



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR**

**DEPARTAMENTO DE AGRONOMÍA**

**CARRERA: INGENIERÍA AGRONÓMICA**

Trabajo de intensificación:

**Práctica profesional en la Bolsa de  
Cereales y Productos de Bahía Blanca**

**Núñez Tobías**

Docente tutor:

**Dra. Andrea S. Brendel**

Docente consejero:

**Dr. Ricardo A. Del Barrio**

Consultor Externo:

**Ing. (Mg.) María Elena Antonelli**

## **AGRADECIMIENTOS**

Le agradezco de corazón a mi mamá, por todo el esfuerzo que hizo para darme esta oportunidad, por haberme inculcado valores, la importancia del estudio y ni más ni menos aconsejarme cuando más lo necesito.

A Gustavo, una gran persona, que nos ayudó muchísimo, sin pedir nada a cambio y sin tener la obligación de hacerlo, siempre con predisposición y una excelente actitud.

A mi hermana Sofía, por haberme aguantado en la convivencia durante varios años de la carrera, dándome consejos y alegrándose por cada logro que voy obteniendo.

A mi Papá y Vale, que me apoyaron y me alentaron a que siga y le meta garra, confiando en mí y diciéndome que yo podía hacerlo.

A todos mis amigos y compañeros que me ayudaron en los años de carrera y por todos los momentos compartidos.

A la BCP que me dio la oportunidad de desarrollarme en el ámbito laboral, me brindaron un lugar muy agradable, equipo de trabajo, confianza y gran compañerismo, además de abrirme las puertas para que pueda seguir desarrollándome profesionalmente.

En especial le quiero agradecer a María Elena, que fue un pilar fundamental en mi desempeño dentro de la institución, por darme su confianza, incentivo, consejos y enseñarme desde el día uno.

No me quiero olvidar de mi compañero Gabriel Abregos, una excelente persona, que me ayuda cada vez que me surge una duda, agradezco y admiro la paciencia que me tiene cuando pregunto mil veces para hacer las cosas.

Agradezco a mis tutores, Andrea y Ricardo, que estuvieron presentes desde el día que les pregunté si querían acompañarme en este trabajo, gracias por todos los consejos, comentarios, correcciones y nuevos conocimientos que me brindaron a lo largo del proyecto.

Gracias a la Universidad Nacional del Sur, pública y gratuita, que me permitió estudiar, darme muchísimas herramientas y obtener el título de Ingeniero Agrónomo.

## ÍNDICE

1. RESUMEN .....	1
2. INTRODUCCIÓN .....	2
3. OBJETIVOS .....	3
3.1. Objetivo general.....	3
3.2. Objetivos personales .....	3
4. RED DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS.....	3
4.1. Inicios y convenios.....	3
4.2. Descripción de las estaciones meteorológicas .....	6
4.2.1. Tipo de estaciones .....	6
4.2.2. Estructura de las estaciones .....	6
4.2.3. Especificaciones técnicas de las estaciones .....	7
4.3. Acceso a los datos.....	8
4.4. Utilidad de los datos .....	9
4.5. Otros indicadores.....	11
4.5.1 Sistema de Información Meteorológica .....	11
4.5.2. Índice de riesgo de incendios.....	12
EXPERIENCIA ADQUIRIDA Y APORTES REALIZADOS .....	13
5.1. Mantenimiento de la REM.....	13
5.2. Informe meteorológico mensual.....	15
5.3. Reporte Agrícola Quincenal (RAQ).....	23
5.4. Lanzamiento de campaña gruesa y fina .....	25
5.5. Agrotour .....	26
6. NUEVOS DESAFÍOS .....	27
6.1 Necesidad de riego .....	27
6.2 Desarrollo de una APP .....	28
7. Consideraciones finales .....	31
8. BIBLIOGRAFÍA .....	32

## 1. RESUMEN

El presente trabajo de intensificación trata sobre una práctica profesional supervisada, bajo un convenio sujeto entre el Departamento de Agronomía de la Universidad Nacional del Sur (UNS) y la Bolsa de Cereales, Oleaginosos, Frutos y Productos de Bahía Blanca (BCP) en su área de influencia que comprende 31 partidos de la provincia de Buenos Aires y 14 departamentos de la provincia de La Pampa. La pasantía se llevó a cabo en las instalaciones de la BCP, dentro del área de Estudios Agronómicos con énfasis en la obtención de datos y la generación de informes que se realizan a partir de la Red de Estaciones Meteorológicas (REM).

La experiencia comenzó el 22 de mayo de 2023 con una serie de presentaciones institucionales y específicas del área de trabajo brindada por la supervisora y referente del área de Estudios Agronómicos, Ingeniera Agrónoma María Elena Antonelli. Posteriormente, se realizaron distintas capacitaciones ofrecidas por el Departamento de Ingeniería Eléctrica y Computadora (DIEC) de la UNS, quienes otorgaron las herramientas necesarias para realizar el mantenimiento adecuado de las centrales meteorológicas de la REM. Durante el tiempo que se desarrollaron las tareas, se colaboró con las actividades técnicas de los Reportes Agrícolas Quincenales (RAQ) y Agrotour. Se realizaron además distintos cursos de capacitación interna junto al personal de la institución como inglés, planillas de cálculo, monitoreo de plagas/enfermedades en cultivos invernales, como así también se participó en jornadas a campo.

Fue una experiencia muy importante, no sólo a nivel académico, sino también colaboró en mi crecimiento personal, donde pude poner en práctica mis valores, mi educación y la formación técnica que fui adquiriendo durante mi formación académica. Además, destaco el aprendizaje diario, los nuevos conocimientos y habilidades, la comunicación y las relaciones sociales que llevé a cabo con los distintos agentes de toda la cadena agroindustrial, tan importante en nuestra profesión.

## 2. INTRODUCCIÓN

La Bolsa de Cereales y Productos de Bahía Blanca (BCP) es una asociación civil sin fines de lucro, que fue creada en el año 1981 con el objeto de representar los intereses de los distintos actores que intervienen en la cadena agroindustrial. Su principal función es la prestación de servicios vinculados a la comercialización de granos y en su ámbito de actuación conviven distintos sectores, destacándose la figura de los productores (agrícolas – ganaderos), corredores de cereales, acopiadores, cooperativas, empresas industriales (molineros – aceiteros) y exportadores.

Dentro de su principal actividad se menciona la prestación de servicios (mayoritariamente gratuitos), tendientes a facilitar el comercio de granos y otros productos. El beneficio económico obtenido por el registro de los contratos es destinado al cumplimiento de sus objetivos en provecho de sus asociados, brindando información de cotizaciones y estudios económicos específicos, normativas, realización de eventos como Agrotour y Cebar, capacitaciones, estimaciones agrícolas y pronósticos meteorológicos, entre otros.

Desde el año 2014 la BCP junto con el DIEC (UNS) han desarrollado e instalado 29 dispositivos remotos para disponer de mediciones ambientales instantáneas en distintos puntos geográficos del sudoeste bonaerense. El monitoreo de las variables meteorológicas en tiempo real resulta de gran utilidad para el sector productivo, dado que se obtienen series de registros históricos que son requeridos por distintas instituciones del sector y que, además, son fundamentales para la toma de decisiones.

Complementariamente, desde el año 2017 la BCP realiza estimaciones agrícolas de los principales cultivos de la región (trigo, cebada, maíz, soja y girasol) en su área de influencia, plasmando la información de superficie, rendimiento y producción de cada ciclo agrícola. Además, el avance de siembra, cosecha, la condición y estado fenológico de los cultivos, junto a un análisis del margen bruto precampaña, son presentados en los Reportes Agrícolas Quincenales (RAQ), que también incluyen un apartado climático.

En el presente trabajo se mencionará la experiencia adquirida dentro del área de Estudios Agronómicos, haciendo hincapié en la Red de Estaciones Meteorológicas (REM), los informes climáticos mensuales que se brindan y una propuesta concreta para mejorar la difusión y comunicación de la información.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. Objetivo general**

- Describir la experiencia laboral en el área de Estudios Agronómicos de la Bolsa de Cereales y Productos de Bahía Blanca (BCP), con énfasis en la Red de Estaciones Meteorológicas (REM).

#### **3.2. Objetivos personales**

- Desarrollarme en el ámbito profesional con los conocimientos adquiridos durante los años de formación académica.
- Adquirir experiencia laboral con antelación a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo.

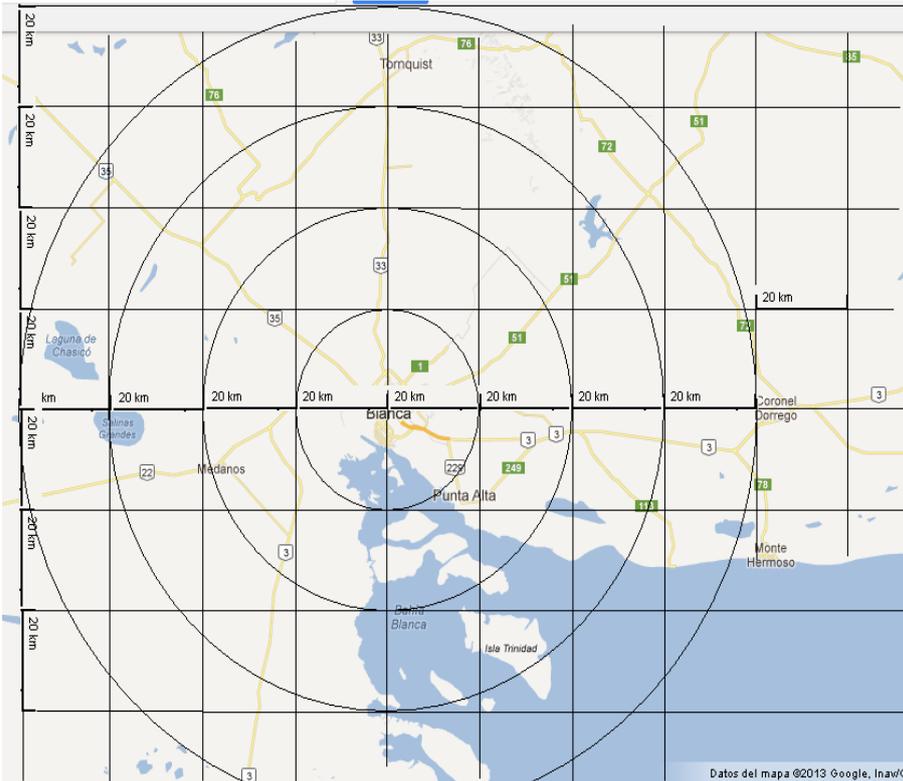
### **4. RED DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS**

#### **4.1. Inicios y convenios**

En el año 2011 se firmó un convenio con el DIEC (UNS) para desarrollar e instalar estaciones meteorológicas en distintos puntos del sudoeste bonaerense. En el año 2012, se inició la construcción de los primeros prototipos y en el 2014, se instaló la primera central, finalizando el proyecto en el año 2016 con un total de 29 estaciones meteorológicas.

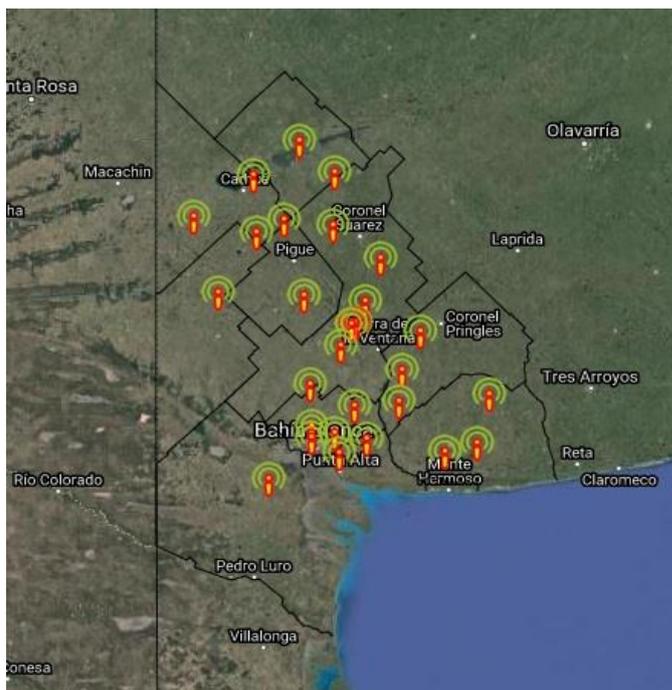
Cabe destacar que en la REM está incluida la central meteorológica más elevada de la provincia de Buenos Aires, que fue instalada en conjunto con el Departamento de Geografía y Turismo de la UNS (DGyT-UNS), en el Cerro Napostá (1.100 msnm), localizado dentro del cordón serrano del partido de Tornquist.

La Figura 1 muestra el criterio que se tomó para la ubicación de las distintas estaciones, cada 20 km.



**Figura 1.** Distribución de las potenciales locaciones de la REM.

La REM está distribuida en los siguientes partidos del sudoeste bonaerense: Villarino, Bahía Blanca, Cnel. Rosales, Tornquist, Cnel. Dorrego, Cnel. Pringles, Cnel. Suárez, Puan, Saavedra, Adolfo Alsina y Guaminí (Figura 2).

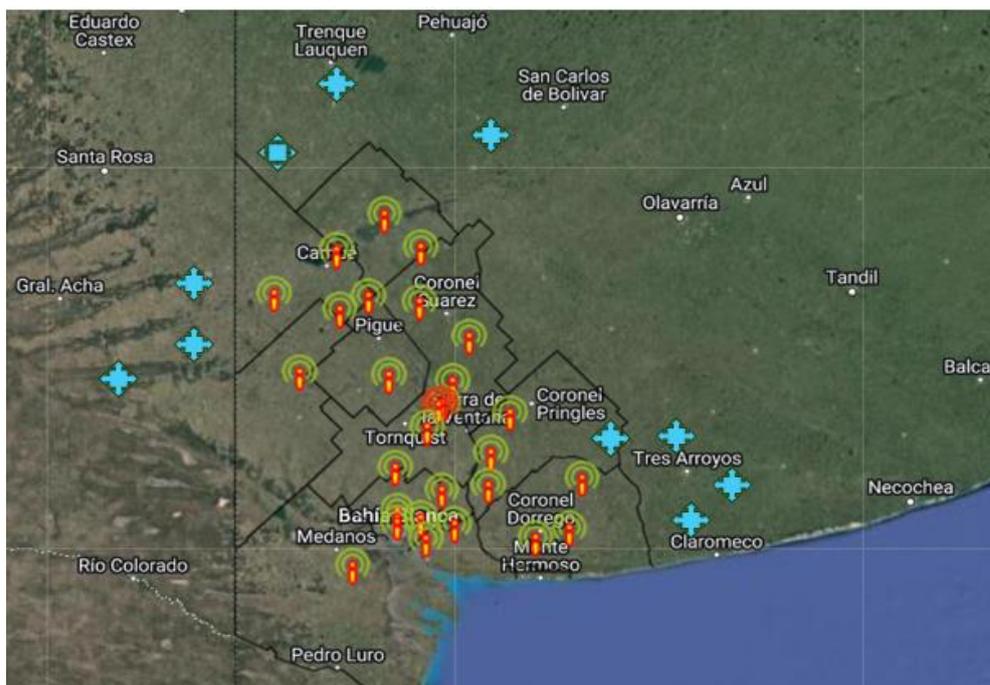


**Figura 2.** Ubicación de la REM en el sudoeste bonaerense.

Debido al interés y al incremento en las solicitudes de datos meteorológicos provenientes de la REM por parte de diversos usuarios tales como productores, instituciones y organismos oficiales, en el año 2017 comenzaron a surgir nuevas oportunidades y convenios, algunos de los cuales se mencionan a continuación:

- Convenio con CERZOS-CONICET para la realización de pronósticos de tiempo más certeros, con el aporte de los datos generados por la REM (Meteorólogo Carlos Zotelo).
- Convenio UNS- DPTO GEOGRAFÍA Y TURISMO para la instalación de 7 EM en forma conjunta: 2 Rurales (Villa Ventana- Arroyo Pantanosos), 3 Urbanas (Bahía Blanca- Ing. White y Punta Alta) y 2 en altura (Cerro Napostá Oeste y Cumbre Cordón Ventana), con el objetivo de realizar estudios de clima urbano, clima regional y recursos hídricos.

En el año 2022 se aprobó la ampliación de la REM con la incorporación de diez dispositivos remotos que fueron desarrollados y construidos durante el año 2023 por el DIEC. Las primeras tres EM fueron entregadas a finales del año 2023, siendo instaladas en el sudeste de la provincia de La Pampa, mientras que restan instalar siete en el norte y este del sudoeste bonaerense (Figura 3). Las diez estaciones meteorológicas que se instalarán en el 2024 serán completas.



**Figura 3.** Localización de la ampliación de las REM. Las cruces celestes indican la ubicación de las EM a instalar.

## 4.2. Descripción de las estaciones meteorológicas

### 4.2.1. Tipo de estaciones

La REM cuenta con dos tipos de estaciones, 13 simples y 16 completas. Estas últimas se diferencian por poseer además un anemómetro y un sensor de radiación solar.

Las variables que miden se detallan a continuación:

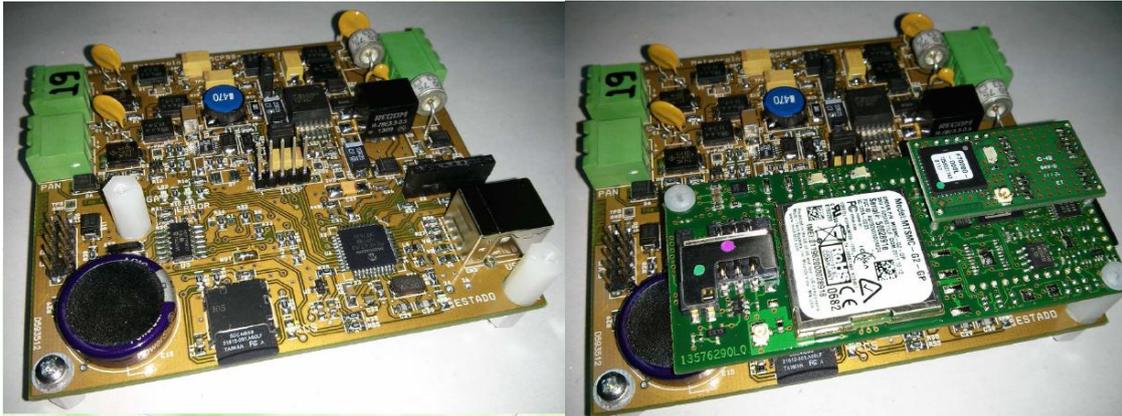
- Estaciones simples: temperatura de aire, humedad relativa, precipitación acumulada, presión atmosférica, punto de rocío (Figura 4).
- Estaciones completas: miden y registran las mismas variables que las simples, pero, además, radiación solar y velocidad y dirección del viento (Figura 4).



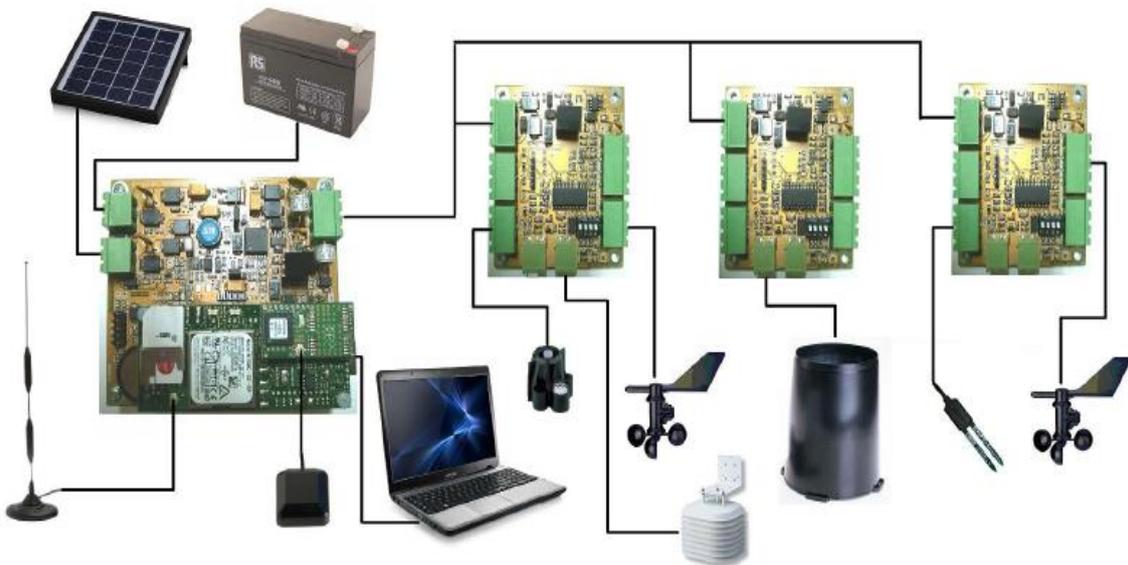
**Figura 4.** Estación simple (izquierda) y estación completa (derecha).

### 4.2.2. Estructura de las estaciones

Se componen de un gabinete donde se alberga la placa electrónica principal (Figura 5), un modem (receptor de los sensores), una tarjeta de almacenamiento de datos (microSD), un chip de telefonía para la transmisión de los datos en forma remota cada cinco minutos y una batería que es alimentada por el panel solar (Figura 6). En forma externa se anexa una antena GSM (Sistema Global de Comunicaciones Móviles, *por sus siglas en inglés*) para mejorar la conectividad.



**Figura 5.** Placa electrónica principal y modem de la EM.



**Figura 6.** Arquitectura de las EM.

#### 4.2.3. Especificaciones técnicas de las estaciones

Las características de los componentes utilizados en el desarrollo de cada estación por el DIEC-UNS son:

- Comunicación GSM/3G
- Batería: 12V 12Ah VRLA
- Panel Solar: 20W
- Consumo medio: 60mA, 6 días de autonomía
- Reloj de tiempo real sincronizado vía GPS con autonomía de 20 días en ausencia de energía
- Frecuencia de muestreo: 5 minutos
- Memoria uSD: 16/32GB

- Capacidad de almacenamiento:  $\approx$  30 años
- Interfaz USB para descarga local de datos
- Escalable hasta 5 placas de sensores y 30 sensores en total
- Sensores con interfaz tipo switch, 0-3V3
- Antena GPS activa
- Antena GSM/3G externa con protección ambiental.

### 4.3. Acceso a los datos

Los datos obtenidos de cada central meteorológica son visualizados en la página web institucional (<https://bcp.org.ar/estimaciones/red-estaciones.asp>) y se puede ingresar desde distintos dispositivos remotos (Figura 7).



**Figura 7.** Página oficial de la BCP y acceso a la REM.

El estado de las antenas es representado por diferentes colores, tal como se muestra en la Figura 7. El color verde indica que están actualizadas en tiempo real, mientras que el amarillo indica la demora por falta de conectividad. Por otro lado, el color rojo indica que no hay señal y el celeste que se ha registrado precipitación en el momento.

Haciendo *click* en la antena se abre el desplegable con la información de cada estación (Figura 8). Otra forma de acceder a la información es a través de la APP Agroinfinito desarrollada por la BCP, donde los datos son complementados por gráficos dinámicos (Figura 9).

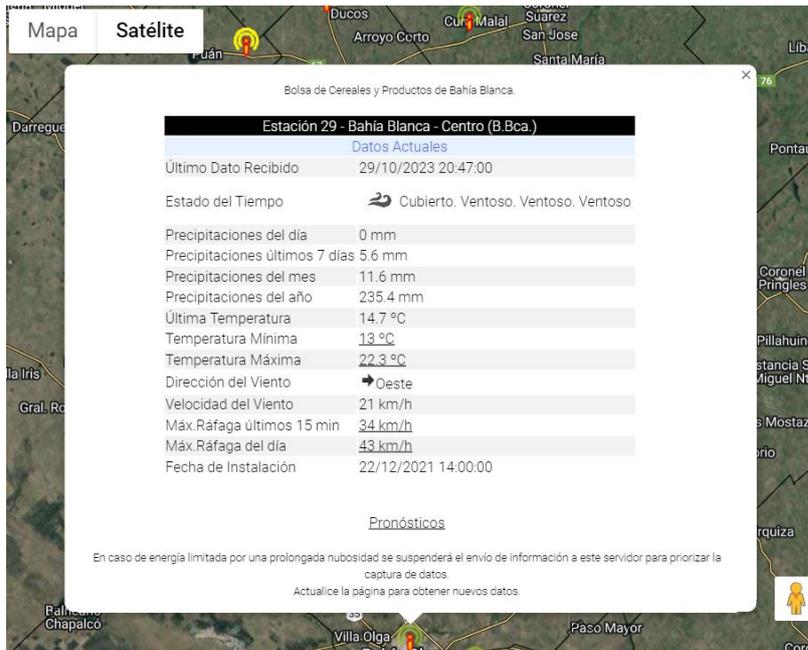


Figura 8. Desplegable con la información de cada estación.



Figura 9. Datos de precipitación desde la aplicación Agroinfinito.

#### 4.4. Utilidad de los datos

Internamente, de forma mensual, la BCP publica el informe climático con los datos de cada EM, que son utilizados también en las presentaciones realizadas por el área de Estudios Agronómicos. Por ejemplo, en los lanzamientos de campaña (cultivos de fina y gruesa), en los Reportes Agrícolas Quincenales (RAQ) y en eventos como Agrotour.

De manera externa, la información es demandada por distintas entidades y usuarios con fines productivos, académicos y/o de investigación. Concretamente, técnicos y docentes de los departamentos de Geografía,

Ingeniería y Agronomía de la UNS utilizan como fuente los datos de la REM para ser utilizados en diversos trabajos científicos. Así mismo, datos de partidos específicos son requeridos por técnicos del INTA, AAPRESID, cooperativas y la Municipalidad de Bahía Blanca entre otros organismos para complementar sus informes agropecuarios.

A continuación, se mencionan algunos grupos académicos que han solicitado los datos de la REM para sus trabajos:

- Facultad de Ciencias Naturales y Museo-Universidad Nacional de La Plata- CONICET: División Arqueología - doctorado
- Universidad Nacional de La Plata: maestría y doctorado en Manejo de Cuencas Hidrográficas
- Universidad de Buenos Aires- Cátedra de Ecología: - doctorado en Ciencias Agropecuarias.
- Departamento de Ingeniería UNS – División Hidráulica – doctorado
- Departamento de Agronomía UNS- Proyecto Olivicultura en Cnel. Dorrego.
- Instituto Nacional del Agua - Laboratorio de Hidráulica - Programa de Hidráulica Fluvial
- COINCE: (empresa especializada en la ejecución de obras de infraestructura urbana y vial), Dirección Provincial de Obra Hidráulica.

Se detallan también algunos ejemplos de asociaciones e instituciones a quienes se brinda la información generada por la REM:

- AAPRESID – PRODUCTORES y ASESORES: datos de velocidad y dirección del viento para determinar las labores de pulverización, analizar el efecto soplete (condiciones de temperatura, humedad y viento que favorecen un aumento en la tasa de evapotranspiración) sobre el fin de la campaña fina, etc.
- EEA INTA Bordenave: para la realización de sus informes y diversas publicaciones.
- ACA Cabildo: el criadero de cultivo de trigo, para evaluar el comportamiento de los nuevos materiales.
- Municipalidad de Bahía Blanca: para informar el estado de Emergencia o Desastre Agropecuario Municipal.

## 4.5. Otros indicadores

Las series históricas obtenidas a partir de los datos generados por la REM son utilizadas en otras fuentes de información de la BCP tales como:

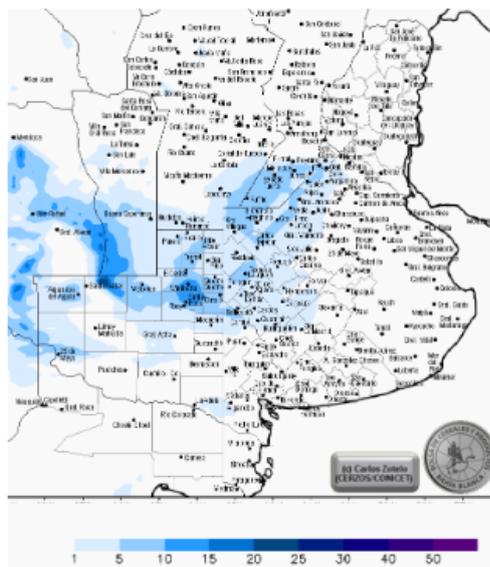
### 4.5.1 Sistema de Información Meteorológica

El Sistema de Información Meteorológica (SIM) brinda pronósticos agroclimáticos de la región con el objetivo de proporcionar información útil, para advertir a los distintos actores de la cadena agroindustrial sobre posibles pérdidas productivas o logísticas ocasionadas por adversidades climáticas. El SIM genera pronósticos (previstos cada 24 horas) de precipitaciones, humedad relativa, temperaturas mínimas/máximas, velocidad y dirección del viento. Estos se encuentran disponibles en la página *web* de la BCP (Figura 10).

## SIM

### Sistema de información meteorológica

- Prec
- Humedad
- T. Mínima
- T. Máxima
- Viento



Pronóstico de Lluvias para el Lunes 15. Total previsto en las 12 horas finales. Valores expresados en milímetros (mm).

**Figura 10.** Sistema de Información Meteorológica. Página *web* BCP (<https://bcp.org.ar/index.asp>)

#### 4.5.2. Índice de riesgo de incendios

Durante el período de cosecha de los cultivos de fina se realiza el informe de Riesgo de Incendios (Figura 11). El mismo es de gran utilidad, principalmente en los meses de diciembre y enero donde se dan las condiciones propicias para el desarrollo y propagación del fuego: temperatura ( $>30^{\circ}\text{C}$ ), humedad relativa ( $<30\%$ ) y viento ( $>30\text{ km/hs}$ ). A partir de la ecuación de MacArthur se genera, para cada estación meteorológica, una alerta en forma gráfica por colores de probabilidad de ocurrencia de dicho evento y se complementan los datos, recordando las precauciones a tener en cuenta para evitar un potencial siniestro (Figura 11).

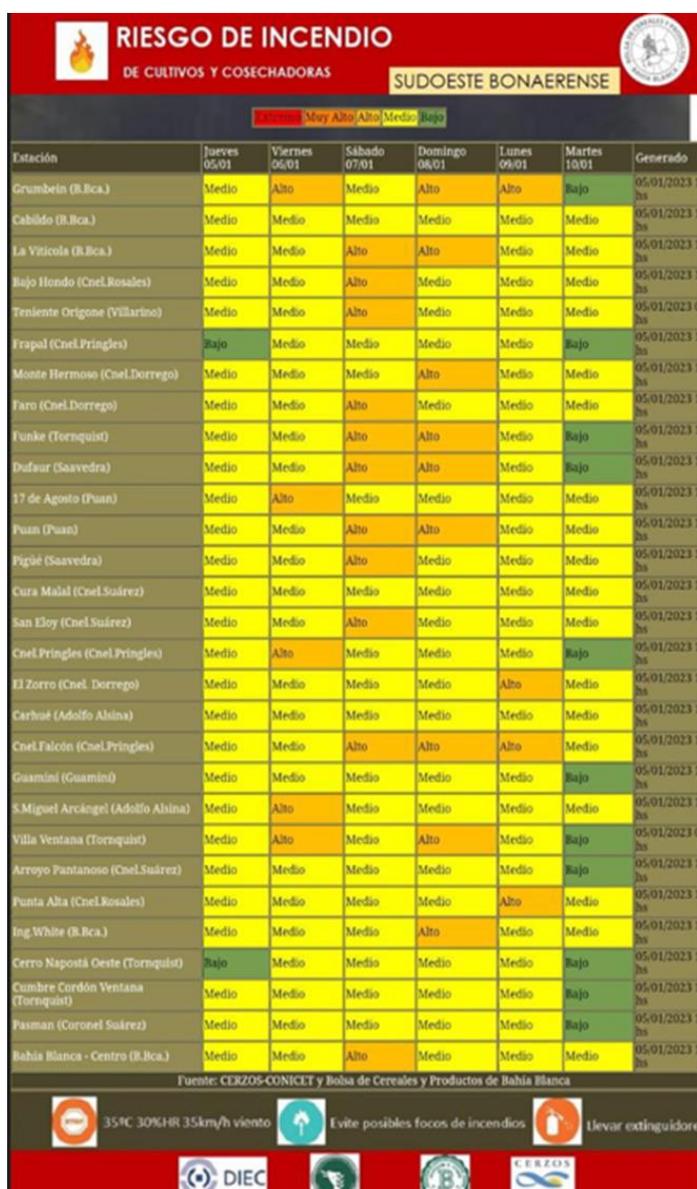


Figura 11. Índice de Riesgo de Incendio durante el día 5 de enero de 2023

## EXPERIENCIA ADQUIRIDA Y APORTES REALIZADOS

### 5.1. Mantenimiento de la REM

Durante la pasantía realizada se visitó y realizó el mantenimiento de la mayor parte de las 29 EM que componen la REM. Diariamente se realizó el seguimiento de estas y se detectó si alguna central no estaba funcionando normalmente. Cuando una de las estaciones presenta una anomalía se envía -a través de un mensaje de texto- un comando a la placa principal de la EM que no está funcionando (Figura 12). En respuesta, la central contesta con un código de error que se traduce en un archivo Excel indicando el problema existente. Cabe aclarar que se refleja el inconveniente de la placa principal y no de la EM (sensores). Además, detalla el voltaje de la batería y el funcionamiento correcto de la pantalla solar, otro indicador importante para tener en cuenta en las EM.



**Figura 12.** Comando SMS de errores y respuesta tipo de la placa principal.

Una vez detectado el problema, se coordina con el productor la visita para revisar y reparar la estación que no funciona. Cada central cuenta con un indicador *led de estado* que, dependiendo el número de destellos, se determina la causa y su posible solución (Figura 13).

<b>Códigos del LED de Estado :</b>
1 = Sobretensión en batería (>16V)
2 = Subtensión Batería (<10.5V)
3 = RTCC no válido. Se perdió el RTCC. No muestrea ni envía datos hasta validarlo
4 = Problemas en alimentación SDI. Hay un corto en la alimentación del SDI
5 = Problemas en ADC. La fuente de BandGap interna da un valor fuera de rango
6 = Problemas en uSD. No la puede inicializar
7 = Error de escritura en uSD
8 = Problemas en el chip del RTCC. No puede escribir en la RAM.
9 = Modem no responde comando AT
10 = Modem no se registra en red. Puede ser por falta de señal o problemas en el SIM
11 = Modem no envía SMS. Puede ser por falta de crédito
12 = Modem no conecta GPRS. Si hay GSM puede ser por baja señal
13 = Error en CONNECTIONSTART. No puede conectarse a Internet
14 = Error en Conexión TCP. No puede abrir el Socket TCP/IP contra el servidor definido
15 = No recibe ACKs. El servidor de TCP no devuelve el OK cuando recibe las tramas
16 = No puede enviar Emails. Problema en la configuración del servidor SMTP, User, Pass, etc

**Figura 13.** Código error de LED de estado.

Cuando se registran anomalías en los datos recibidos como, por ejemplo, temperaturas extremas, precipitaciones muy abundantes, etc., la placa principal no puede advertir sobre el estado de los sensores. Para esos casos, en la visita a campo se procede a testear el sensor que está funcionando mal, midiendo el amperaje que arroja y se compara con los valores normales de la planilla brindada por los técnicos del DIEC. Cuando existe una diferencia significativa, se procede directamente al cambio del pluviómetro, anemómetro o sensor averiado.

Finalmente, en la Figura 14 se mencionan las tareas más habituales de las estaciones meteorológicas, cuando se realiza su mantenimiento. Durante la pasantía, las acciones más frecuentes fueron, limpieza del pluviómetro y paneles solares, cambio de la batería (duración promedio de dos años), tarjeta de almacenamiento microSD y antena. En dos oportunidades se reemplazó por completo el pluviómetro y anemómetro (EM Falcón y Puan), como así también se realizó el reemplazo del sensor de humedad relativa y temperatura (EM Paskan), entre otras tareas.

Limpieza pluviómetro.
Cambio batería.
Cambio micro SD.
Actualización 1,9,6
Cambio de placa de sensores, limpieza y mantenimiento de la estación.
Cambio de sensores y/o componentes: anemometro, pluviometro, etc.
Bajar datos manualmente.
Cambio lugar de la EM.
Cambio de antena.
Cambio de SIM por falta de señal.
Limieza y lubricación con lubricantes para contactos electricos de los distintos componentes.
Reemplazo de cables comidos.
Cambio de placa principal y/o placa de sensores.
Colocación de nuevos sensores: Temperatura y Humedad de suelo a distintas profundidades en chacras experimentales.
Cambio de cajas protectora de las placas electrónicas.
Testeo de sensores.
Instalación de nuevas estaciones.
Cambio de componentes de Anemómetros: cazoletas y veleta.
Cambio de carcasa del Pluviómetro.

**Figura 14.** Tareas habituales en el mantenimiento de la REM.

## 5.2. Informe meteorológico mensual

Hasta diciembre del 2023, en base a los datos de la REM de la BCP, se realizaba un reporte mensual donde se incluían las precipitaciones de los partidos del sudoeste bonaerense, comparando los datos de cada mes y los acumulados, como así también los promedios históricos desde el año 2016.

**Aporte realizado:** a partir de enero del 2024, en base a los conocimientos adquiridos en la pasantía se presentó una propuesta de mejora y remodelación del “*Informe meteorológico*” original. La versión 2024 sugerida mantiene su presentación en documento *sway* el cual brinda un formato atractivo y moderno, mejorando la visualización de las publicaciones. La propuesta incluye seis apartados nuevos que se muestran en la Figura 15.

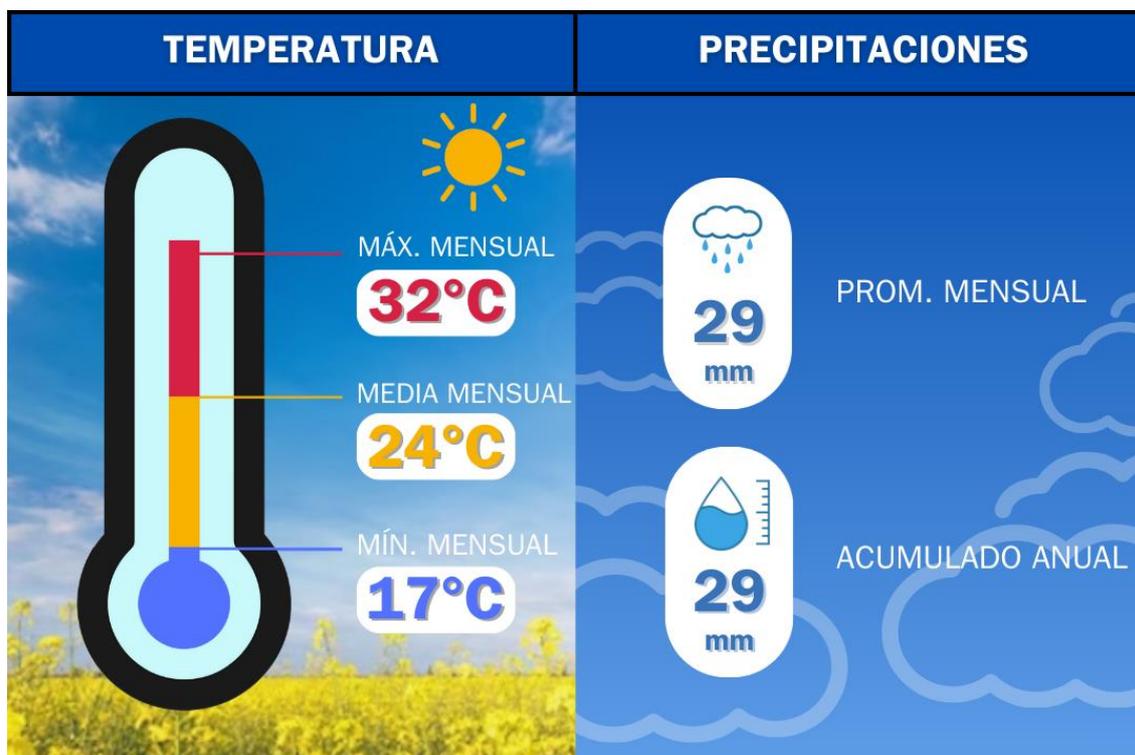


**Figura 15.** Índice del Informe meteorológico 2024.

**-00- Título:** el título del informe menciona el evento agrometeorológico destacado del mes, dentro del área de influencia de la BCP.

**-01- Registros mensuales:** este primer apartado comienza con un resumen del mes con las temperaturas (máximas, medias y mínimas) y precipitaciones (promedio y acumulado anual) en el área REM (Figura 16). Se describe el comportamiento de las precipitaciones mensuales comparado con el promedio histórico de los últimos 8 años (2016 – 2023) para dicho mes. Se complementa

con un mapa de la zona, realizado con el *software* Qgis, donde se muestran las precipitaciones ocurridas.



**Figura 16.** Registro mensual de temperatura y precipitaciones.

*Qgis*: durante la pasantía, técnicos del área de Estimaciones Agrícolas brindaron los conocimientos necesarios para la utilización del programa. Mensualmente para la confección de los mapas, se utilizan registros pluviométricos del mes objetivo a analizar de las 29 estaciones meteorológicas (EM) pertenecientes a la REM de la BCP. Los valores de precipitación acumulada se descargan desde el menú interno de la *web* BCP y se copian de forma manual en una planilla Excel con las coordenadas de cada EM. En este paso, se ordenan los datos obtenidos y se analizan si tienen coherencia entre los mismos.

Una vez confirmados se guarda la planilla como archivo CSV (delimitado por comas) (\*.csv) (Figura 17), para luego poder representarlos espacialmente a través del *software* Qgis V. 3.16, mediante una interpolación inversa ponderada (IDW), donde los valores mensuales de cada estación se ponderan durante la interpolación de modo que, la influencia de un punto en relación con otro

disminuye con la distancia desde el punto desconocido, creando una superficie ráster del área de estudio (Beron de la Puente *et al.*, 2023) (Figura 18).

	A	B	C	D
1	Estacion	Milimetrage	Lat	Long
2	Grumbein	25	-38.76	-62.11
3	Cabildo	26	-38.59	-61.97
4	La Vitícola	27	-38.47	-62.28
5	Bajo Hondo	24	-38.79	-61.87
6	Teniente Orig	49	-39.03	-62.58
7	Frapal	20	-38.38	-61.62
8	Monte Hermc	66	-38.87	-61.32
9	Dufaur	30	-37.93	-62.32
10	17 de Agosto	35	-37.91	-62.94
11	Puan	101	-37.55	-62.67
12	Pigue	76	-37.46	-62.47
13	Cura Malal	46	-37.5	-62.12
14	San Eloy	39	-37.7	-61.78
15	Cnel Pringles	39	-38.15	-61.49
16	El Zorro	11	-38.52	-60.99
17	Carhue	56	-37.2	-62.69
18	Cnel Falcon	24	-38.56	-61.64
19	Guamini	167	-36.98	-62.35
20	S. Miguel Arca	72	-37.45	-63.11
21	Villa Ventana	45	-38.09	-61.95
22	Arroyo Pantar	20	-37.96	-61.88
23	Pasman	51	-37.18	-62.11
24	Bahia Blanca	11	-38.71	-62.27

**Figura 17.** Planilla Excel de precipitaciones para crear un archivo csv.

Posteriormente, se realiza una poligonización donde se atribuye a cada polígono el valor del *píxel*, dando como resultado el mapa final en una escala de azules (Figura 19). Por último, se exporta el gráfico, se termina de editar y se guarda como imagen en alta calidad (Figura 20). Este mapa resultante se usa en el Informe climático mensual, además, estos mapas son utilizados para armar placas de información de actualización de las precipitaciones del día que son publicadas en redes sociales de la institución como Instagram (@bcpbahia) y Twitter (#Estimaciones Agrícolas BCP).

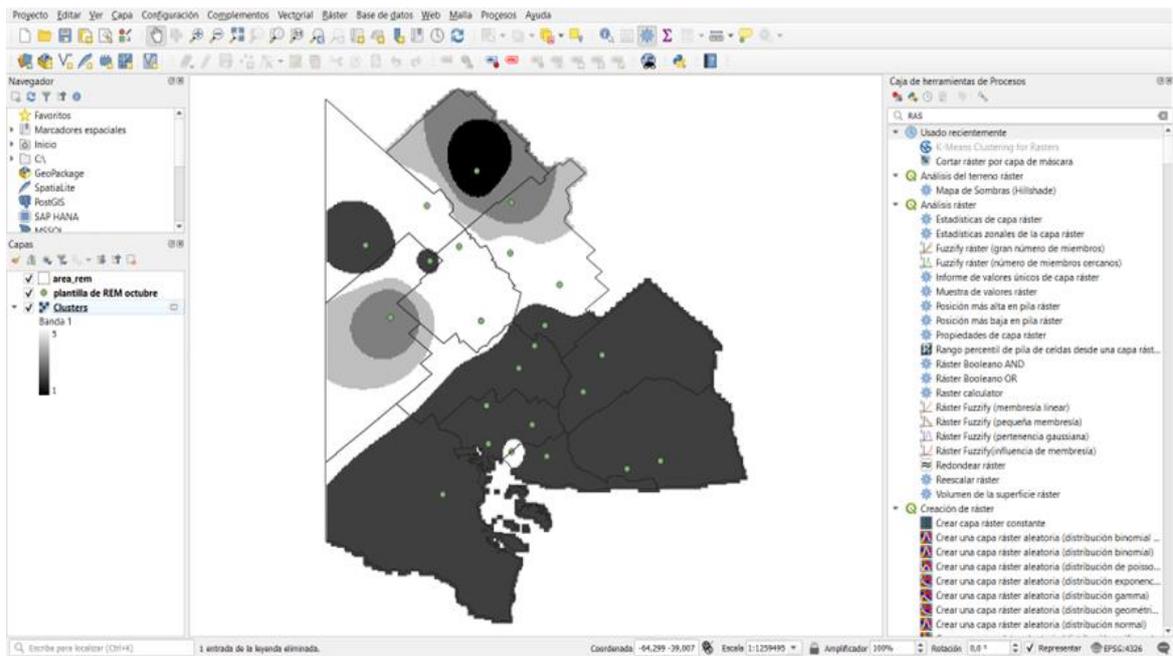


Figura 18. Imagen Ráster resultante.

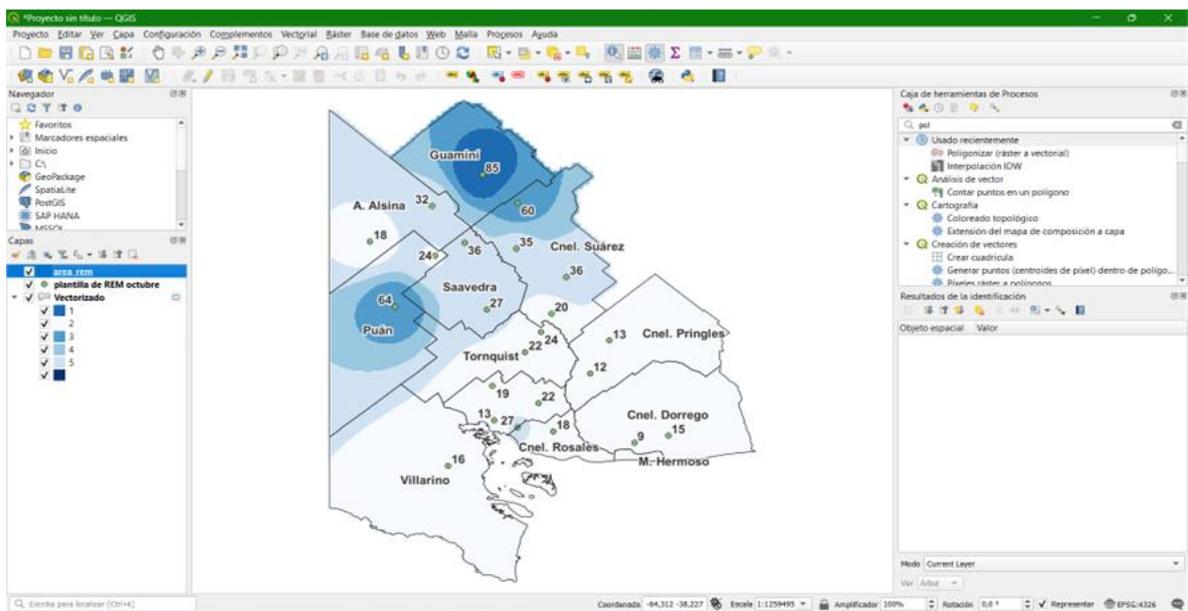


Figura 19. Mapa obtenido con la escala de azules.

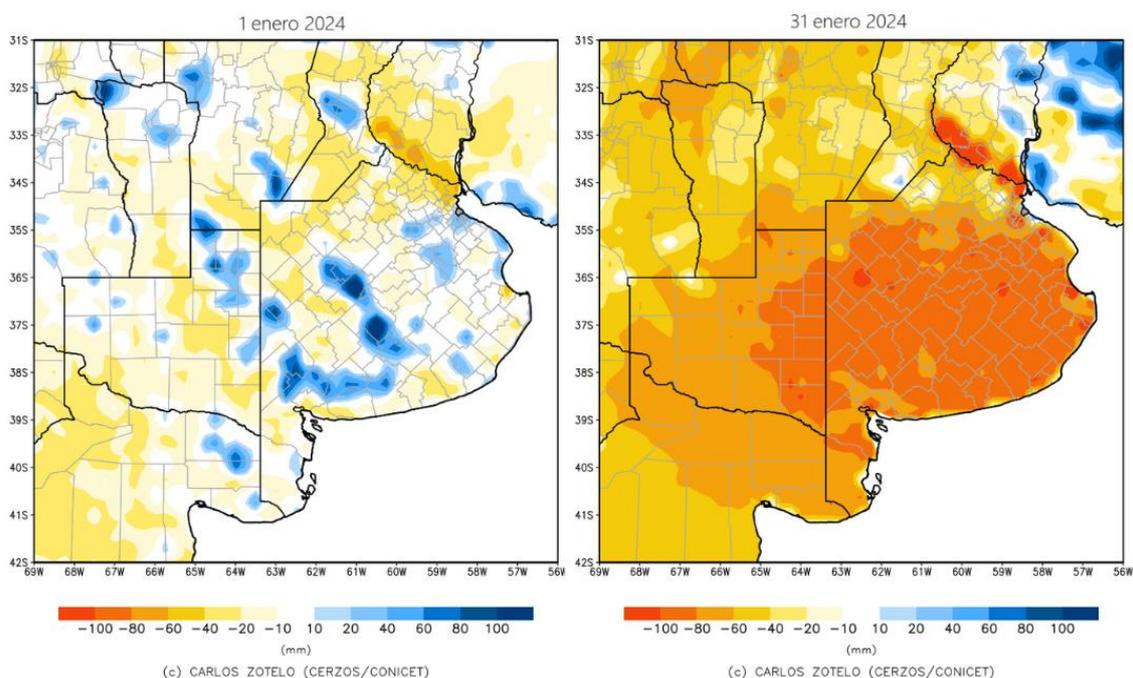


- **03- Situación general de los cultivos:** en este apartado se menciona la situación general de los cultivos implantados (obtenidas en el RAQ) y se hace un breve análisis desde el punto de vista agroclimático (Figura 22).



**Figura 22.** Estado general de los cultivos.

- **04- Reservas hídricas:** se presenta un mapa confeccionado por la Oficina de Riesgo Agropecuario (ORA), que muestra las reservas de agua para el periodo analizado (Figura 23).

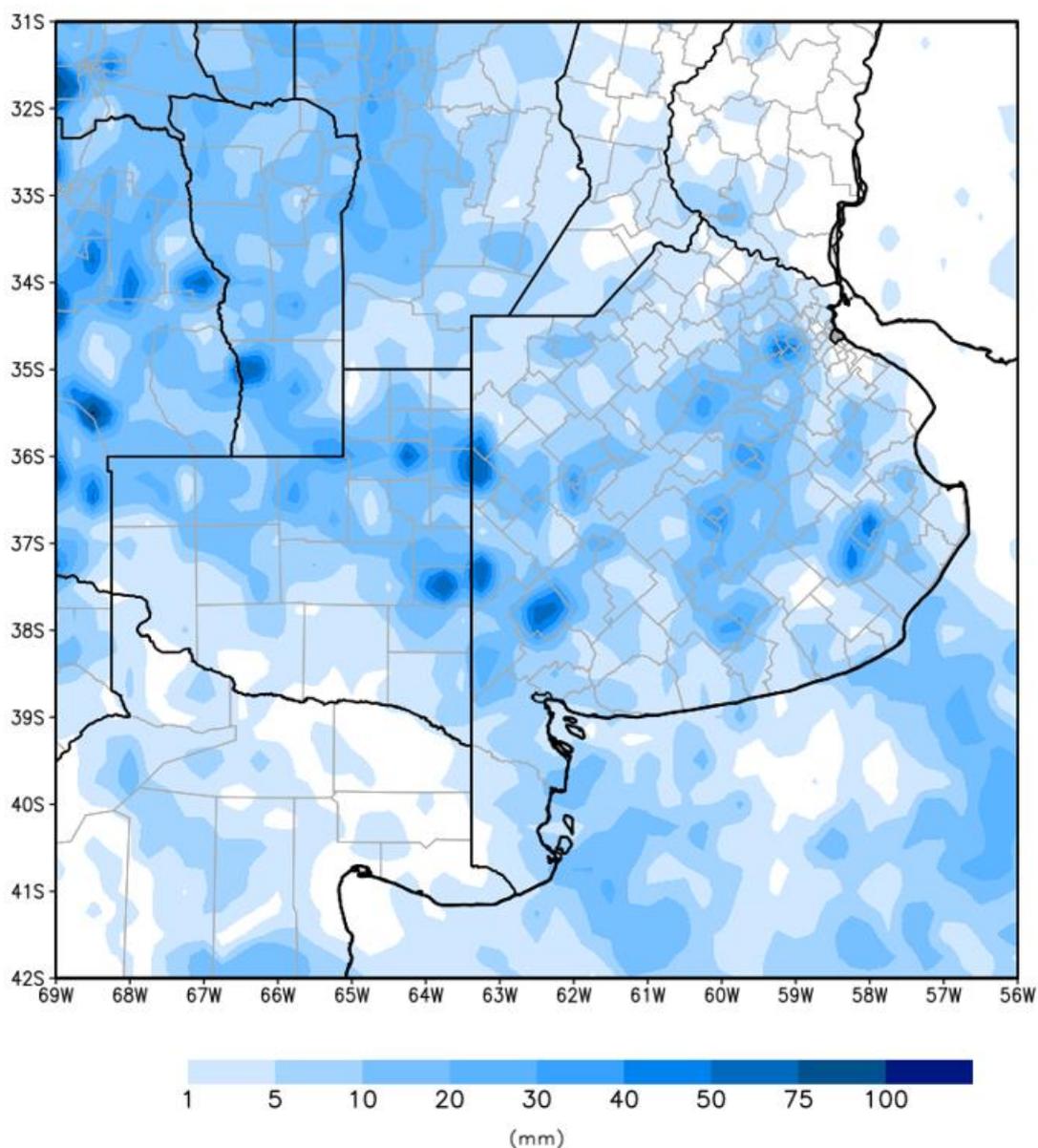


**Figura 23.** Reserva hídrica durante el mes de enero de 2024. Fuente: ORA.

**05- Pronósticos:** se brinda un pronóstico de precipitaciones a diez días para las provincias de Buenos Aires y La Pampa, realizado por el meteorólogo Carlos Zotelo del CERZOS/CONICET (Figura 24).

## Precipitación

25 ENE al 04 FEB 2024



(c) CARLOS ZOTELO (CERZOS/CONICET)

**Figura 24.** Pronóstico de precipitaciones para la semana del 25 de enero al 4 de febrero de 2024.

**06- Estadísticas año actual:** se incluye una tabla estadística de precipitaciones mensuales para cada una de las estaciones meteorológicas de la REM, y en la columna final, se contabiliza el acumulado anual, como se muestra en la Figura 25.

2023	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
GRUMBEIN	56	43	70	42	22	18	9	14	20	27	25	124	470
CABILDO	70	68	86	44	22	19	10	16	24	22	26	78	486
LA VITÍCOLA	97	48	100	30	13	21	17	18	20	19	27	80	490
BAJO HONDO	70	74	48	53	18	12	6	13	17	18	24	107	463
TTE. ORIGONE	131	29	78	86	15	23	16	16	44	16	49	146	648
FRAPAL	81	101	182	44	20	11	10	39	27	12	20	96	643
MONTE HERMOSO	63	91	86	38	24	6	4.4	35	22	9	66	s/d	445
FARO	62	193	124	54	40	16	19	72	31	15	s/d	122	799
TORNQUIST	85	43	152	40	29	14	11	25	21	22	19	114	575
DUFAUR	67	88	195	45	29	13	18	41	30	27	30	168	750
17 DE AGOSTO	112	15	59	19	11	17	28	22	12	64	35	153	546
PUÁN	90	75	122	26	14	27	7	21	29	24	101	s/d	536
PIGUÉ	87	34	191	10	41	22	10	23	30	36	76	208	769
CURA MALAL	103	s/d	189	9	8	14	13	17	32	35	46	187	654
SAN ELOY	103	54	192	31	38	25	14	17	31	36	39	159	739
PRINGLES	68	78	221	59	23	12	15	42	15	13	39	96	680
EL ZORRO	86	165	248	114	48	24	25	54	48	s/d	11	28	856
CARHUÉ	91	41	116	5	17	16	15	25	33	32	56	116	564
FALCÓN	72	105	142	60	30	13	12	6	s/d	s/d	24	106	572
GUAMINÍ	149	46	56	2	31	29	54	13	25	85	167	197	854
SAN MIGUEL ARCANGEL	67	48	102	35	9	23	10	24	14	18	72	138	560
VILLA VENTANA	107	90	242	37	21	20	14	27	35	24	45	140	801
ARROYO PANTANOSO	126	66	208	23	26	14	15	30	32	20	20	123	703
PUNTA ALTA	60	29	33	48	35	12	7	10	s/d	s/d	8	115	357
INGENIERO WHITE	125	12	64	40	9	s/d	5	16	17	11	17	57	372
CERRO NAPOSTÁ OESTE	s/d												
CUMBRE CORDÓN VENTANA	s/d												
PASMAN	125	20	154	10	39	24	37	16	37	60	51	182	755
BAHÍA BLANCA	63	43	32	34	14	9	6	11	11	13	11	22	269
Promedio 2023	89	65	129	38	23	15	15	25	26	29	44	123	623
Promedio 16-22	64	62	81	72	50	32	28	21	46	60	81	51	647

**Figura 25.** Precipitaciones mensuales y anuales del año 2023 y promedio durante el período 2016-2022.

### 5.3. Reporte Agrícola Quincenal (RAQ)

Desde el año 2017 la BCP realiza estimaciones agrícolas de los principales cultivos de la región (trigo, cebada, maíz, soja y girasol). La superficie de estudio abarca 20 millones de hectáreas, de las cuales 7 millones son productivas, y representa más del 90% de la producción total comercializada por el puerto local.

A través de la información generada en recorridos zonales y el contacto de informantes calificados distribuidos en el área de relevamiento, se elabora el Reporte Agrícola Quincenal (RAQ) (Figura 26). Este informe busca plasmar la situación de los cinco cultivos en las tres zonas de estudio, incluyendo un apartado climático compuesto por mapas elaborados por el CERZOS, además de un análisis de las precipitaciones medidas por la REM.



Figura 26. RAQ: Portada.

A partir del año 2022 se comenzó la emisión de este informe mediante el *software* Sway (Figura 27) que permitió una mejora de la visualización en los diferentes dispositivos y el seguimiento de métricas de interacción y consumo de la información. A la fecha se han publicado 134 informes a través de distintas redes sociales, incluyendo la página web oficial de la BCP (<https://bcp.org.ar/estimaciones/reporte-agricola-quincenal.asp>). El informe se complementa con la elaboración de un video (Figura 28), en el cual se visualiza el contenido en forma resumida y es difundido masivamente a los distintos sectores a través de diferentes medios.

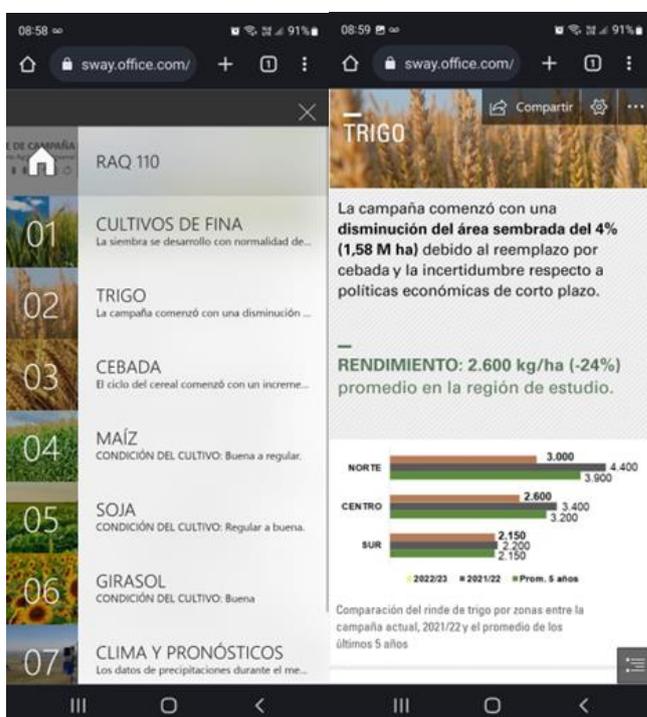


Figura 27. RAQ: visualización del informe completo en formato Sway.



**Figura 28.** RAQ: Difusión WhatsApp, formato video y *link* del informe completo.

**Aporte realizado:** como parte de la pasantía, se efectuaron llamados a referentes agrícolas zonales, visitas a campo, entrevista con asesores y comerciales de las principales exportadoras del país, para relevar y conocer la realidad de los cultivos y el mercado, como así también las condiciones comerciales de los insumos que fueron relevantes durante la campaña fina y de gruesa. Posteriormente, se comparte la información recabada y se consensua con el resto del equipo de estimaciones agrícolas para su redacción final, siendo responsable del apartado climático del RAQ.

#### 5.4. Lanzamiento de campaña gruesa y fina

El equipo de Estudios Agronómicos, de manera conjunta con el área de Estudios Económicos organiza los “*Lanzamientos de Campaña*” previo al comienzo de los ciclos agrícolas. En el mes de mayo se elabora sobre los cereales de fina, mientras que, en septiembre, se realiza sobre los cultivos de gruesa. En ambas ocasiones se invita a especialistas del sector a nivel nacional para disertar sobre temáticas relacionadas a los cultivos. Durante la presentación de estimaciones

agrícolas, se utiliza la información generada por la REM para mostrar el comportamiento del ciclo productivo tanto invernal como estival.

**Aporte realizado:** como parte de la pasantía, previo al lanzamiento de la campaña gruesa, se trabajó con el equipo para la confección de los márgenes brutos de los cultivos de maíz, soja y girasol, que fueron expuestos durante la presentación, como así también en la confección de los gráficos con los registros pluviométricos promedios mensuales.

## 5.5. Agrotour

Agrotour es uno de los principales eventos que organiza anualmente la BCP, con el objetivo de mantener informados a los distintos actores de la cadena agroindustrial sobre las estimaciones de rendimiento y calidad de los cultivos de trigo y cebada de la región previo a su cosecha.

A fin de noviembre de 2023 se realizó la undécima edición del evento con sus tres circuitos consolidados: Mar, Sierra y Pampa (sumado un cuarto circuito Sur, previamente relevados por el equipo técnico que conformamos en estudios agronómicos). En total participaron 80 personas distribuidas en 22 camionetas que partieron desde el puerto local hacia los tres recorridos establecidos, relevando más de 250 lotes en 3.000 Km. Estuvieron presentes productores, corredores, cooperativas, acopiadores, proveedores de insumos-servicios, exportadores, instituciones del sector y representantes de industrias molineras de Argentina y Brasil. La integración de todos los agentes permitió definir las expectativas de producción de los cultivos de fina en base a la observación, conocimiento, experiencia, interacción y consenso en un ambiente cordial de trabajo. Este año directivos y técnicos del Ministerio de Producción de La Pampa relevaron lotes y se sumaron con los participantes del circuito Pampa para intercambiar opiniones realizando importantes aportes. También se complementó con una transmisión virtual, posibilitando ampliar la participación al acompañar el evento por las redes sociales (*instagram*, *twitter*, y la web [www.agrotour.com.ar](http://www.agrotour.com.ar)).

El último día, luego de una puesta en común, se presentaron los resultados técnicos complementando la información con los datos de la REM. Fueron

invitadas a participar de la misma autoridad de entidades y empresas locales vinculadas con la actividad agroindustrial.

Es importante destacar que Agrotour es una actividad de importancia regional, que no sólo aporta datos útiles sobre la producción de gran parte de las provincias de Buenos Aires y La Pampa previo a la cosecha de los cultivos de fina, sino que también forja lazos de integración entre todos los agentes de la cadena agroindustrial.

**Aporte realizado:** como parte de la pasantía, previo al evento, junto con el equipo de estimaciones agrícolas se relevó toda el área de influencia de la BCP transitando más de 2.000 km en busca de lotes de trigo y cebada. Se comenzó por el este de la provincia de La Pampa, llegando el primer día hasta la ciudad de Trenque Lauquen, posteriormente hacia Tandil y durante el regreso se pasó por las localidades de Necochea y Tres Arroyos.

Días antes de Agrotour se visitaron los partidos de Villarino y Patagones para ver el estado de los cereales invernales. Junto a técnicos del INTA de Médanos y la Cooperativa de Carmen de Patagones, se interactuó cordialmente para hacer las estimaciones de rendimiento de la zona más austral y afectada de estudio.

Por último, durante el evento, se realizó el acompañamiento técnico y logístico de los participantes del circuito Sierra, donde se logró una excelente interacción con importantes referentes de la cadena agroindustrial, tanto con participantes locales, como nacionales e internacionales. Se destacó la integración con un grupo de la molinería de Brasil nucleados por Abitrigo (Asociación Brasileira de la industria del Trigo).

## **6. NUEVOS DESAFÍOS**

Como resultado de la experiencia adquirida en estos ocho meses han surgido propuestas innovadoras que pueden potenciar los servicios que brinda la BCP, mencionadas a continuación.

### **6.1 Necesidad de riego**

En base al contacto con el técnico de la Chacra Experimental de Carhué, Ing. Julio Hollmann, donde se instaló una de las estaciones meteorológicas de la

REM, surgió durante el año 2023 la propuesta de generar en forma automática y simplificada el cálculo de la necesidad de riego por cultivo. Mediante la fórmula de Hargreaves (Hargreaves y Samani, 1985) es posible calcular la evapotranspiración, que tiene en cuenta las temperaturas máximas y mínimas, la radiación, provistas por la REM.

$$ET_o = 0,0023(T_{media} + 17,8)(T_{max} - T_{min})^{0,5} R_a$$

La necesidad de riego se podría obtener en base a la evapotranspiración, (previamente calculada), la precipitación registrada y el Kc (coeficiente de cultivo) para cada estadio fenológico, sumado a un coeficiente de uniformidad para cada sistema de riego, ya sea por gravedad, aspersión o goteo. Luego de un diálogo con referentes hídricos de CORFO, se planteó la propuesta al equipo de sistema de la BCP, quienes estarían automatizando los cálculos para que, próximamente se puedan validar e incorporar a la página de la institución como un servicio más al sector.

## 6.2 Desarrollo de una APP

Con el objetivo de mejorar la accesibilidad, comunicación y difusión de la valiosa información generada por la REM, se propone el desarrollo de una APP para que los usuarios puedan acceder de una manera más fácil, amigable y simple, no sólo de la información actualizada sino también de los registros históricos.

### **Ventajas:**

- Brindar información rápida, clara y confiable.
- Responder rápidamente las inquietudes de los usuarios.
- Optimizar el tiempo laboral del área de Estudios Agronómicos, al minimizar el número de solicitudes frecuentes.
- Mejorar las demandas de los seguidores de la BCP ya que todas las respuestas serán contestadas en tiempo y forma en cualquier momento del día.

### **Desventajas:**

- Alta inversión inicial en el desarrollo y difusión.

- Adopción por parte de los usuarios.

Para concretar esta iniciativa se necesita presentar un proyecto que contenga todos los requerimientos técnicos y el presupuesto de desarrollo, para que sea aprobado por el Consejo Directivo. Una vez ejecutado, se debe tener en cuenta la difusión para la adopción por parte de un mayor número de usuarios.

### Información instantánea

La funcionalidad debería ser la siguiente: al abrir la aplicación, a través de un desplegable, debe poderse seleccionar la EM deseada, o en base a la ubicación del usuario, con un localizador de GPS, sugiera la EM más cercana. Una vez seleccionada, visualice los datos más comunes como temperatura (máxima y mínima) y un icono con breve descripción del tiempo (soleado, nublado, etc.). En la Figura 29, se observa un ejemplo de las variables que se podrían mostrar.

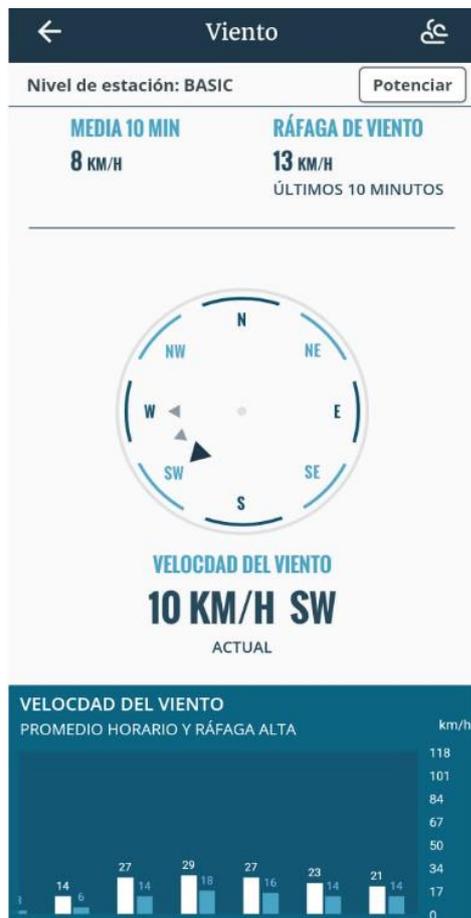


**Figura 29.** APP Ejemplo de la pantalla - Aplicación WeatherLink DAVIS.

Posteriormente, se podría acceder a un desplegable que desarrolle cada una de las variables como: temperatura, humedad relativa, precipitaciones (*Figura 30*), vientos (*figura 31*), presión atmosférica, entre otros.



**Figura 30.** APP Ejemplo de precipitación acumulada - Aplicación WeatherLink DAVIS.



**Figura 31.** APP Ejemplo Vientos - Aplicación WeatherLink DAVIS.

### Información histórica

Cada estación deberá tener un icono visible y fácil de identificar para poder acceder a los distintos datos históricos de la REM (por día, mes y año, de la precipitación, velocidad y dirección del viento y temperatura (Figura 32).



**Figura 32.** APP Ejemplo registros históricos de temperatura - Aplicación WeatherLink DAVIS.

### 7. Consideraciones finales

Este trabajo de intensificación expone el rol fundamental que cumple la Bolsa de Cereales y Productos de Bahía Blanca en el área de influencia, como una entidad que está en contacto permanente con los distintos agentes de la cadena agroindustrial. La información actualizada que brinda de manera gratuita, colabora en la toma de decisiones y planificación a corto y mediano plazo de sus usuarios.

La pasantía me permitió adquirir distintas competencias necesarias para la formación de Ingeniero Agrónomo. Además, me brindó nuevas herramientas de conocimiento, interacción con los distintos agentes, conocer mejor el rubro agropecuario, generar nuevas ideas innovadoras, entre otras. Pude cumplir con los objetivos propuestos y me generó un gran crecimiento no solo personal sino también profesional.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

Beron de la Puente, Federico J.; Gil, Verónica Beron (Julio 2023). Precipitaciones erosivas en el Sistema de Ventania (Buenos Aires, Argentina). *Párrafos Geográficos*, 2023, vol. 1, núm. 22, Enero-Junio, ISSN: 1853-9424 / 1666-5783. 51 – 65.

Bolsa de Cereales y Productos de Bahía Blanca (2016- 2023). Memoria y balance general – ejercicio económico. Nro 35 (2016) – Nro 2023. 88.

Hargreaves, G. H., & Samani, Z. A. (1985). Reference crop evapotranspiration from temperature. *Applied engineering in agriculture*, 1(2), 96-99.

### Páginas web consultadas

COINCE – Bahía Blanca - <https://coince-sa.com.ar/empresa/>. Consultado el día 02/01/2024.

Poligonizar (raster a vectorial) - [https://docs.qgis.org/3.16/es/docs/user\\_manual/processing\\_algs/gdal/rasterconversion.html#polygonize-raster-to-vector](https://docs.qgis.org/3.16/es/docs/user_manual/processing_algs/gdal/rasterconversion.html#polygonize-raster-to-vector). Consultado el día 02/01/2024