



# **PRONÓSTICO DE CAUDALES DE DESHIELO**

## **TEMPORADA DE RIEGO 2021-2022**

REALIZADO POR:  
DIVISIÓN DE HIDROLOGÍA

**S.D.T. N° 443**

Santiago, septiembre 2021

**SSD: 15253821**

## ÍNDICE

PRESENTACIÓN	3
BASES METODOLOGICAS DEL PRONÓSTICO	4
SITUACIÓN HIDROLOGICA	5
Análisis General	5
Análisis de Precipitaciones	7
Análisis Acumulación Nival	11
Análisis de Embalses	12
PRONÓSTICO DE CAUDALES TEMPORADA 2021-2022	14
CONCLUSIONES	25

## **PRESENTACIÓN**

La Dirección General de Aguas (DGA) del Ministerio de Obras Públicas (MOP) asumió el desafío de contribuir con la Seguridad Hídrica, en un contexto del cambio climático que impacta la disponibilidad de aguas superficiales y subterráneas, a través de 7 prioridades:

1. Mejoras en información de los recursos hídricos.
2. Gestión estratégica de cuencas.
3. Promover y colaborar con la constitución de OUA (Organizaciones de Usuarios de Agua).
4. Innovación tecnológica de fiscalización.
5. Tramitación de expedientes.
6. Actualización de la legislación del agua.
7. Contribuir a la transparencia y funcionamiento del mercado de agua.

En este contexto y como organismo del Estado encargado de promover la gestión y administración del recurso hídrico en un marco de sustentabilidad, interés público y asignación eficiente- la DGA labora anualmente un pronóstico de volúmenes de deshielo y caudales medios mensuales para la temporada de riego del período primavera-verano (septiembre a marzo).

Este Informe presenta la situación hidrológica entre los ríos Copiapó e Itata, focalizada en las zonas de riego del Norte Chico y de la zona central y sur del país.

Además, es uno de los hitos de la Prioridad 1 de la DGA (Mejoras en información de los recursos hídricos), ya que contar con información de calidad, consistente, accesible, amigable y actualizada permite realizar una buena gestión. En consecuencia, el objetivo de la DGA es que este Pronóstico sea una herramienta de trabajo para que todos los usuarios y actores vinculados al agua puedan realizar una mejor gestión hídrica en los próximos meses.

## **BASES METODOLÓGICAS DEL PRONÓSTICO**

El presente pronóstico se desarrolló a partir del registro y análisis de los datos de las estaciones fluviométricas y meteorológicas de la "Red Nacional Hidrométrica DGA", ubicadas en las zonas altas de las cuencas, considerando los siguientes criterios y supuestos:

- El pronóstico se aplica para el espacio de tiempo comprendido entre los meses de septiembre del 2021 y marzo del próximo año, correspondiente a la temporada de riego agrícola y se orienta a dejar disponible la información que necesitan los usuarios, especialmente la agricultura de riego, para el desarrollo de sus actividades y una mejor gestión de los recursos hídricos.
- En este documento se dan a conocer las proyecciones de los volúmenes para la temporada de deshielo, los que se entregan junto con la relación respecto al promedio histórico. En términos metodológicos, la distribución mensual de caudales medios puede tener fluctuaciones apreciables en la medida que las variables meteorológicas, tales como precipitación, temperatura, radiación y nubosidad, presenten comportamientos irregulares en este período.
- Los pronósticos sólo se realizan para las cuencas señaladas en el presente informe, por lo cual los resultados no se aplican a cuencas más pequeñas, intermedias o de secano, que presenten condiciones hidrológicas diferentes, en cuyo caso habrá que hacer análisis particulares, al igual que para caudales diarios.
- La información de lluvias y caudales usada para la elaboración del pronóstico considera como fecha límite el 31 de agosto del año en curso. Los datos relativos a la acumulación de nieve son los registros de fines de agosto o comienzos de septiembre, que corresponde al período en el cual el manto nival alcanza su madurez de temporada.
- Se consideran como variables independientes los datos registrados hasta el mes de agosto y, para primavera-verano, se han supuesto precipitaciones promedio. Por lo tanto, los caudales pronosticados pueden resultar distintos de los reales si se producen precipitaciones muy diferentes a la situación supuesta.
- La información de nieves proviene de nueve estaciones que actualmente posee la DGA, las cuales, cuentan con la estadística necesaria para ser incluidas en los modelos predictivos. Asimismo, la estadística publicada en este informe e incluida en los modelos, es evaluada y definida con las mediciones realizadas en terreno por personal DGA (Método Monterrosa).
- La magnitud de los errores está en relación con la calidad y cantidad de antecedentes disponibles y las características hidrológicas de cada cuenca. En términos generales, el error del presente pronóstico es de un 20% máximo, considerando la estadística histórica.

- Los volúmenes que se pronostican corresponden a valores de régimen natural de los ríos, por lo que pueden ser alterados producto del uso de los recursos hídricos aguas arriba de las respectivas estaciones fluviométricas.
- Este Pronóstico considera las nuevas Normales Climáticas que abarca los años comprendidos entre 1991 y 2020, que comenzaron a ser aplicadas por la División de Hidrología de la DGA-MOP a partir de mayo de 2021. Cabe señalar que la existencia de una baja generalizada en las Normales Climáticas 1991-2020 respecto a las del período 1981-2010, tanto para las precipitaciones como en los caudales en gran parte del territorio nacional.

## **SITUACION HIDROLÓGICA**

### **Análisis General**

En síntesis, la situación hidrológica de Chile hasta el 15 de agosto era similar o peor en comparación a la temporada 2019-2020, pero las precipitaciones que hubo durante la segunda quincena de ese mes permitió incrementar la acumulación nival y pluviométrica entre las regiones de Valparaíso y del Ñuble, además entre las cuencas de los ríos Aconcagua y Ñuble aumentó temporalmente la esorrentía.

De todas maneras, los registros son menores a los promedios históricos (1991-2020).

En términos de caudales, se presentan dos condiciones. Entre las cuencas de los ríos Copiapó y Cachapoal los caudales medios mensuales se encuentran en sus mínimos históricos, situación que es más aguda entre las regiones de Atacama y Coquimbo.

La segunda condición se advierte entre las cuencas de los Tinguiririca e Itata, cuyos caudales se encuentran por sobre los mínimos por las lluvias que hubo a mediados de agosto y de todos modos bajo sus promedios mensuales.

En síntesis, los caudales de arranque necesarios para el pronóstico afectan los volúmenes proyectados para la temporada.

A continuación se entrega un análisis más detallado de la situación hidrológica actual.

#### **1. Precipitaciones**

En toda la zona que abarca el presente informe, las lluvias están caracterizadas por una condición de déficits generalizado. Destacando el déficit que tienen lugares como La Serena, San Felipe, Santiago y Curicó, donde los valores son cercanos y/o por sobre el 50% de déficits, situación que limita los volúmenes pronosticados para la temporada.

Entre las regiones de Atacama y Coquimbo, se observa en promedio un déficit cercano al 75%, destacando el monto de lluvia caído en la ciudad de Ovalle donde los milímetros alcanzan los 19.9 mm, representan un 79% de déficits. Entre las regiones de Valparaíso y Metropolitana, los déficits promedian un 65% de déficits, destacando la estación Lago Peñuelas con 113 mm de acumulación, significando un 79% de déficits. Para el tramo entre la región de O'Higgins y del Ñuble, los déficits promedian un 34%, observándose los mayores déficits en la ciudad de Rancagua con un 52%, representando 153 mm en la temporada. Destacan los montos caídos en el mes de agosto, lo cuales fueron de importancia para esta temporada.

## 2. Acumulación Nival

En nieves se observa una condición deficitaria y extendida para todo el tramo del pronóstico. Para las cuencas de la región de Coquimbo, la acumulación es prácticamente inexistente y/o mínima, como se observa en las estaciones Cerro Olivares y Quebrada Larga donde la acumulación de temporada es 0 mm (cero), asimismo, la estación El Soldado en la cuenca del Choapa, presenta un déficit por sobre el 80%. En la cuenca del Aconcagua, la acumulación controlada en Portillo entrega un déficit del 72%, pues se tienen 124 mm controlados en la ruta. Para el Maipo, la estación Laguna Negra, acusa un déficit del 64% con 172 mm para la temporada. Entre la cuenca del Maule y del Itata, los déficits se encuentran por sobre el 40%, siendo este el tramo con mayores montos de acumulación.

Como consecuencia de los bajos montos de precipitaciones, más el impacto de temporadas anteriores, el presente pronóstico entrega volúmenes y caudales mensuales inferiores a sus promedios. Se observan tres condiciones generales en el tramo, considerando los registros de este año y las últimas dos temporadas pasadas (2019-2020 y 2020-2021).

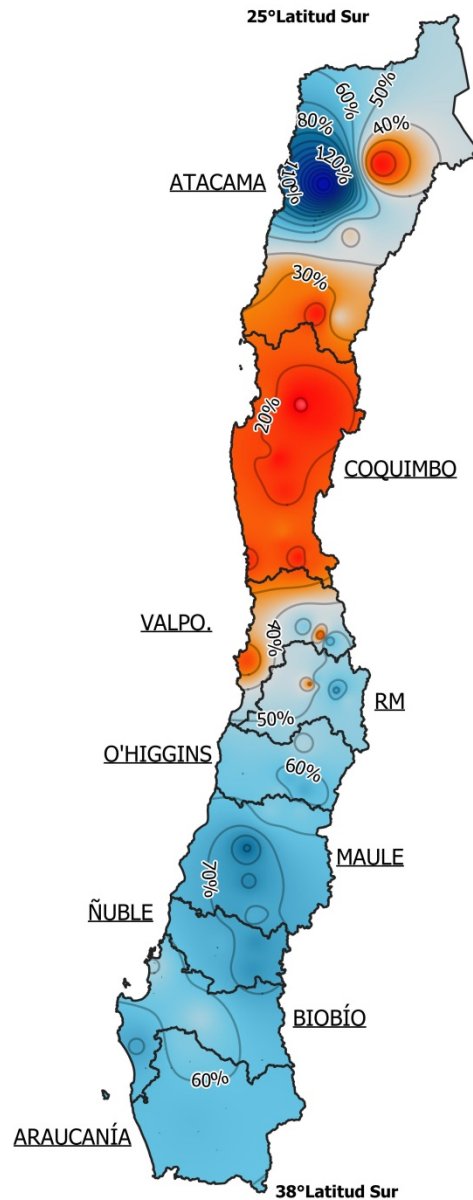
## 3. Embalses

En cuanto a las reservas, es preocupante lo observado en la región de Coquimbo, donde la falta de precipitaciones en las últimas temporadas empieza a hacerse notar en las reservas de la región. En la región de Valparaíso se mantiene la condición observada en la temporada pasada, especialmente para Peñuelas. En la región Metropolitana, los volúmenes almacenados en el embalse El Yeso, permiten presagiar una situación por sobre la temporada pasada. Entre la región de O'Higgins y del Biobío, las reservas presentan en general una condición mejor a la observada en agosto del 2020, pero aún alejada de sus medias mayormente.

## Análisis de Precipitaciones

En la Figura 1 se presenta la distribución espacial de las precipitaciones expresadas en porcentaje con respecto al promedio estadístico.

Figura 1  
Isolíneas



Isolíneas que grafican el porcentaje que han alcanzado las precipitaciones a la fecha con respecto al promedio histórico 1991-2020.

Fuente de la Información  
DGA, División de Hidrología

Los antecedentes hidrológicos, tanto pluviométricos como nivométricos, que caracterizan la zona de pronóstico, se presentan hasta el mes de agosto y se entregan en los Cuadros 1 y 2, que siguen.

Cuadro 1  
Precipitaciones al 31 de agosto (lluvia)

ESTACION	2020 mm	2021 mm	PROMEDIO mm	Superávit o Déficit %	
				2020	2021
Copiapó	0	34	18	-100	86
Vallenar	15	13	38	-62	-66
La Serena	55	20	83	-34	-77
Ovalle	70	20	96	-27	-79
Salamanca	159	33	180	-12	-82
San Felipe	135	95	175	-23	-46
Lago Peñuelas	259	113	528	-51	-79
Santiago	143	71	247	-42	-71
Rancagua	276	153	318	-13	-52
S.Fernando	431	349	536	-20	-35
Curicó	443	275	500	-11	-45
Talca	496	438	480	3	-9
Linares	671	543	660	2	-18
Parral	665	527	720	-8	-27
Chillán	647	532	804	-20	-34
Angol	720	424	887	-19	-52
Temuco	659	562	889	-26	-37

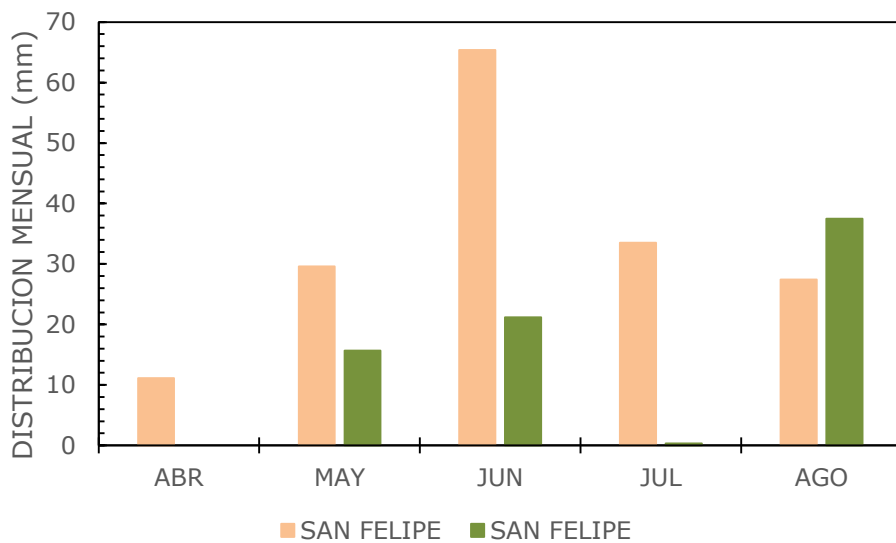
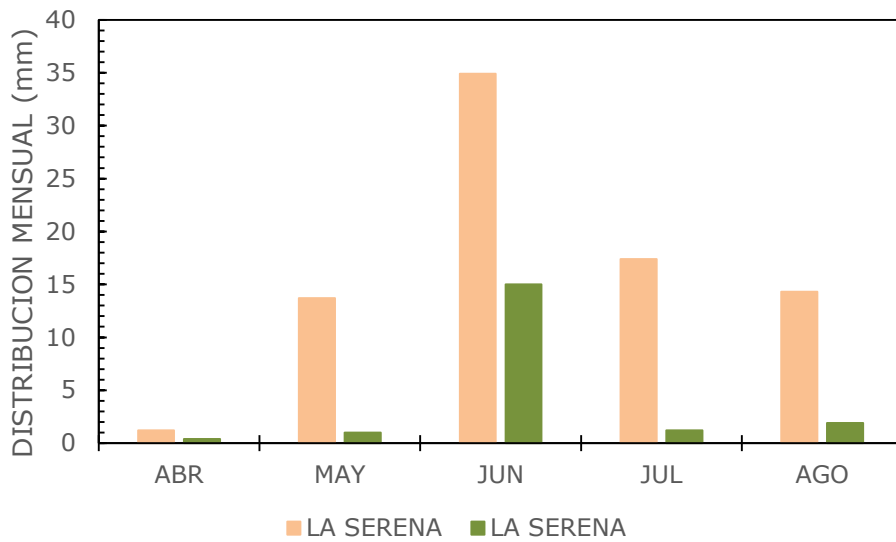
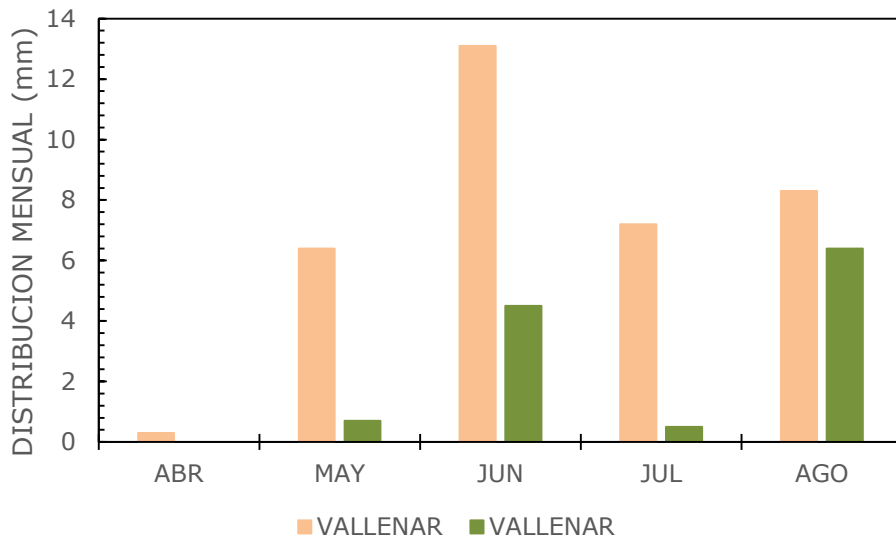
Cuadro 2  
Acumulación nival máxima de la temporada  
(milímetros equivalentes en agua)

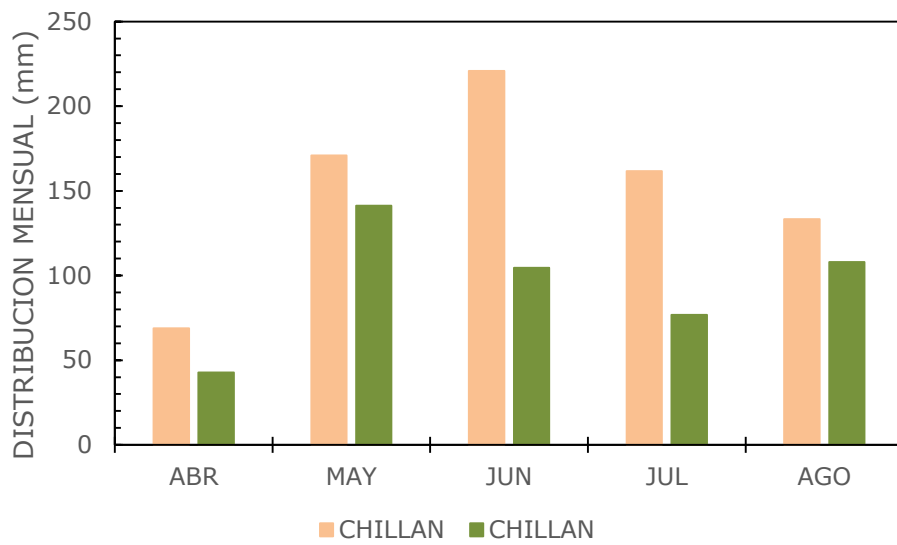
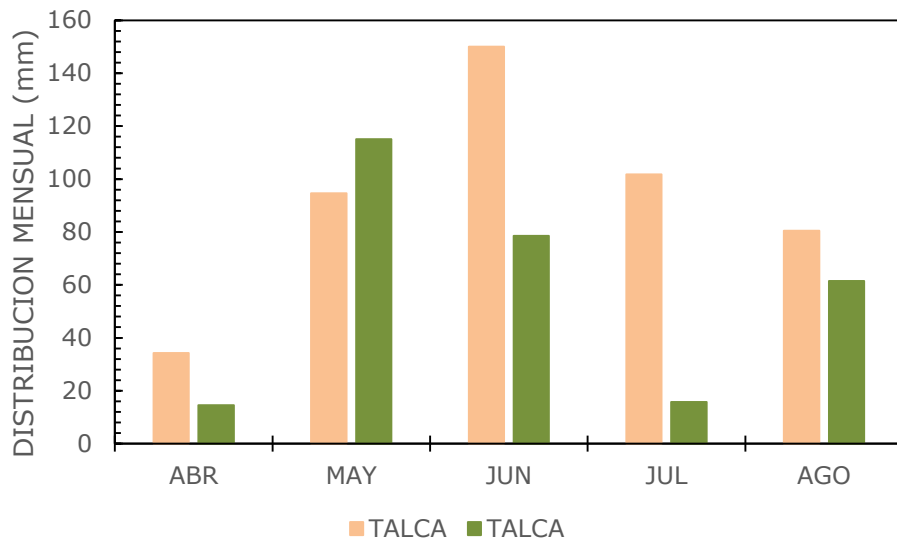
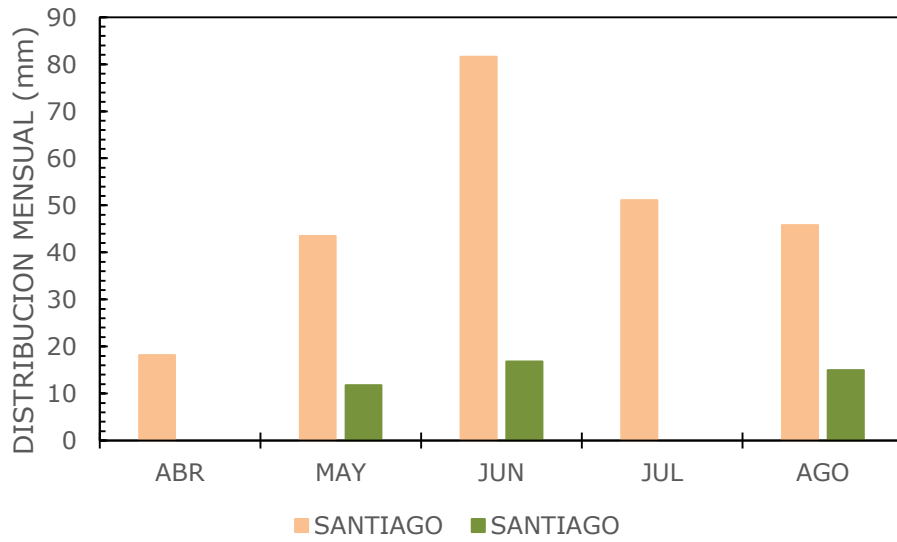
CUENCA	RUTA DE NIEVE	ACUMULACION 2020 mm	ACUMULACION 2021 (2) mm	ACUM.MAXIMA Promedio (1) mm	DEFICIT O SUPERAVIT (2)/(1) %
ELQUI	Cerro Olivares	0	0	66	-100
LIMARI	Quebrada Larga	0	0	154	-100
LIMARI	Cerro Vega Negra	162	44	381	-88
CHOAPA	El Soldado	345	67	298	-78
ACONCAGUA	Portillo	350	124	450	-72
MAIPO	Laguna Negra	300	172	477	-64
MAULE	Lo Aguirre	830	370	720	-49
ITATA	Volcán Chillán	580	297	535	-44
BIO-BIO	Alto Mallines	930	570	524	9

Las Figuras 2 y 3 que siguen, muestran las precipitaciones, tanto pluviales como nivales, registradas al 31 de agosto del presente año, en estaciones representativas de las zonas norte, centro y sur del área de pronóstico.



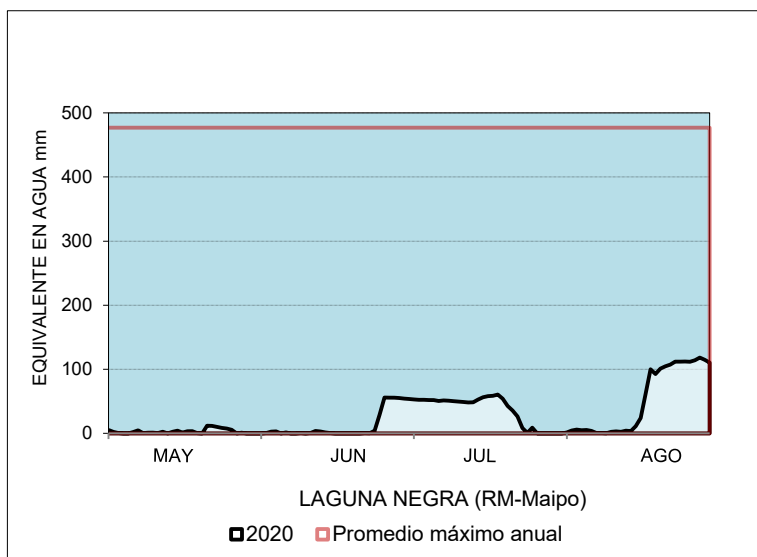
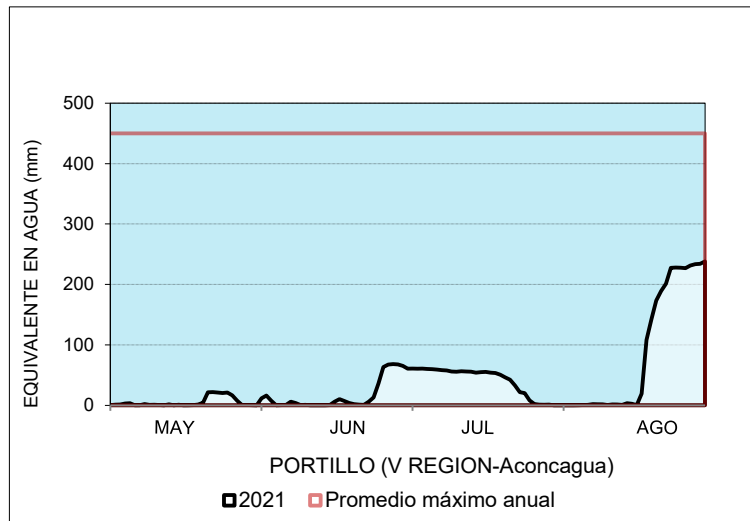
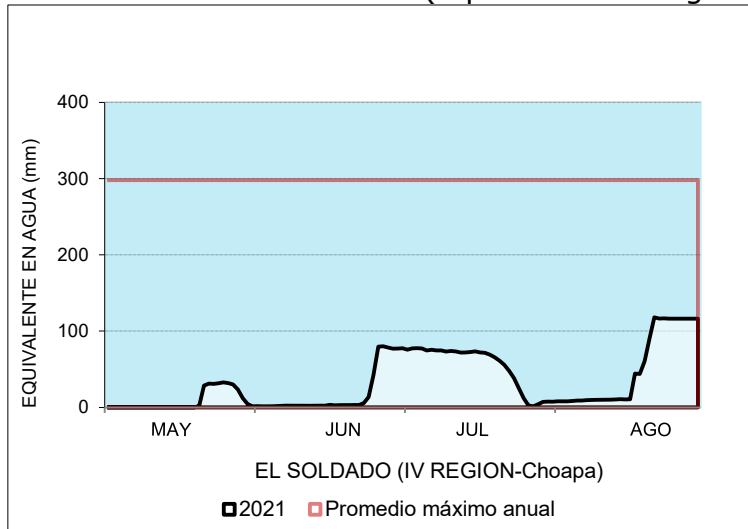
Figura 2  
Distribución temporal de las precipitaciones (mm)

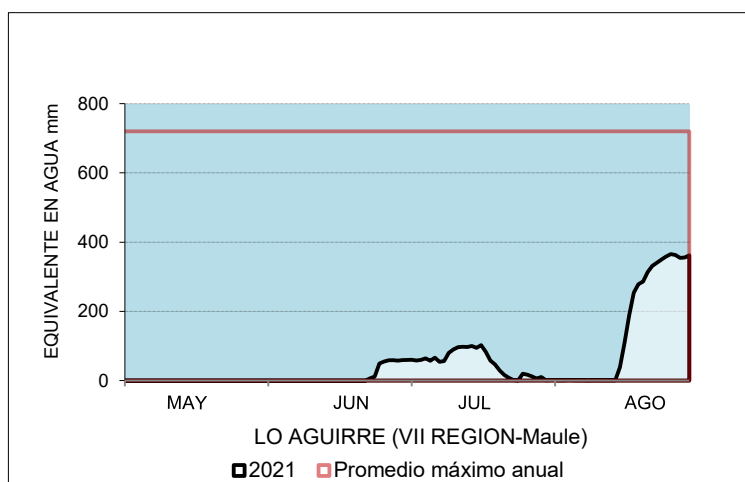




## Análisis Acumulación Nival

Figura 3 Acumulación de la nieve (Equivalente en Agua - mm)





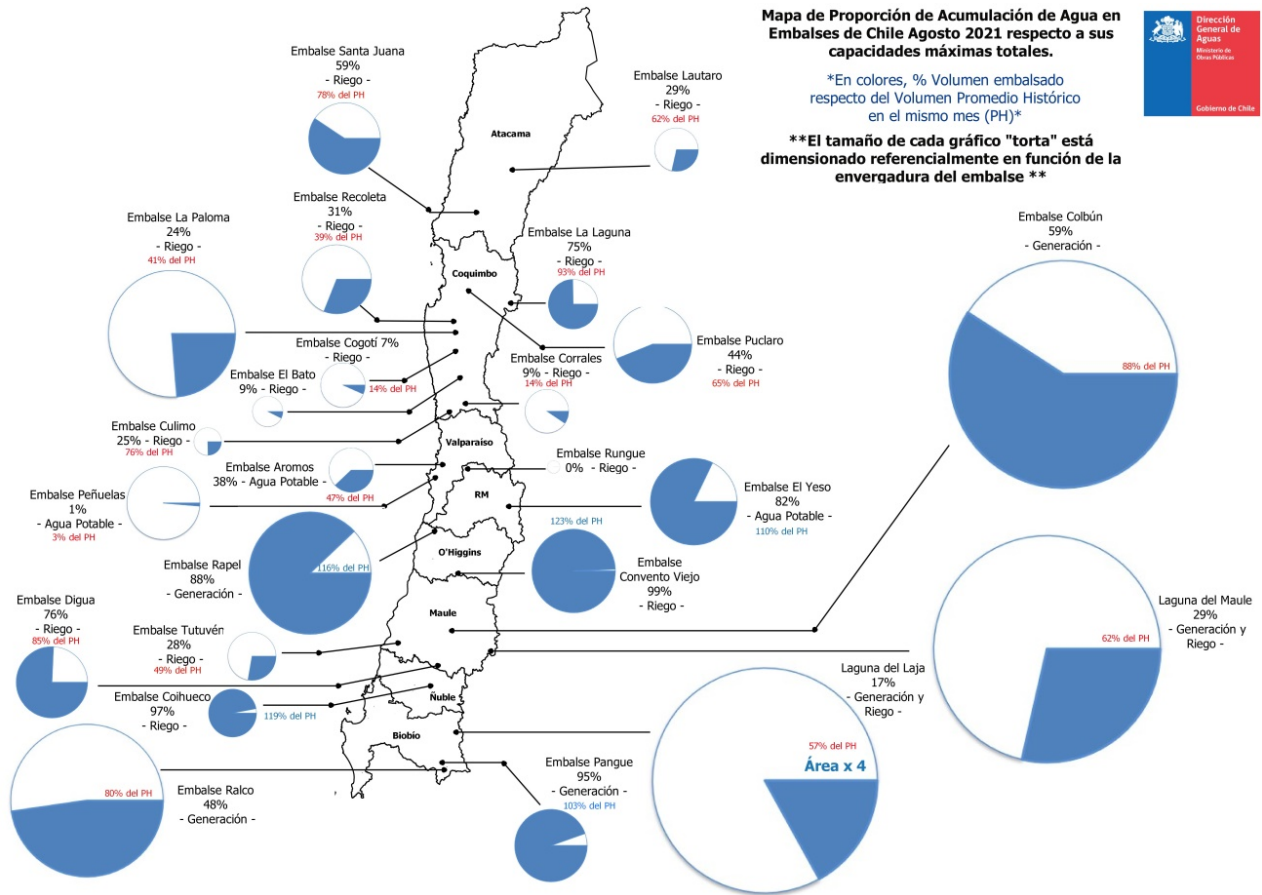
## Análisis Embalses

En el Cuadro 3 y Figura 4 se entrega la situación de los principales embalses, en cuanto al volumen del agua almacenada al 31 de agosto.

Cuadro 3  
Estado de embalses al 31 de agosto.

EMBALSE	AÑO INICIO	REGIÓN	CUENCA	CAPACIDAD Máxima	PROMEDIO AGOSTO (V1)	AL 31 DE AGOSTO		V2/V1 %	USO PRINCIPAL
						2021 (V2)	2020		
MILLONES DE METROS CUBICOS									
Lautaro	1972	III	Copiapó	26	12	7	9	62%	Riego
Santa Juana	1996	III	Huasco	166	127	99	139	78%	Riego
La Laguna	1960	IV	Elqui	38	31	28	36	93%	Riego
Puclaro	1999	IV	Elqui	209	141	92	141	65%	Riego
Recoleta	1959	IV	Limarí	100	69	27	54	39%	Riego
La Paloma	1967	IV	Limarí	748	431	178	309	41%	Riego
Cogotí	1953	IV	Limarí	150	74	65	33	88%	Riego
El Bato	2012	IV	Choapa	26	20	2	7	12%	Riego y A.P.
Corrales	2000	IV	Choapa	50	35	5	10	14%	Riego
Aromos	1995	V	Aconcagua	35	28	13	10	46%	A. Potable
Peñuelas	1944	V	Peñuelas	95	21	1	2	2%	A. Potable
El Yeso	1967	RM	Maipo	220	164	180	123	110%	A. Potable
Convento Viejo	2008	VI	Rapel	237	191	235	213	123%	Riego
Rapel	1970	VI	Rapel	695	525	611	494	116%	Generación
Colbún	1985	VII	Maule	1544	1038	913	886	88%	Generación
Lag. Maule	1958	VII	Maule	1420	654	406	271	62%	Gen. y Riego
Bullileo	1952	VII	Maule	60	54	46	60	86%	Riego
Digua	1968	VII	Maule	225	200	170	186	85%	Riego
Coihueco	1971	XVI	Ñuble	29	25	28	24	114%	Riego
Lago Laja	1930	VIII	Bío Bío	5582	1674	945	930	56%	Gen. y Riego
Ralco	2007	VIII	Bío Bío	1174	700	544	577	78%	Generación

Figura 4  
Estado de embalses a agosto 2021



En la Figura 4 se presentan los volúmenes registrados hasta agosto 2021. Se observa que los volúmenes almacenados están muy por debajo de las capacidades máximas y también son inferiores a los promedios históricos de agosto en los últimos 10 años.

## PRONÓSTICO DE CAUDALES TEMPORADA 2021 - 2022

El pronóstico ha sido elaborado para 19 cuencas comprendidas desde los ríos Copiapó y Ñuble. En el Cuadro 4 se presentan los volúmenes pronosticados para la próxima temporada de deshielo y una distribución mensual, de carácter referencial, para los meses septiembre a marzo. En la Figura 5 se muestran los caudales mensuales pronosticados y se comparan con los caudales correspondientes a diversas probabilidades de excedencia.

**Cuadro 4**  
**Pronóstico temporada (2021-2022)**  
Caudales (m<sup>3</sup>/s)

ESTACION	REGION	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Vol. mill-m <sup>3</sup>	Vol.medio mill-m <sup>3</sup>	Vol / Vol.medio (%)
		m <sup>3</sup> /s									
Copiapó en Pastillo	III	1.0	0.8	0.7	0.6	1.0	1.1	0.9	16	39	41
Huasco en Algodones	III	0.9	1.0	0.9	0.7	0.5	0.5	0.5	13	107	12
Elqui en Algarrobal	IV	1.8	2.3	1.8	1.7	1.3	1.6	1.8	32	192	16
Hurtado en San Agustín	IV	1.0	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5	0.5	12	51	23
Grande en las Ramadas	IV	0.8	0.9	0.8	0.5	0.4	0.4	0.5	11	75	15
Choapa en Cuncumén	IV	1.5	2.0	3.0	1.3	0.8	0.5	0.5	25	194	13
Putando Resguardo Patos	V	1.0	0.9	0.7	0.6	0.7	0.8	0.7	14	149	9
Aconcagua en Chacabuquito	V	10.0	16	31	29	26	20	15	386	696	55
Juncal en Juncal	V	2.7	3.5	6.5	9	9.0	8.0	6.0	116	126	92
Mapocho en los Almendros	RM	1.8	3.0	2.6	2.2	1.8	1.2	1.0	36	111	32
Maipo en el Manzano	RM	45	65	90	84	75	65	50	1246	2386	52
Colorado antes junta Maipo	RM	13	15	27	38	42	33	25	507	646	79
Cachapoal en Puente Termas	VI	35	50	75	90	77	60	40	1122	1706	66
Claro en Hacienda Las Nieves	VI	3.8	5.0	6.0	6.0	5.0	4.0	3.0	86	142	61
Tinguiririca en B. Briones	VI	20	32	57	61	55	42	25	767	1111	69
Teno despues de Junta	VII	33	40	41	27	20	12	10	481	1051	46
Claro en Los Queñes	VII	11	15	16	12	8	5	4	185	285	65
Maule en Armerillo	VII	200	230	240	160	110	85	70	2878	4046	71
Ñuble en San Fabián	XVI	100	105	90	56	30	22	17	1104	1538	72

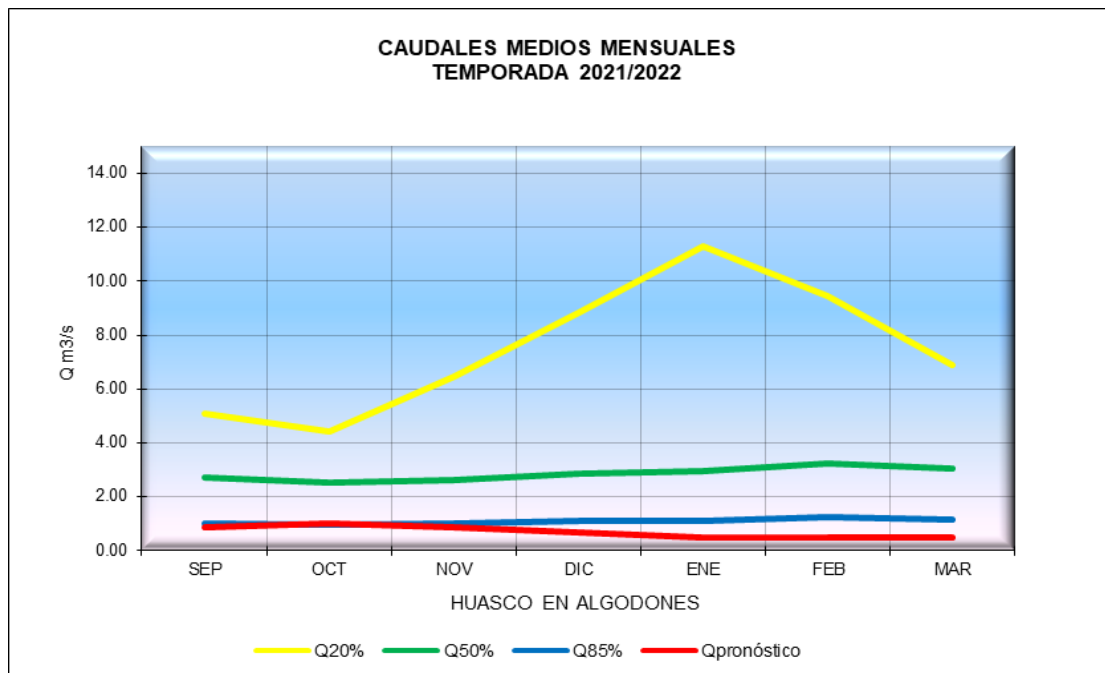
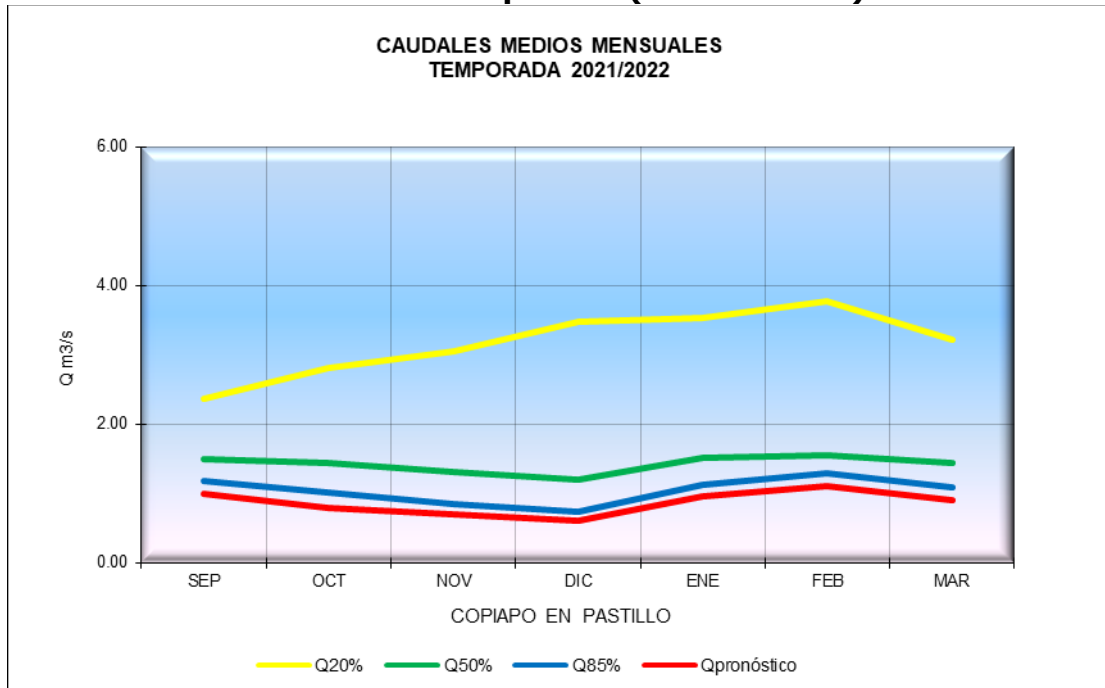
Nota:

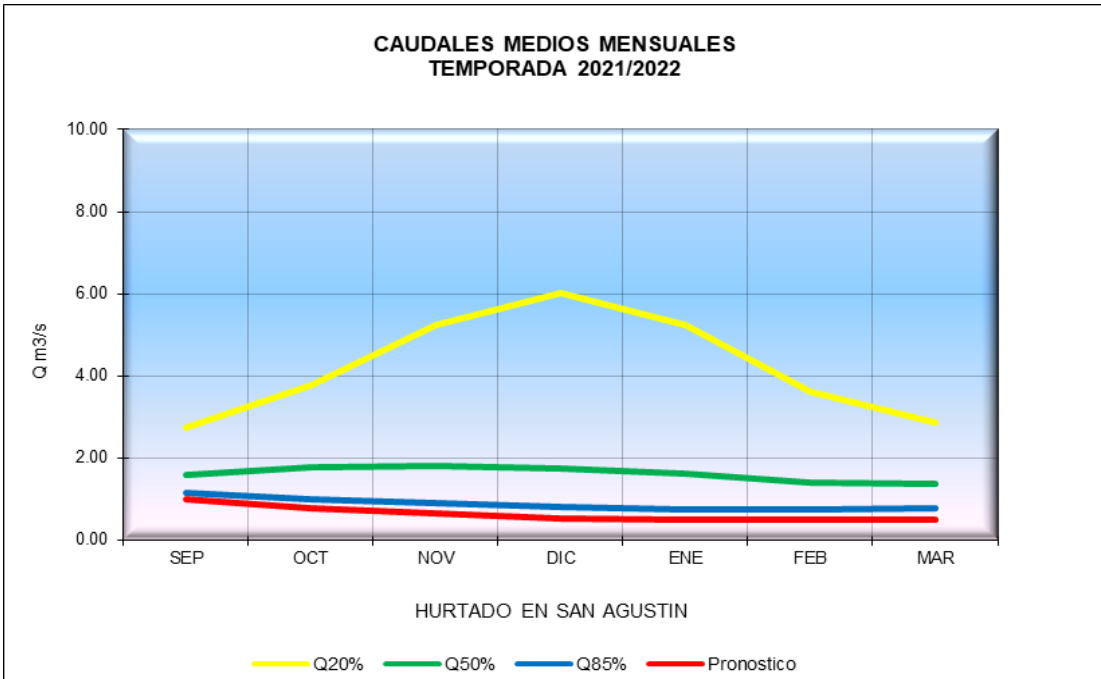
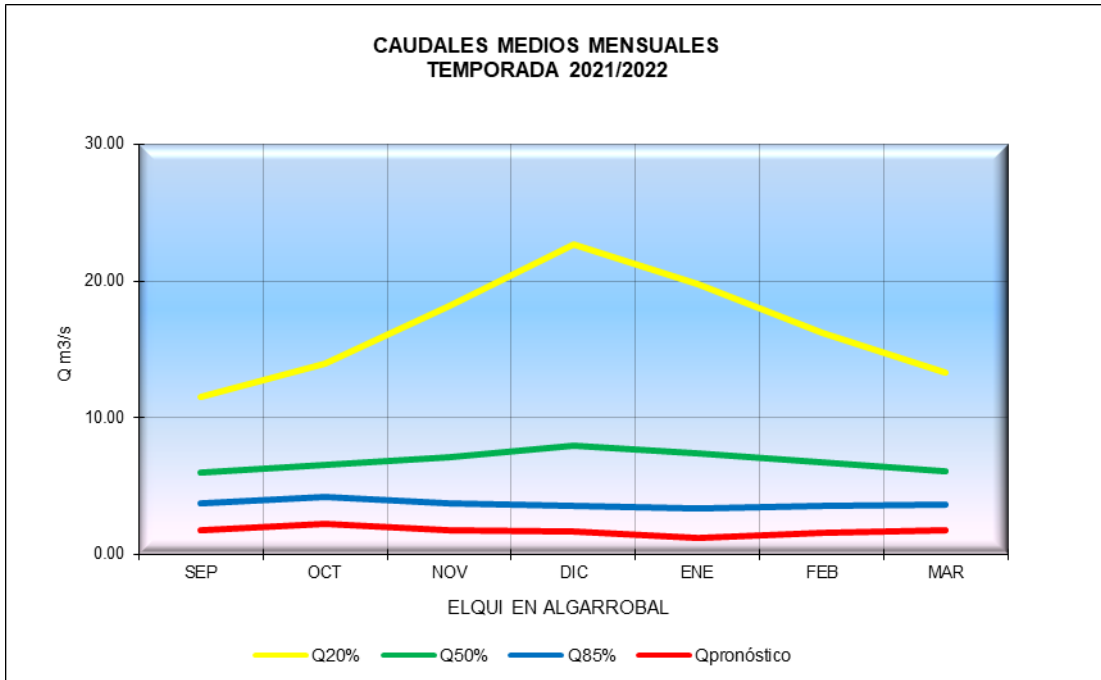
Vol.: Volumen pronosticado para la temporada Sep-Mar (mill. m<sup>3</sup>)

Vol. Med: Volumen promedio para la temporada Sep-Mar (mill. m<sup>3</sup>)

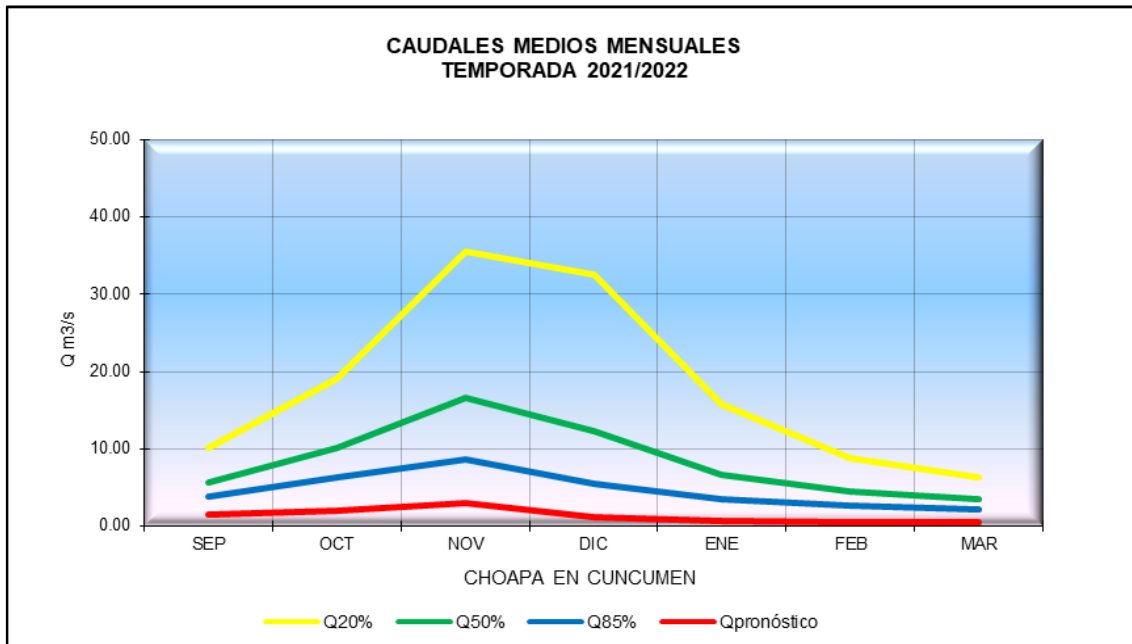
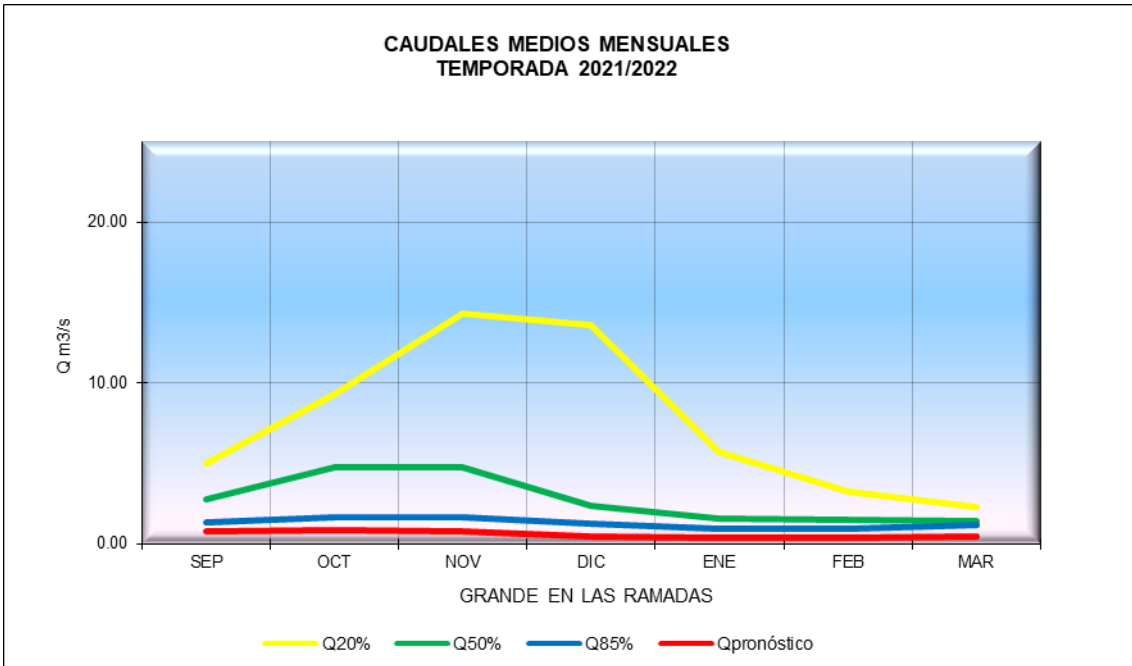
Figura 5

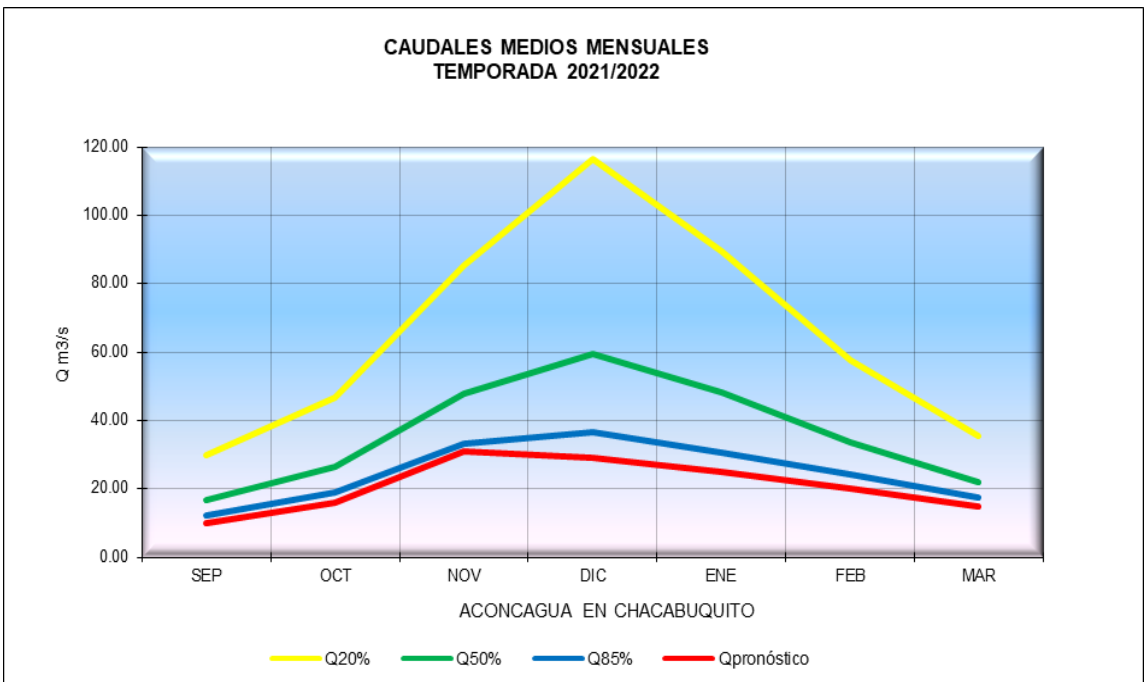
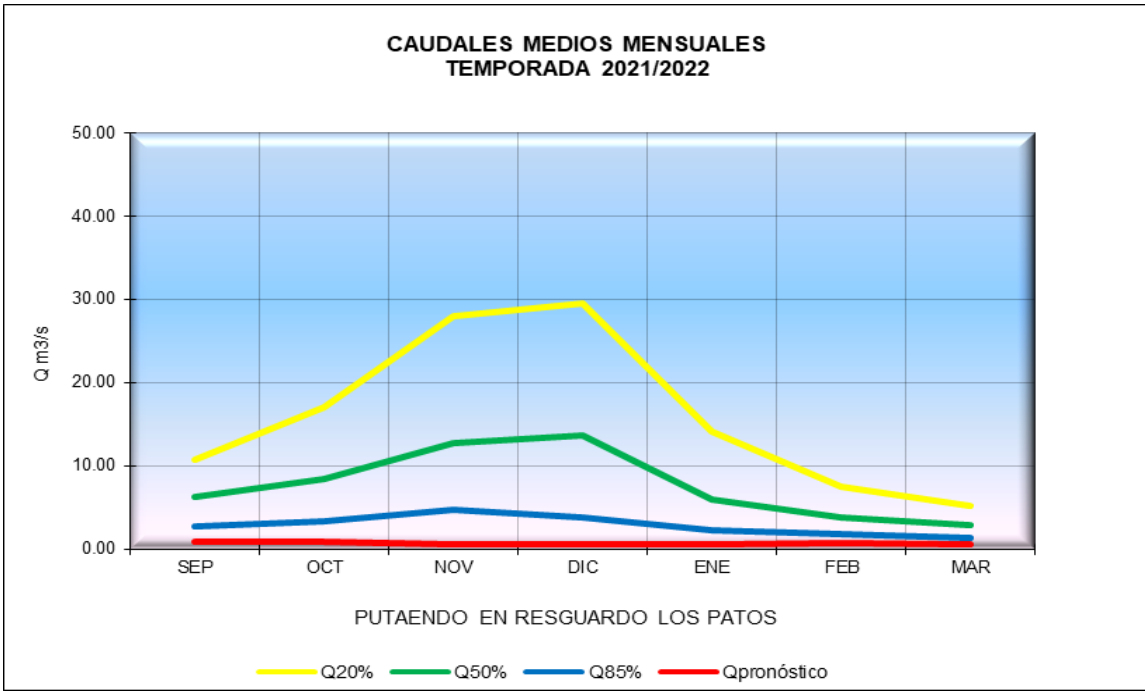
**Pronóstico temporada (2021 - 2022)**

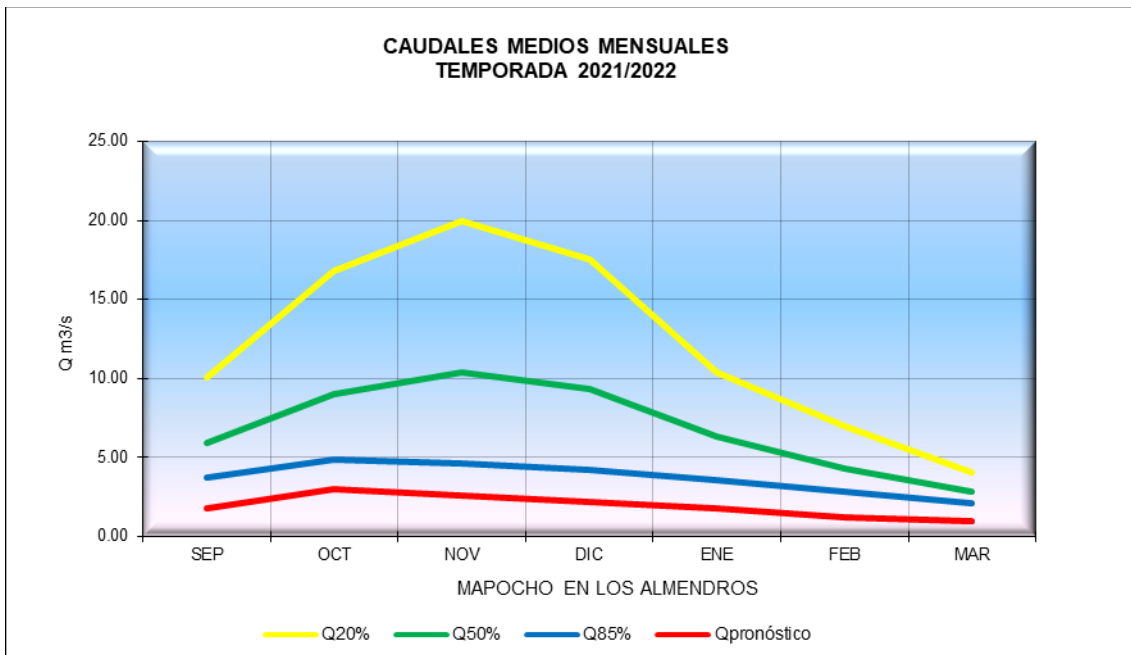
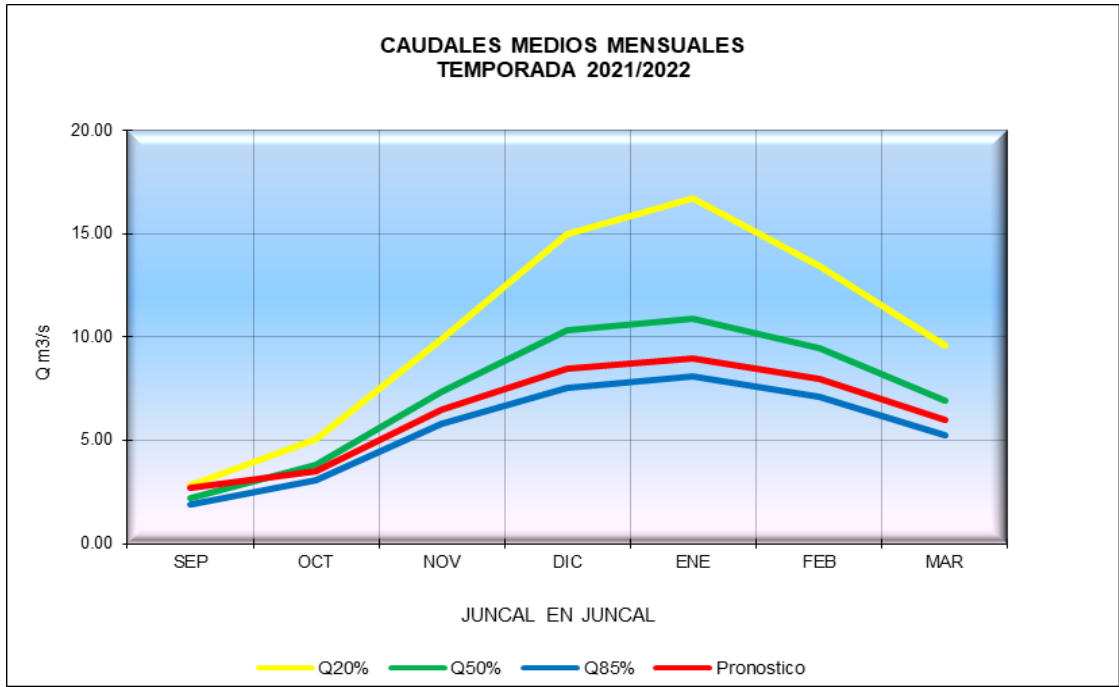


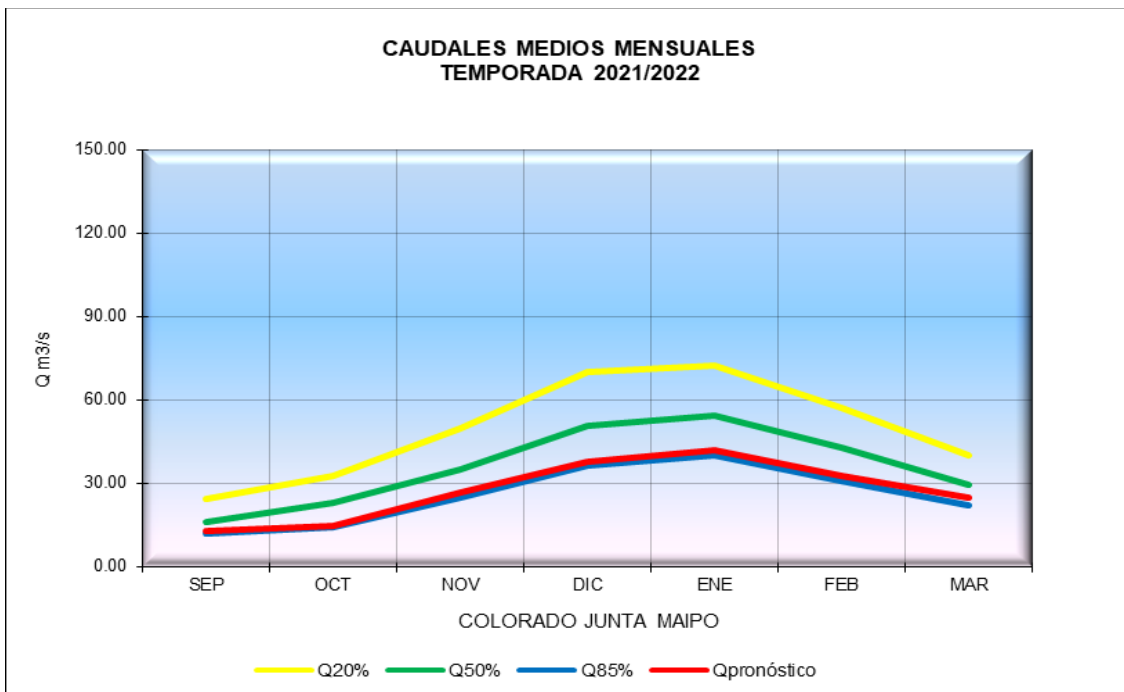
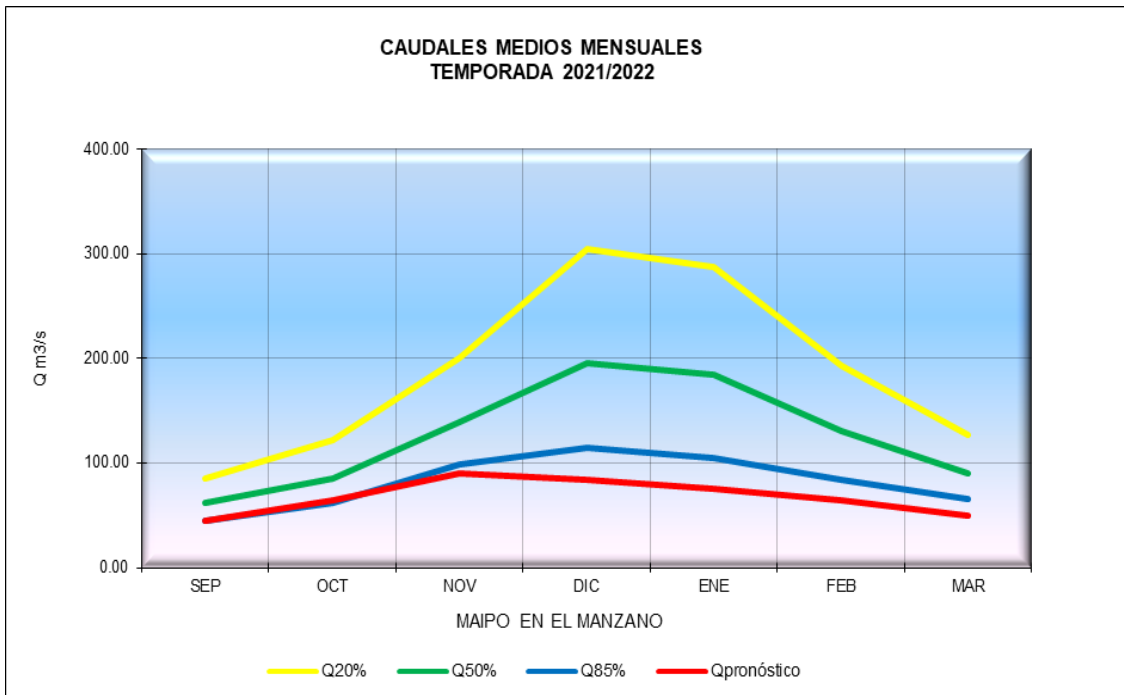


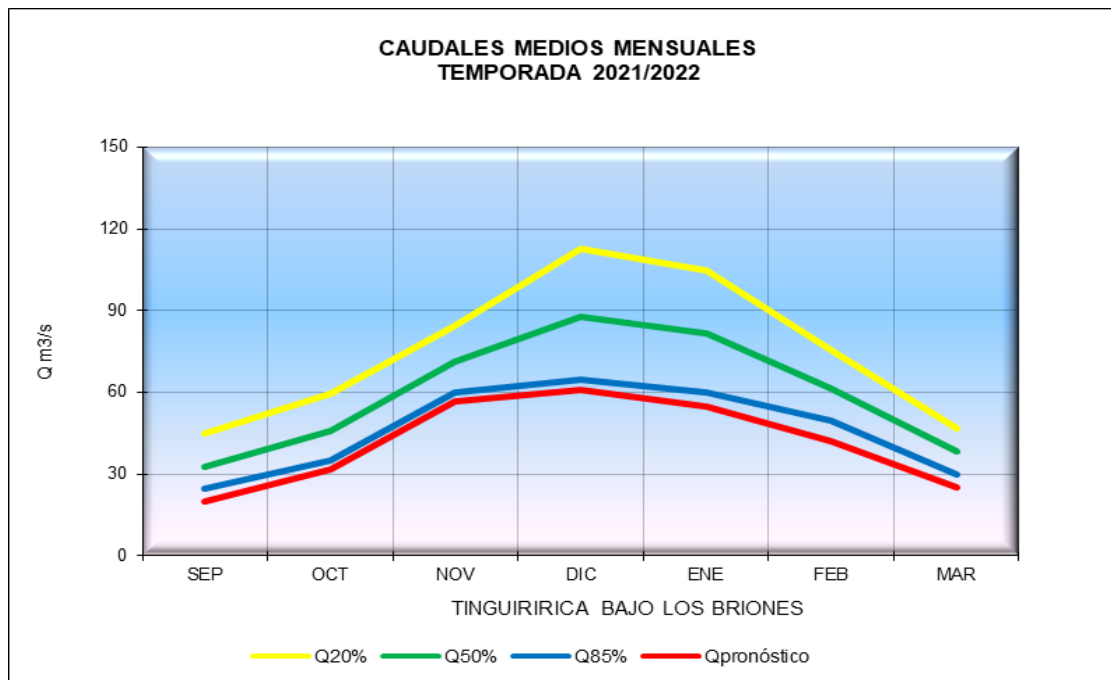
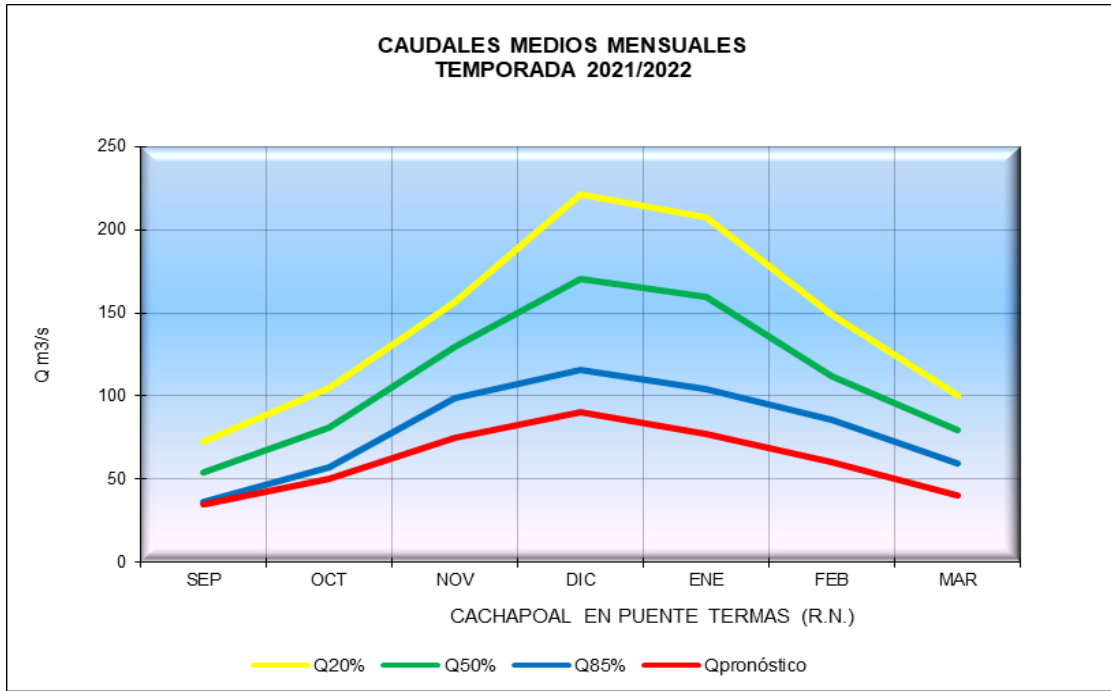


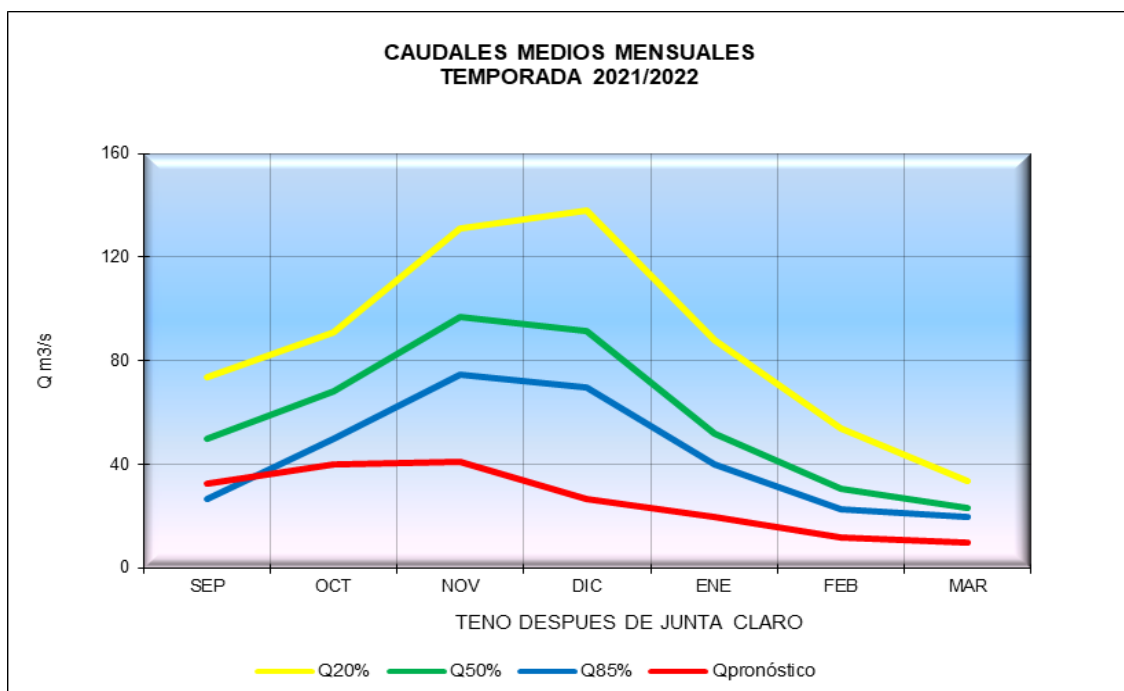
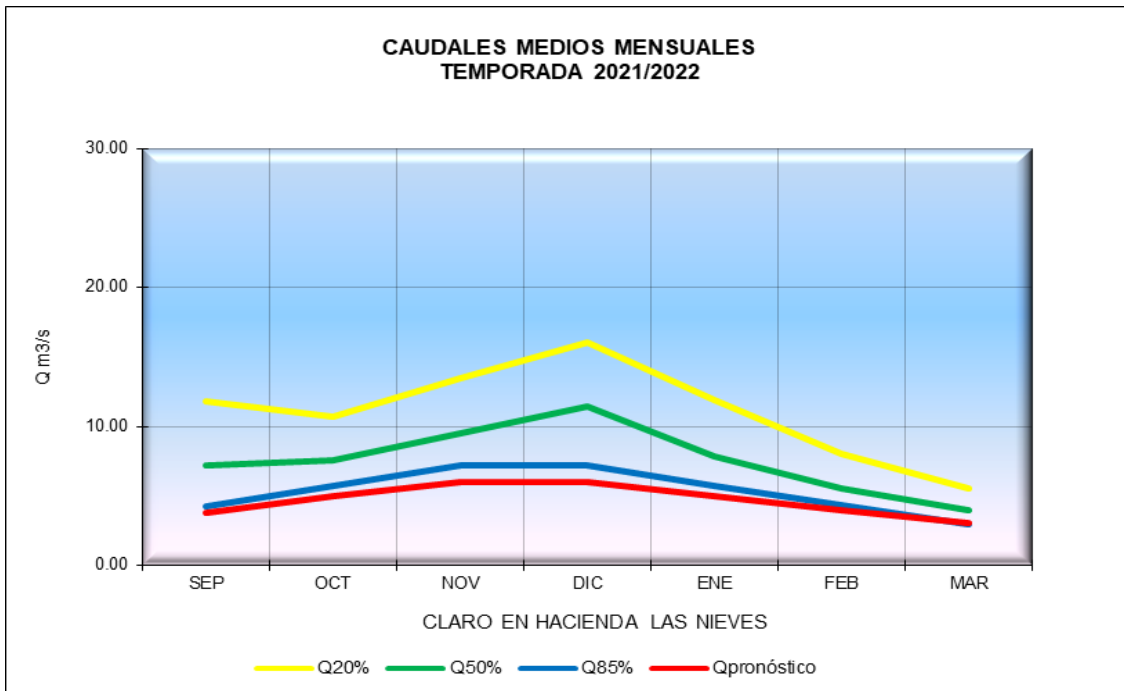


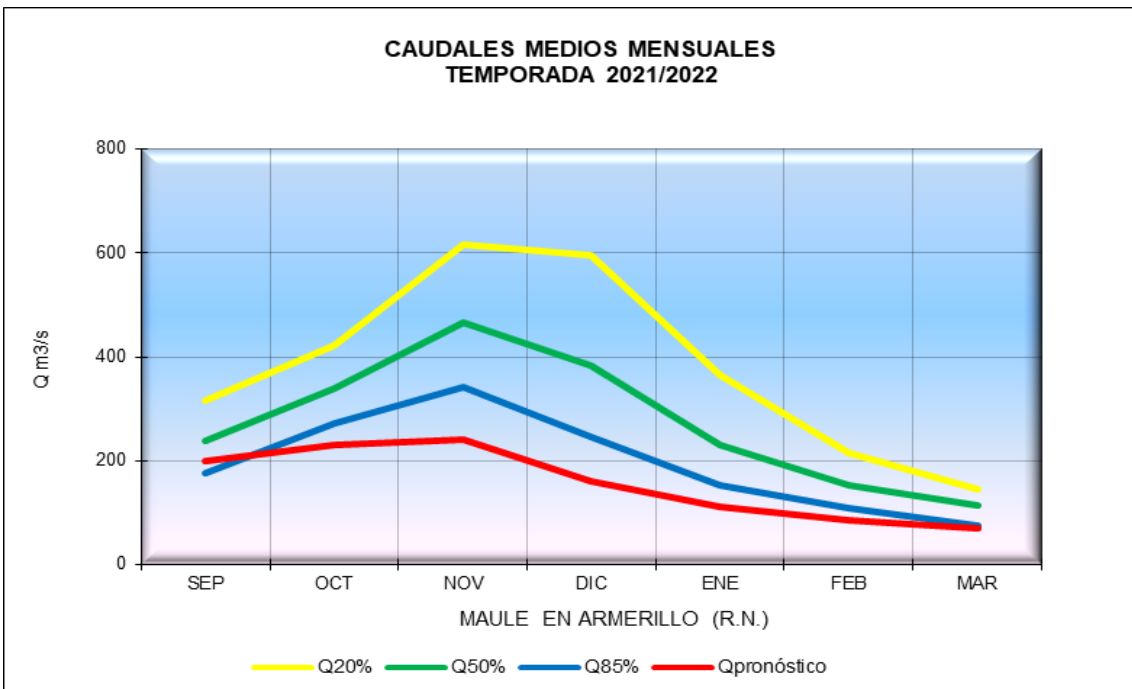
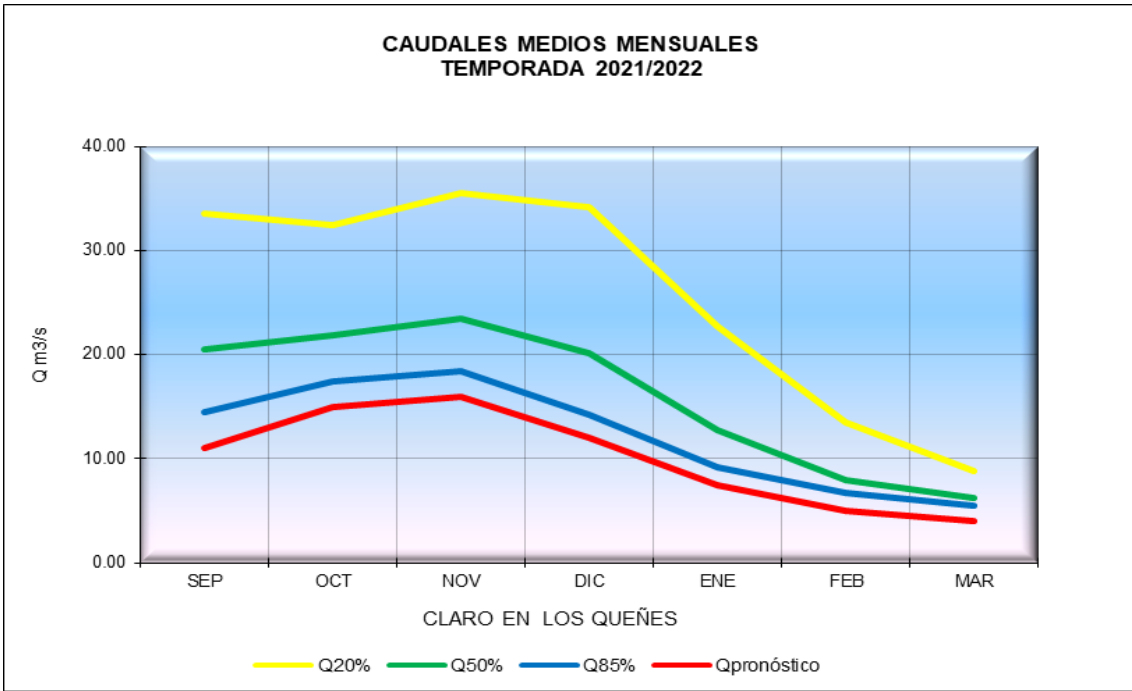


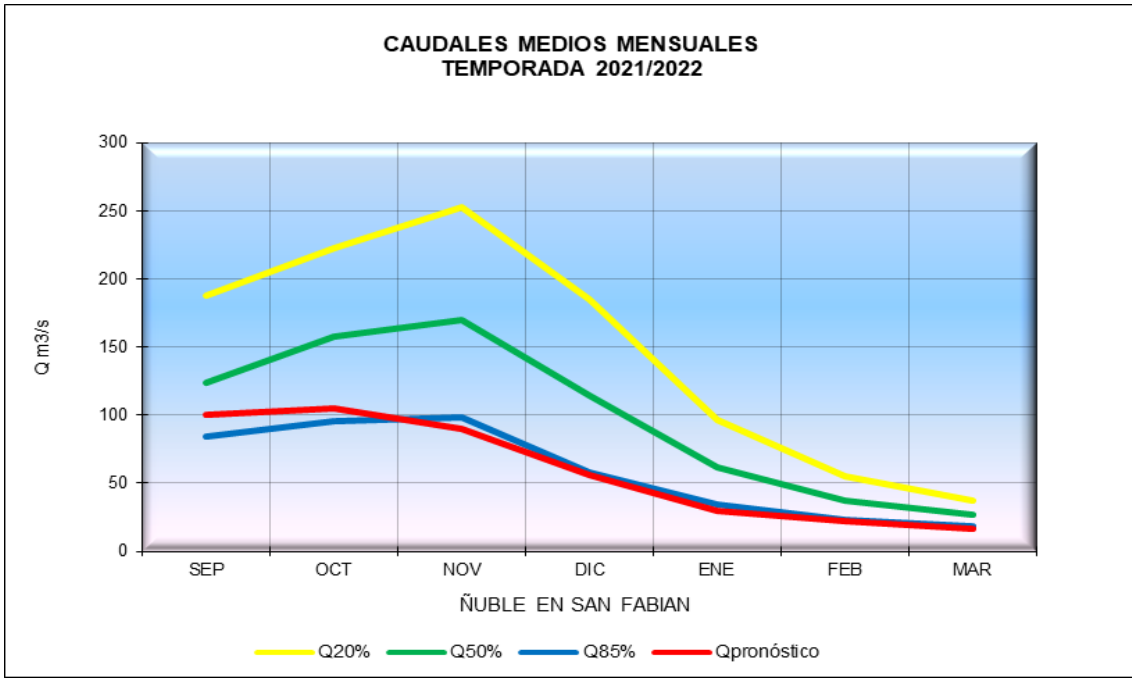














## CONCLUSIONES

Las lluvias y nieves registradas en el tramo comprendido entre la región de Atacama y del Ñuble, han permitido pronosticar los volúmenes de deshielo y los caudales medios mensuales para el período entre septiembre y marzo, indicando en general una condición deficitaria, respecto a los promedios existentes para cada estación fluviométrica y/o cuenca.

Sin perjuicio de lo anterior, en el mes de agosto se registró un importante evento que permitió una acumulación nival y pluviométrica de importancia principalmente entre las cuencas del Aconcagua y del Itata. En particular y segmentando por tramos, entre las cuencas del río Copiapó y Choapa las precipitaciones fueron esporádicas y muy por debajo de lo normal, afectando la escorrentía y volúmenes pronosticados para la temporada. Por su parte, en la cuenca del Maipo, se observó una condición muy parecida a la registrada en la temporada pasada (2020-2021), lo cual hace prever resultados similares entre septiembre 2021 y marzo 2022. En la región del Maule, la condición hídrica observada se posiciona entre los escenarios ocurridos para temporada 2019-2020 (rango inferior) y 2020-2021 (rango superior), lo cual hace pronosticar caudales y volúmenes en esos márgenes.

Los caudales registrados hasta la fecha presentan dos condiciones. La primera es la observada entre las cuencas del río Copiapó y la cuenca del río Cachapoal, donde los caudales medios mensuales se encuentran en sus mínimos históricos, especialmente los caudales observados entre las regiones de Atacama y de Coquimbo. Entre la cuenca del río Tinguiririca y la cuenca del río Itata, los caudales se encuentran por sobre los mínimos, producto de las lluvias a mediados de agosto, pero por debajo aún de sus promedios mensuales. Los caudales de arranque necesarios para el pronóstico, por su condición actual, han afectado los volúmenes proyectados para la temporada, generando caudales medios mensuales deficitarios para todo el tramo del pronóstico. Por lo mismo, no se proyectan grandes crecidas por los deshielos.

Los embalses en las regiones de Atacama y Coquimbo empiezan a mostrar los impactos de años anteriores deficitarios, pues sus registros se encuentran bajo el año 2020 y bajo sus promedios. Entre la región Metropolitana y del Ñuble, los embalses presentan una condición por sobre los volúmenes del año 2020, por ende, podrían satisfacer las demandas de la temporada venidera, dependiendo de los manejos próximos. Destaca la actual condición deficitaria en la región de Valparaíso, donde los embalses Peñuelas y Aromos, presentan reservas mínimas y equivalentes al 2% y 46% del promedio histórico de agosto respectivamente, condición que no sería completamente superada con los deshielos esperados en esta región.

De acuerdo con el escenario hidrológico que se prevé, la Dirección General de Aguas realizará, como lo ha venido haciendo regularmente, un seguimiento y actualización mensual de este pronóstico, utilizando su propia red de monitoreo y con controles especiales si fuese necesario, que se publicará regularmente en la página web de la DGA.



[www.dga.cl](http://www.dga.cl)