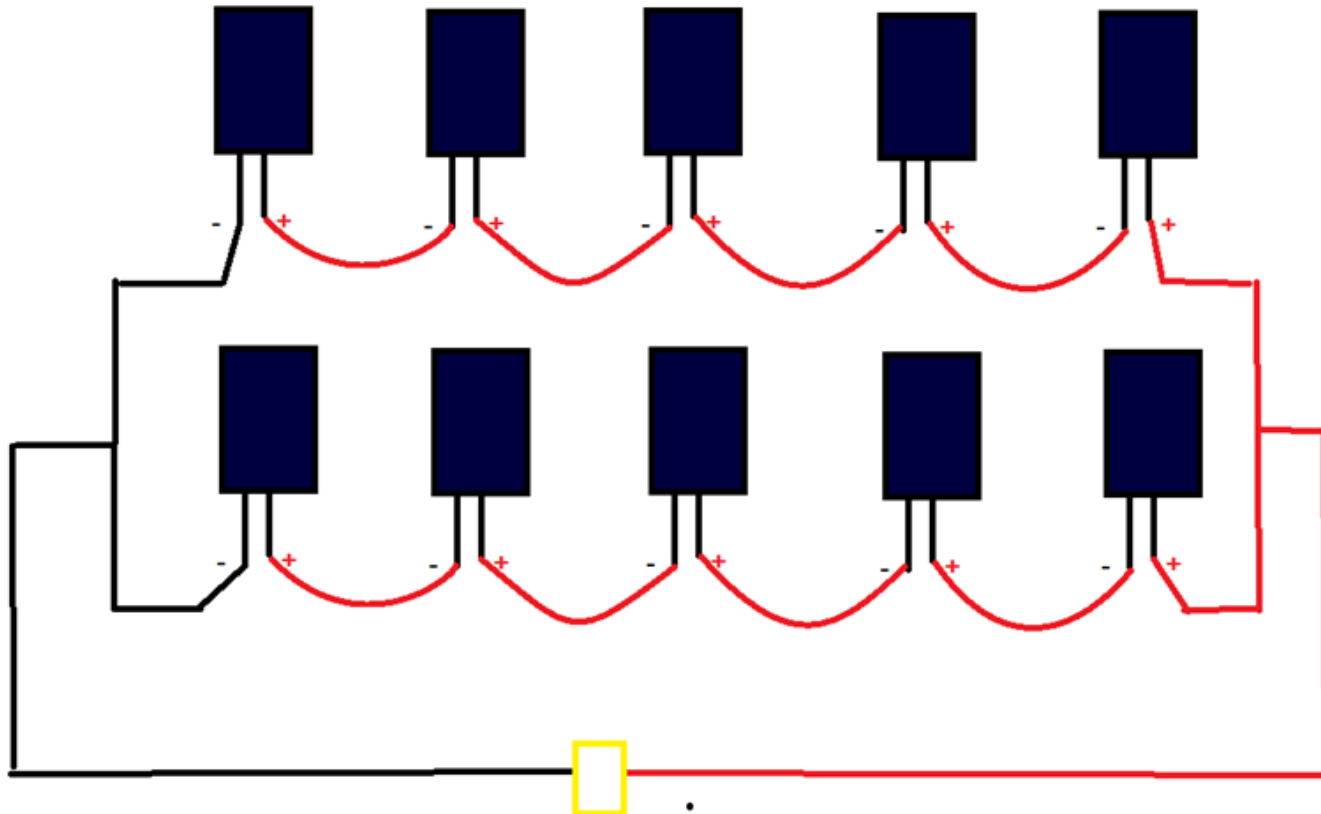


- Caja de uniones del panel o caja terminal, tiene un cable con polo **positivo** y otro **negativo** (corriente continua)

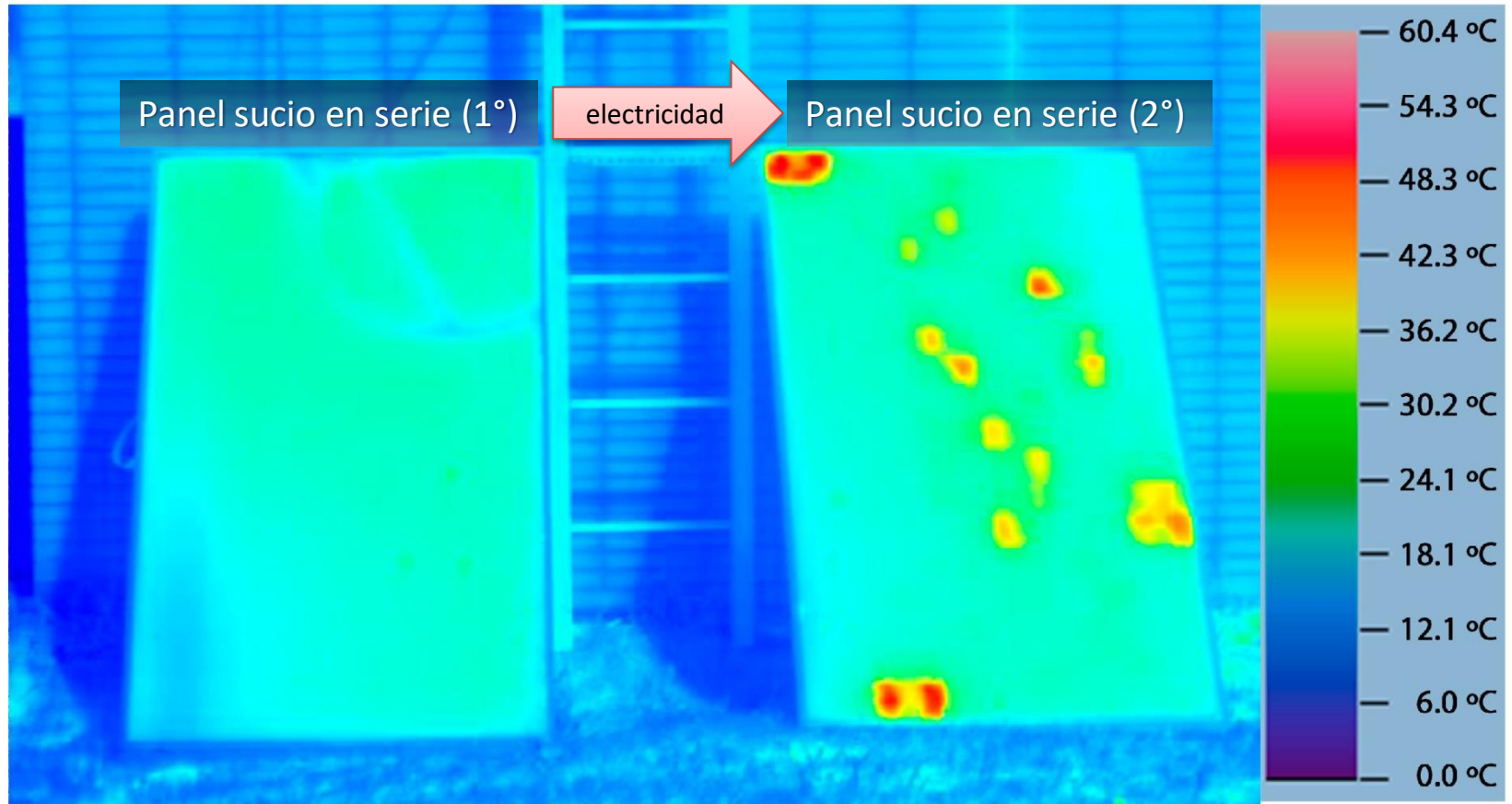
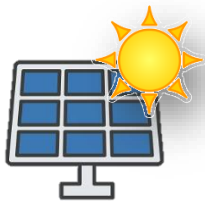
Energía Fotovoltaica



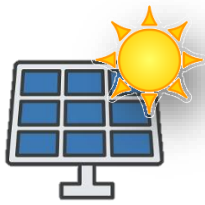
Ejemplo: Si conectamos 10 módulos fotovoltaicos de 250 Wp (36 celdas) en dos series de 5. ¿Qué cables tendré que unir para obtener a la salida una potencia nominal de 2,5 kW, con una intensidad de 16.6 A?



Energía Fotovoltaica

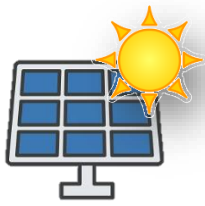


Energía Fotovoltaica

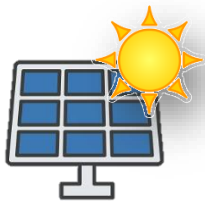


- Estructura de **Aluminio**

Energía Fotovoltaica

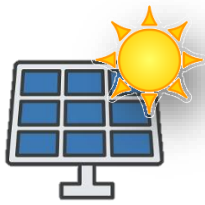


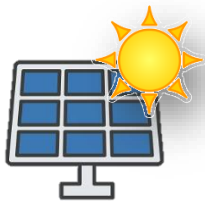
- **Cableado** de corriente directa



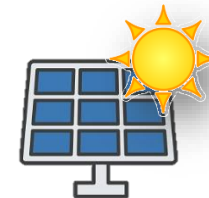
- **Soporte de base de anclaje** (para que los paneles no queden en el suelo)

Energía Fotovoltaica



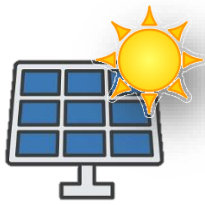


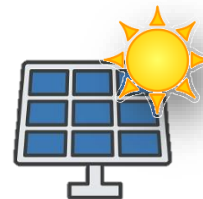
- **Combiner** de sistemas de paneles (proyectos grandes)



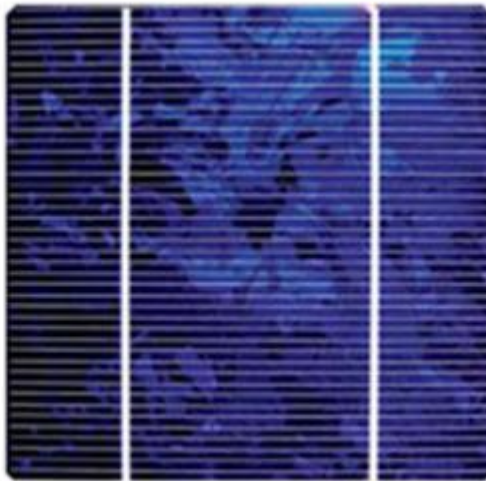
**Inversor de corriente directa a corriente alterna 380v trifásica +
variador de frecuencia**

Energía Fotovoltaica





Celda mono-cristalina

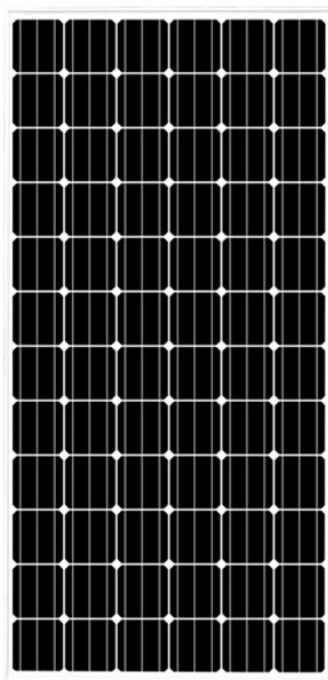
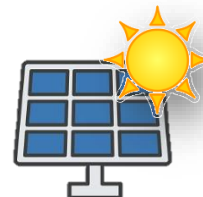


Celda Poli-cristalina



Celda de película Fina

Eficiencia alta 15-20%	Fabricación simple con pocas perdidas de material	De producción mas simple
Ocupan menos espacio	Mas baratas	Son las mas baratas
Larga duración (25 años)		Son flexibles
Buen funcionamiento con baja radiación		Las sombras parciales y manchas no afectan tanto su rendimiento



**Panel Fotovoltaico Monocristalino
200W SUN-L (China)**

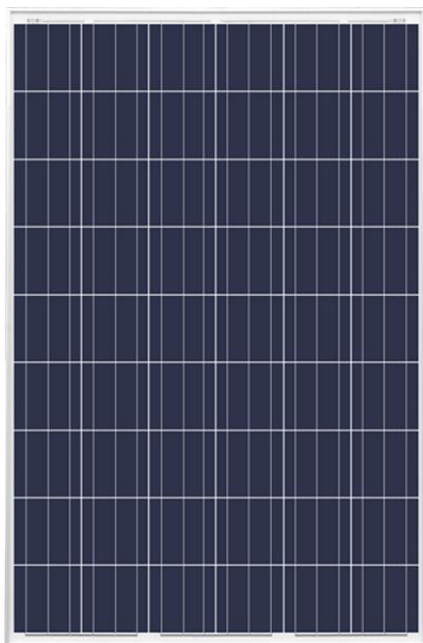
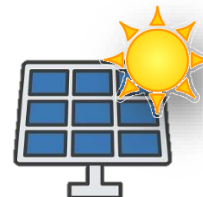
Dimensiones 1,58 m x 0,8m = 1,2 m²

ESPECIFICACIONES

Modelo	SMN-M200-72
Potencia Nominal	200Wp
Tensión en el punto P _{máx} - VMPP	37.29V
Corriente en el punto P _{máx} - IMPP	5.36A
Tensión en circuito abierto - VOC	45.48V
Corriente de cortocircuito - ISC	5.89A
Eficiencia del módulo	15.7%
Temperatura de funcionamiento	-40°C ~ +85°C
Tensión máxima del sistema	1000VDC (IEC)
Valores máximos recomendados de los fusibles	10A
Coeficiente de temperatura de P _{MAX}	-0.435%
Coeficiente de temperatura de VOC	-0.35%
Coeficiente de temperatura de ISC	0.043%
Temperatura operacional nominal de célula	47±2°C

CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

Tipo de célula	Monocristalina 125x125mm (5 pulgadas)
Nº de células	72 (6x12)
Dimensiones	1.580x808x35mm
Peso	14.5kg
Vidrio frontal templado	32mm, alta transmisión, bajo en hierro
Estructura	Aleación de aluminio anodizado
Caja de conexión	Clase IP65
Cables de salida	TÜV 1x4mm ² , Longitud: 900mm



**Panel Fotovoltaico Policristalino
195W Jinko Solar (China)**

Dimensiones 1,31 m x 0,99m = 1,3m²

Electrical characteristics at Standard Test Conditions(STC)

Module type	CSUN195-48P	CSUN 190-48P	CSUN 185-48P	CSUN180-48P	CSUN175-48P
Pmpp [W]	195	190	185	180	175
Positive power tolerance	0~3%				
Voc [V]	29.6	29.5	29.4	29.2	29.0
Isc [A]	8.67	8.61	8.57	8.43	8.26
Vmpp [V]	23.8	23.7	23.6	23.4	23.2
Impp [A]	8.19	8.02	7.84	7.7	7.55
Practical module efficiency	16.69%	16.27%	15.84%	15.41%	14.98%
Module efficiency	14.92%	14.54%	14.16%	13.77%	13.39%

Electrical data relates to standard test conditions (STC) : irradiance 1000W/ m² ; AM 1.5 ; cell temperature 25 °C . measuring uncertainty of power is within ±3%. Certified in accordance with IEC61215, IEC61730-1/2 and UL 1703

Electrical Characteristics at Normal Operating Cell Temperature(NOCT)

Module type	CSUN195-48P	CSUN 190-48P	CSUN 185-48P	CSUN180-48P	CSUN175-48P
Maximum Power-Pmax	144	141	138	135	132
Maximum Power Voltage-Vmp(V)	21.9	21.8	21.7	21.6	21.5
Maximum Power Current-Impp(A)	6.59	6.47	6.36	6.25	6.14
Open Circuit Voltage(V)-Voc(V)	27.4	27.2	27	26.9	26.8
Short Circuit Current(A)-Isc(A)	6.95	6.85	6.76	6.63	6.55

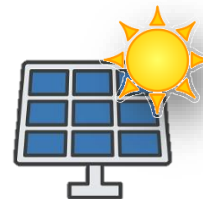
Electrical data relates to standard test conditions (NOCT) : irradiance 800W/ m² ; wind speed 1 m/s ; cell temperature 45 °C ; ambient temperature 20 °C . measuring uncertainty of power is within ±3%

Temperature Characteristics

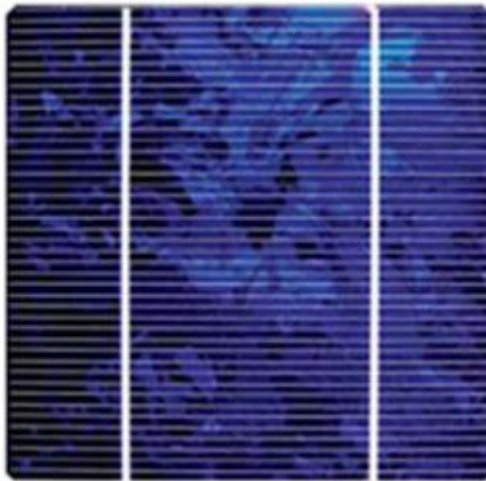
Voltage Temperature Coefficient	-0.292%/K
Current Temperature Coefficient	+0.045%/K
Power Temperature Coefficient	-0.408%/K

Maximum Ratings

Maximum system voltage(V)	1000
Series fuse rating(A)	20



Celda mono-cristalina



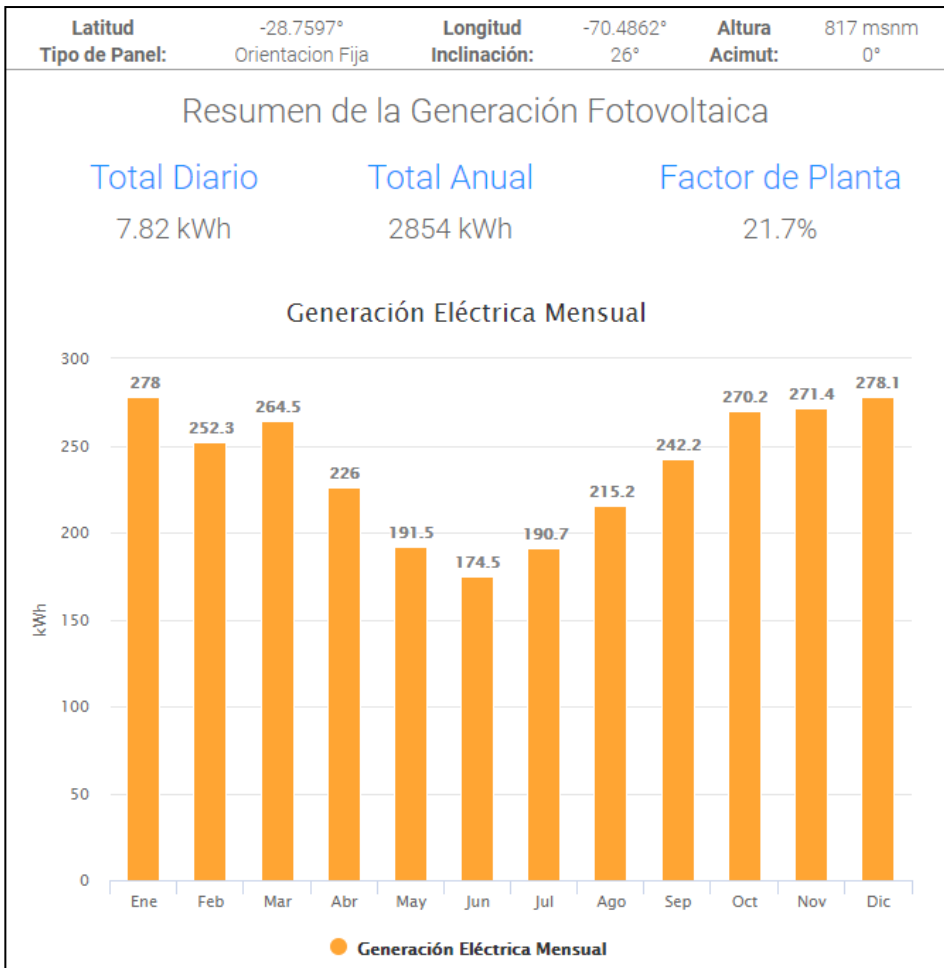
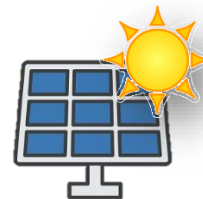
Celda Poli-cristalina



Celda de película Fina

Son mas costosas	Eficiencia relativamente baja 13-16%	Ocupan mas espacio (4 veces mas que las monocristalinas)
Sensibles a sombras parciales y manchas (se puede quemar)	Requieren mas espacio	Se degradan mas rapidamente
Se pierde material en la fabricación		
Pierden eficiencia en climas calidos		

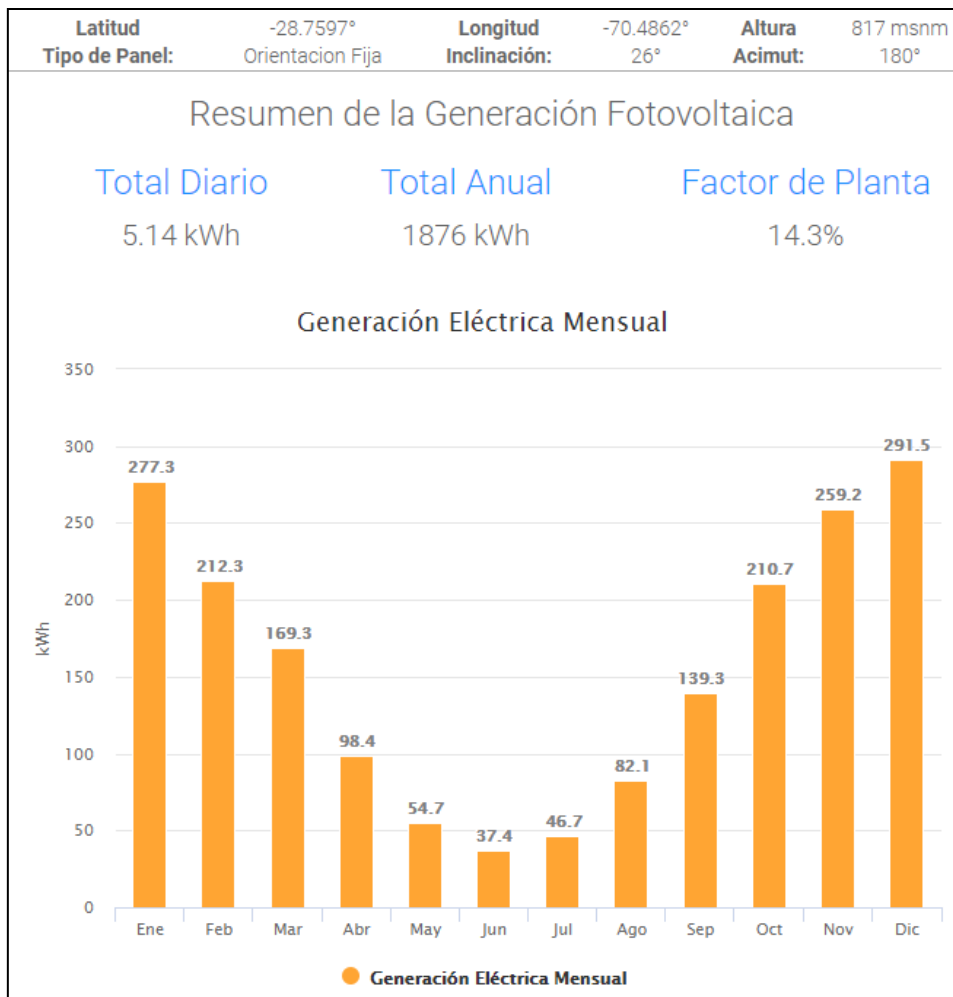
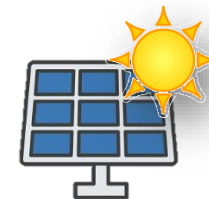
Energía Fotovoltaica



Alto del Carmen:

- Paneles de inclinación fija (26°)
- Orientación al Norte

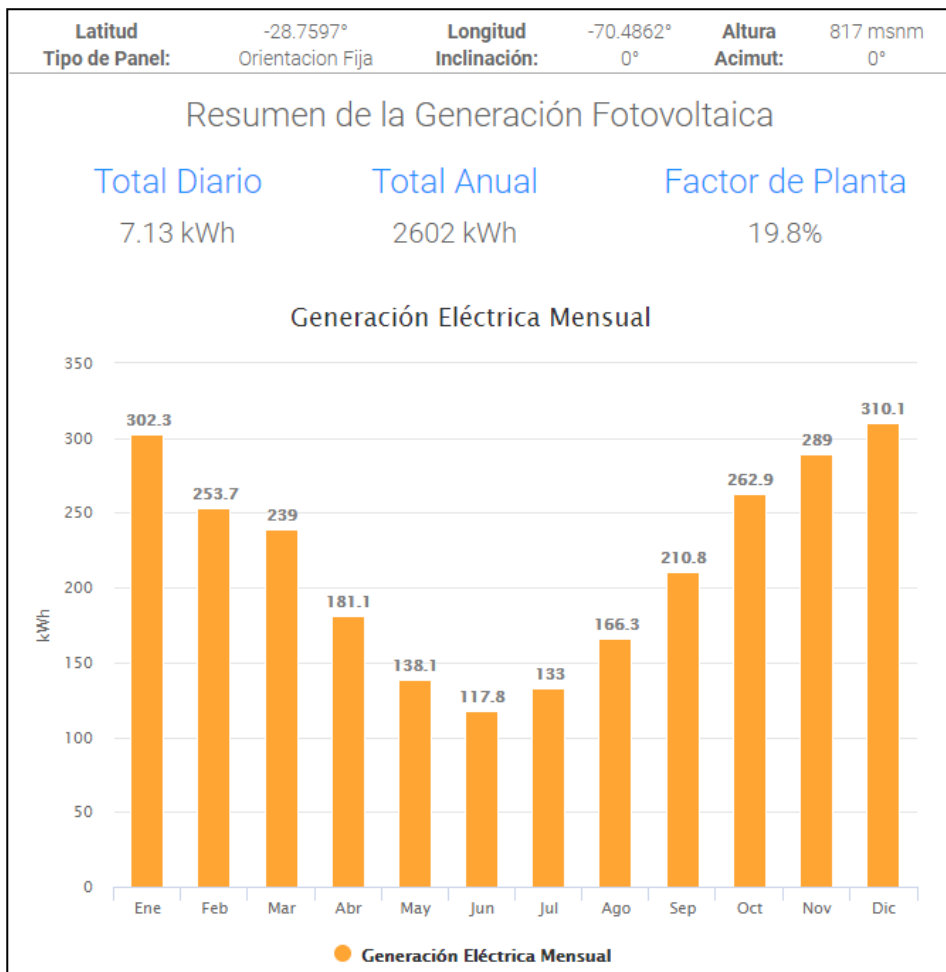
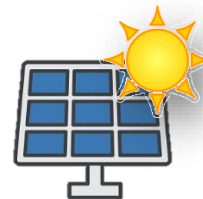
Energía Fotovoltaica



Alto del Carmen:

- Paneles de inclinación fija (26°)
- Orientación al Sur

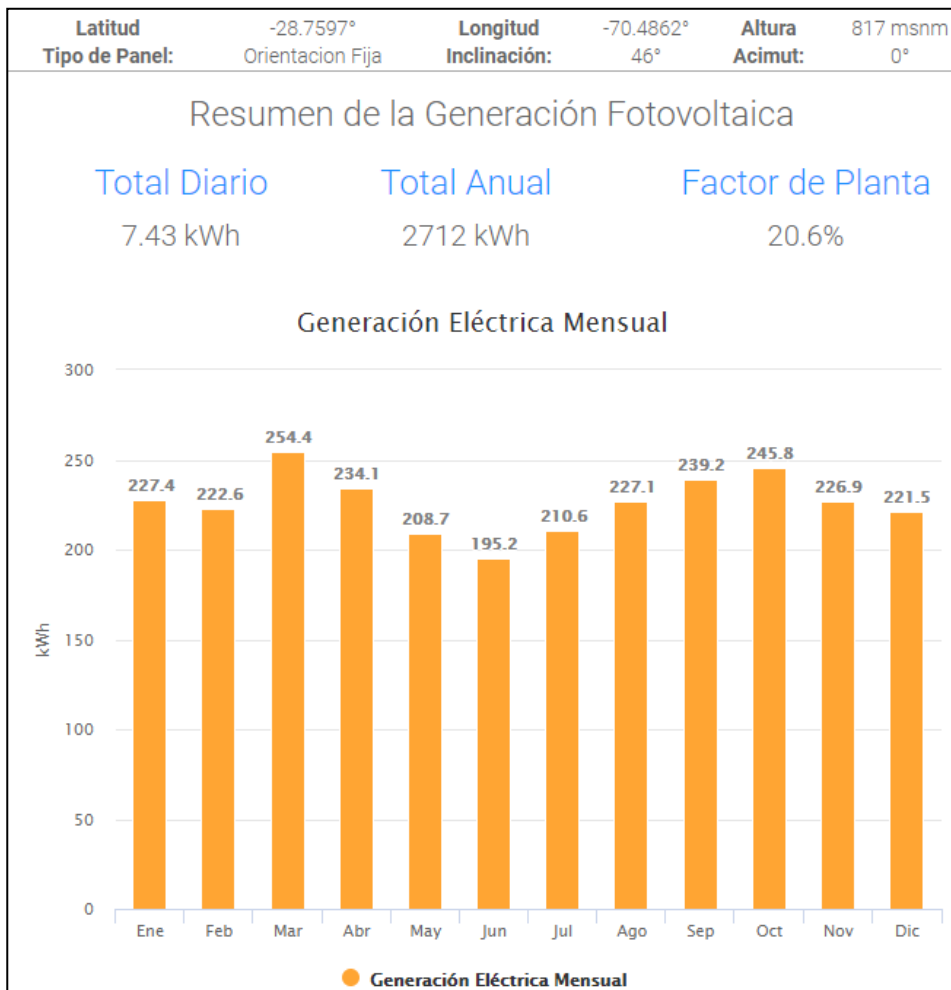
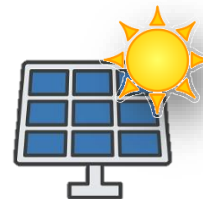
Energía Fotovoltaica



Alto del Carmen:

- Paneles de inclinación fija (0°)
- Orientación plana

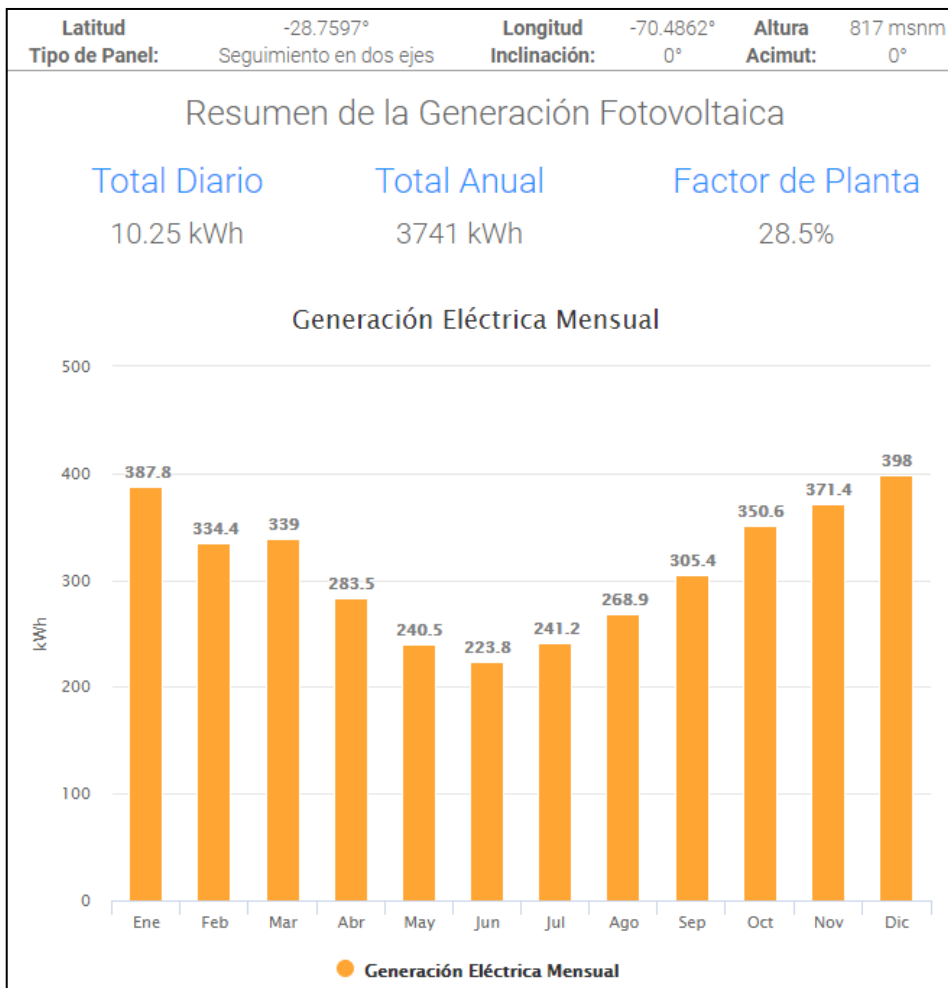
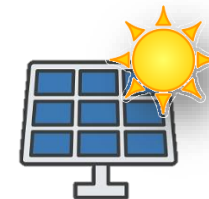
Energía Fotovoltaica



Alto del Carmen:

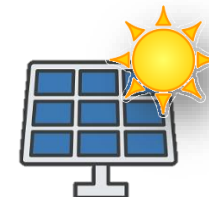
- Paneles de inclinación fija (46°)
- Orientación norte

Energía Fotovoltaica

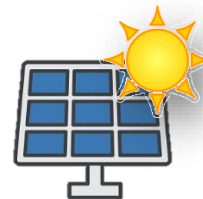


Alto del Carmen:

- Paneles de inclinación variable 26° a 46°
- Orientación variable

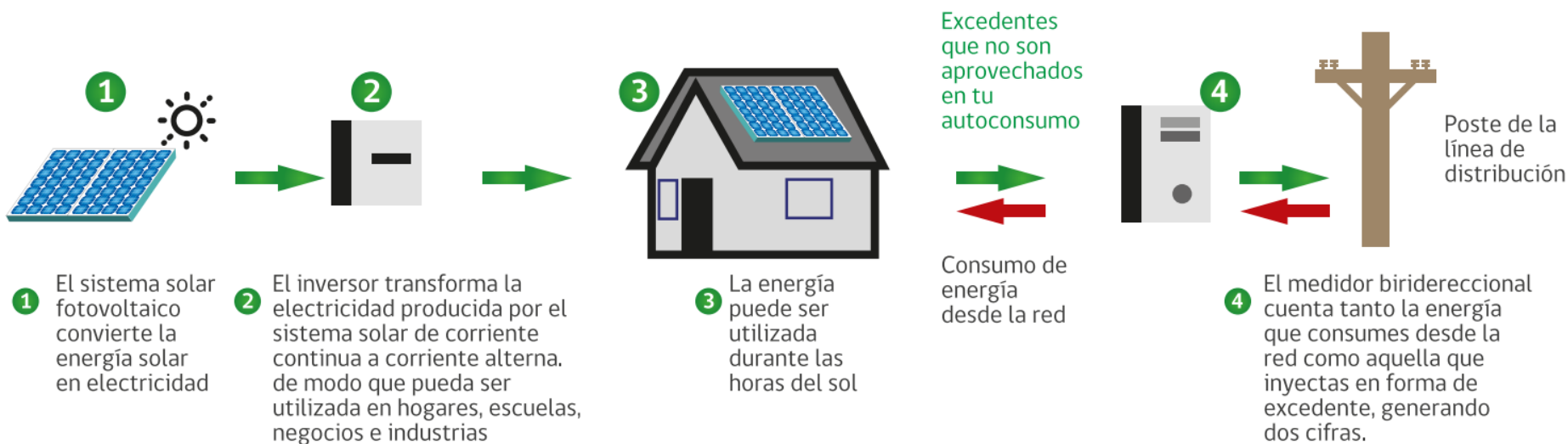


Tipo de instalación	Total anual (kWh)	Mes máx (kWh)	Mes mín (kWh)	Factor de planta (100% si hubiese máxima radiación a toda hora)
Inclinación 26° Orientación Norte	2.854	Diciembre (278)	Junio (174)	21,7%
Inclinación 26° Orientación Sur No se recomienda!	1.876	Diciembre (291)	Junio (35)	14,3%
Horizontales	2.602	Diciembre (310)	Junio (117)	19,8%
Inclinación 46° Orientación Norte	2.712	Marzo (254)	Junio (195)	20,6%
Inclinación variable Orientación variable	3.741	Diciembre (398)	Junio (224)	28,5%



LEY DE GENERACIÓN DISTRIBUIDA 20.571

Ejemplo de un sistema domiciliario fotovoltaico.





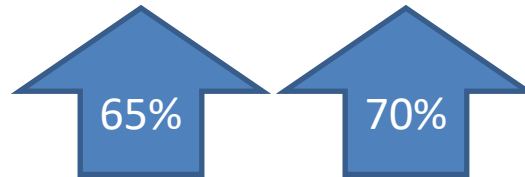
Selección de la Bomba



Selección de la Bomba



$$kW = \frac{Q \left[\frac{L}{s} \right] \times H_t [m.c.a.]}{102 \times Ef_B \times Ef_M}$$



1 hectárea regada
simultáneamente.

3,3 Kva (**4,4 HP**) es
demasiada potencia,
requiere energía trifásica!

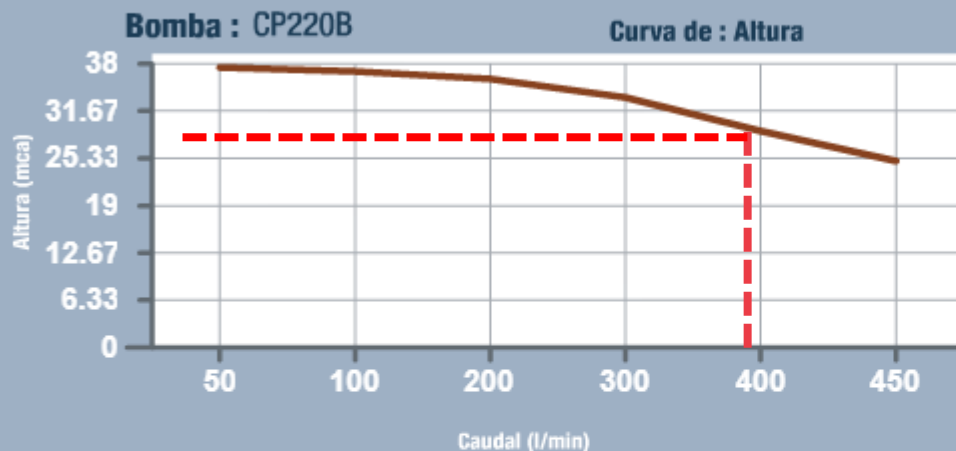


Selección de la Bomba

Marca: Pedrollo

Modelo: CP220B

Gráfica de Caudales...



Características de CP220B



Tabla

Modelo	Potencia		Q	m3/h	0	3	6	12	18	24	27				
	kW	HP		l/min	0	50	100	200	300	400	450				
CP220B	2.982	4	H (m)		38	37.5	37	36	33.5	29	25				

Caudal Máximo : 450 l/min
 Altura Máxima : 38 mca
 Caudal Mínimo : 0 l/min
 Altura Mínima : 25 mca
 Diám. Salida : 2 plg
 Diám. Entrada : 2 plg
 Altura Succión : m
 Voltaje : 380 Volts
 Amperaje : 7.3 A



Selección de la Bomba

Ejemplo: Requerimos suplir una demanda energética de 3,3 kWh (4,4 Hp)
 20 paneles de 250W de potencia nominal, inversor con variador de frecuencia de eficiencia 96%

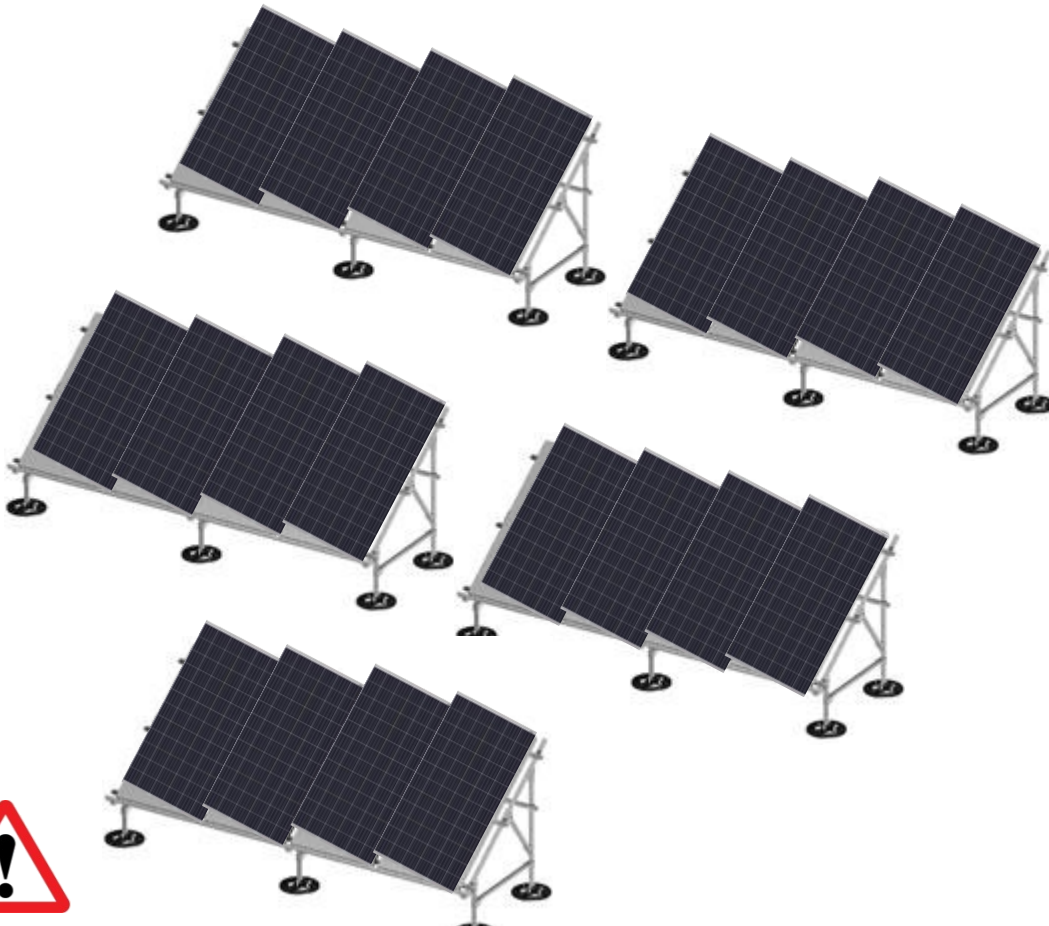
mes	Horas de riego por día en cada mes (PLENA POTENCIA >= 3,3 kWh)	Horas de riego por día en cada mes (POTENCIA PARCIAL 50% >1,7 kWh)
ENE	4	4
FEB	4	4
MAR	4	4
ABR	0	7
MAY	0	7
JUN	0	6
JUL	0	6
AGO	0	7
SEP	1	6
OCT	3	5
NOV	3	5
DIC	4	5

Sistema de riego limpio = ok



Selección de la Bomba

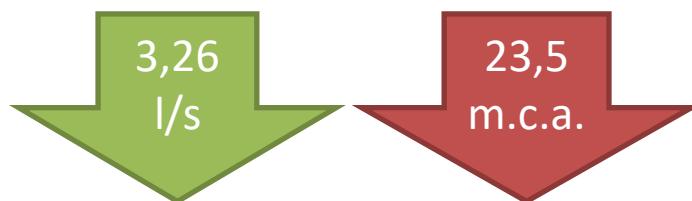
Ejemplo: Requerimos suplir una demanda energética de 3,3 kWh (4,4 Hp):
20 paneles de 250W de potencia nominal, inversor con variador de frecuencia de eficiencia 96%



*Diseño no recomendable por falta de optimización.

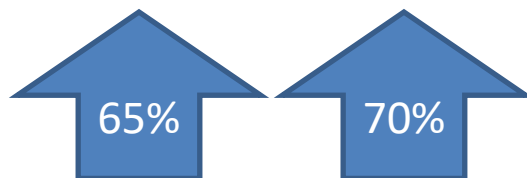


Selección de la Bomba



$$kW = \frac{Q \left[\frac{L}{s} \right] \times H_t [m.c.a.]}{102 \times Ef_B \times Ef_M}$$

1,7 Kva (**2,2 HP**) es aceptable



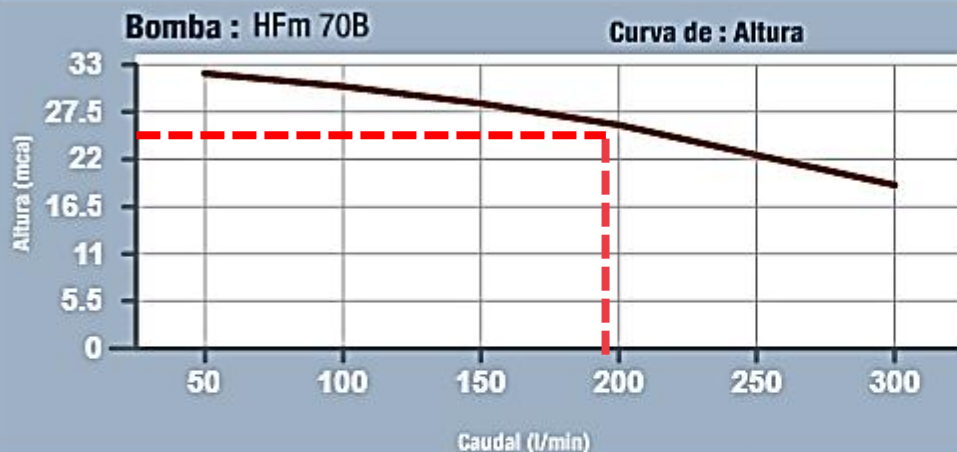


Selección de la Bomba

Marca: Pedrollo

Modelo: HFm 70B

Gráfica de Caudales...



Características de HFm 70B



Tabla

Modelo	Potencia		Q	m3/h	0	3	6	9	12	15	18				
	kW	HP		l/min	0	50	100	150	200	250	300				
HFm 70B	1.491	2	H (m)		33	32	30.5	28.5	26	22.5	19				

Caudal Máximo : 300 l/min
 Altura Máxima : 33 mca
 Caudal Mínimo : 0 l/min
 Altura Mínima : 19 mca
 Diám. Salida : 1 1/2 plg
 Diám. Entrada : 1 1/2 plg
 Altura Succión : m
 Voltaje : 220 Volts
 Amperaje : 10 A



Selección de la Bomba

Ejemplo: Requerimos suplir una demanda energética de 1,7 kWh (2,2 Hp):
10 paneles de 250W de potencia nominal, inversor con variador de frecuencia de eficiencia 96%

23:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18:00	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17:00	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
16:00	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
15:00	2	2	2	1	1	1	1	1	2	2	2	2
14:00	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2
13:00	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2
12:00	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2
11:00	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2
10:00	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
09:00	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1
08:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
07:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
06:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
05:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
00:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic

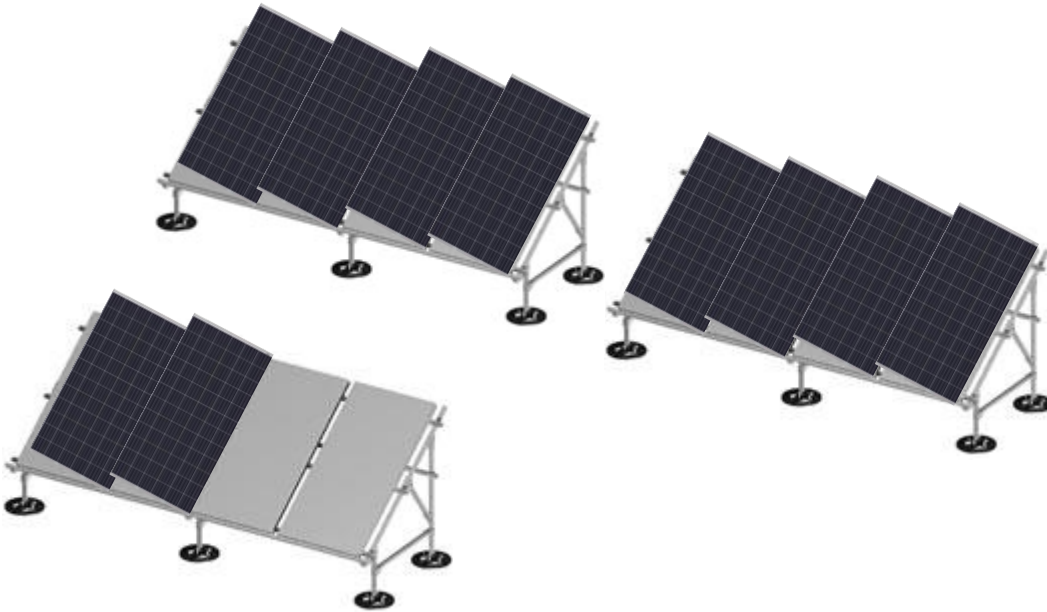
mes	Horas de riego por día en cada mes (PLENA POTENCIA $\geq 1,7$ kWh)	Horas de riego por día en cada mes (POTENCIA PARCIAL 50% $> 0,9$ kWh)
ENE	4	4
FEB	4	4
MAR	3	5
ABR	0	7
MAY	0	6
JUN	0	6
JUL	0	6
AGO	0	7
SEP	0	7
OCT	3	4
NOV	3	5
DIC	3	5

Sistema de riego
limpio = ok



Selección de la Bomba

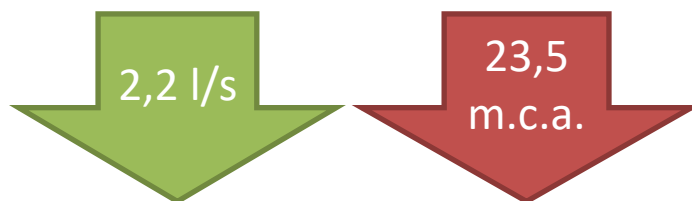
Ejemplo: Requerimos suplir una demanda energética de 1,7 kWh (2,2 Hp):
10 paneles de 250W de potencia nominal, inversor con variador de frecuencia de eficiencia 96%



*Diseño medianamente optimizado.

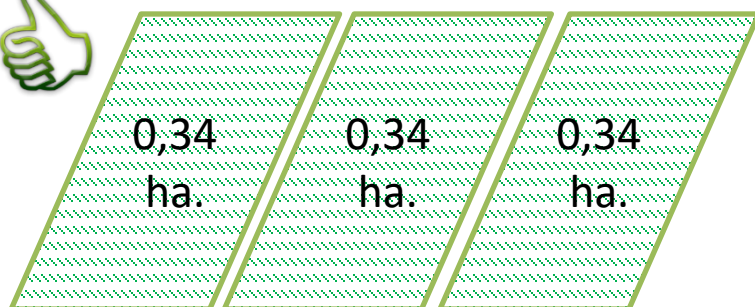
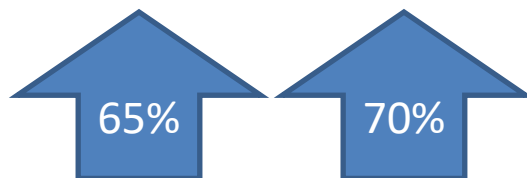


Selección de la Bomba



$$kW = \frac{Q \left[\frac{L}{s} \right] \times H_t [m.c.a.]}{102 \times Ef_B \times Ef_M}$$

1,1 Kva (**1,5 HP**) es aceptable



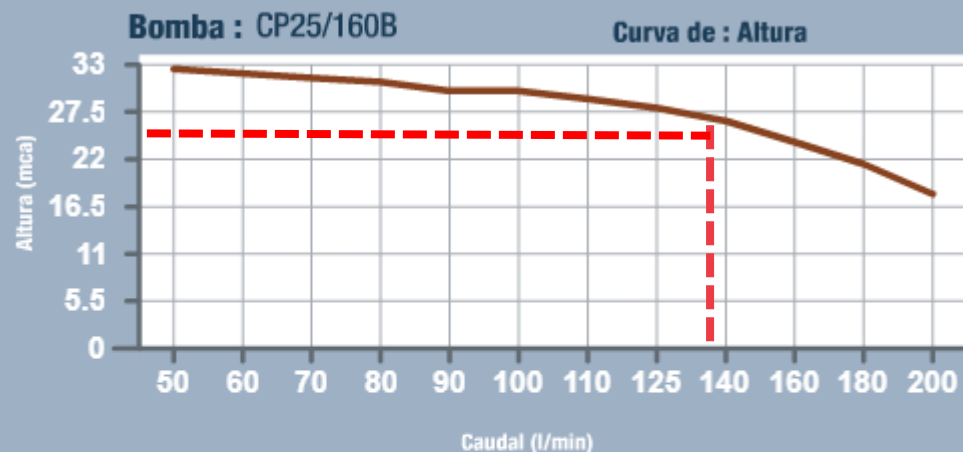


Selección de la Bomba

Marca: Pedrollo

Modelo: CP25/160B

Gráfica de Caudales...



Características de CP25/160B



Tabla

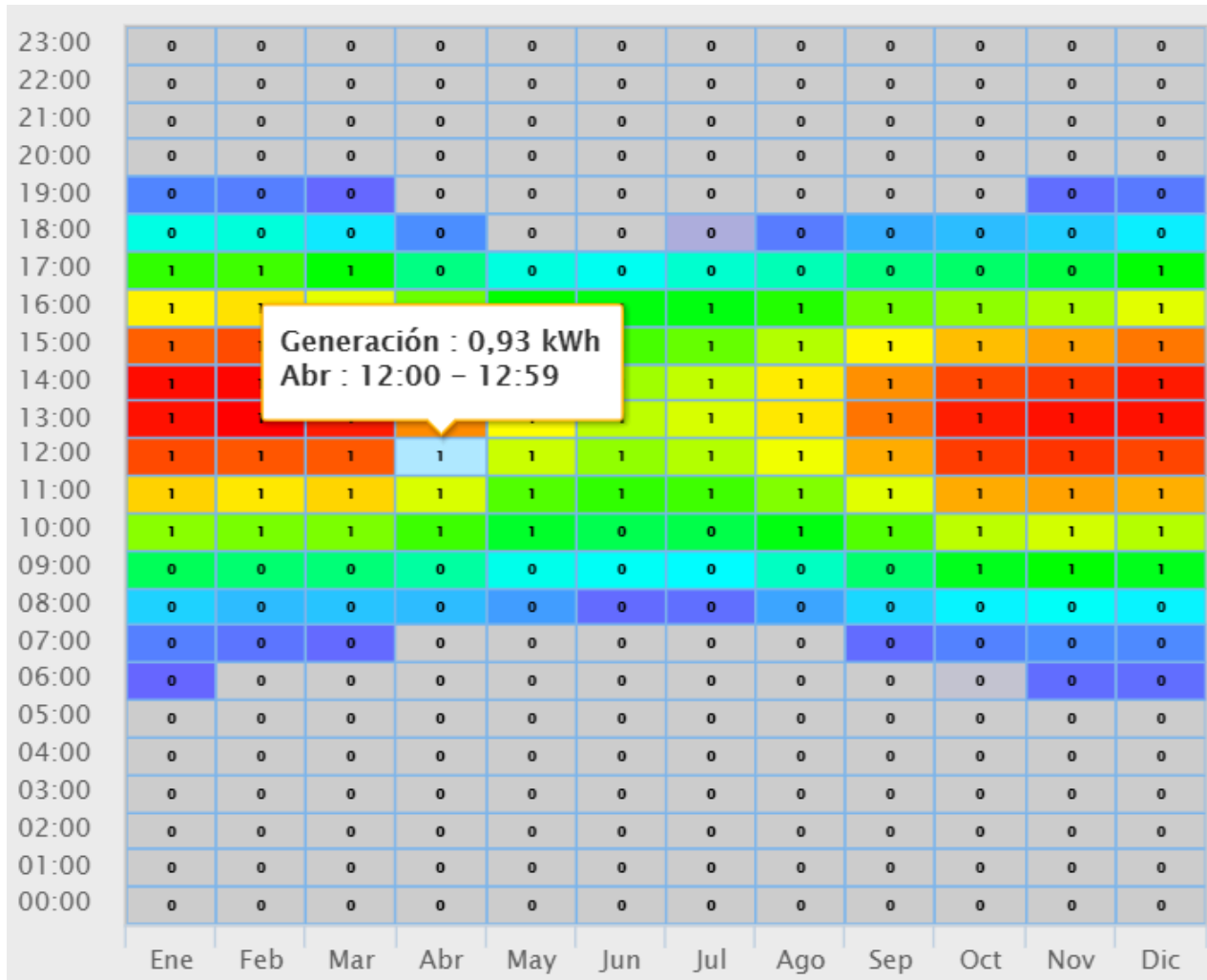
Modelo	Potencia		Q	m3/h	0	3	3.6	4.2	4.8	5.4	6	6.6	7.5	8.4	9.6
	kW	HP		l/min	0	50	60	70	80	90	100	110	125	140	160
CP25/160B	1.118	1.5	H (m)		33	32.5	32	31.5	31	30	30	29	28	26.5	24

Caudal Máximo : 200 l/min
 Altura Máxima : 33 mca
 Caudal Mínimo : 0 l/min
 Altura Mínima : 18 mca
 Diám. Salida : 1 plg
 Diám. Entrada : 1 1/2 plg
 Altura Succión : m
 Voltaje : 380 Volts
 Amperaje : 3.3 A



Selección de la Bomba

Ejemplo: Requerimos suplir una demanda energética de 1,1 kWh (1,5 HP):
6 paneles de 250W de potencia nominal, inversor con variador de frecuencia de eficiencia 96%



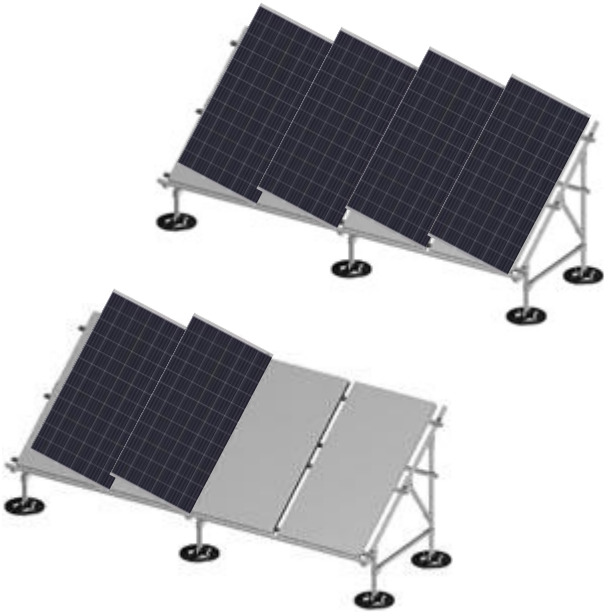
mes	Horas de riego por día en cada mes (PLENA POTENCIA >=1,1 kWh)	Horas de riego por día en cada mes (POTENCIA PARCIAL 50% >0,5 kWh)
ENE	2	6
FEB	2	6
MAR	0	8
ABR	0	7
MAY	0	7
JUN	0	6
JUL	0	6
AGO	0	7
SEP	0	7
OCT	0	8
NOV	1	7
DIC	2	7

Sistema de riego limpio = ok



Selección de la Bomba

Ejemplo: Requerimos suplir una demanda energética de 1,7 kWh (2,2 Hp):
6 paneles de 250W de potencia nominal, inversor con variador de frecuencia de
eficiencia 96%



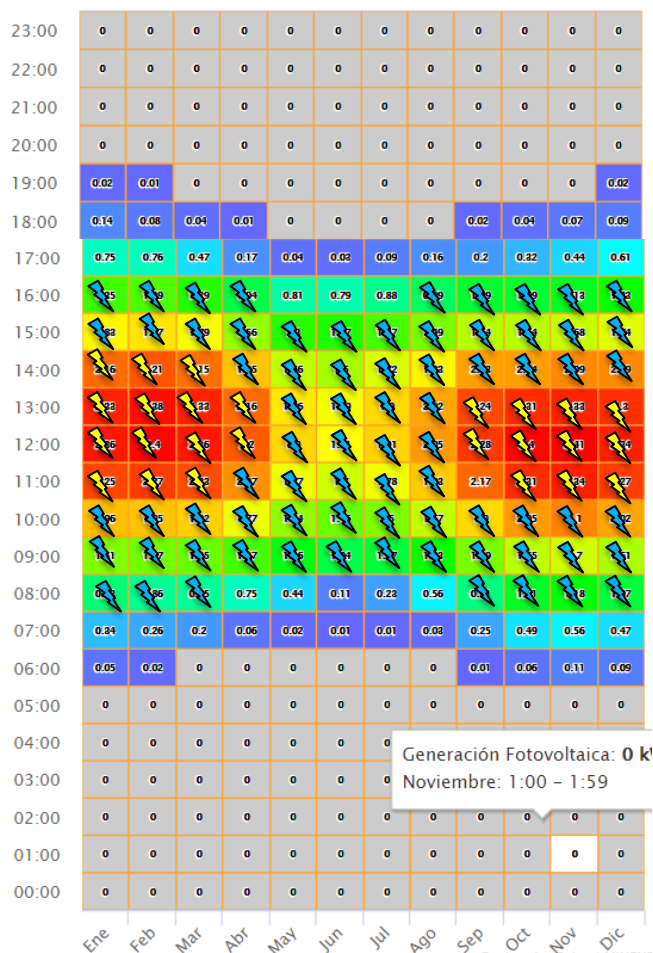
*Diseño optimizado.



Selección de la Bomba

Ejemplo: Requerimos suplir una demanda energética de 2,23 kWh (3 Hp)
Probemos con 12 paneles de 250W de potencia nominal, inversor con variador de frecuencia de eficiencia 96% + baterías

Cuántas horas al día
funcionará nuestra
bomba de 3 HP?



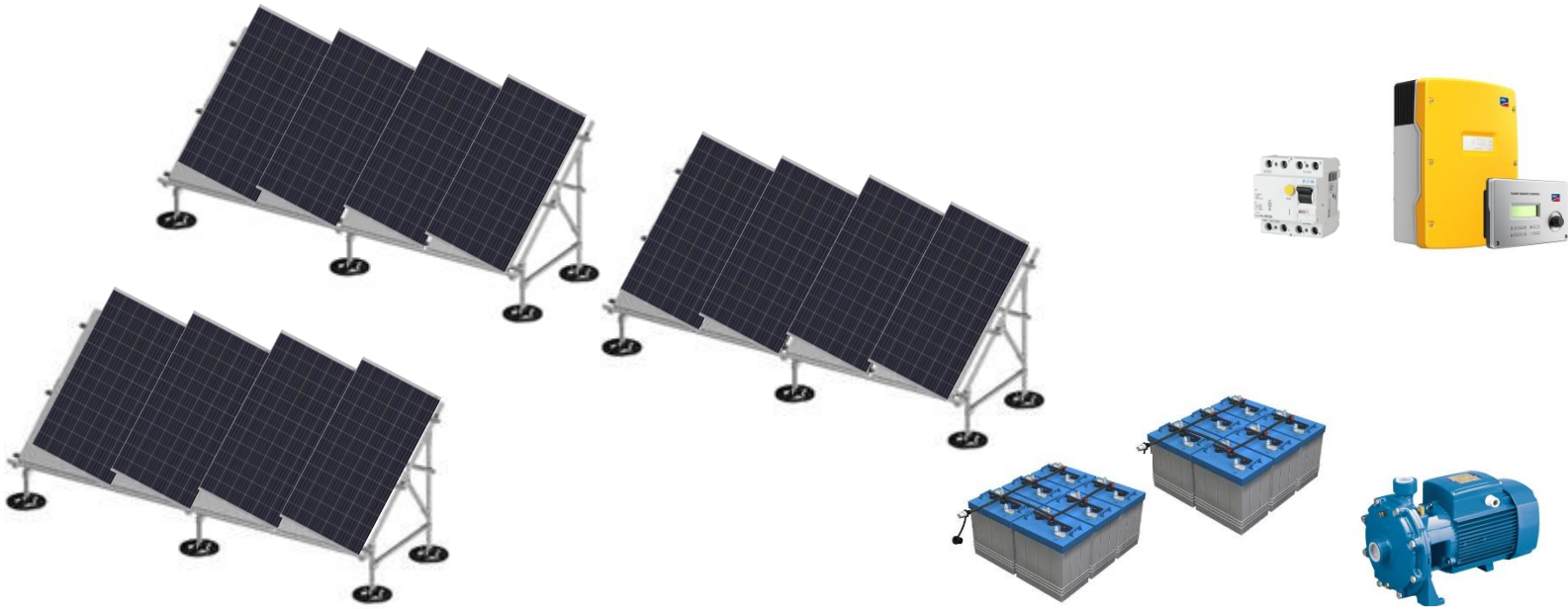
mes	⚡ Horas de riego por día en cada mes (PLENA POTENCIA 2,2 kWh)	⚡ Horas de riego por día en cada mes (POTENCIA PARCIAL 40% 0,89 kWh)
ENE	4+1,6	5
FEB	4+1,6	5
MAR	4+1,6	5
ABR	2+2	6
MAY	0+2,3	7
JUN	0+2,3	7
JUL	0+2,3	7
AGO	0+2,6	8
SEP	2+2	6
OCT	3+2	6
NOV	3+2	6
DIC	3+2	6





Selección de la Bomba

Ejemplo: Requerimos suplir una demanda energética de 2,23 kWh (3 Hp)
Probemos con 12 paneles de 250W de potencia nominal, inversor de eficiencia al 96%
con variador de frecuencia monofásico + baterías





Gracias por su atención



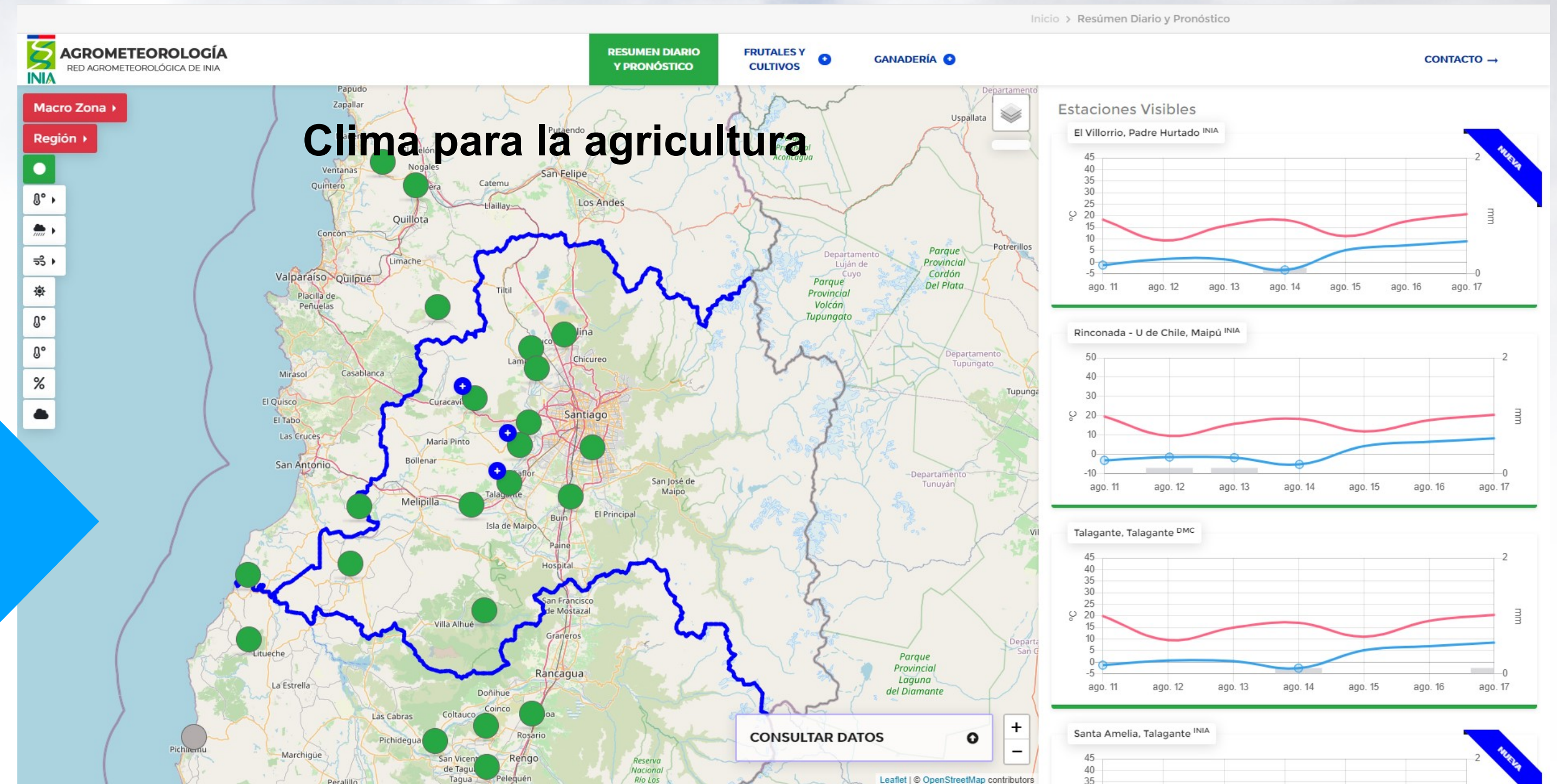
Descripción y Usos

RED AGROMETEOROLOGIA INIA 2021

Datalogger y sensores
Comunicaciones
Energía
Seguridad
Mantención permanente

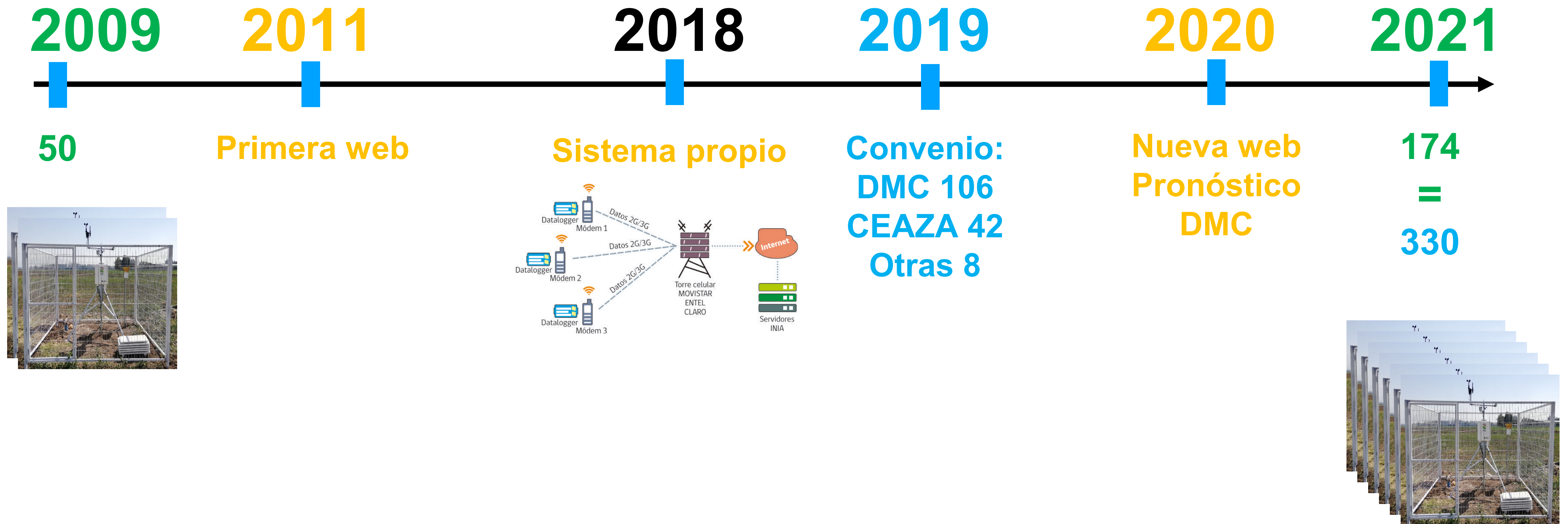


Variables
climáticas



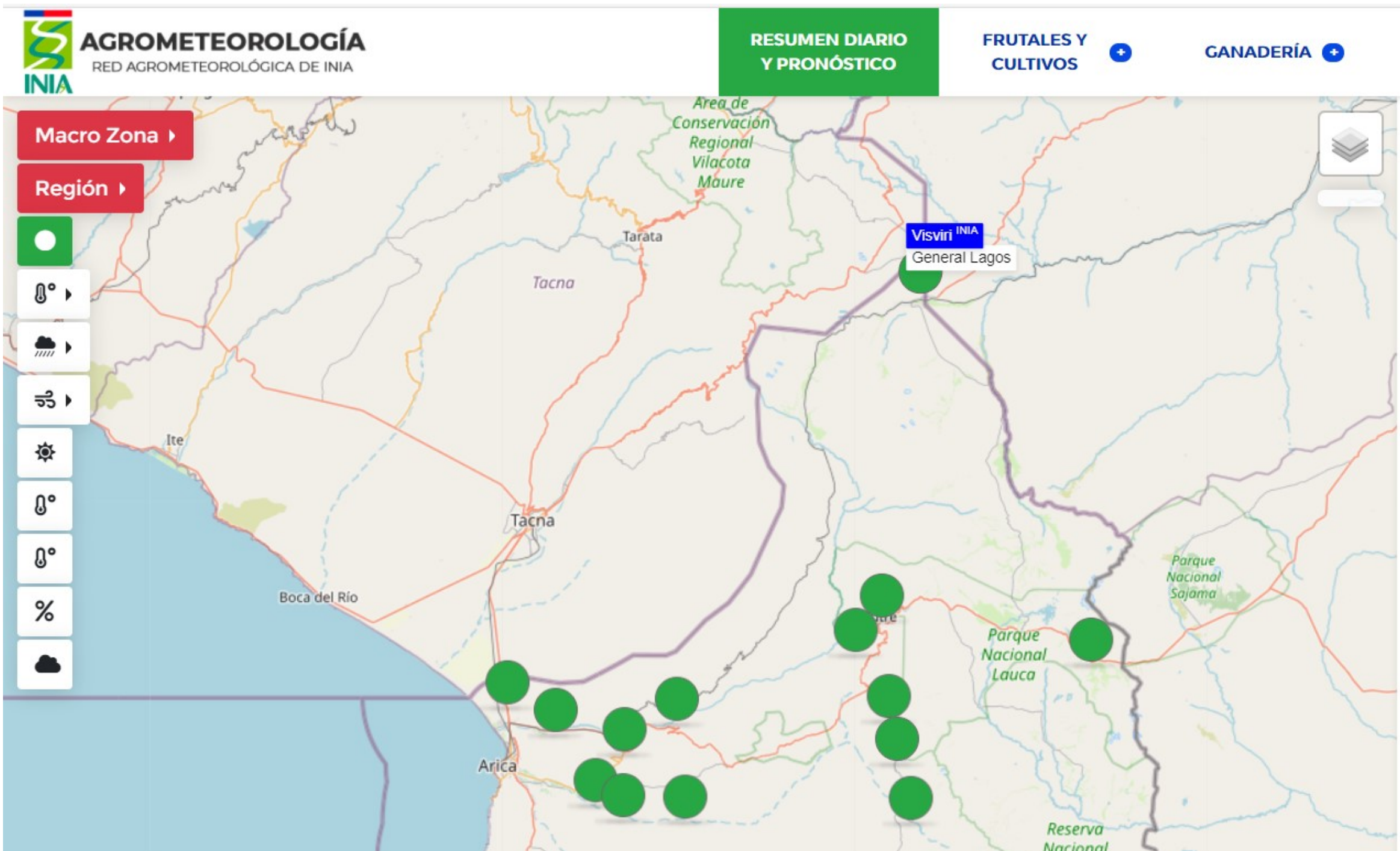
Infraestructura TI
Control de calidad
Monitoreo energía y conexiones
Aplicaciones ó Usos
Mantención y desarrollo permanente

Red Agroclimática Nacional

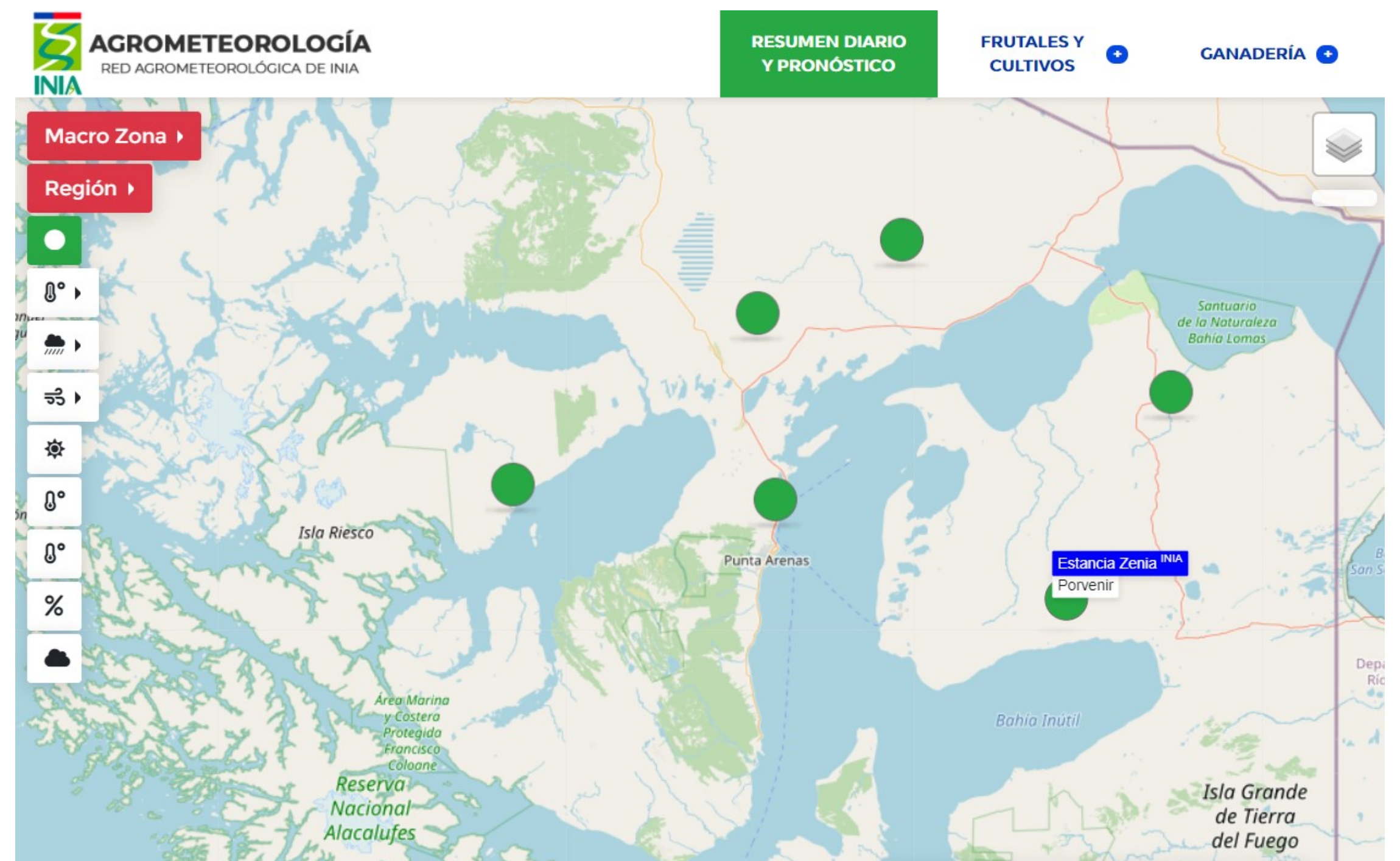


Mapa

Visviri, General Lagos Región de Arica y Parinacota



Estancia Zenia, Porvenir Región de Magallanes



Salar de Surire, Arica y Parinacota



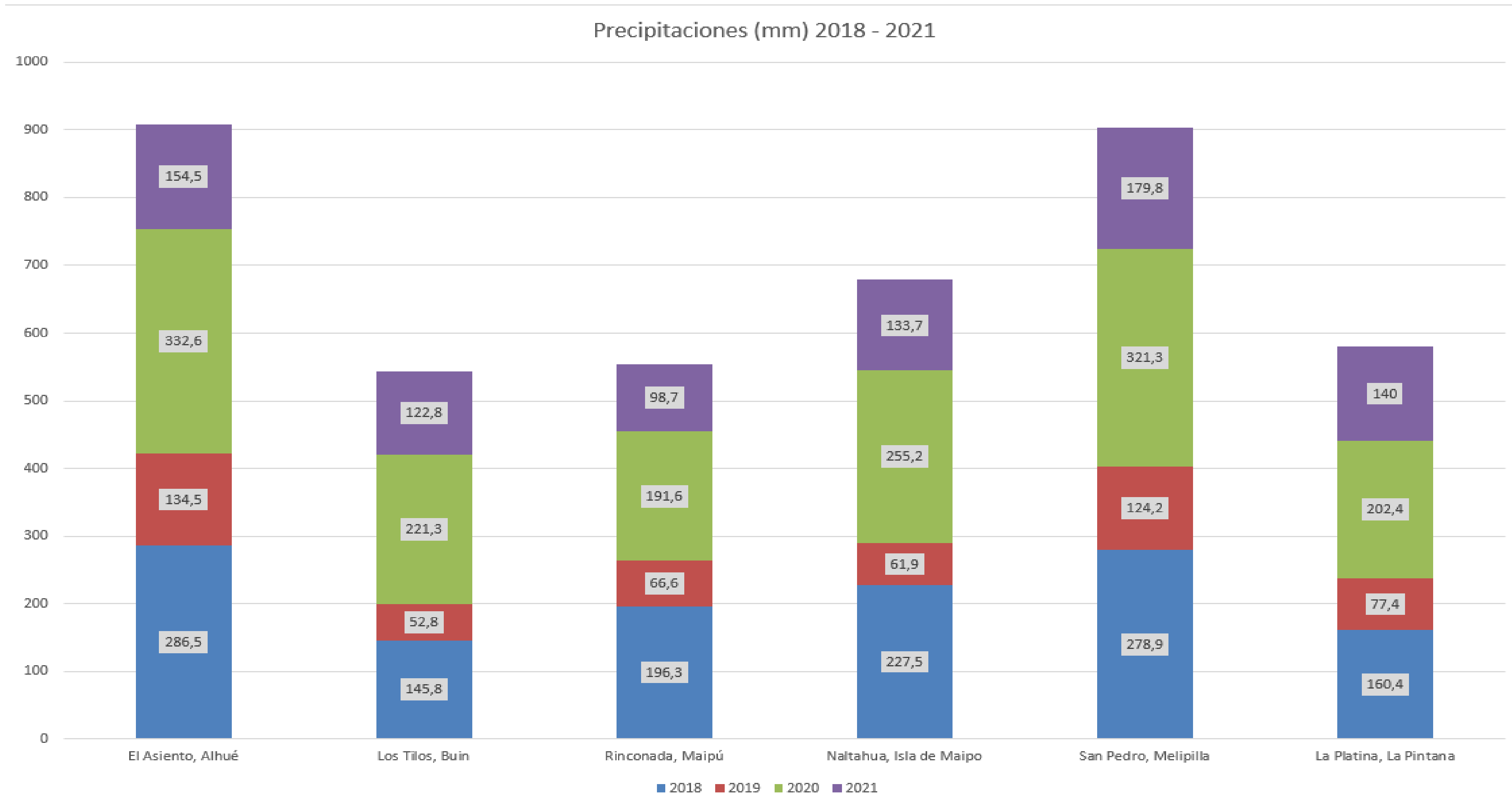
Bajada Ibañez, Aysén



Etapa 1: Captura de datos



Etapa 2: Uso de los datos





Descripción y usos de la Red de Agrometeorología INIA

Editor: Gustavo Chacón Cruz

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

Boletín INIA / N° 415



Equipos y Sensores de la Red de Agrometeorología INIA
Sistema de Comunicaciones de la Red de Agrometeorología INIA
Sistema de Alerta Temprana de Tizón Tardío de la Papa
Seguro Agrícola
Sistema Avispa-T
Riego y Evapotranspiración
Determinación de Estrés Calórico en el Sector Lechero
Grados Día y Fenología en Vides
Boletín Agroclimático Mensual INIA

2019



Higrotermómetro

Temperatura y humedad ambiental

Anemómetro y Veleta

Velocidad y dirección viento



Piranómetro

Radiación solar



Barómetro

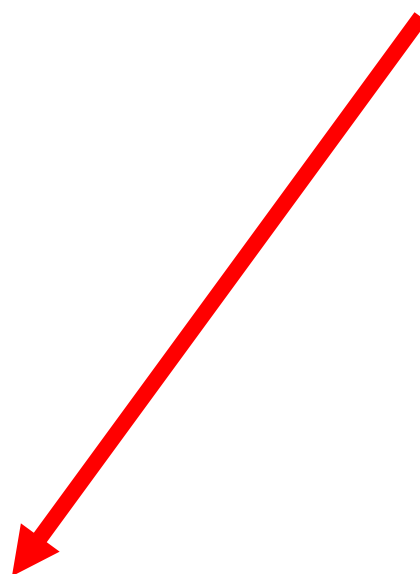
Presión atmosférica



Pluviómetro

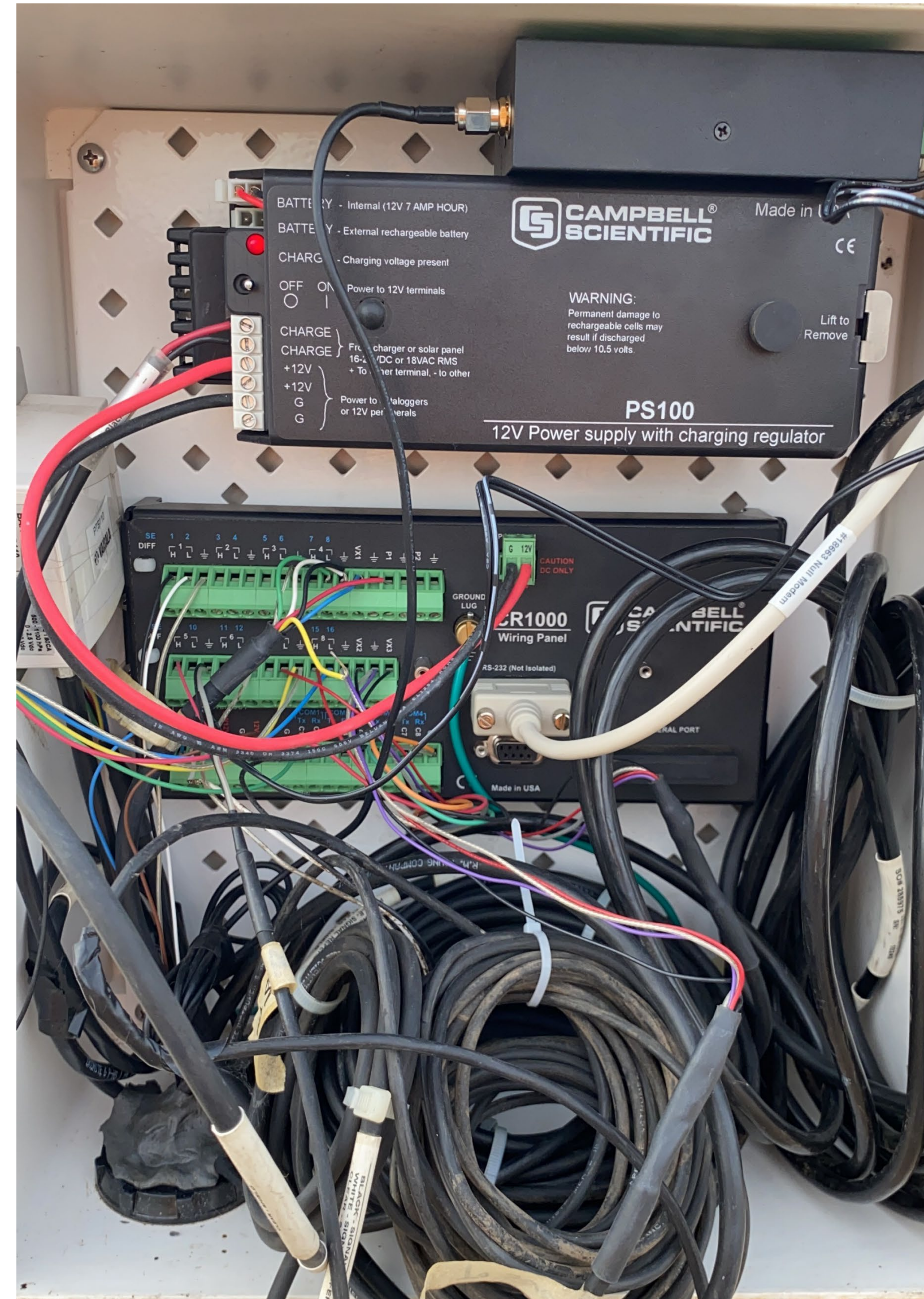
Caseta de sensores de Temperatura suelo a 10 cm de profundidad y a superficie de suelo

EMA Rinconada – U. de Chile, Maipú

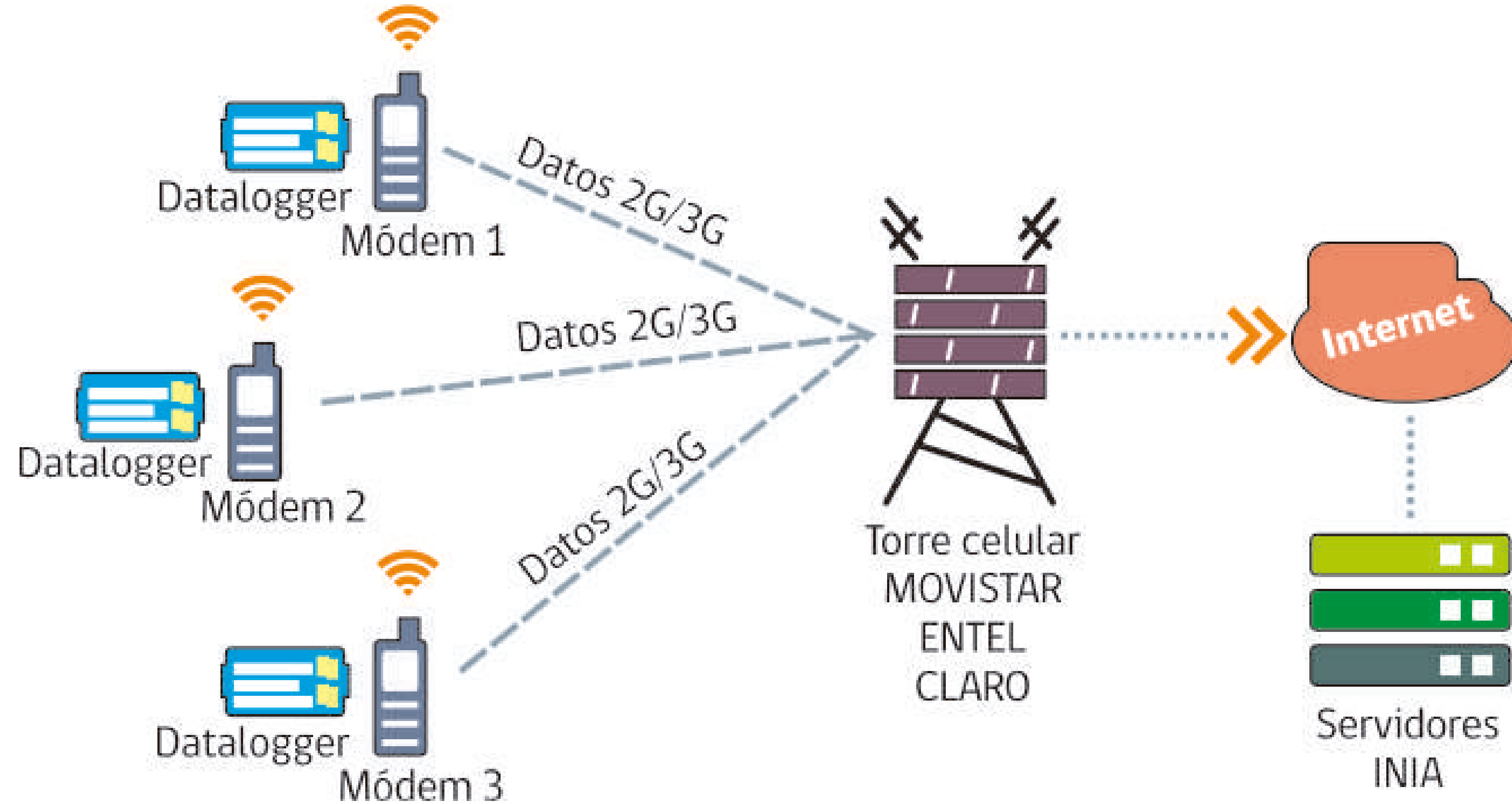




Datalogger
Campbell Scientific



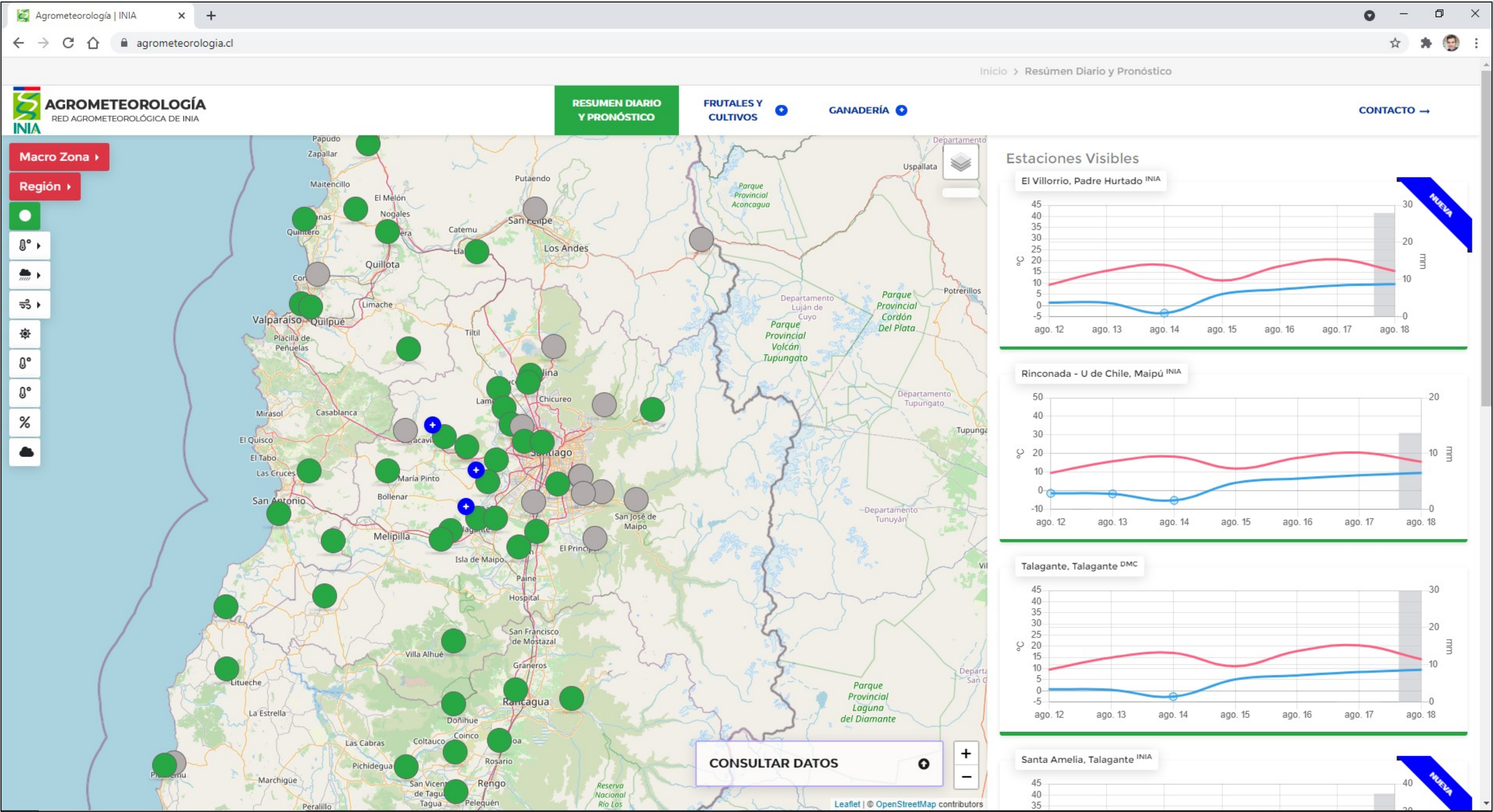
Esquema de transmisión de datos



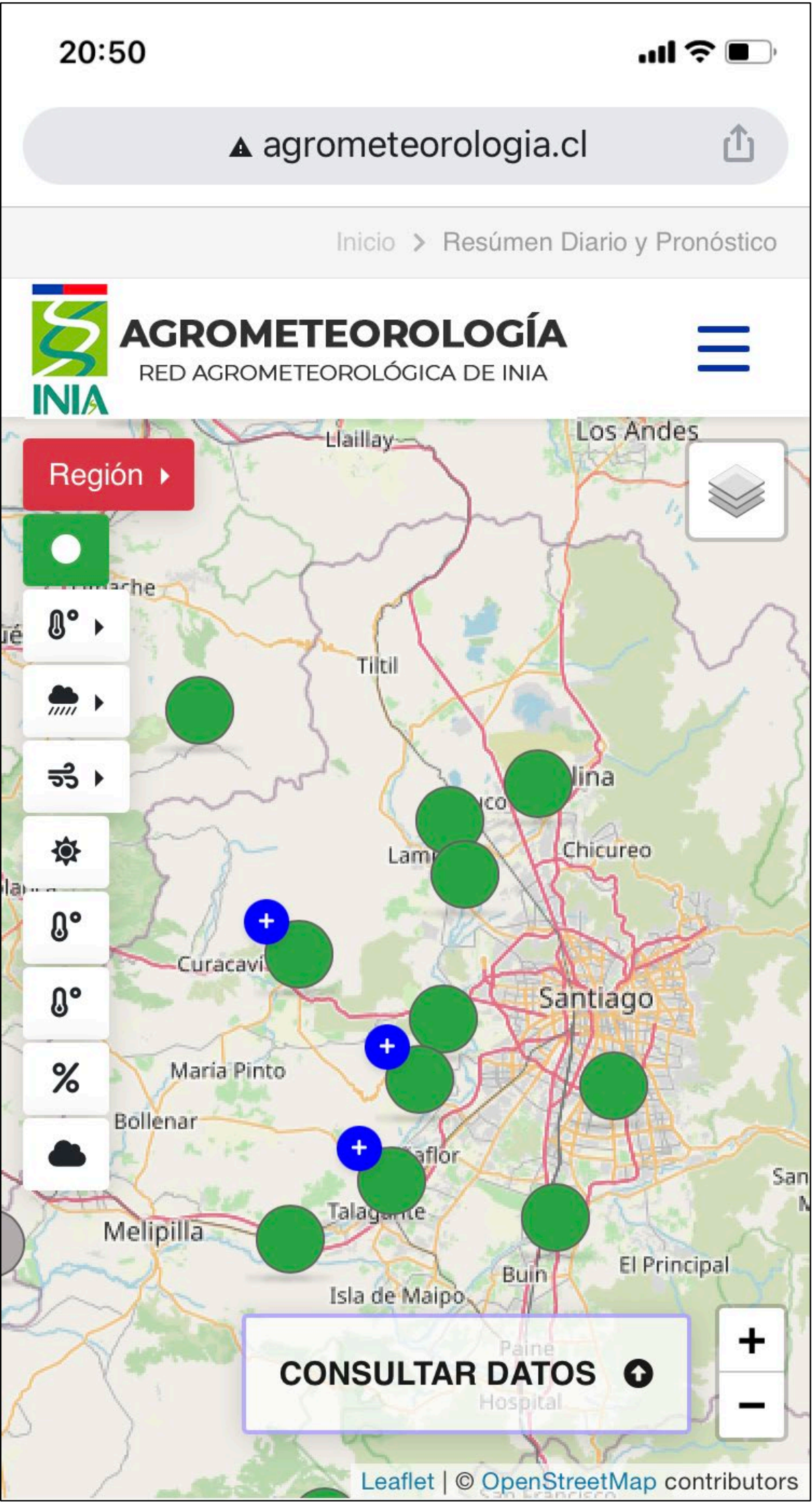
Sitio web

www.agrometeorologia.cl

PC



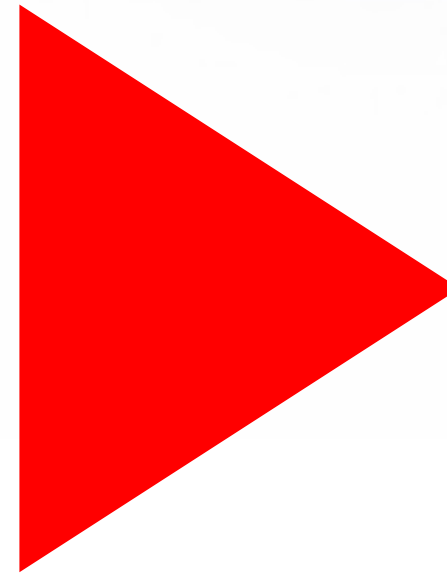
Móvil



Web Agrometeorología



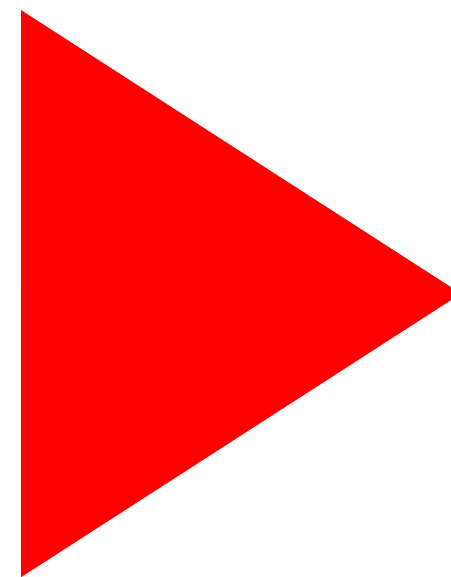
Interfaz inicial



Web Agrometeorología



Consultar Temperatura Horaria



RESUMEN DIARIO
Y PRONÓSTICO

FRUTALES Y
CULTIVOS +

GANADERÍA +

**RECESO INVERNAL**
Horas, Unidades y Porciones
de Frío.

**HELADAS**
Resumen Diario y Pronóstico.

**ET₀**
Evapotranspiración de
Referencia (Penman-
Monteith).

**TIZÓN TARDÍO**
Alerta Temprana del Tizón
Tardío de la Papa (webapp)

**GRADOS DÍA**
Base 5, 10 y 12.5

Horas frío - Ayer

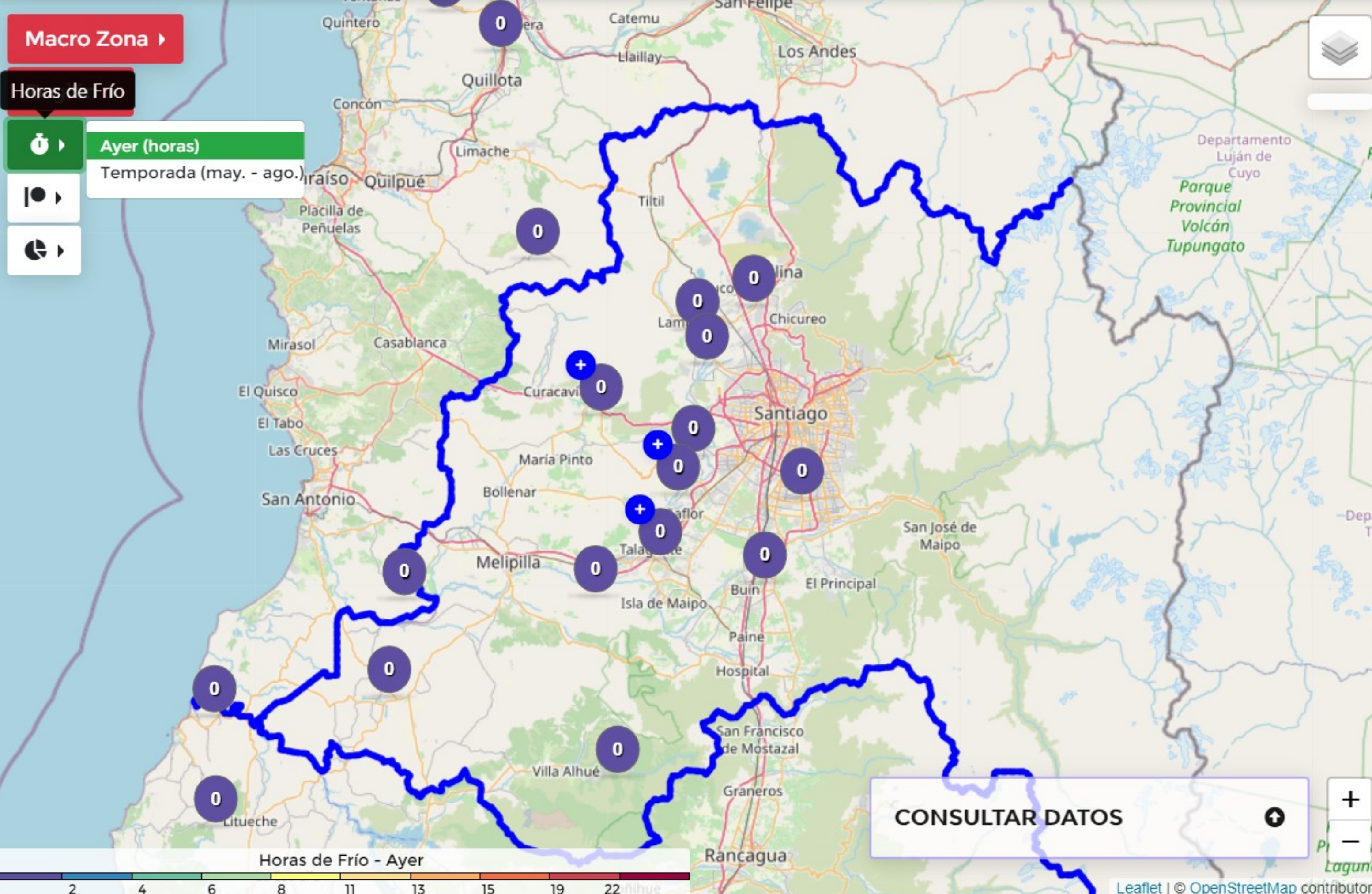
Inicio > Receso Invernal (acumulación de frío)

RESUMEN DIARIO
Y PRONÓSTICO

FRUTALES Y
CULTIVOS +

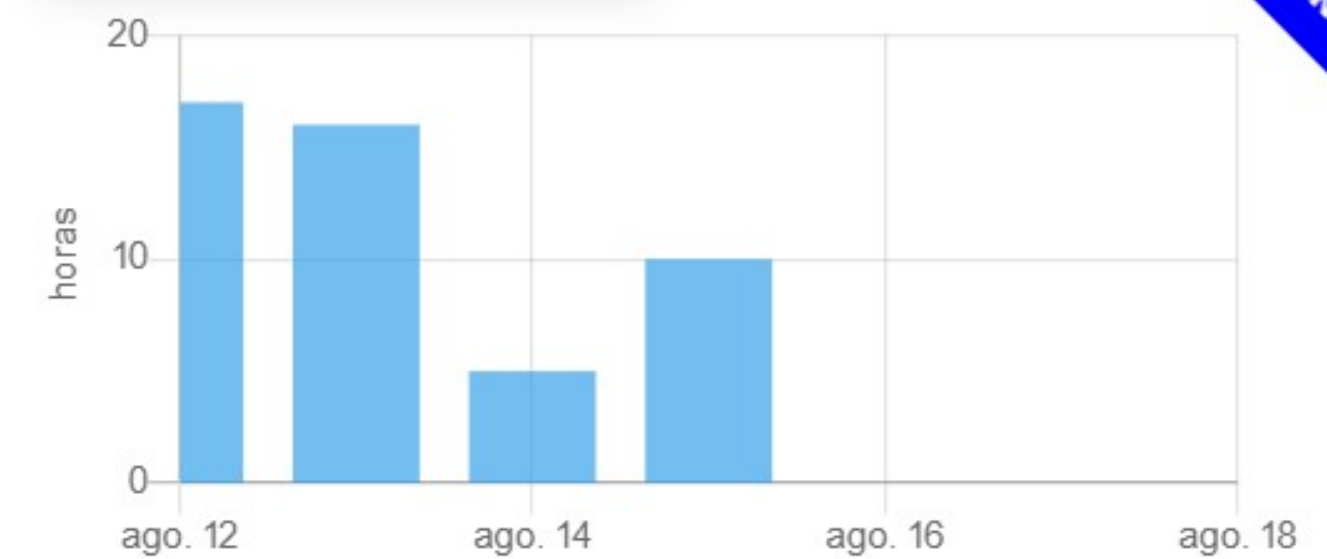
GANADERÍA +

CONTACTO →

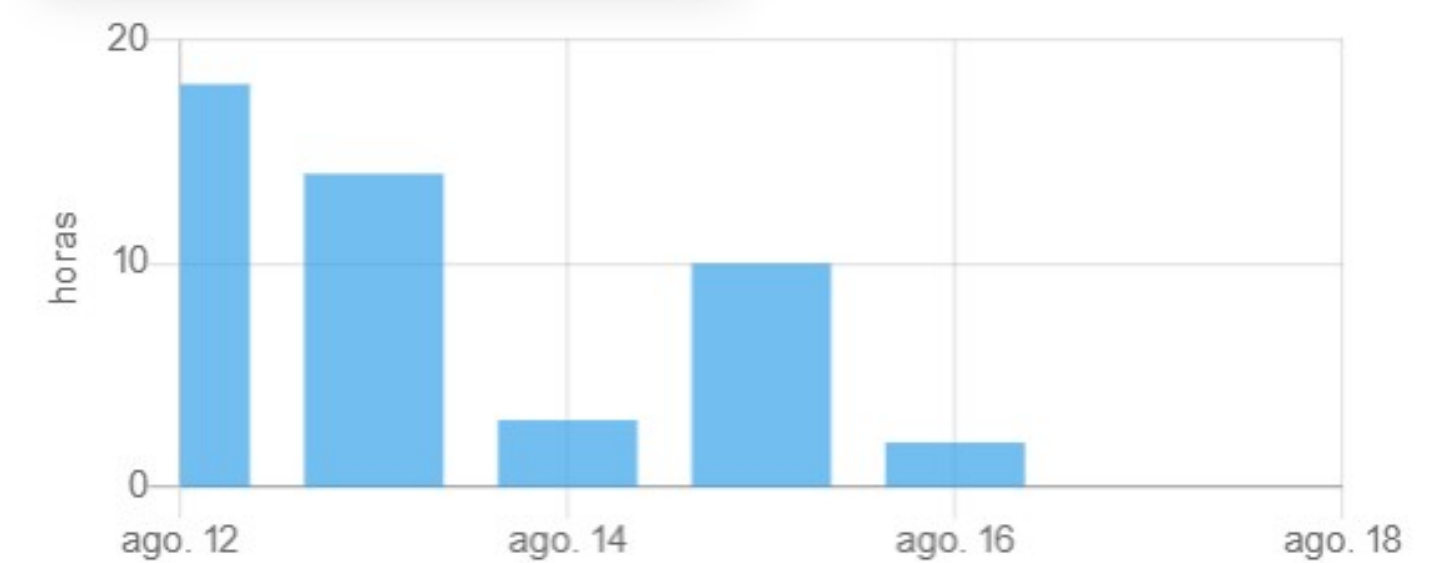


Estaciones Visibles

El Villorrio, Padre Hurtado INIA



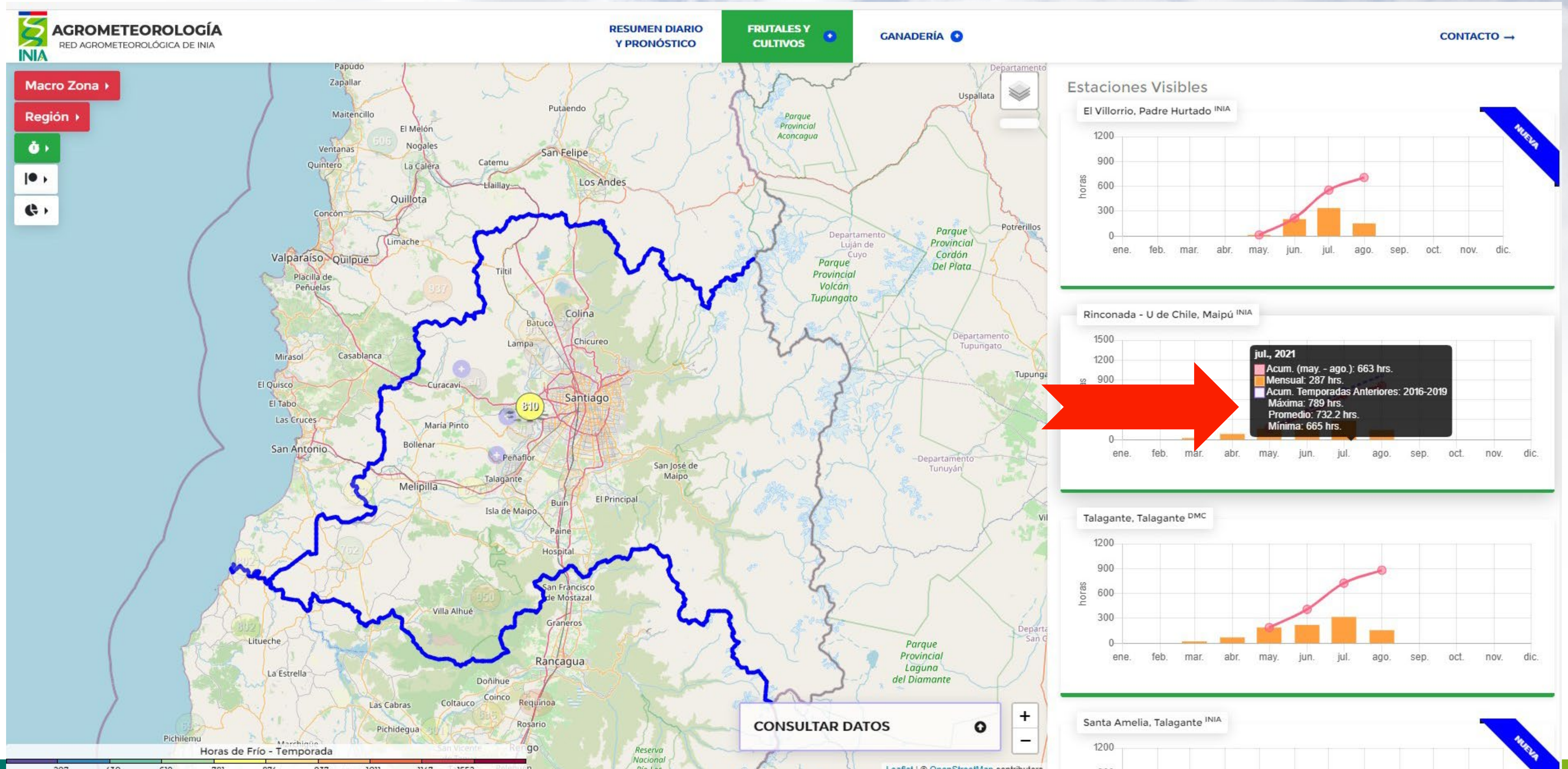
Rinconada - U de Chile, Maipú INIA



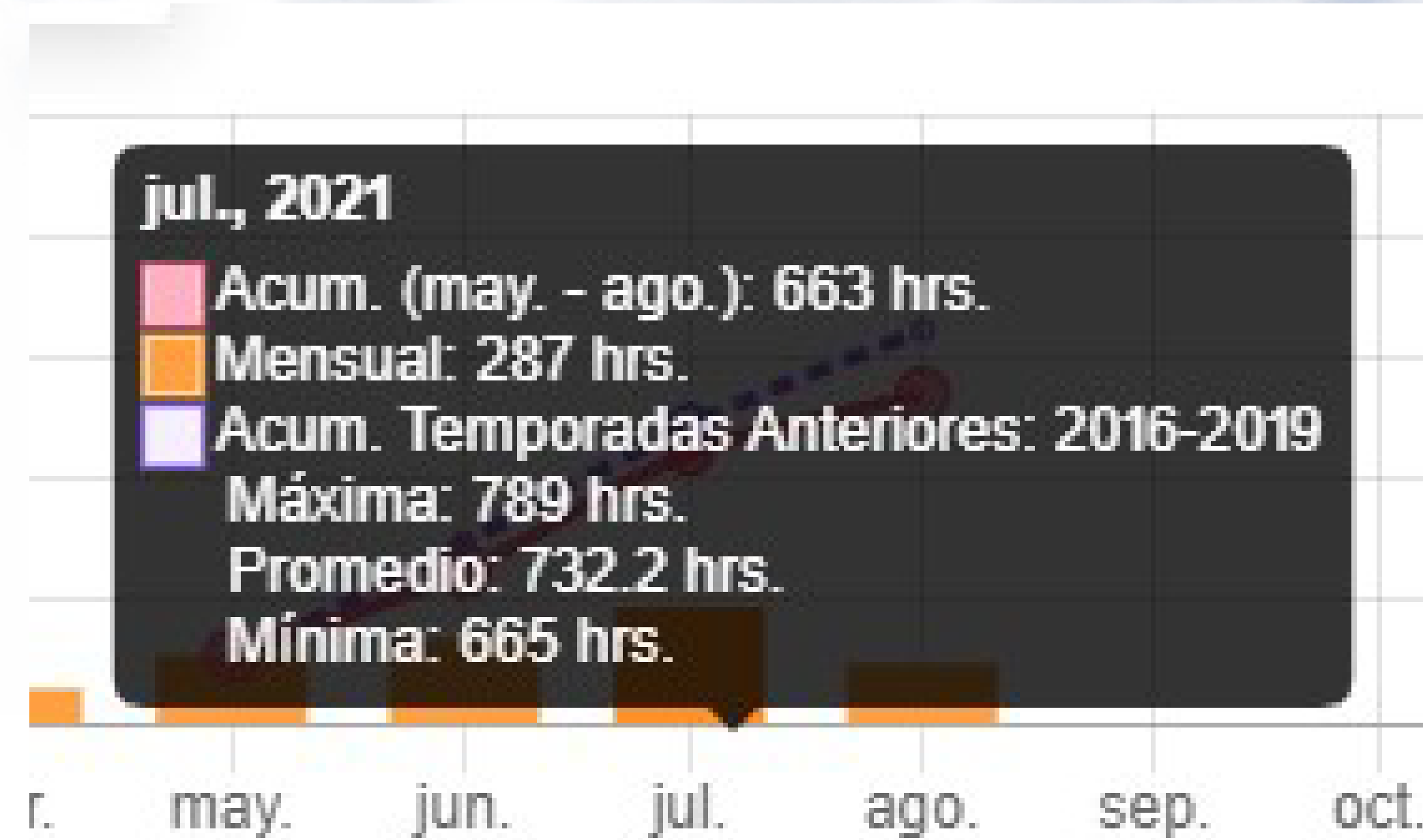
Talagante, Talagante DMC



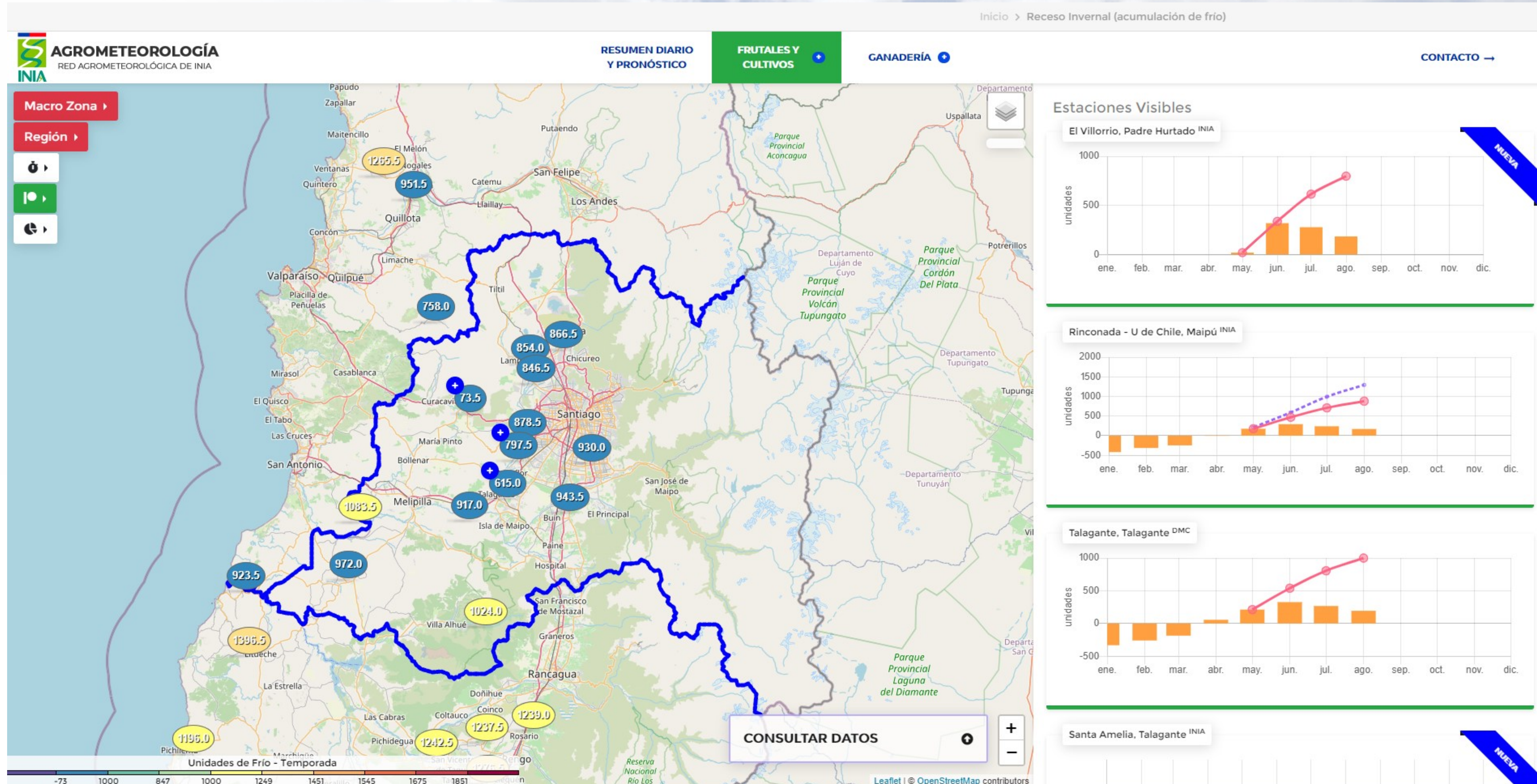
Horas frío - Temporada



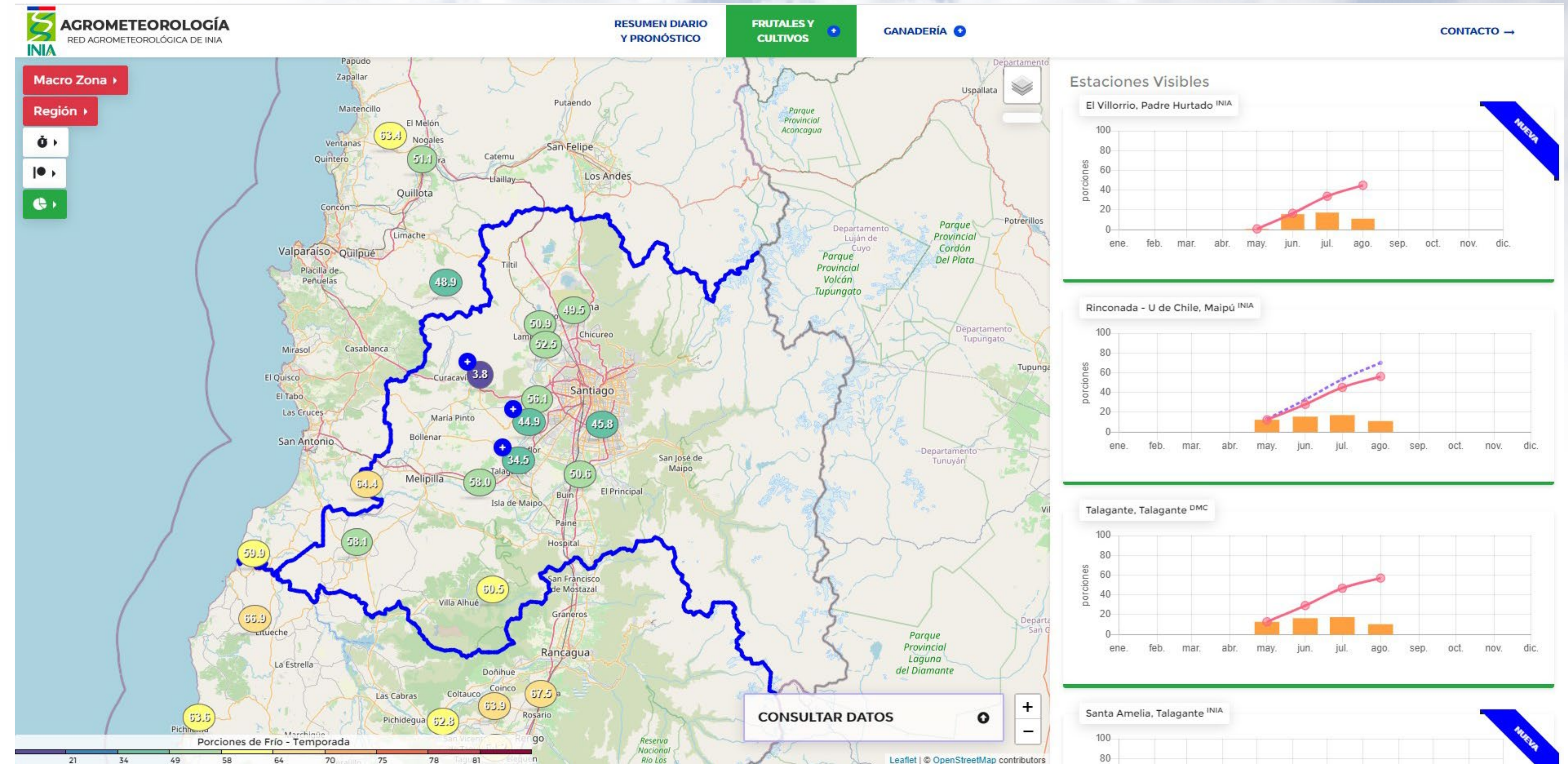
Horas frío - Temporada



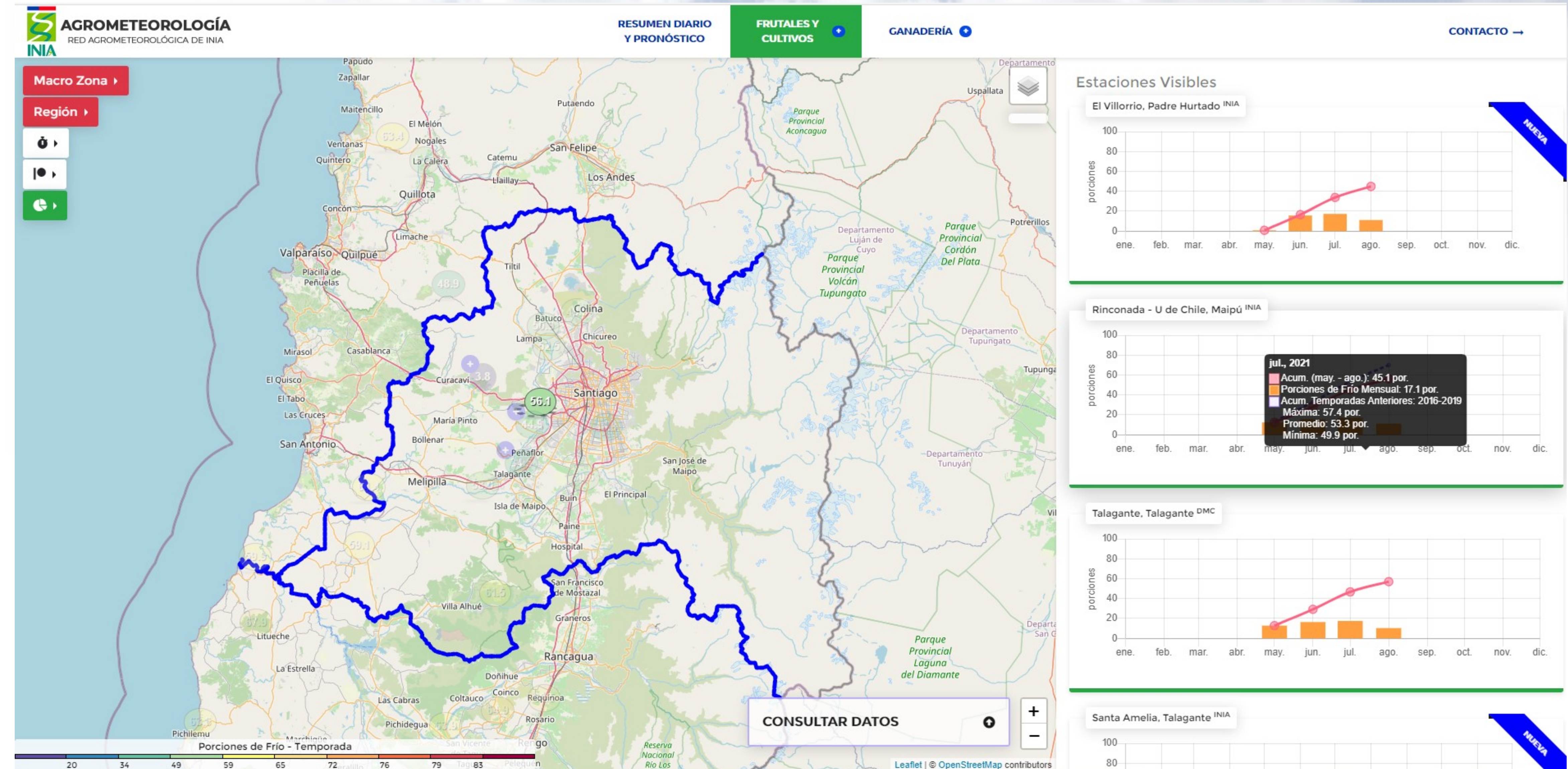
Unidades de frío - Temporada



Porciones de frío - Temporada



Porciones de frío - Temporada



RESUMEN DIARIO
Y PRONÓSTICO

FRUTALES Y
CULTIVOS +

GANADERÍA +

**RECESO INVERNAL**
Horas, Unidades y Porciones
de Frío.

**HELADAS**
Resumen Diario y Pronóstico.

**ET₀**
Evapotranspiración de
Referencia (Penman-
Monteith).

**TIZÓN TARDÍO**
Alerta Temprana del Tizón
Tardío de la Papa (webapp)

**GRADOS DÍA**
Base 5, 10 y 12.5

Evapotranspiración de referencia

17 de agosto 2021

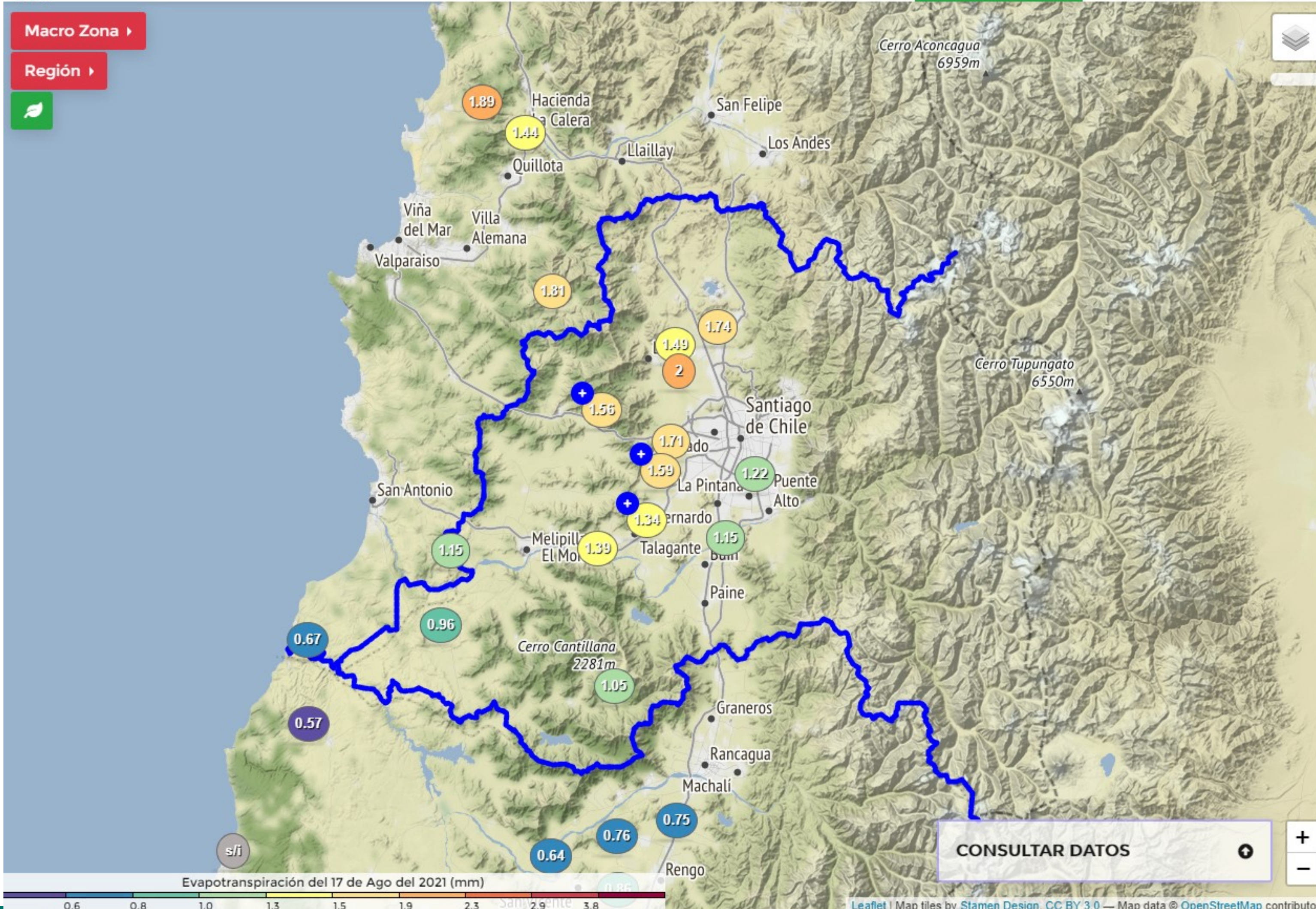
Inicio > Evapotranspiración (ETo)

RESUMEN DIARIO
Y PRONÓSTICO

FRUTALES Y
CULTIVOS

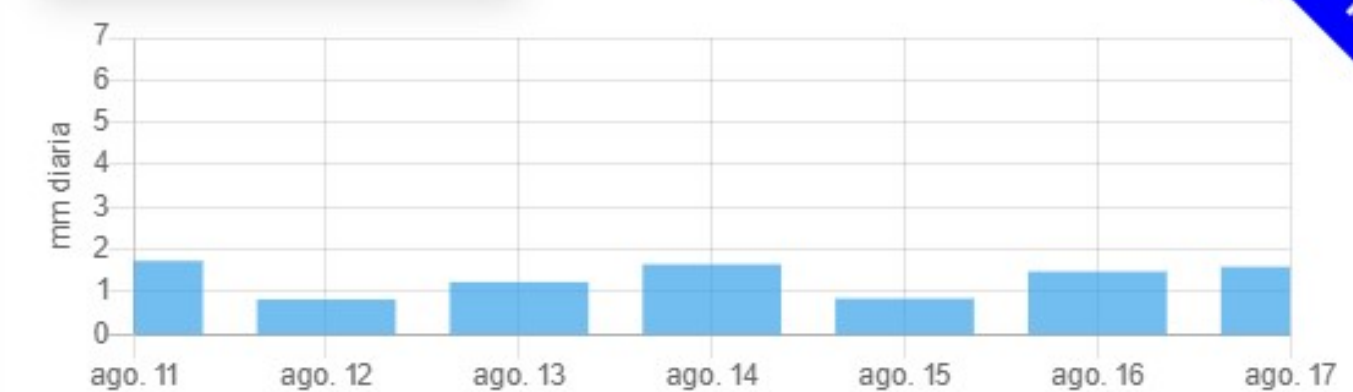
GANADERÍA

CONTACTO →

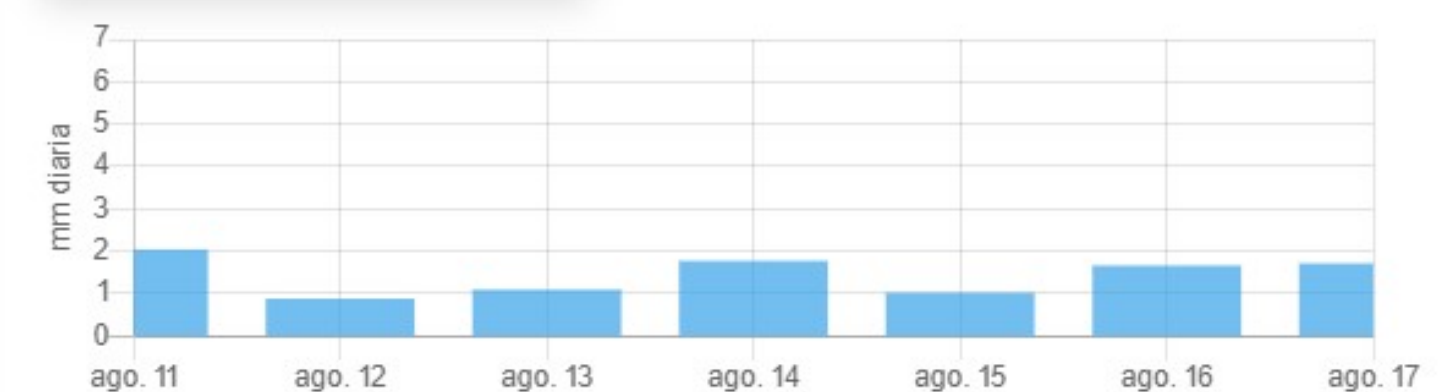


Estaciones Visibles

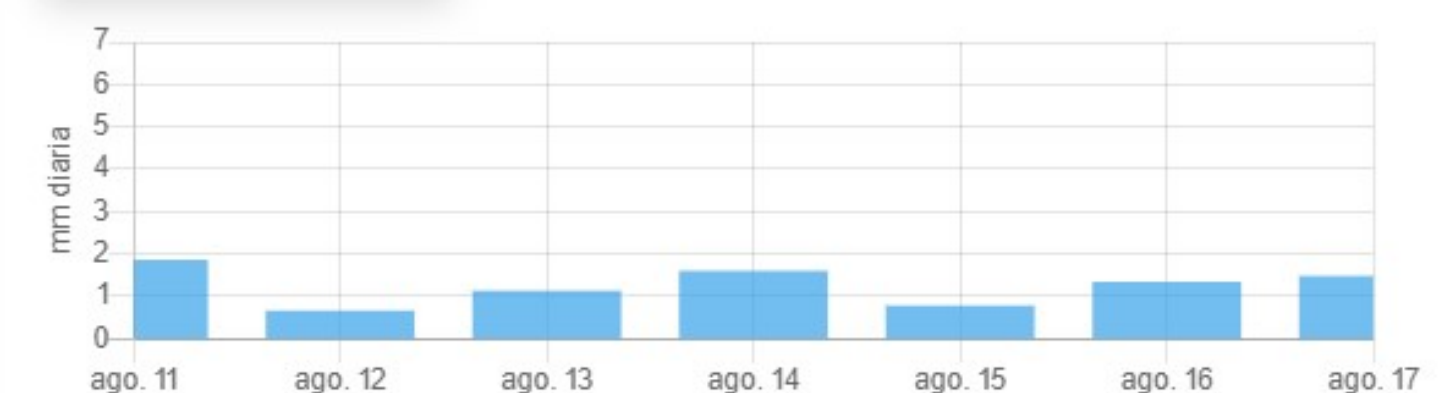
El Villorrio, Padre Hurtado INIA



Rinconada - U de Chile, Maipú INIA



Talagante, Talagante DMC



Evapotranspiración de referencia

El Villorrio - 17 de agosto 2021

Inicio > Evapotranspiración (ETo)

RESUMEN DIARIO
Y PRONÓSTICO

FRUTALES Y
CULTIVOS

GANADERÍA

CONTACTO →

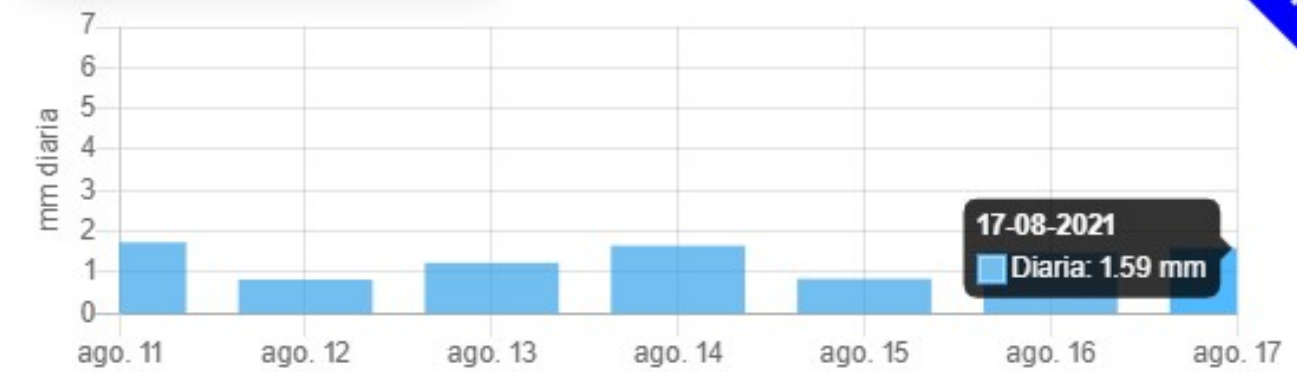
Macro Zona ▶

Región ▶



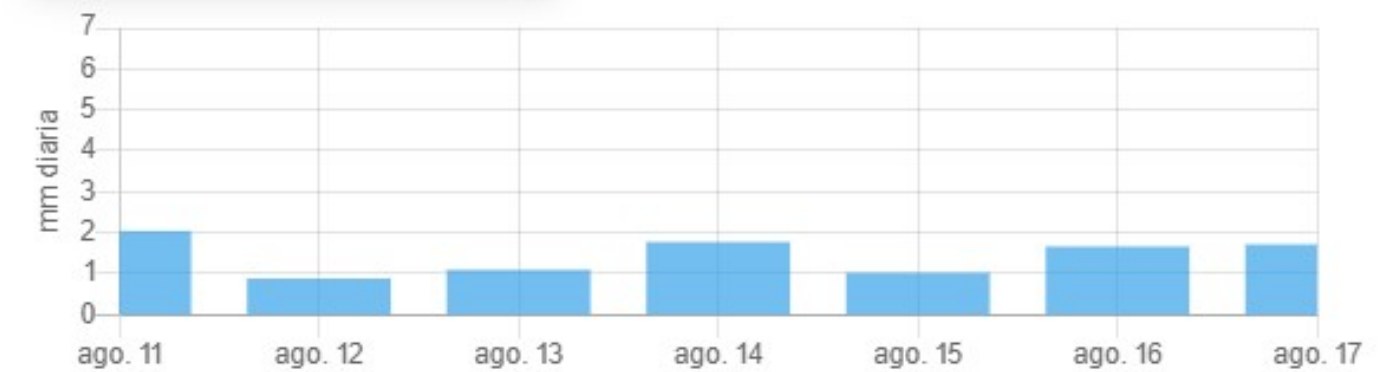
Estaciones Visibles

El Villorrio, Padre Hurtado INIA

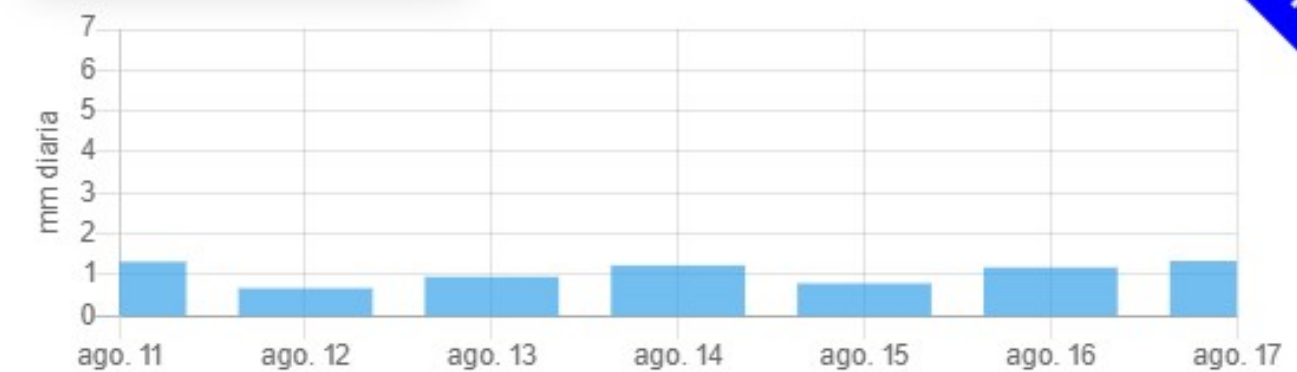


NUEVA

Rinconada - U de Chile, Maipú INIA



Santa Amelia, Talagante INIA



NUEVA

RESUMEN DIARIO
Y PRONÓSTICO

FRUTALES Y
CULTIVOS

GANADERÍA

**RECESO INVERNAL**
Horas, Unidades y Porciones de Frío.

**HELADAS**
Resumen Diario y Pronóstico.

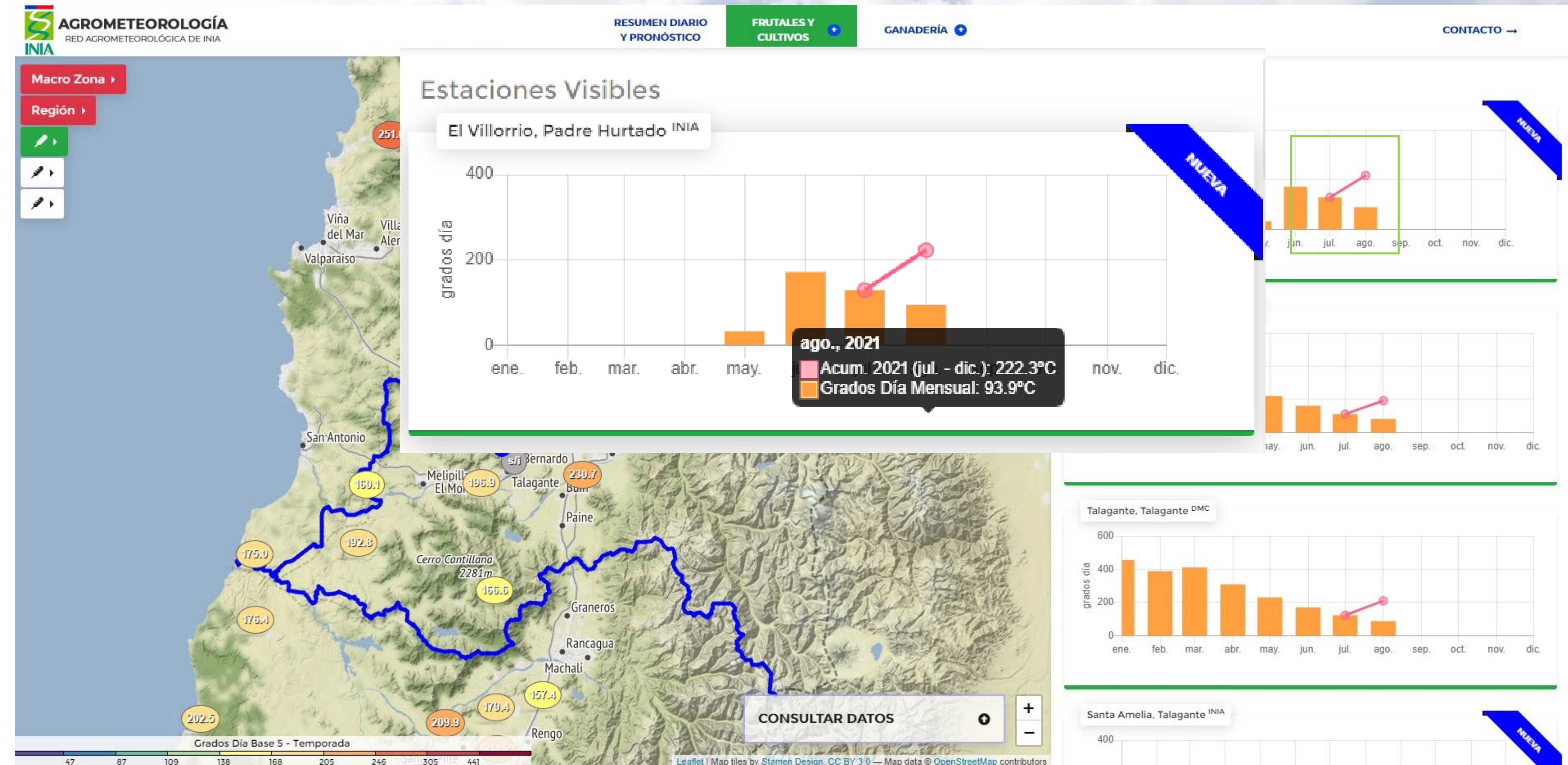
**ET₀**
Evapotranspiración de Referencia (Penman-Monteith).

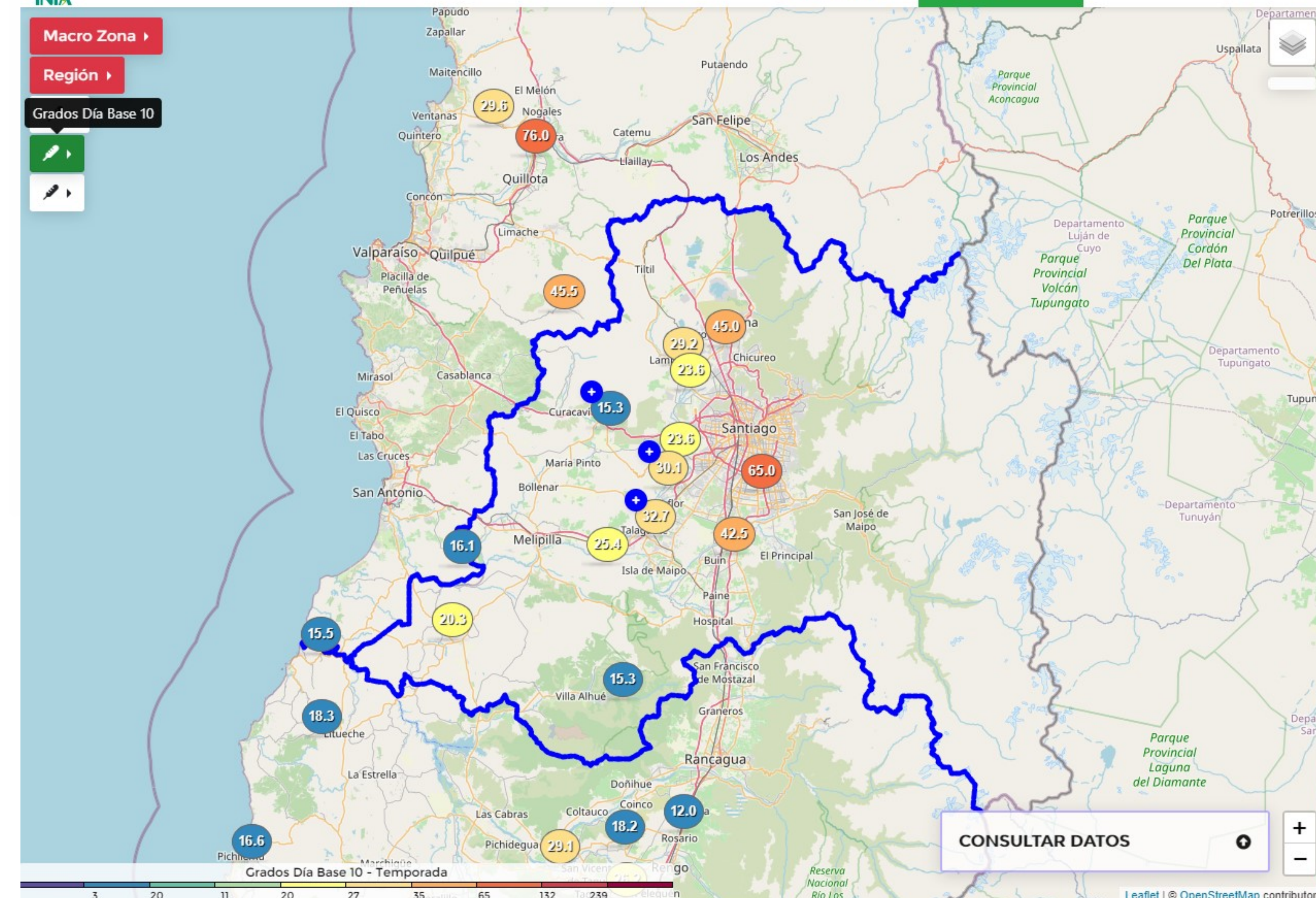
**TIZÓN TARDÍO**
Alerta Temprana del Tizón Tardío de la Papa (webapp)

**GRADOS DÍA**
Base 5, 10 y 12.5

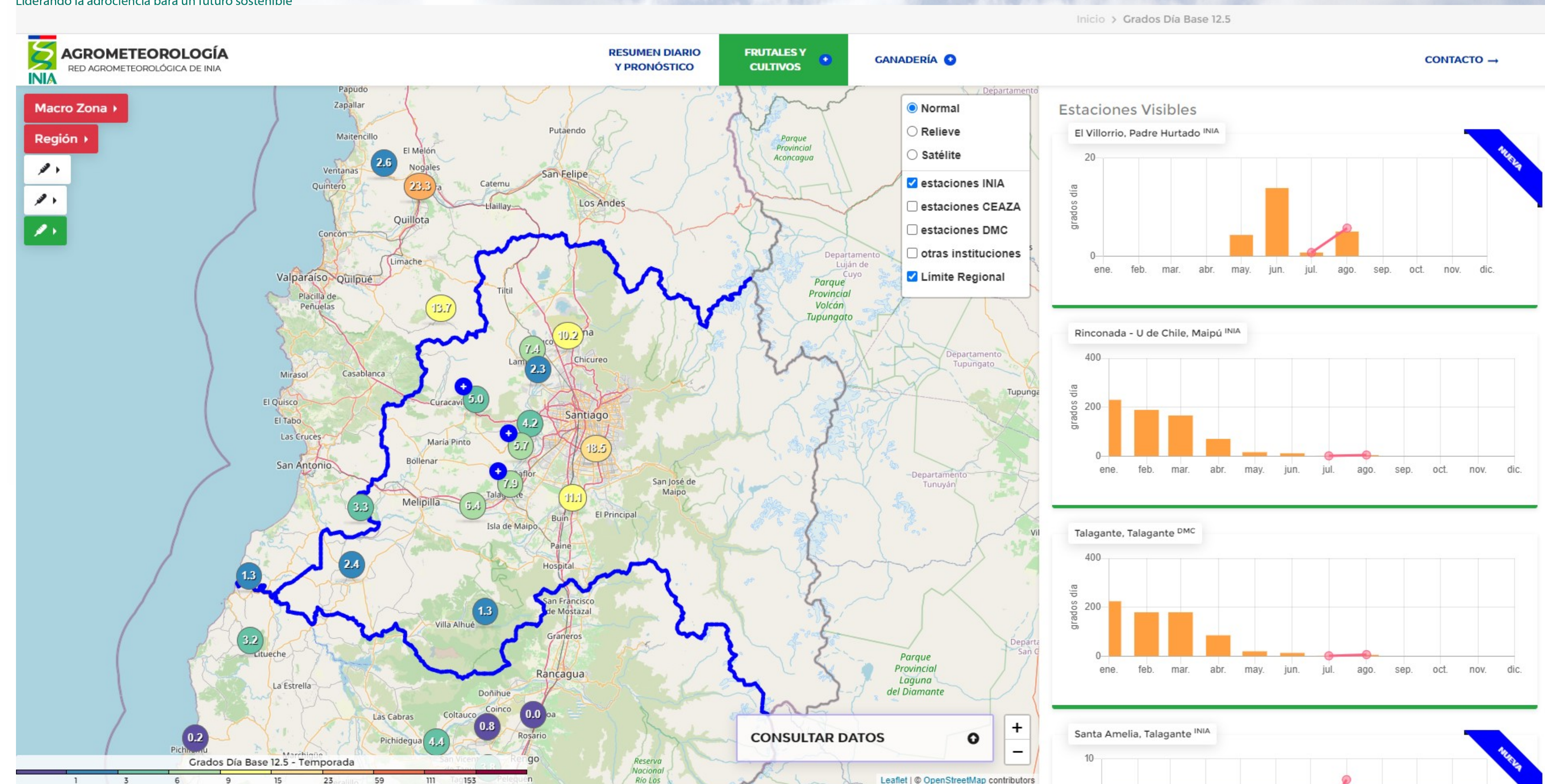


Grados Día Base 5 – Temporada (Julio a Diciembre)





Grados Día Base 12,5 - Temporada



www.agrometeorologia.cl

Frutales y Cultivos

RESUMEN DIARIO
Y PRONÓSTICO

FRUTALES Y
CULTIVOS +

GANADERÍA +

**RECESO INVERNAL**
Horas, Unidades y Porciones de Frío.

**ET₀**
Evapotranspiración de Referencia (Penman-Monteith).

**GRADOS DÍA**
Base 5, 10 y 12.5

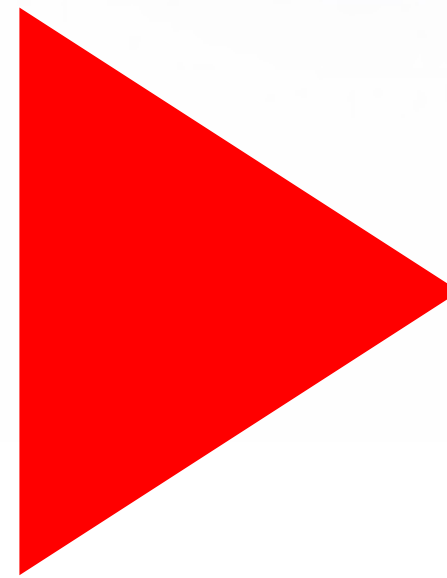
**HELADAS**
Resumen Diario y Pronóstico.

**TIZÓN TARDÍO**
Alerta Temprana del Tizón Tardío de la Papa (webapp)

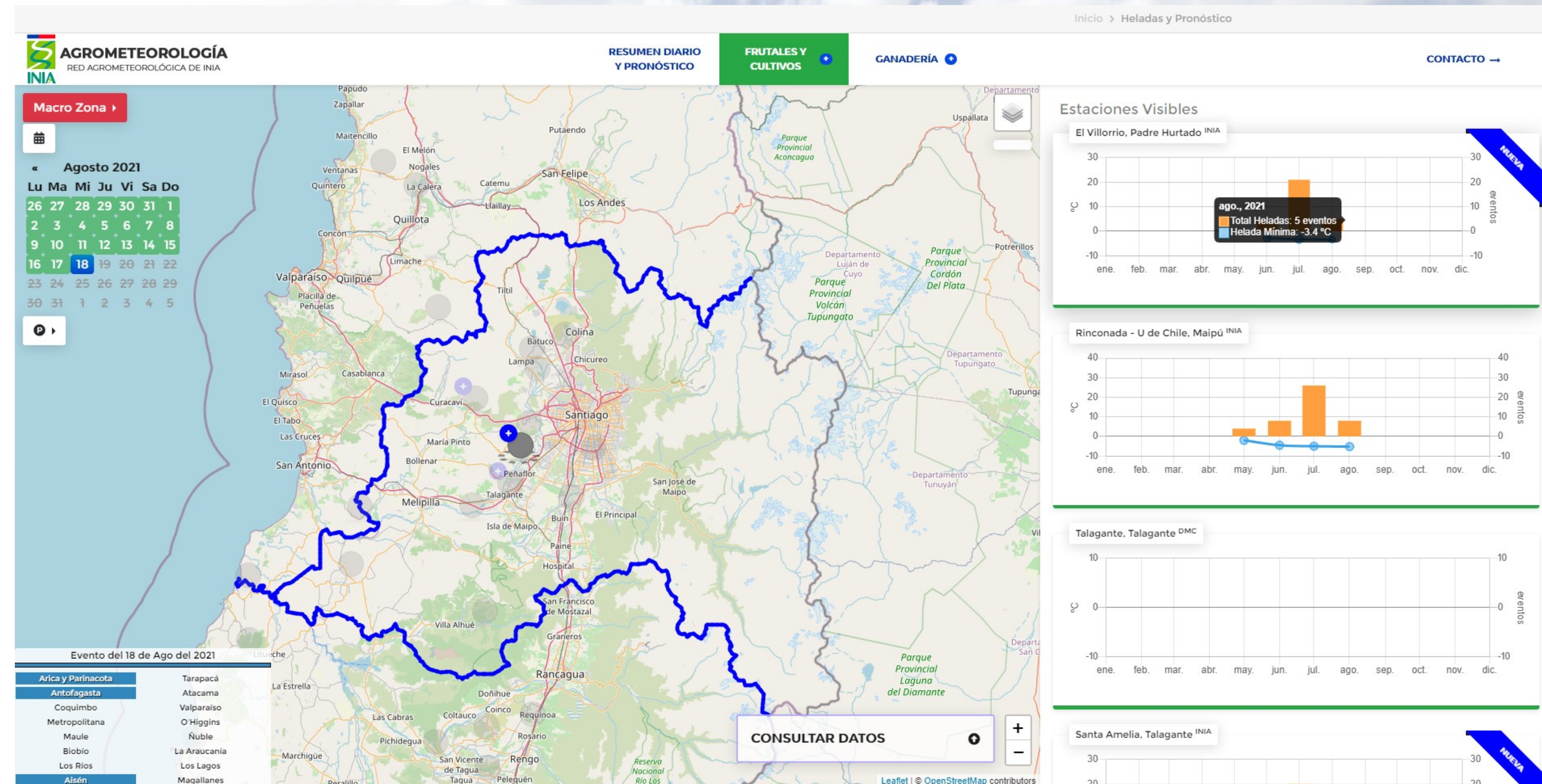
Web Agrometeorología



Registro de Heladas



Heladas – 18 agosto 2021 – El Villorrio



Eventos de Heladas en 3 EMAs

CONSULTAR DATOS

El Asiento, Alhué, INIA

El Oasis, Lampa, INIA

San Pedro de Melipilla, San Pedro, INIA

Día

21-06-2021

04-07-2021

☒ Tabla

☐ Excel

☐ .CSV

Consultar

Eventos de Heladas					
Estación	Desde UTC-4	Hasta UTC-4	Duración (horas)	Mínima	Promedio
San Pedro de Melipilla	21-06-2021 02:00	21-06-2021 08:00	7	-1,2	-0,6
San Pedro de Melipilla	27-06-2021 02:00	27-06-2021 09:00	8	-2,1	-1,4
San Pedro de Melipilla	28-06-2021 23:00	29-06-2021 09:00	11	-3,5	-2,4
San Pedro de Melipilla	02-07-2021 06:00	02-07-2021 08:00	3	-0,8	-0,5
San Pedro de Melipilla	03-07-2021 04:00	03-07-2021 09:00	6	-1,6	-0,9
El Asiento	27-06-2021 01:00	27-06-2021 09:00	9	-3,1	-2,0
El Asiento	29-06-2021 06:00	29-06-2021 07:00	2	-0,2	-0,2
El Asiento	01-07-2021 04:00	01-07-2021 08:00	5	-1,4	-0,9
El Asiento	02-07-2021 05:00	02-07-2021 09:00	5	-1,4	-0,9
El Asiento	03-07-2021 01:00	03-07-2021 08:00	8	-1,1	-0,9
El Oasis	21-06-2021 06:00	21-06-2021 08:00	3	-1,1	-0,7
El Oasis	27-06-2021 04:00	27-06-2021 10:00	7	-1,6	-1,1
El Oasis	29-06-2021 00:00	29-06-2021 00:00	1	-0,2	-0,2
El Oasis	01-07-2021 04:00	01-07-2021 07:00	4	-0,7	-0,4
El Oasis	02-07-2021 07:00	02-07-2021 07:00	1	-0,4	-0,4
El Oasis	03-07-2021 06:00	03-07-2021 08:00	3	-0,5	-0,3

www.agrometeorologia.cl

Frutales y Cultivos

RESUMEN DIARIO
Y PRONÓSTICO

FRUTALES Y
CULTIVOS +

GANADERÍA +

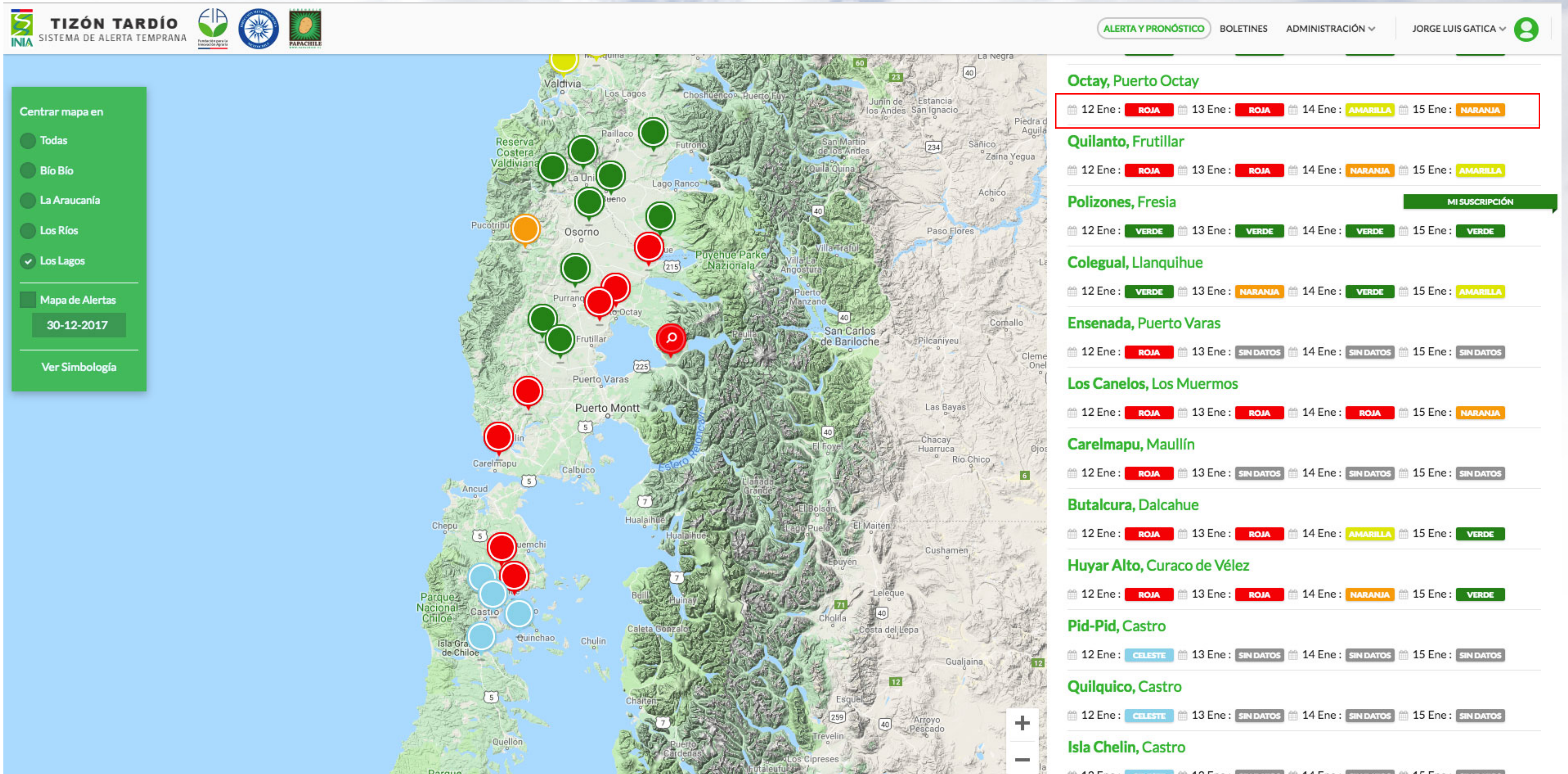
**RECESO INVERNAL**
Horas, Unidades y Porciones
de Frío.

**HELADAS**
Resumen Diario y Pronóstico.

**ET₀**
Evapotranspiración de
Referencia (Penman-
Monteith).

**TIZÓN TARDÍO**
Alerta Temprana del Tizón
Tardío de la Papa (webapp)

**GRADOS DÍA**
Base 5, 10 y 12.5



www.agrometeorologia.cl

Ganadería

RESUMEN DIARIO
Y PRONÓSTICO

FRUTALES Y
CULTIVOS

GANADERÍA



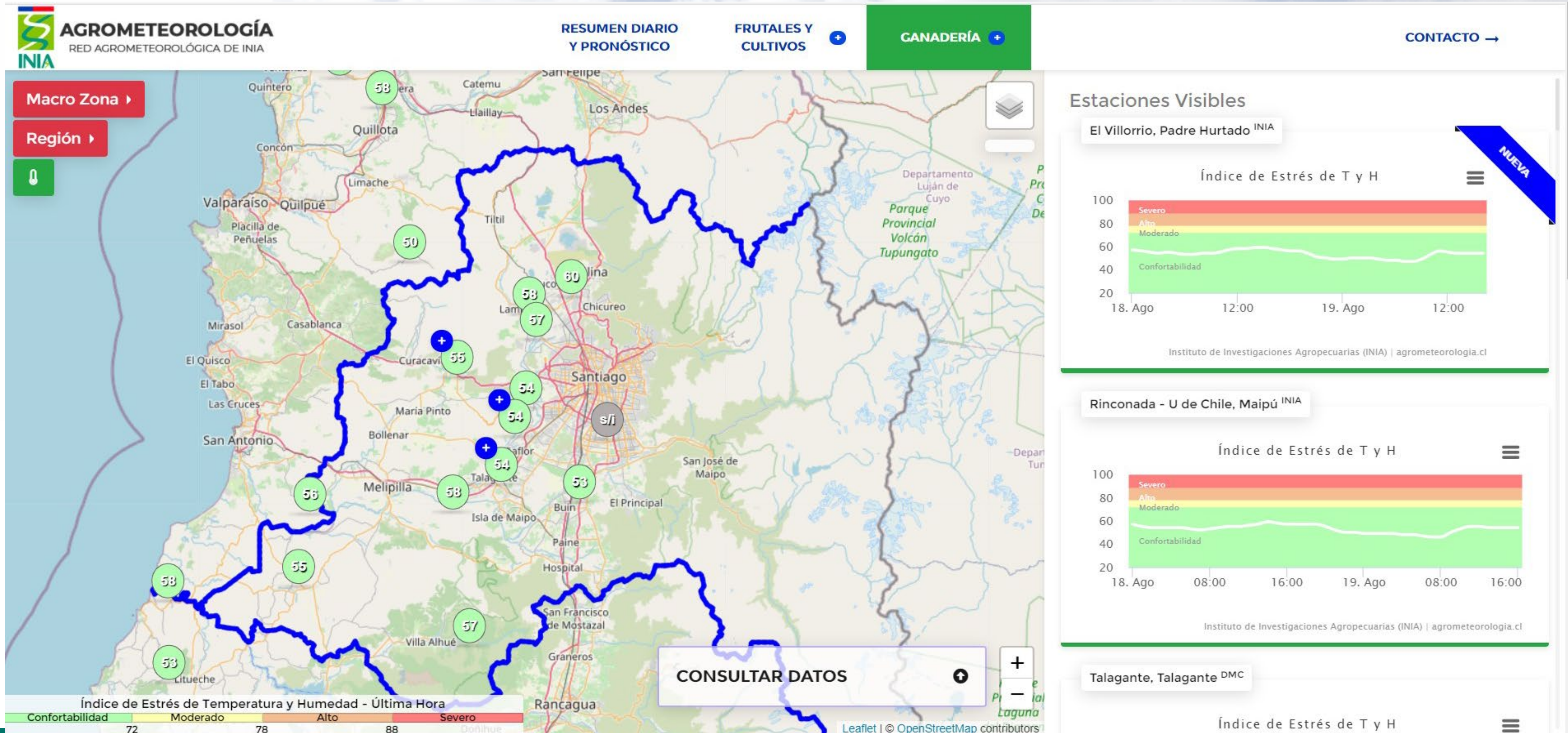
**ESTRÉS METEOROLÓGICO
EN ANIMALES**
Índice de Estrés Calórico.



PASTO
Índice Meteorológico para
Praderas.

Índice de stress

Temperatura y Humedad Relativa – Última hora



www.agrometeorologia.cl

Ganadería

RESUMEN DIARIO
Y PRONÓSTICO

FRUTALES Y
CULTIVOS

GANADERÍA



ESTRÉS METEOROLÓGICO
EN ANIMALES

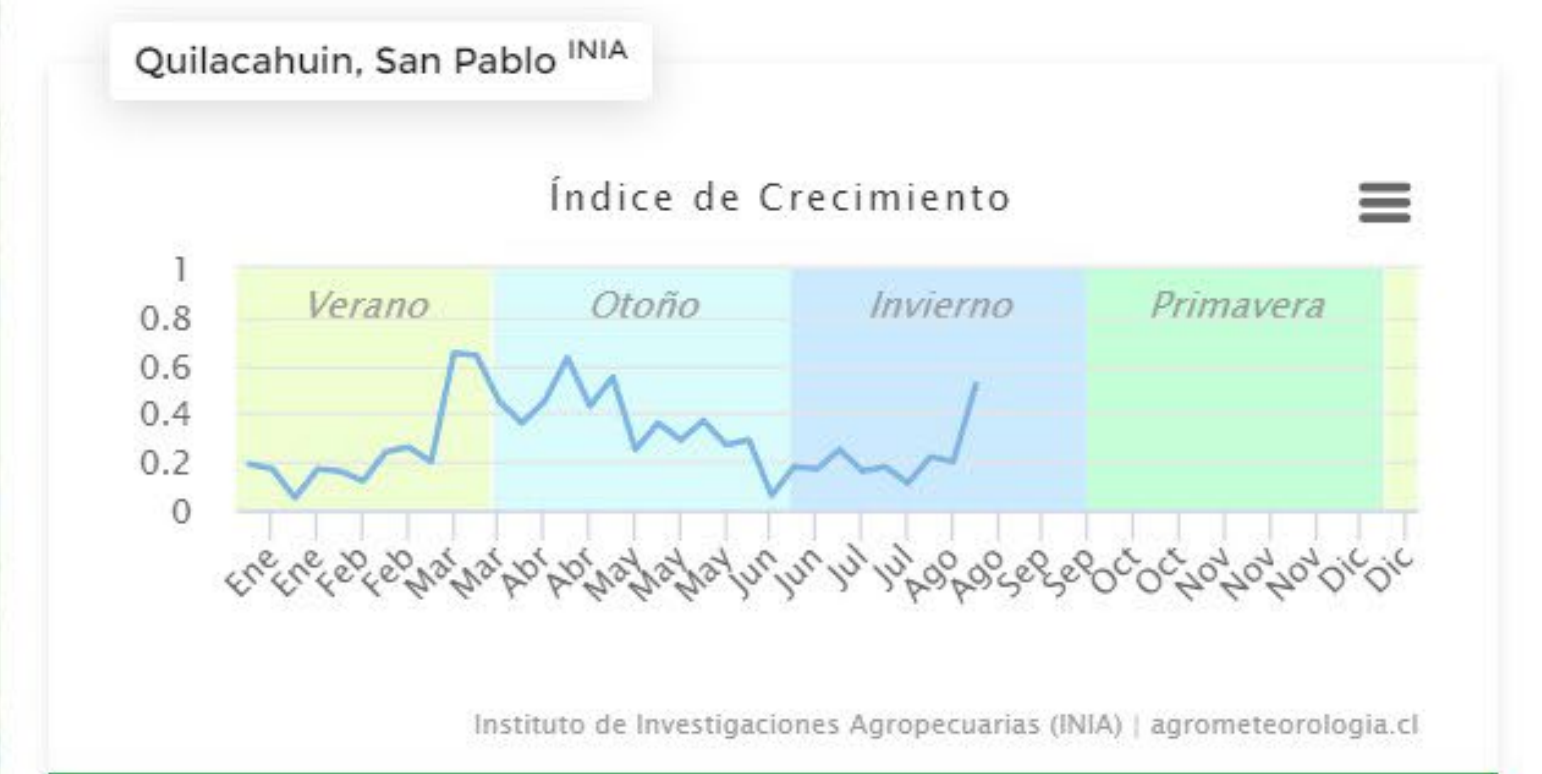
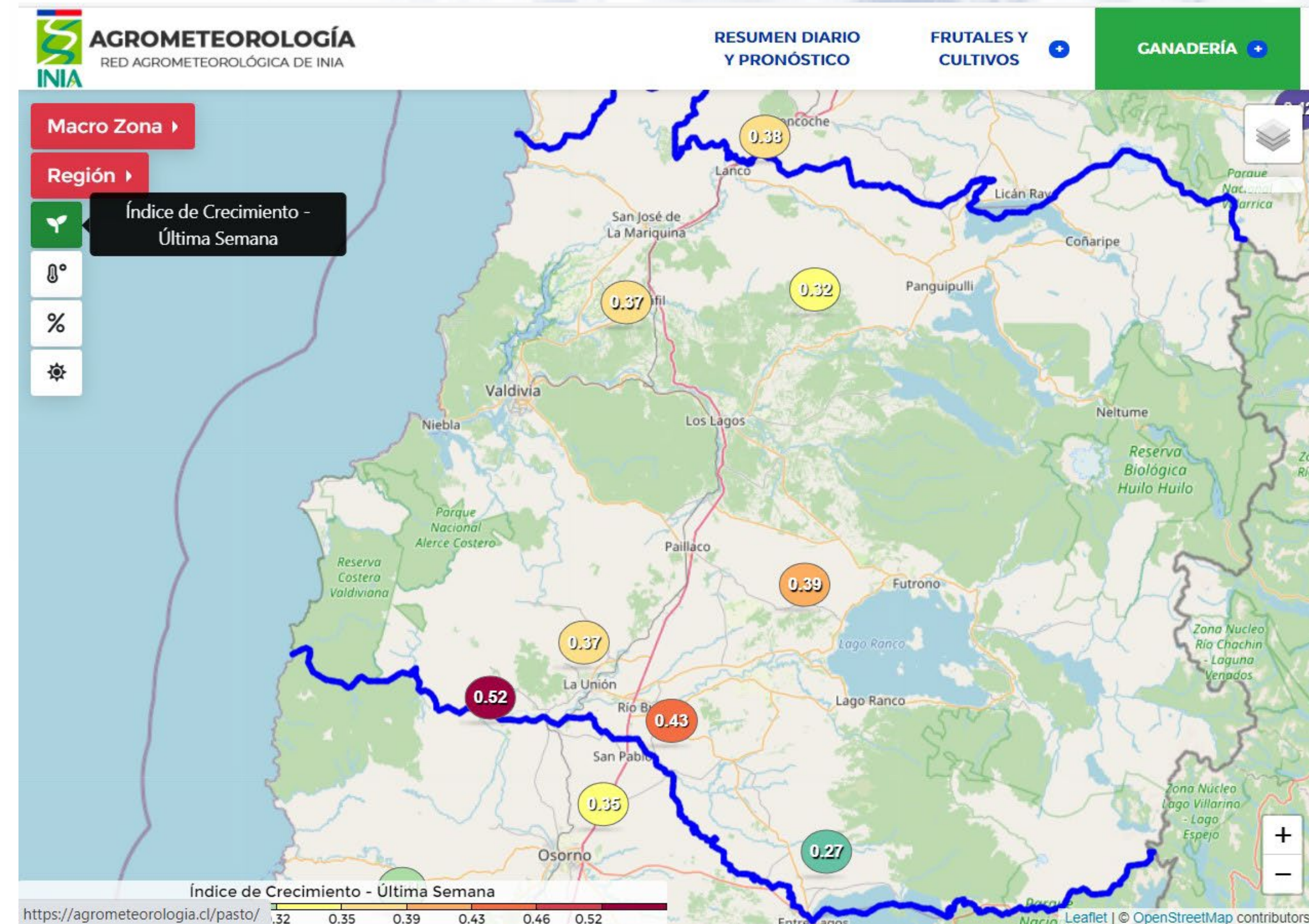
Índice de Estrés Calórico.



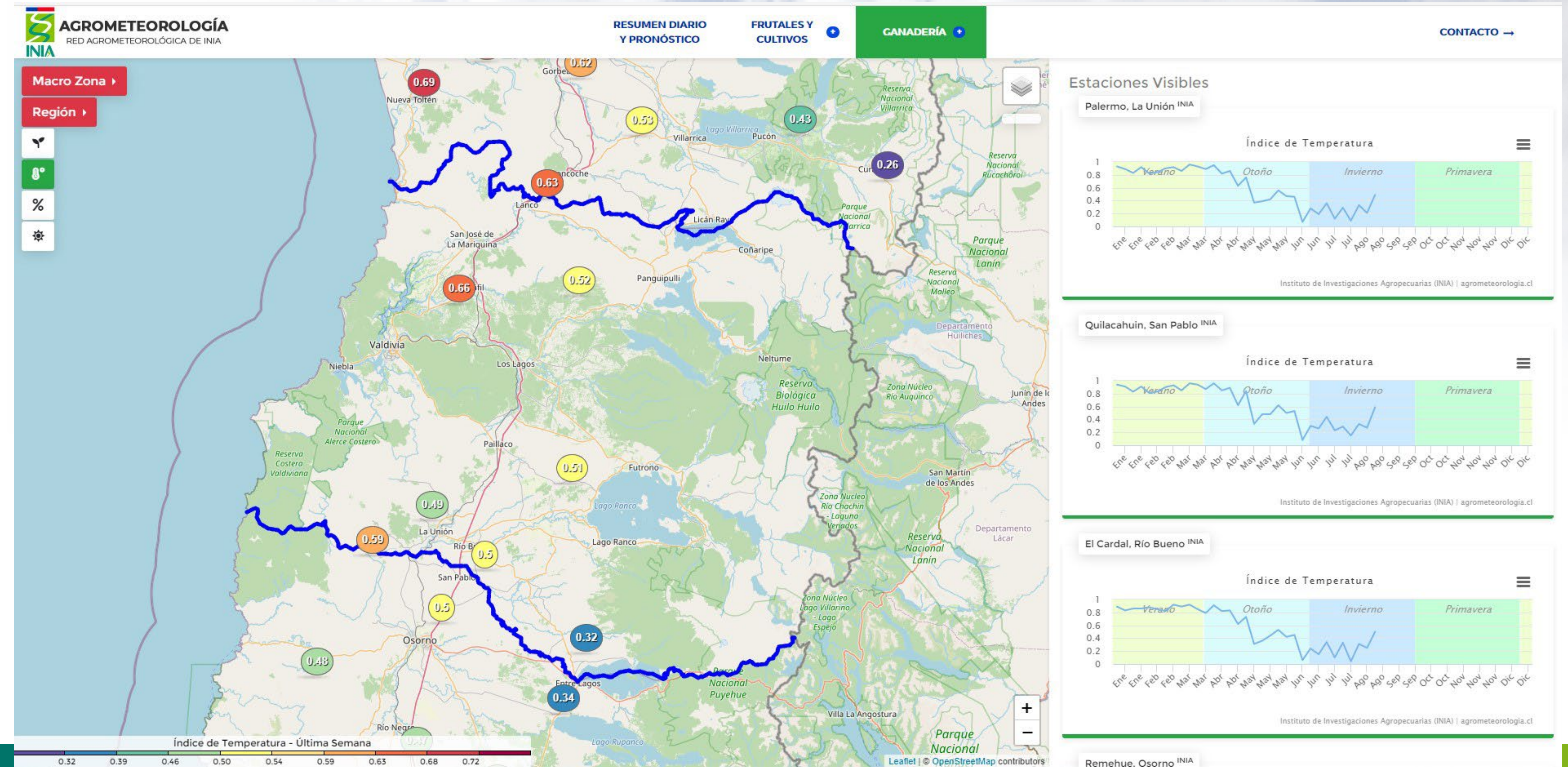
PASTO

Índice Meteorológico para
Praderas.

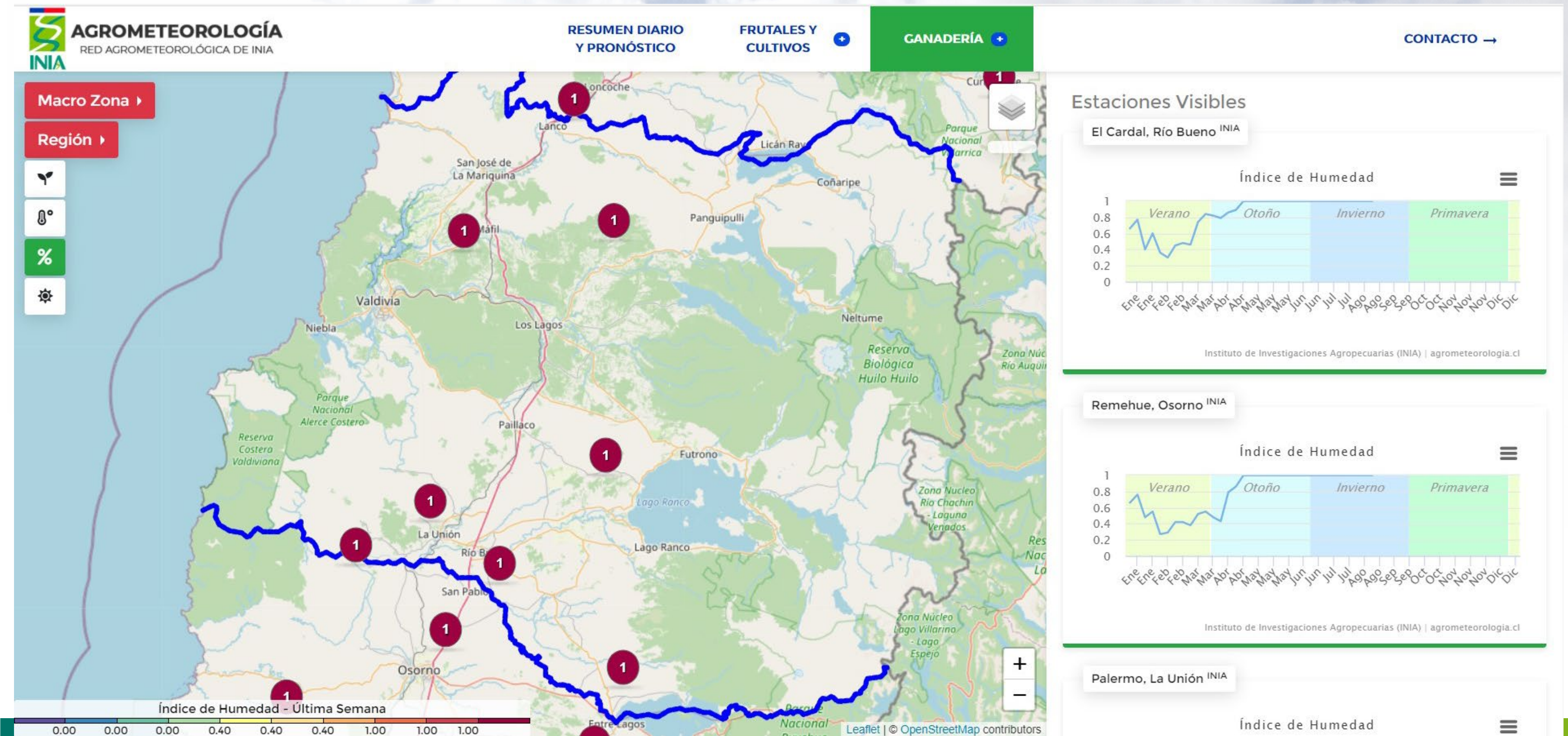
Índice de Crecimiento – Última semana



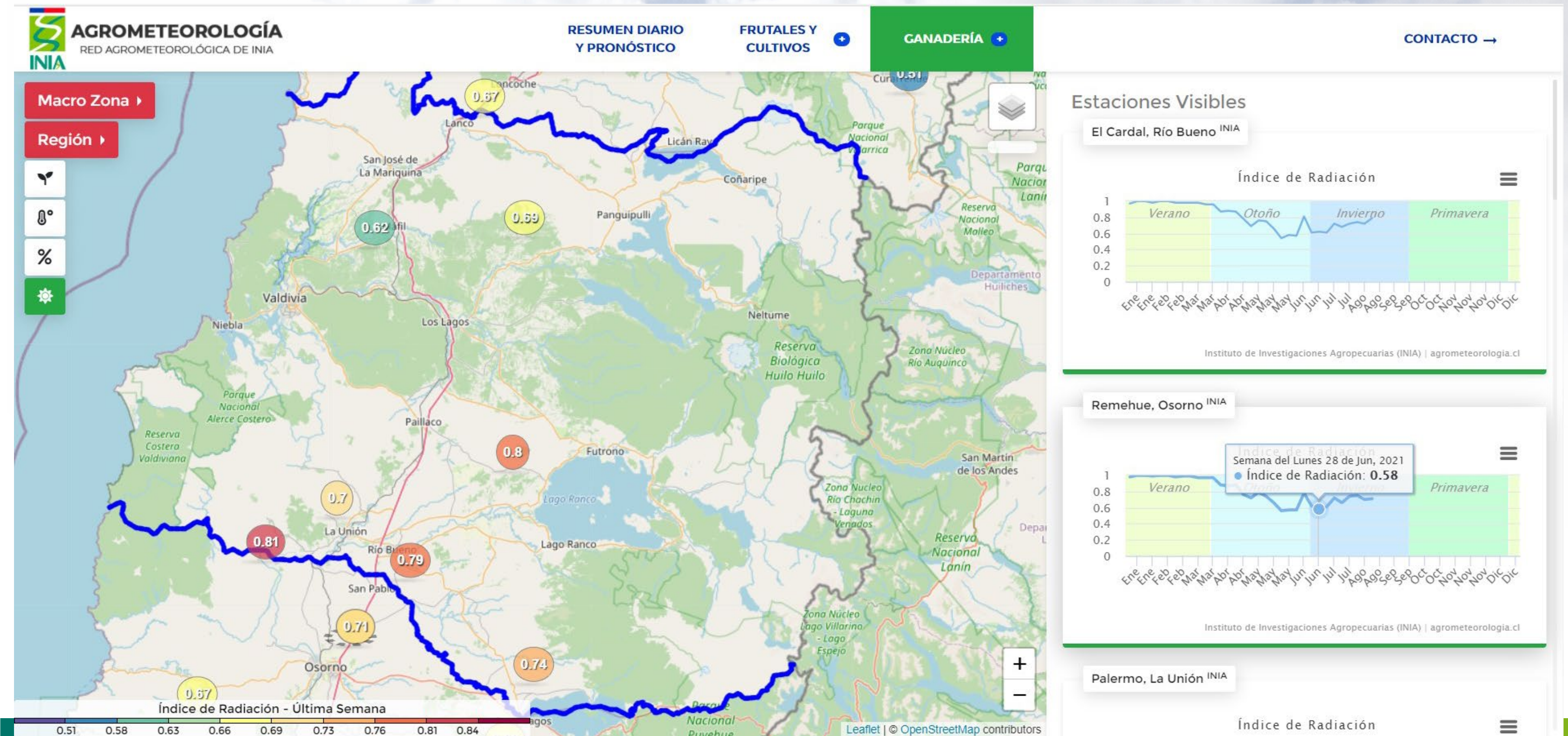
Índice de Temperatura – Última semana



Índice de % Humedad – Última semana



Índice de Radiación – Última semana



Página web

www.agrometeorologia.cl



FIN

