



## **INFORME HIDROMETEOROLÓGICO DE LA CUENCA DEL RÍO COLORADO**

Aumassanne, Carolina, M<sup>1</sup>; Oricchio, Patricio<sup>2</sup>; Beget, María Eugenia<sup>2</sup>; Gattinoni, Natalia <sup>2</sup>; Masseroni, María Lujan<sup>1</sup>; Fontanella, Dardo<sup>1</sup>; Varela, Ayelen<sup>1</sup>; Ramis, Vanesa<sup>2</sup>; Espíndola, Aimé<sup>2</sup>; Dunel Guerra, Luciana<sup>3</sup>; Vanzolini, Juan Ignacio<sup>3</sup>; Storniolo, Romina<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Agencia de Extensión Rural de INTA 25 de Mayo EEA Anguil- <sup>2</sup>Instituto de Clima y Agua, CIRN, CNIA  
- <sup>3</sup>Laboratorio de Suelos y Agua - EEA INTA Hilario Ascasubi.

### **Contenido:**

- 1. Cobertura de nieve estimada a partir del producto MOD10A2 en la cuenca alta del río Colorado.**
- 2. Caudal del río Colorado en la estación Buta Ranquil (Neuquén).**
- 3. Calidad de agua del río Colorado en 25 de Mayo (La Pampa) y estación de aforo Paso Alsina (Buenos Aires).**
- 4. Pronósticos a corto y mediano plazo para la cuenca del río Colorado.**

En cuencas de régimen nival como es el caso de la cuenca del río Colorado, las variaciones espaciales y temporales de la cubierta de nieve, determinan la disponibilidad de agua, dado que la superficie cubierta de nieve es un claro indicador de la cantidad de recursos hídricos almacenados. Actualmente, existe la posibilidad de contar con información derivada de sensores remotos para cuantificar la cobertura de nieve y conocer con algunos meses de anticipación el volumen de agua que estaría disponible para los diversos usos (urbano, agrícola, minero, entre otros). Además, existen otras fuentes de información que permiten estimar componentes del balance de agua, resultando en una interesante fuente de información complementaria de estaciones nivométricas e hidrológicas. De esta forma, se presentan pronósticos a corto y mediano plazo que permiten planificar y gestionar de manera integral los recursos hídricos a escala de cuenca.



## 1. COBERTURA DE NIEVE ESTIMADA A PARTIR DEL PRODUCTO MOD10A2 EN LA CUENCA ALTA DEL RÍO COLORADO

Dada la importancia de conocer la distribución de la cobertura de nieve y su evolución espacio temporal en la cuenca alta del río Colorado, se utiliza un producto derivado de imágenes satelitales provistas por el sensor MODIS (MOD10A2) que permite evaluar la cobertura de nieve desde el año 2000. A continuación, se presenta información actualizada de los principales componentes del balance de agua en la cuenca alta, tal como es la cobertura de nieve y la escorrentía superficial del curso principal.

La cobertura de nieve en el período comprendido entre el 14 y el 21 de septiembre, tuvo una extensión de 11587 km<sup>2</sup> lo que equivale al 83 % de la superficie de las subcuencas de los ríos Grande y Barrancas (Figura 1), superando en este período, los últimos dos años presentados y el promedio histórico desde el año 2000.

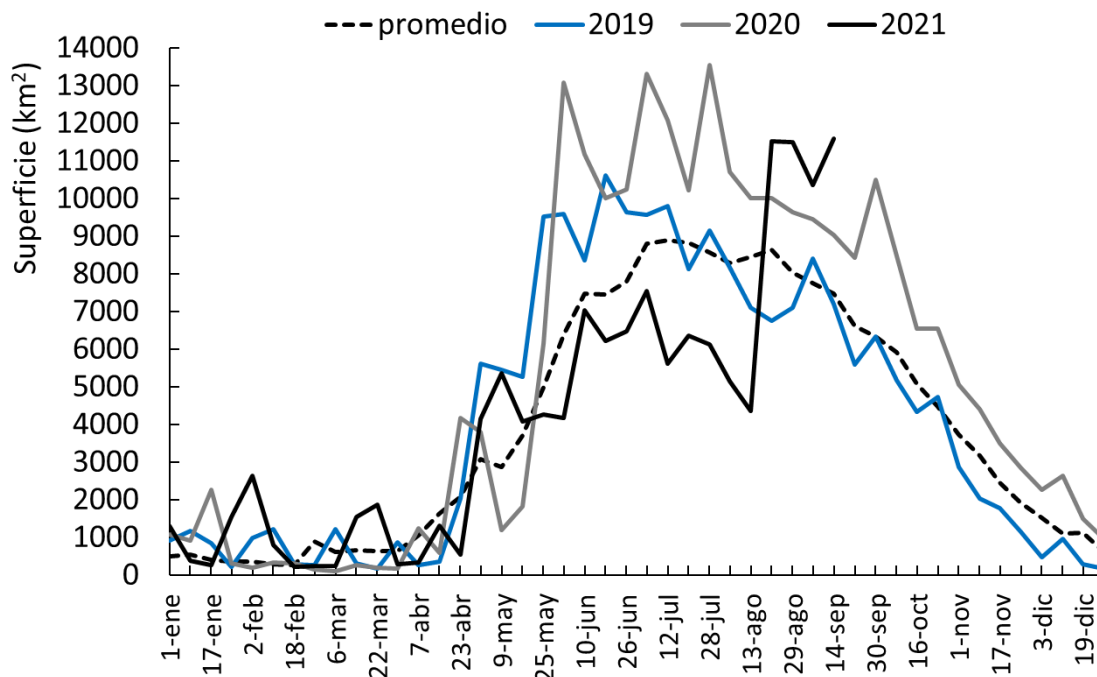
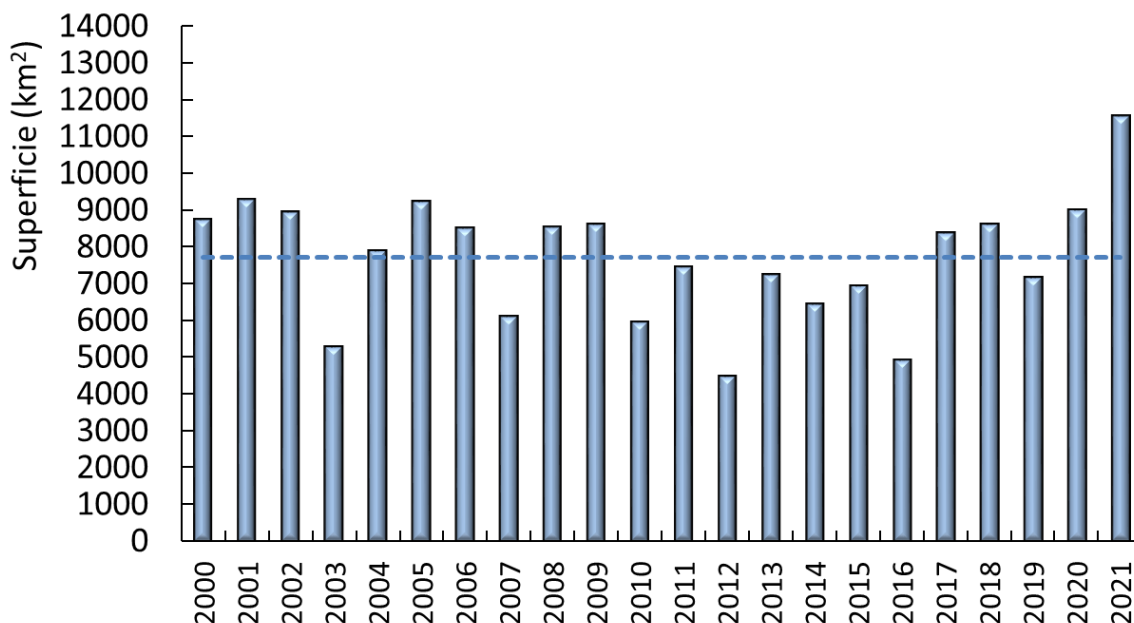


Figura 1. Evolución de la cobertura de nieve anual estimada a partir de MOD10A2 para la cuenca alta del río Colorado.

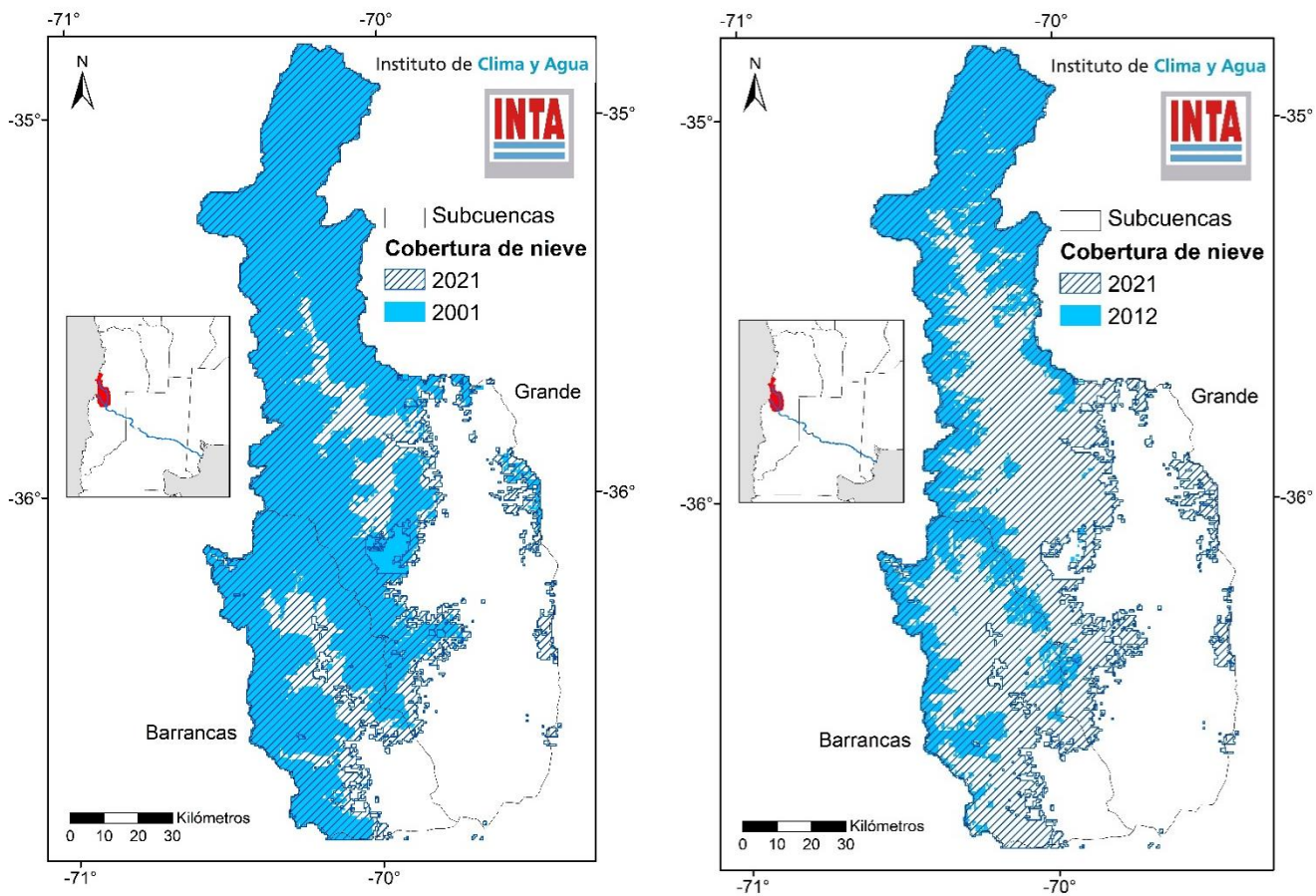


El área actual cubierta por nieve para la segunda quincena de septiembre del presente año indica que la cuenca posee la mayor cobertura de 20 los años analizados, para este momento del año. Esto se debe a nevadas tardías intensas que ocurrieron sobre la cuenca alta sobre fines de agosto y septiembre. Mientras que esta situación permite un mínimo alivio frente a la temporada primavera – verano 2021-22, de igual manera se mantiene el período seco con escasez hídrica en toda la cuenca. Cabe resaltar que la fecha más frecuente de máxima acumulación de nieve en la cuenca alta del Colorado en los 20 años de análisis fue la semana del 12 de julio, por lo cual este año constituye un caso atípico. Además, una vez que la tasa de fusión se incremente por aumentos en la temperatura, ante un período seco tan extenso, parte del agua aportada por nieve se dirige a recargar acuíferos y napas.



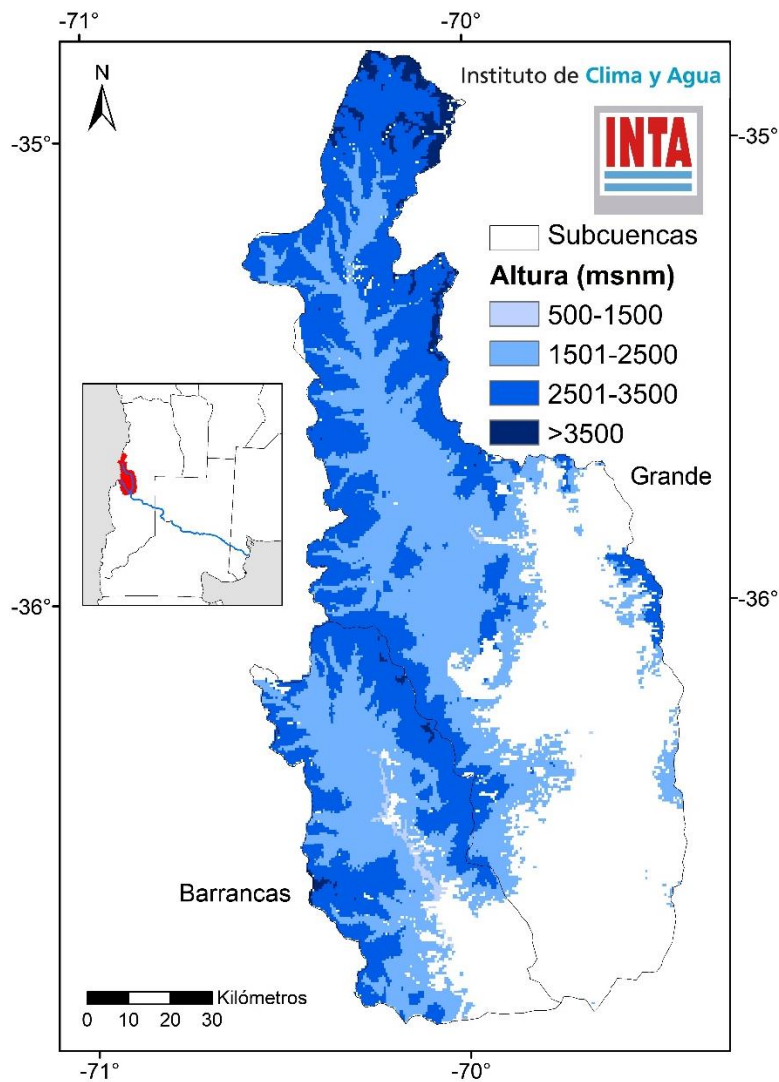
**Figura 2.** Superficie cubierta por nieve durante el 14 y el 21 de septiembre desde el año 2000 a 2021 para la cuenca alta del río Colorado y cobertura promedio para el mismo período (línea punteada).

Puede observarse en la siguiente figura 3 (derecha e izquierda) la extensión de la cobertura de nieve en el período del 14 al 21 de septiembre del presente año, y su distribución en las subcuencas de los ríos Grande y Barrancas y el máximo registrado para el mismo período en el año 2001 con una superficie de 9295 km<sup>2</sup> y un mínimo de 4482 km<sup>2</sup> registrado en el año 2012.



**Figura 3.** Cobertura de nieve obtenida a partir de MOD10A2 para la cuenca alta del río Colorado. A la izquierda: cobertura de nieve en el período 14 al 21 de septiembre de 2021 y máximo de la serie histórica para la misma fecha (año 2001). A la derecha: cobertura de nieve en el período 14 al 21 de septiembre de 2021 y mínimo de la serie histórica para la misma fecha (año 2012).

El 51 % de la cobertura de nieve para el último período analizado se ubica principalmente entre los 2501 a 3500 m.s.n.m., con 1876 km<sup>2</sup> en la subcuenca del río Barrancas y 3743 km<sup>2</sup> en la subcuenca del río Grande (Figura 4). En alturas inferiores a 1500 m.s.n.m. se presenta el 0,8 % de la cobertura, y por encima de los 3500 m.s.n.m. el 2, 8 %.



**Figura 4.** Cobertura de nieve obtenida a partir de MOD10A2 para las subcuencas del río Barrancas y Grande en relación con la altura (m.s.n.m.) para el período del 14 al 21 de septiembre.



Las subcuencas del Barrancas y Grande presentan diferencias en sus áreas de aporte en cuanto a elevación, pendiente, orientación y tamaño (Aumassanne *et al.*, 2018), que se reflejan en diferencias en la dinámica de permanencia de la nieve y, en consecuencia, en su comportamiento hidrológico. La altimetría es una variable determinante de la permanencia de nieve en la superficie. La subcuenca del río Grande tiene una altitud media de 3945 m.s.n.m., 159 metros superior a la subcuenca del río Barrancas (Aumassanne *et al.*, 2018), por lo tanto, cuanto mayor es la altura media de una cuenca activa, la duración del almacenamiento se aproxima más al año entero, como sostienen Lascano y Villalba, (2007) ya que la persistencia temporal de la nieve depende de la altitud y de la latitud.

## 2. CAUDAL DEL RÍO COLORADO EN LA ESTACIÓN BUTA RANQUIL (NEUQUEN)

En el presente año los caudales promedios mensuales del río Colorado en la estación Buta Ranquil registraron valores superiores al año 2020 desde enero a junio. En cambio, los meses de julio, agosto y septiembre presentaron valores de caudales promedio por debajo del año anterior, en el orden de 4, 1 y 2 m<sup>3</sup>.seg<sup>-1</sup> respectivamente (Figura 5). El mes de septiembre presentó un caudal promedio de 58 m<sup>3</sup>.seg<sup>-1</sup>, un 38 % por debajo del promedio histórico de dicho mes (94,2 m<sup>3</sup>.seg<sup>-1</sup>). Los caudales promedios de los últimos tres meses analizados tienen un comportamiento similar a los años 2019 y 2020.

El derrame del río Colorado en la estación Buta Ranquil correspondiente al ciclo 2020-21 fue de 2859 hm<sup>3</sup>, representando un 64 % del derrame promedio de la serie (4440 hm<sup>3</sup>), con este ciclo se completan 11 años con derrame por debajo del promedio histórico, período seco más extenso.

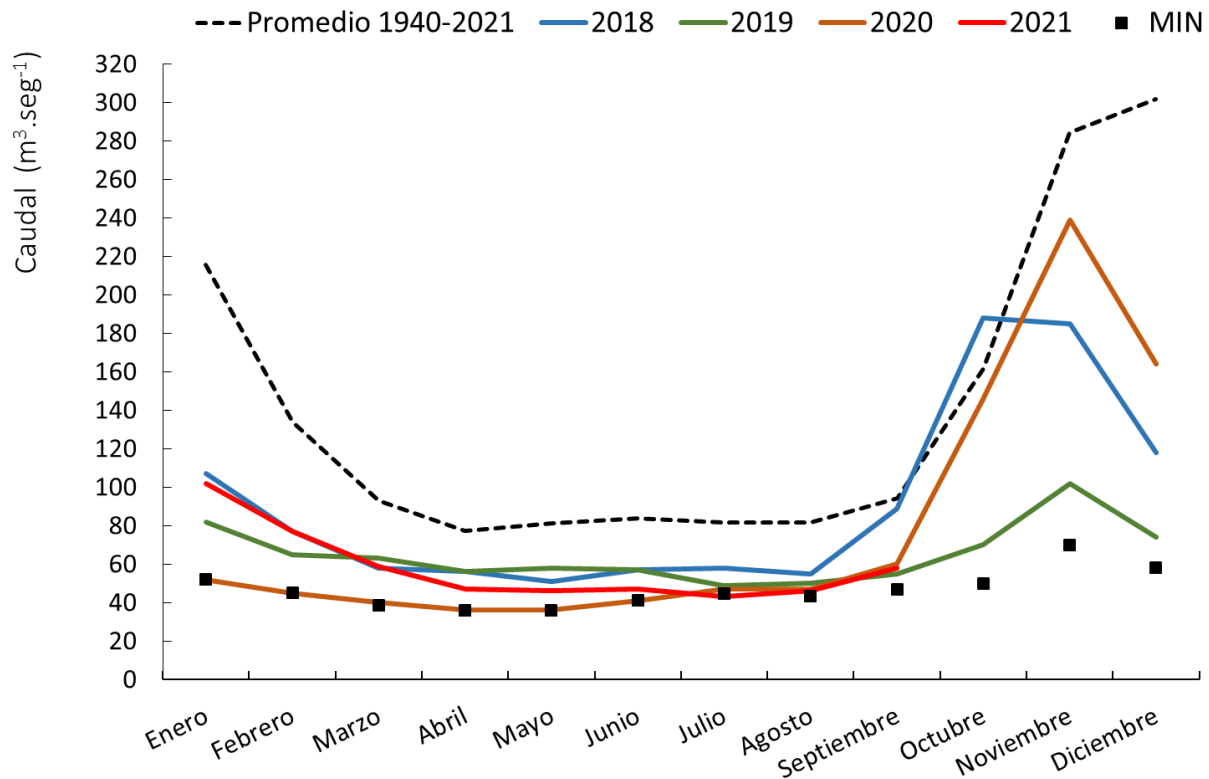


Figura 5. Caudal promedio mensual del río Colorado en la estación Buta Ranquil de los años 2018, 2019, 2020 y mínimo histórico mensual (1940-2020). Fuente: [www.coirco.gob.ar](http://www.coirco.gob.ar).

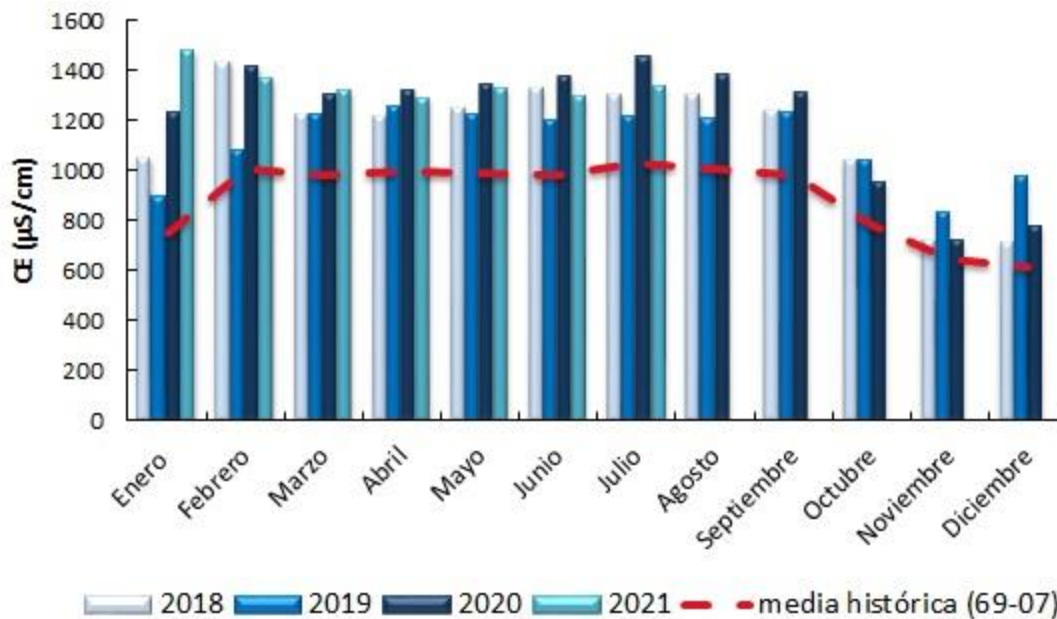
### 3. CALIDAD DE AGUA DEL RÍO COLORADO

#### Punto Unido (La Pampa)

El sitio de muestreo (37°44'17.17" S; 67°45'44.39" O) es el punto de ingreso al área bajo riego del Sistema de Aprovechamiento Múltiple del río Colorado en 25 de Mayo, La Pampa. Desde el mes de enero a septiembre del presente año la conductividad eléctrica (CE) y el total de sólidos disueltos (TSD) promedios mensuales del agua del río Colorado en 25 de Mayo resultaron mayores a los valores medios mensuales de la serie histórica

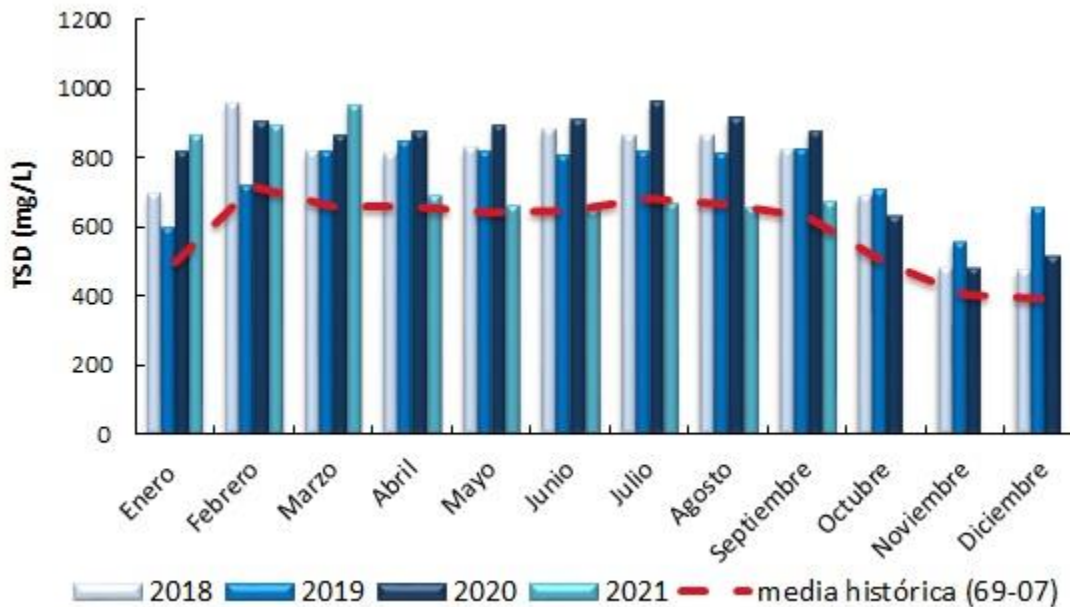


de datos (Figuras 6 y 7). Para el mes de septiembre la CE tuvo un valor máximo de 1401  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y mínimo de 1260  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , y en el caso del TSD estos valores fueron de 701 mg/l y 630 mg/l. Por otro lado, el pH presenta valores para el mes de julio entre 8,41 y 8,30 lo que se corresponde con aguas básicas. Este parámetro no mostró variaciones considerables intra e interanuales.



**Figura 6.** Conductividad eléctrica (CE) expresada en  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . En barras se grafica la CE media mensual obtenida para los años 2018, 2019, 2020 y 2021 y con una curva la CE media mensual de la serie histórica.





**Figura 7.** Total de sólidos disueltos (TSD) expresado en mg/l. En barras se grafica el TSD medio mensual obtenido para los años 2018, 2019, 2020 y 2021 y con una curva el TSD medio mensual de la serie histórica.

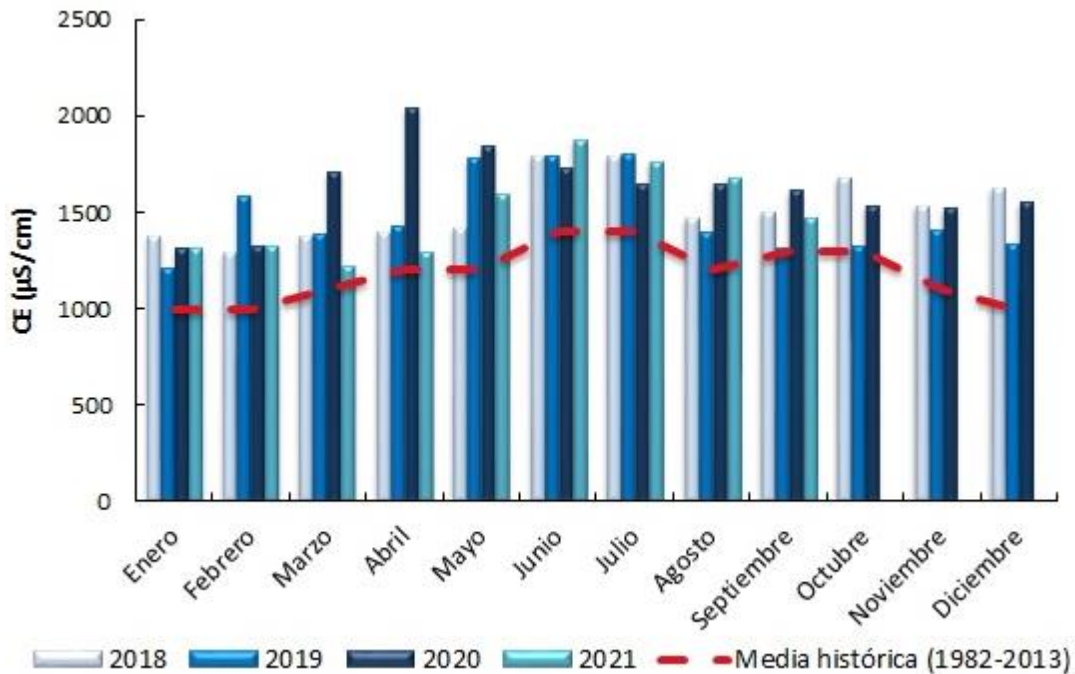
Según las bases para el Acuerdo Interprovincial de COIRCO en el año 1976, el límite máximo tolerable de salinidad en aguas para riego es de 1800  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Esto indica que, si bien el agua del río Colorado está incrementando su salinidad producto de su reducido caudal, los valores monitoreados no superan los límites tolerables para su uso para riego, con algunas excepciones puntuales provocadas por precipitaciones intensas ocurridas en la cuenca alta.

Desde el año 2013 la AER 25 de Mayo monitorea periódicamente la calidad del agua del río Colorado. Se cuenta con registros CE, TSD, pH, temperatura y cationes y aniones mayoritarios. Para más información de calidad de agua puede consultar: <https://inta.gob.ar/documentos/calidad-de-agua-del-rio-colorado>



### Estación de aforo Paso Alsina

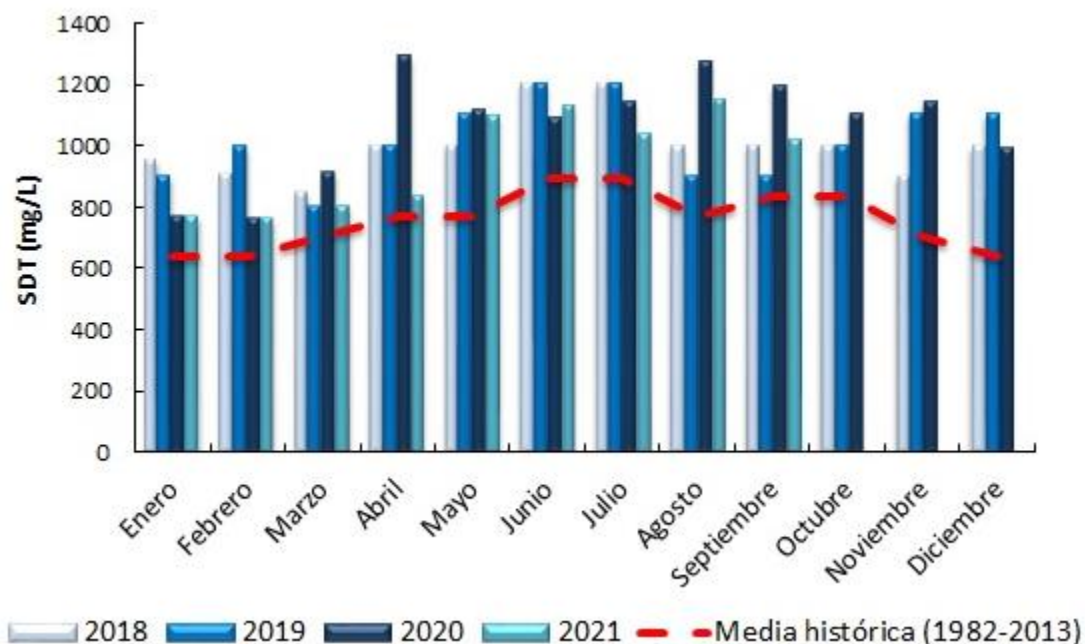
Este sitio (39°25'28.00" S; 63°06'06.00" O) es el punto de ingreso a la región del Valle Bonaerense del río Colorado (VBRC), provincia de Buenos Aires. Durante el período agosto-septiembre de 2021, los niveles de CE como TSD resultaron mayores a los valores medios mensuales de la serie histórica de datos (Figuras 8 y 9). Analizando lo ocurrido el bimestre en estudio, la CE media fue de 1680  $\mu\text{S}/\text{cm}$  para el mes de agosto, descendiendo a 1470  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en septiembre, mientras que los SDT oscilaron entre 1152 y 1019 mg/l, respectivamente. Estos descensos posiblemente se pueden atribuir a la apertura de los sistemas de riego locales, que para la temporada de riego 2021/22 se realizó el pasado viernes 10 de septiembre.



**Figura 8.** Conductividad eléctrica (CE) expresada en  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . En barras se grafica la CE media mensual obtenida para los años 2018, 2019, 2020 y 2021 y con una curva la CE media mensual de la serie histórica.



La CE y el TSD son dos parámetros estrechamente relacionados. A mayor concentración de sales disueltas en el agua, mayor será el valor de la CE. Este es el motivo por el cual la media histórica de las Figuras 8 y 9, siguen una tendencia similar en el tiempo. Asimismo, la concentración salina es inversa al caudal erogado, es decir que, a menor entrega de agua, mayores valores de CE se presentan.



**Figura 9.** Total de sólidos disueltos (TSD) expresado en mg/l. En barras se grafica el TSD medio mensual obtenido para los años 2018, 2019, 2020 y 2021 y con una curva el TSD medio mensual de la serie histórica.

En lo que respecta al pH del agua se midieron valores de 8,3 unidades para los meses agosto y septiembre, excediendo los valores medios de la serie histórica en el período bajo estudio. Este valor se encuentra dentro del margen descrito en bibliografía para aguas naturales, coincidente con el nivel normal de pH considerado en la zona radicular para la mayoría de las plantas de acuerdo a FAO (1976). Se destaca un aumento paulatino de los valores de pH en el tiempo, es decir, una ligera tendencia a la alcalinidad en el agua del río.



Durante el período de estudio el grado de restricción de uso según FAO (Ayers y Westcot, 1985) se mantuvo en la categoría leve a moderada, la infiltración no mostró restricciones y el pH fue normal, mientras que de acuerdo a la normativa Riverside (Richards, 1954) su calificación se mantuvo constante en C<sub>3</sub>S<sub>1</sub>. La salinidad resulto decreciente debido a la apertura de compuertas por parte de CORFO y largada del agua, lo cual es favorable para el comienzo de la temporada de riego 2021-22.

Desde el año 2007 la EEA de Hilario Ascasubi junto a la Corporación de Fomento del Valle Bonaerense del Río Colorado (CORFO) monitorean periódicamente la calidad del agua del río Colorado. Se cuenta con registros CE, TSD, pH, temperatura y cationes y aniones mayoritarios. Para más información de calidad de agua puede consultar: <https://inta.gob.ar/documentos/calidad-de-agua-del-campo-experimental-del-inta-hilario-ascasubi>

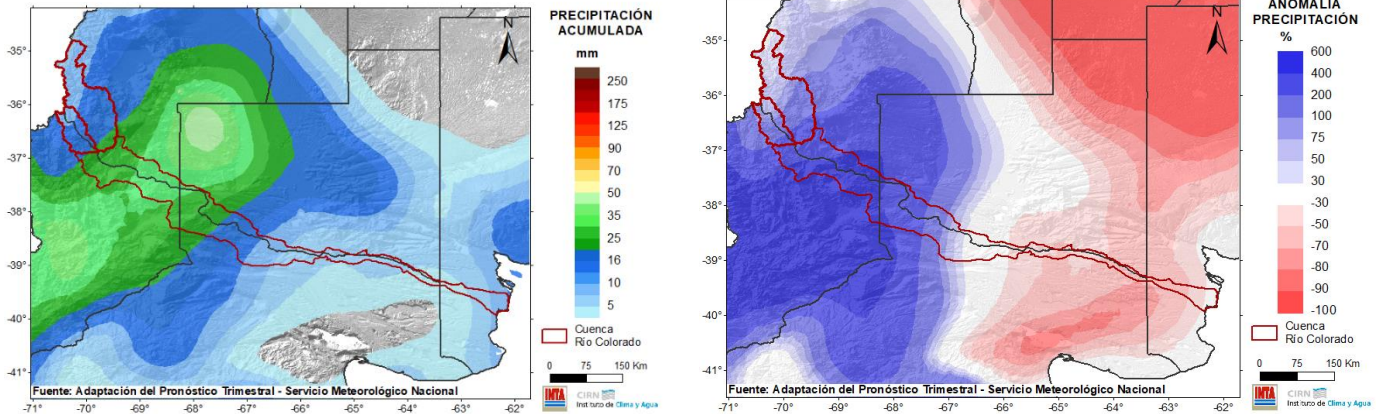
#### 4. PRONÓSTICOS A CORTO Y MEDIANO PLAZO PARA LA CUENCA DEL RÍO COLORADO

##### *Pronóstico de lluvias para la semana entre el 02 y el 07/10/2021*

Para el sábado 02 y domingo 03 de octubre se espera el pasaje de un frente frío acompañado por vientos intensos del sector sudoeste con probabilidad de lluvias y algunas nevadas aisladas sobre zonas cordilleranas de Neuquén y Mendoza, y lluvias y chaparrones sobre el este de la región. Hacia el martes 05 y miércoles 06, se prevé un sistema de mal tiempo que provocaría abundante nubosidad, vientos intensos del sector sudeste y probabilidad de lluvias y nevadas de variada intensidad sobre la mayor parte de la región; algunas podrían ser localmente intensas con abundante caída de agua y ráfagas sobre Neuquén y Mendoza. El jueves 07, aún podrían registrarse precipitaciones al norte de la cuenca. Los acumulados de precipitación semanales, de ocurrir, podrían encontrarse por encima de los valores esperados para esta época del año sobre el oeste. Sobre el centro de la región de estudio se prevé valores normales; y sobre el este, los acumulados serían inferiores a los esperados para este mes (Figura 10).

PRECIPITACIÓN (MM)

ANOMALÍA DE PRECIPITACIÓN (%)

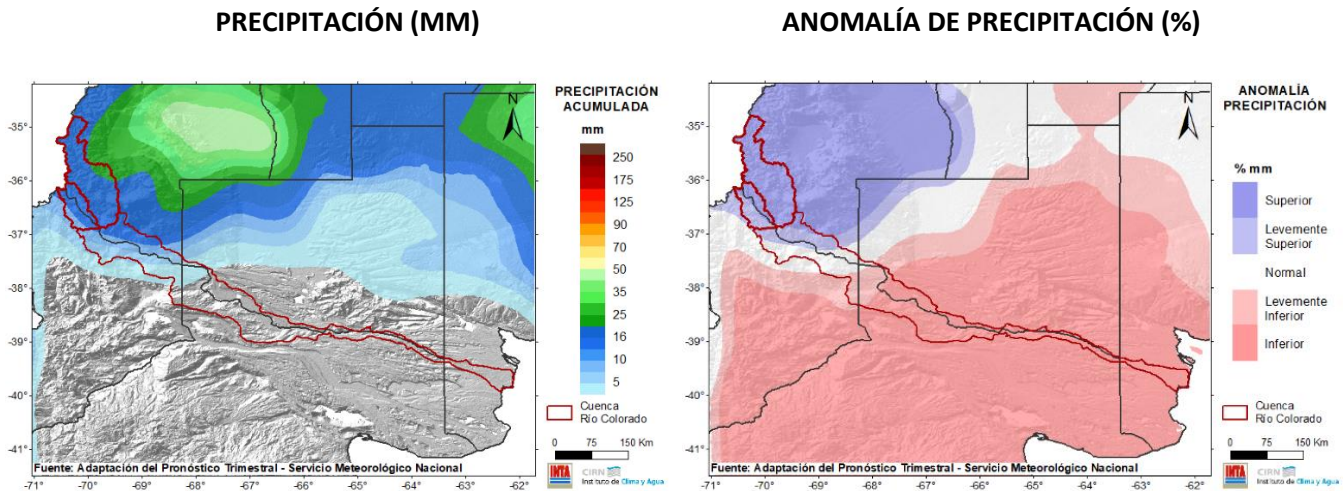


**Figura 10.** Pronóstico de lluvias para la semana entre el 02 y el 07/10/2021 y anomalías. **Pronóstico actualizado el día 01/10/2021.** Nota: por anomalía se entiende al porcentaje entre el valor de lluvia pronosticado y el valor promedio histórico (1961-2010) de dicho período de pronóstico.

**Pronóstico de lluvias para la semana entre el 08 y el 13/10/2021**

*Pronóstico actualizado el día 01/10/2021*

Para los días viernes 08 y sábado 09 se prevé tiempo nuboso e inestable sobre Mendoza y San Luis con probabilidad de lluvias y nevadas sobre zonas cordilleranas, y lluvias y chaparrones sobre el este. De esta manera, las lluvias pronosticadas podrían ser superiores a las normales sólo sobre la provincia de Mendoza. Y no se prevé precipitaciones significativas sobre el centro y sur de la región durante este período (Figura 11).



**Figura 11.** Pronóstico de lluvias para la semana entre el 08 y el 13/10/2021. **Pronóstico actualizado el día 01/10/2021.** Nota: por anomalía se entiende al porcentaje entre el valor de lluvia pronosticado y el valor promedio histórico (1961-2010) de dicho período de pronóstico.

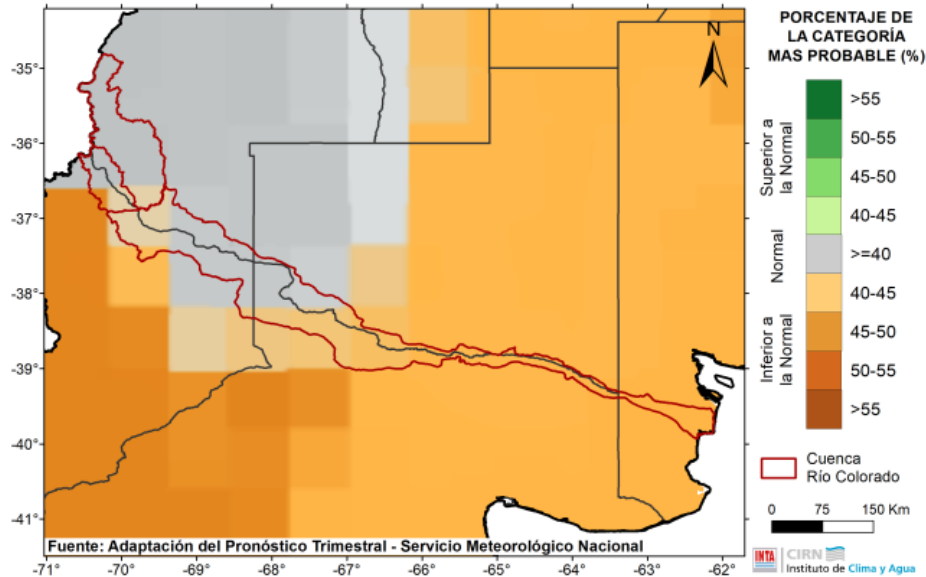
### **Pronóstico climático trimestral de lluvias y temperaturas para los meses de OCTUBRE, NOVIEMBRE Y DICIEMBRE DE 2021**

*Pronóstico actualizado el día 29/09/2021*

La última previsión trimestral del Foro Interinstitucional llevado a cabo por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN), indica para el próximo trimestre mayor probabilidad de lluvias entre normales a inferiores a las normales sobre el este y sur de la región, con probabilidad de ocurrencia entre 40-45 %. Las chances de un trimestre con lluvias deficitarias son mayores hacia el sudoeste del área. Por otra parte, sobre el noroeste del área se prevé que durante el próximo trimestre **las lluvias se encuentren en el rango normal para la época** (Figura 12). El rango de lluvias normales para el trimestre, según los datos históricos, presenta valores superiores a los 50 mm sobre el centro y norte de la región. En cuanto a las **temperaturas**, la tendencia climática prevé **mayor probabilidad de ocurrencia de temperaturas medias más cálidas** que los valores normales para esta época del año, sobre toda el área de la cuenca (Figura 12).



## PRECIPITACIÓN



## TEMPERATURA

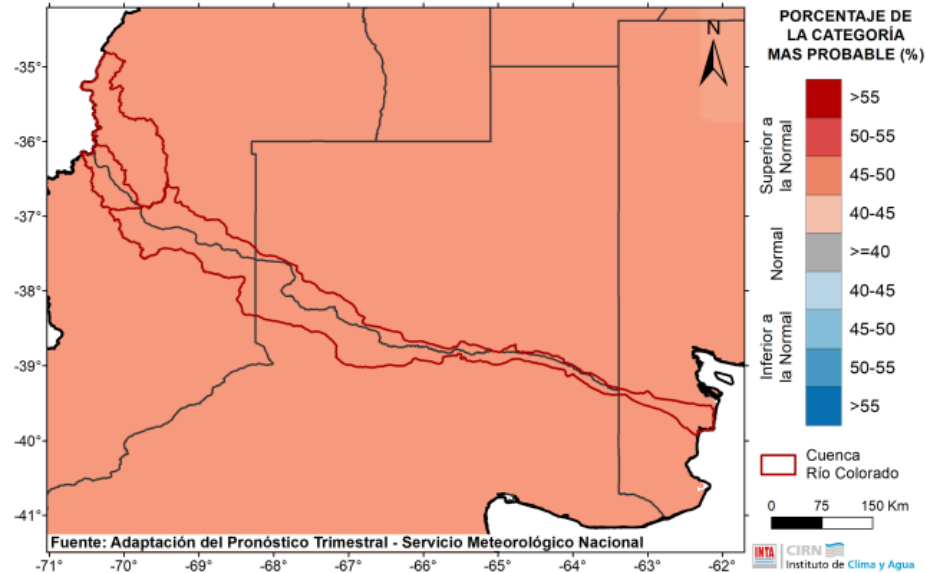


Figura 12. Pronóstico climático trimestral: precipitación y temperatura para el trimestre OCTUBRE, NOVIEMBRE Y DICIEMBRE de 2021 (probabilidad de ocurrencia %). *Pronóstico actualizado el día 29/09/2021*



---

## CONSIDERACIONES FINALES

En este contexto de cambio global y variabilidad climática y con una demanda creciente de agua, el uso de esta información es sumamente valiosa para el monitoreo periódico y a tiempo real de la cobertura de nieve, principalmente en grandes extensiones de baja accesibilidad. El modelo utilizado para la estimación de la cobertura de nieve constituye una herramienta sencilla y práctica para el seguimiento espacial y temporal, que, si bien no tiene en cuenta el espesor de nieve y densidad, la cobertura cuantificada está asociada al derrame anual del río, sirviendo de base para la planificación y manejo integral del recurso hídrico.

## BIBLIOGRAFÍA

- AUMASSANNE, C.M.; BEGET, M.E.; GASPARI, F.J.; DI BELLA, C.M.; ORICCHIO, P.; SARTOR, P.D. 2018. Morfometría de la cuenca alta del río Colorado: descripción a partir de un modelo digital de elevación. Enviado a Boletín Geográfico Universidad Nacional del Comahue.
- APHA, AWWA, WPCF. 1985. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 16 Ed. Washington, EUA.
- AYERS, R.S. Y WESTCOT, D.W. 1985. Water quality for agriculture. FAO Irrigation and Drainage Paper 29 Rev.1, Roma, 174 p.
- FAO. 1976. Water quality for agriculture. Irrigation and Drainage Paper N°29, Rome.
- Richards, L.A. 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. USDA Agricultural Handbook 60, 160 p.
- LASCANO, M.E.; VILLALBA, R. 2007. Algunas precisiones sobre el rol de los glaciares en el escurrimiento andino. CONAGUA 2007. Tucumán. (Disponible: [www.infraestructura.co.nr](http://www.infraestructura.co.nr) verificado: 05 de mayo de 2016).