



# **PRONÓSTICO DE CAUDALES DE DESHIELO**

## **TEMPORADA DE RIEGO 2020-2021**

REALIZADO POR:  
DIVISIÓN DE HIDROLOGÍA

**S.D.T. N° 428**

Santiago, Septiembre 2020

## ÍNDICE

PRESENTACIÓN	3
BASES DEL PRONÓSTICO	4
SITUACIÓN GENERAL	5
Precipitaciones	6
Embalses	13
PRONÓSTICO	22
CONCLUSIONES	29

## **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 2020 y marzo del próximo año, correspondiente a la temporada de riego agrícola y se orienta a dejar disponible la información que necesitan los usuarios para el desarrollo de sus actividades y una mejor gestión de los recursos hídricos.
- El documento entrega el pronóstico del volumen de los caudales para la presente temporada de deshielo y un análisis comparativo respecto a los promedios históricos. En términos metodológicos, la distribución mensual de caudales medios puede tener fluctuaciones considerables en la medida que haya un comportamiento irregular durante el período de las variables meteorológicas (precipitaciones, temperatura, radiación y nubosidad).
- El pronóstico corresponde exclusivamente para las cuencas individualizadas en el Informe. Por lo tanto, los resultados no son extensivos y tampoco pueden ser proyectados a cuencas más pequeñas, intermedias o de secano que presenten condiciones hidrológicas diferentes. Para estos casos, se requieren análisis particulares, al igual que para caudales diarios.
- Se consideran como variables independientes los datos registrados hasta el mes de agosto y, para la temporada primavera-verano (septiembre a marzo) se usa como supuesto el promedio histórico de precipitaciones. Por lo tanto, los caudales pronosticados podrían diferir si el registro real de precipitaciones resulta ser muy diferente a lo proyectado.
- La información de nieves proviene de nueve estaciones de las quince que actualmente posee la DGA, que son aquellas que 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 (Monterrosa<sup>1</sup>).
- El margen de error se relaciona con la calidad y cantidad de antecedentes disponibles y las características hidrológicas de cada cuenca. En términos generales, los errores aceptables desde un punto de vista práctico se estiman en aproximadamente 20%.
- 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.

---

<sup>1</sup> Técnica de medición.

## SITUACION HIDROLÓGICA ACTUAL

### **Análisis General**

En síntesis, la situación hidrológica de Chile es mejor en comparación a la temporada 2019-2020, pero menor a los promedios históricos (1981-2010) y no hay antecedentes que permitan pronosticar el término de la sequía en el corto y mediano plazo.

En términos generales, el país presenta dos condiciones. Entre las regiones de Atacama y Metropolitana se registró un alto déficit (entre el 50 y 100%) tanto en las precipitaciones como en la acumulación de nieve y, como efecto, los caudales se encuentran cerca o por debajo de los mínimos históricos.

En paralelo, entre las regiones de O'Higgins y Ñuble el déficit de precipitaciones es menor (20%) y los registros de acumulación de nieve son similares a los niveles históricos y los caudales experimentan una mejoría respecto a la temporada pasada, pero siguen bajo sus promedios históricos.

Respecto a la acumulación de agua, hay que poner atención en el alto déficit (29%) de las lagunas del Maule y Laja, consideradas importantes reservas para el país.

También requiere seguimiento la Región de Valparaíso. Hasta agosto, el caudal del río Aconcagua, presentó registros inferiores a su mínimo histórico (temporada 1968-1969) y los embalses presentan un déficit importante respecto a sus promedios.

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 dos condiciones particulares. La primera, entre la Región de Atacama y la Metropolitana, donde las lluvias están muy por debajo de sus promedios, entregando déficits importantes que fluctúan entre 100% y 50%. La segunda, en el tramo comprendido entre la Región de O'Higgins y del Ñuble, donde los montos, aunque bajo sus promedios, muestran una situación mejor, con déficits cercanos al 20%.

La tendencia de la acumulación de nieve es similar a la presentada por las lluvias. Se registran déficits cercanos al 50% desde el norte a la Región Metropolitana y la situación mejora de la Región de O'Higgins hacia el sur, con volúmenes de nieve cercanos o similares a los niveles históricos.

## 2. Caudales

Como consecuencia de la temporada 2019-2020 y de los déficits importantes de precipitaciones, entre la zona norte y la Región Metropolitana los caudales son cercanos a sus mínimos históricos o por debajo de ellos. Un caso puntual es el río Aconcagua, donde los caudales registrados hasta agosto en la estación fluviométrica Río Aconcagua en Chacabuquito, son inferiores a los registrados en la temporada 1968-1969 (mínimos históricos).

En cambio, gracias a las lluvias de julio y agosto, los caudales entre las regiones de O'Higgins y Ñuble muestran una leve mejoría, aunque aún son inferiores a sus promedios.

En términos generales, para las cuencas de este pronóstico, se da una condición de inicio baja que influirá directamente en un menor volumen para los meses de septiembre a marzo, debido a la recesión arrastrada desde la temporada pasada.

## 3. Embalses

Las reservas que generan mayor preocupación considerando la condición observada y el pronóstico elaborado, son los embalses situados en la Región de Valparaíso. Los volúmenes estimados para la temporada hacen pensar en una condición futura, a pesar de los deshielos esperados, similar a la registrada hasta ahora (agosto 2019 a marzo 2020).

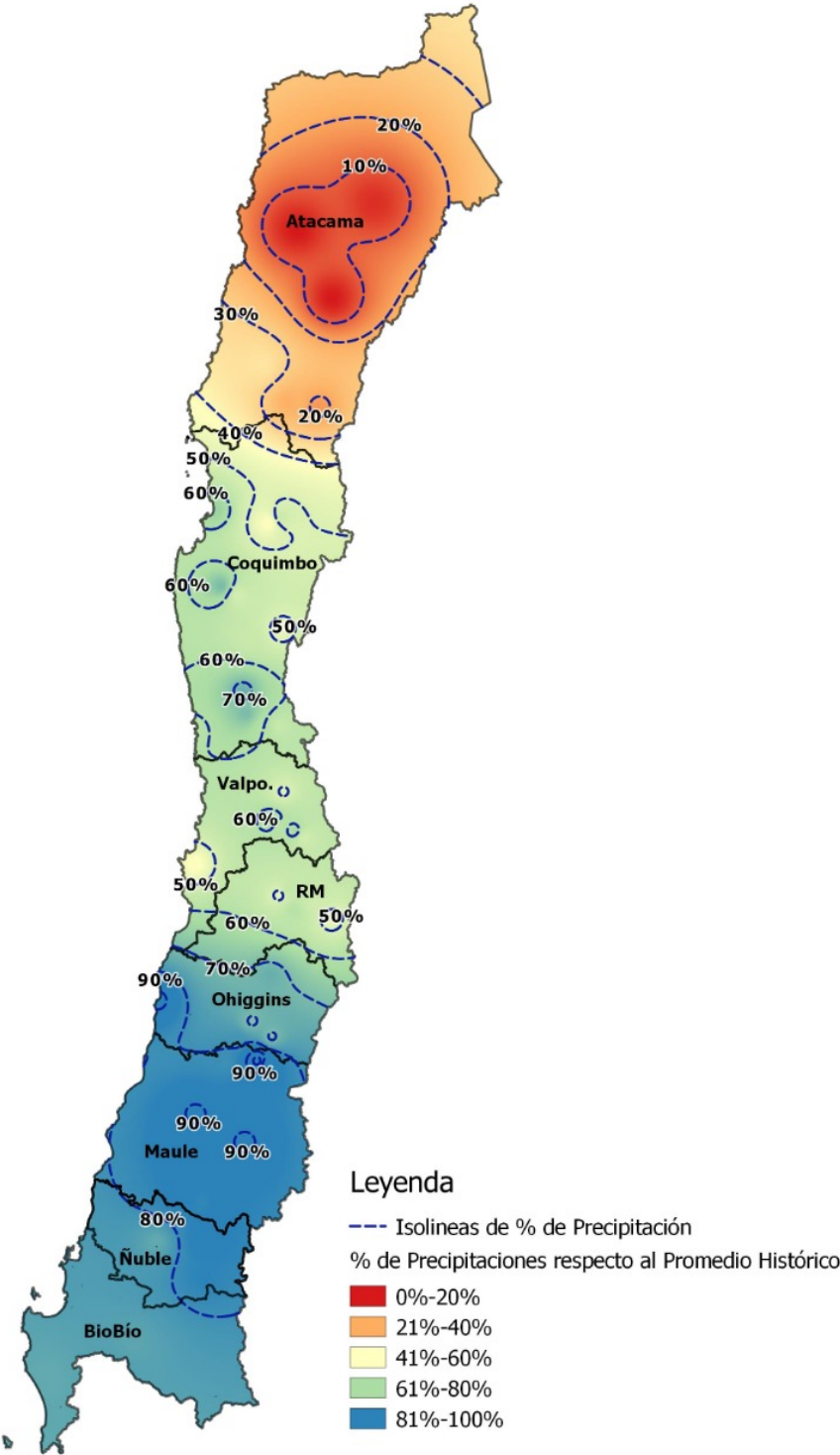
Para el resto del país, se observa una mejor condición para todo tipo de embalse, considerando la condición actual y los volúmenes pronosticados.

También, es importante destacar los déficits en dos grandes reservas del país, Laguna del Maule y Laguna del Laja, donde los volúmenes almacenados son bajos. En ambos casos, una mejora en la disponibilidad de recursos dependerá directamente de un manejo sustentable de cara al mediano y largo plazo y del registro de precipitaciones y acumulación de nieve que se den en los años futuros.

### Análisis Precipitaciones

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

Figura 1  
Isolíneas



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	2019 mm	2020 mm	PROMEDIO mm	Superávit o Déficit %	
				2019	2020
Copiapó	0	0	19	-100	-100
Vallenar	0	15	42	-100	-65
La Serena	11	55	85	-87	-35
Ovalle	9	70	100	-92	-30
Salamanca	22	159	228	-90	-30
San Felipe	38	135	210	-82	-36
Lago Peñuelas	145	259	626	-77	-59
Santiago	70	143	298	-77	-52
Rancagua	83	276	376	-78	-27
S.Fernando	182	431	622	-71	-31
Curicó	187	443	554	-66	-20
Talca	258	496	539	-52	-8
Linares	413	671	742	-44	-10
Parral	439	665	787	-44	-16
Chillán	578	647	875	-34	-26
Angol	641	720	933	-31	-23
Temuco	609	659	945	-36	-30

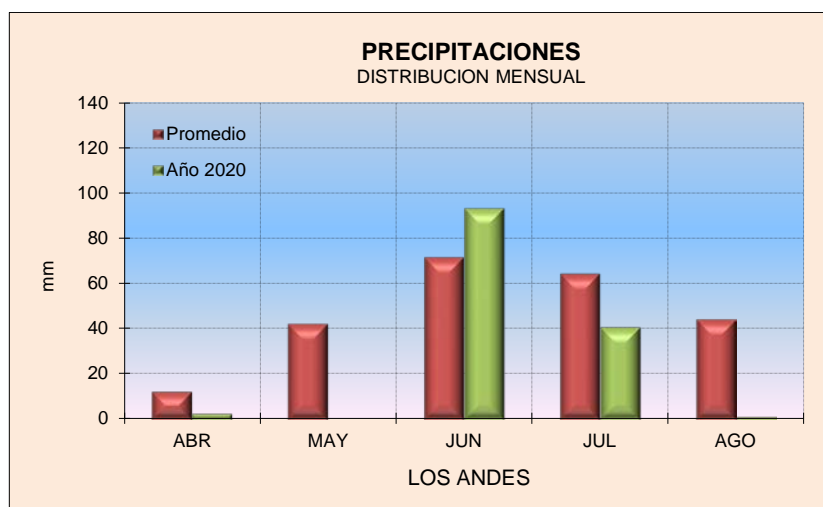
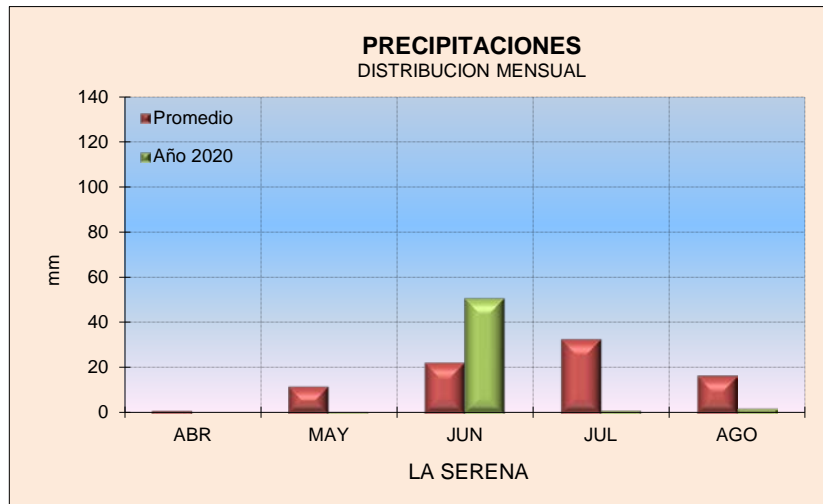
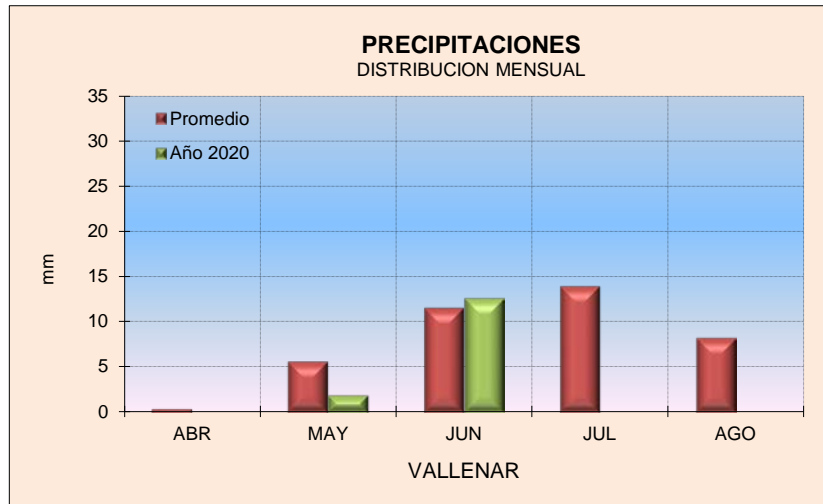
Cuadro 2  
Acumulación nival máxima de la temporada  
(milímetros equivalentes en agua)

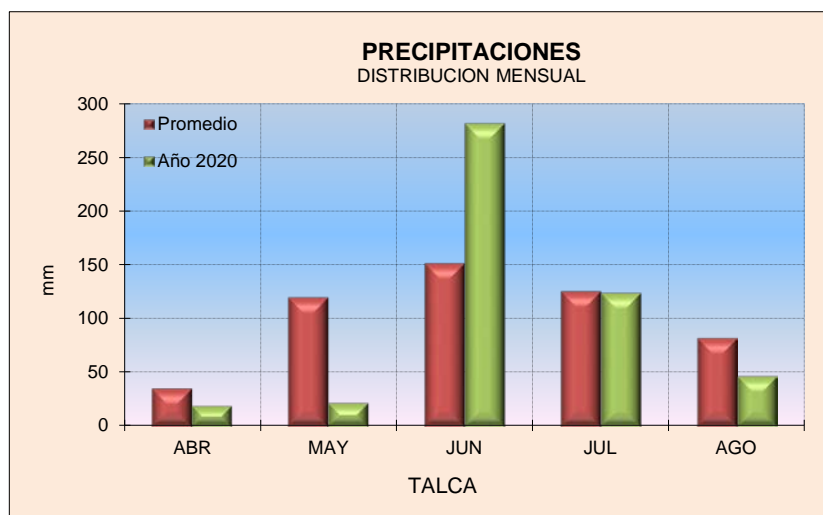
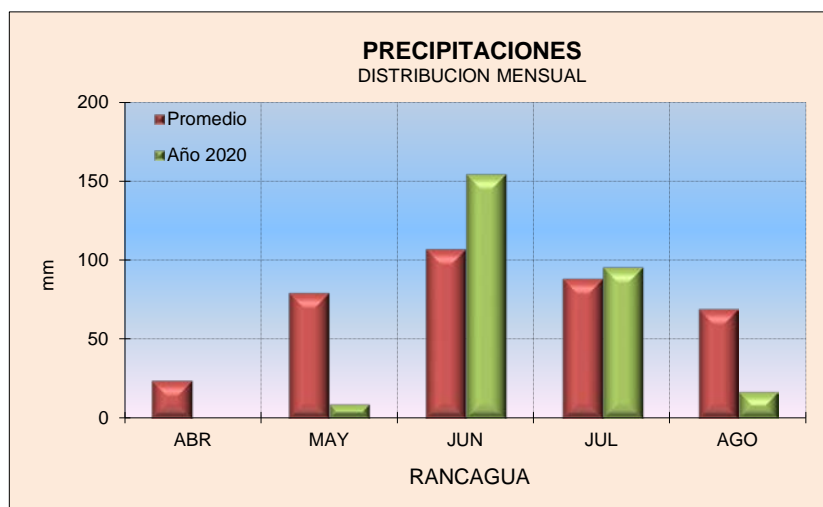
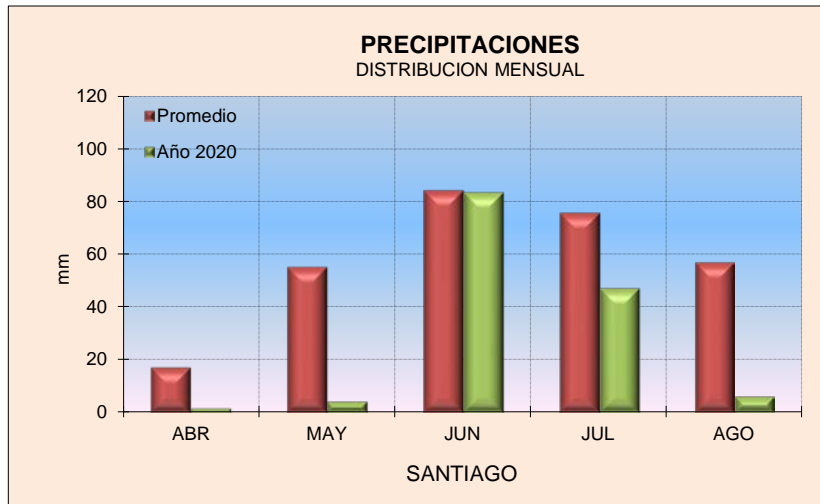
CUENCA	RUTA DE NIEVE	ACUMULACION	ACUMULACION	ACUM.MAXIMA	DEFICIT O SUPERAVIT (2)/(1) %
		2019 mm	2020 (2) mm	Promedio (1) mm	
ELQUI	Cerro Olivares	0	0	125	-100
LIMARI	Quebrada Larga	50	0	251	-100
LIMARI	Cerro Vega Negra	30	162	515	-69
CHOAPA	El Soldado	100	345	428	-19
ACONCAGU	Portillo	80	350	595	-41
MAIPO	Laguna Negra	180	300	533	-44
MAULE	Lo Aguirre	380	830	875	-5
ITATA	Volcán Chillán	210	580	653	-11
BIO-BIO	Alto Mallines	600	930	758	23

Las figuras 2 y 3 muestran las precipitaciones, tanto pluviales como nivales, registradas al 31 de agosto de 2020 en estaciones representativas de las zonas norte, centro y sur, comprendidas dentro del territorio en el cual se aplica este pronóstico.



Figura 2  
Distribución temporal de las precipitaciones (mm)





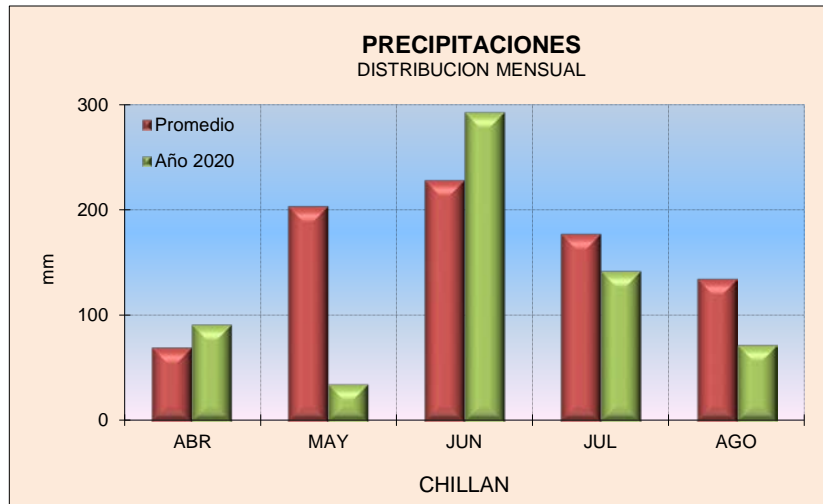
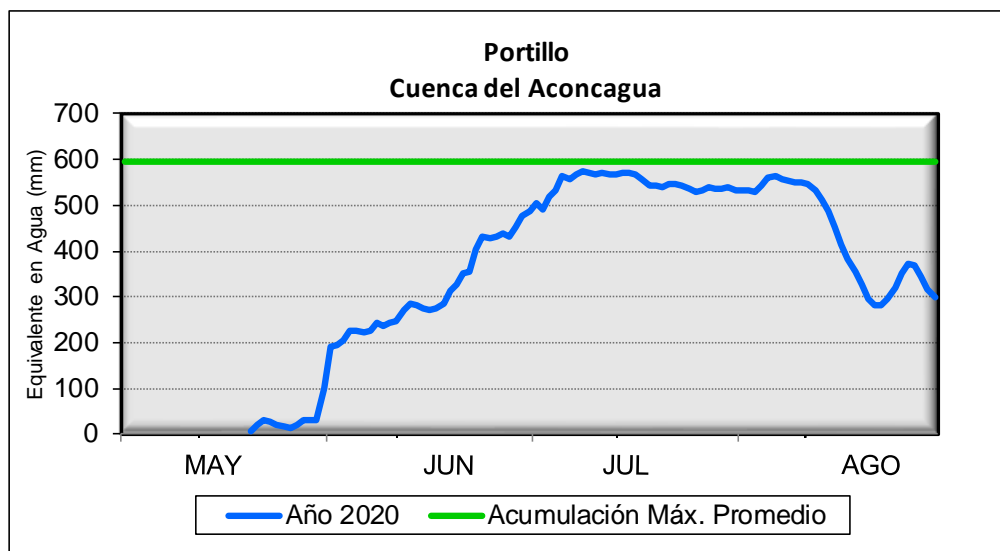
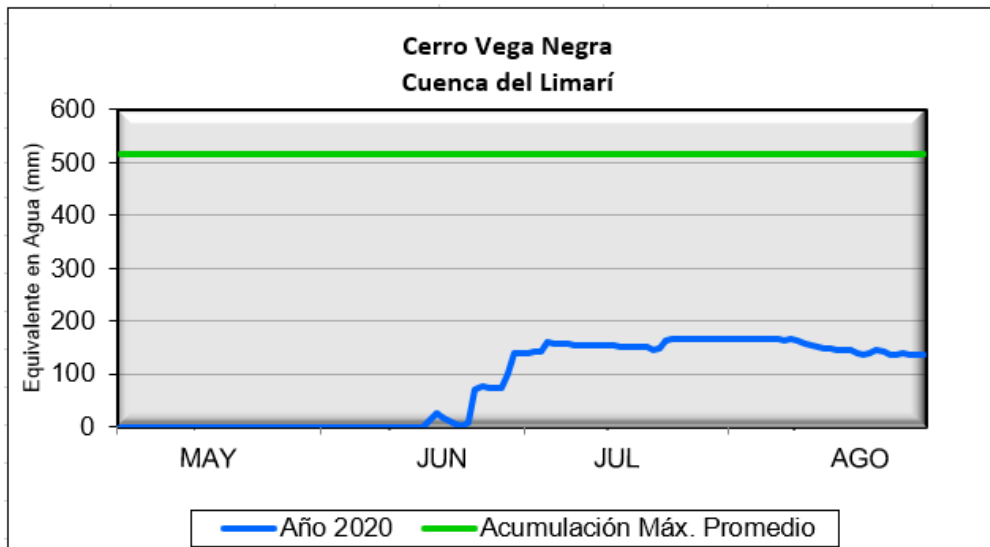
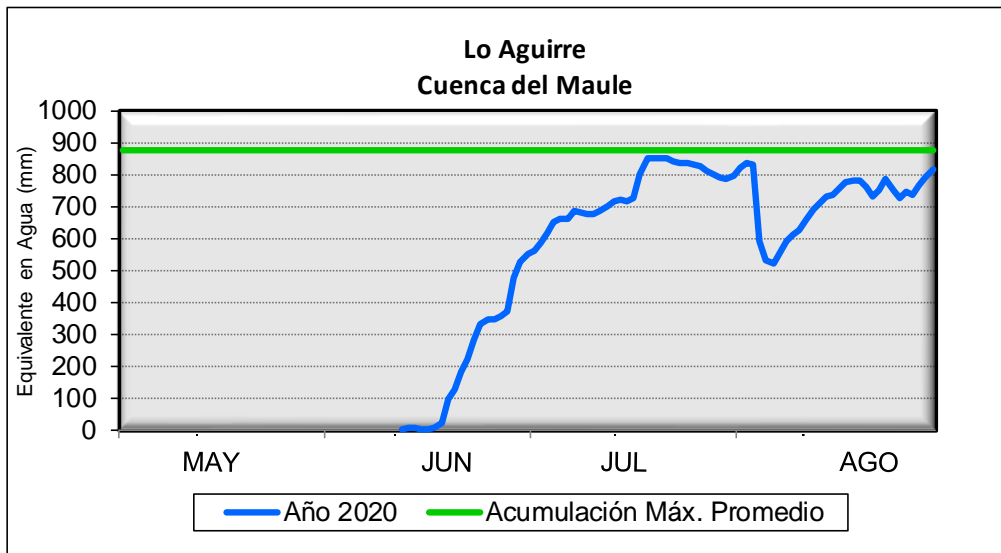
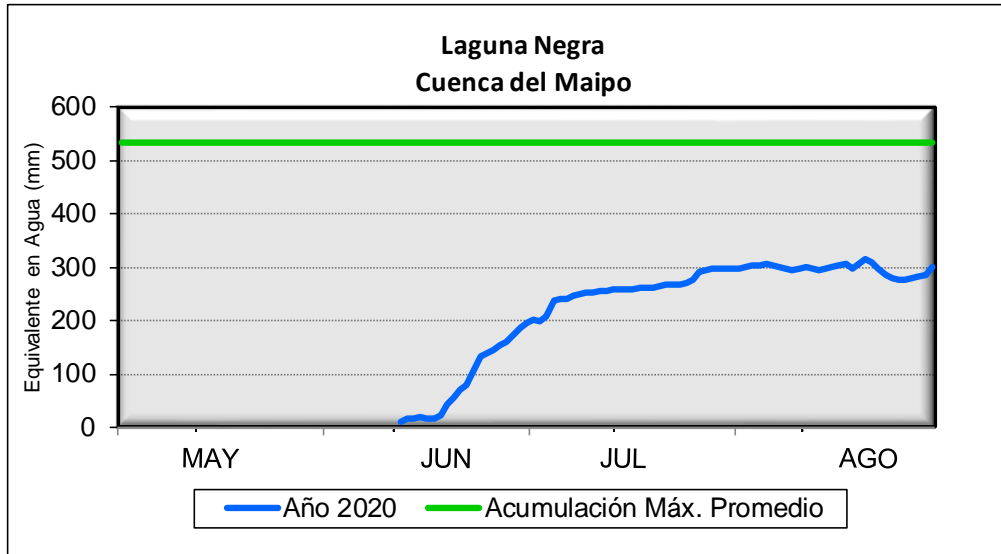


Figura 3  
Acumulación de la nieve  
(mm. equivalente en agua)





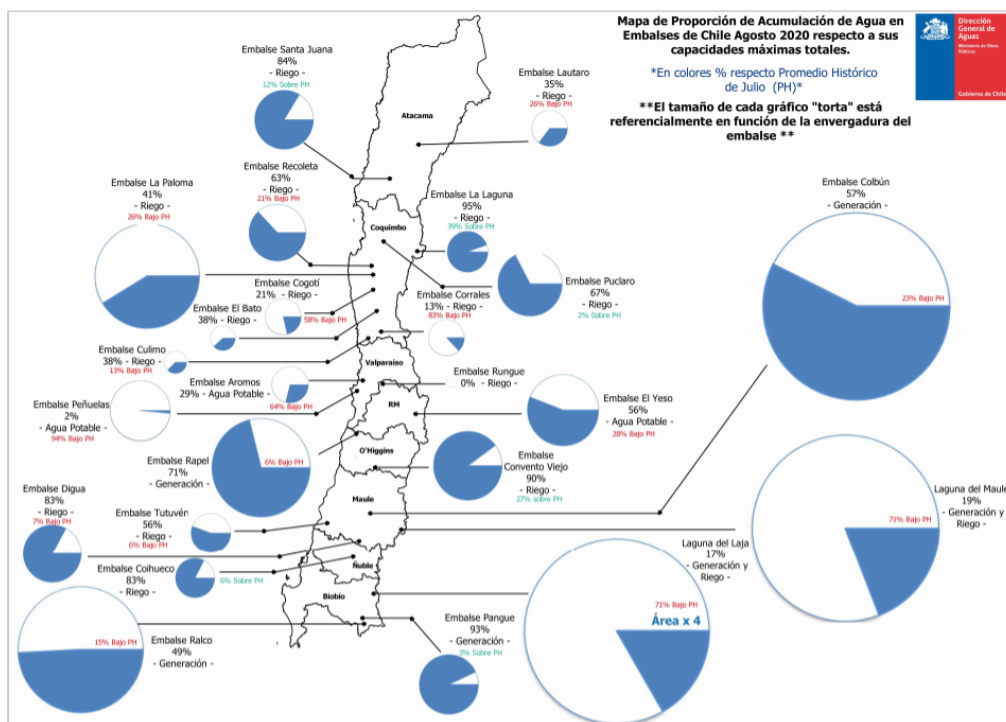
## Análisis Embalses

En el Cuadro 3 y en la 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

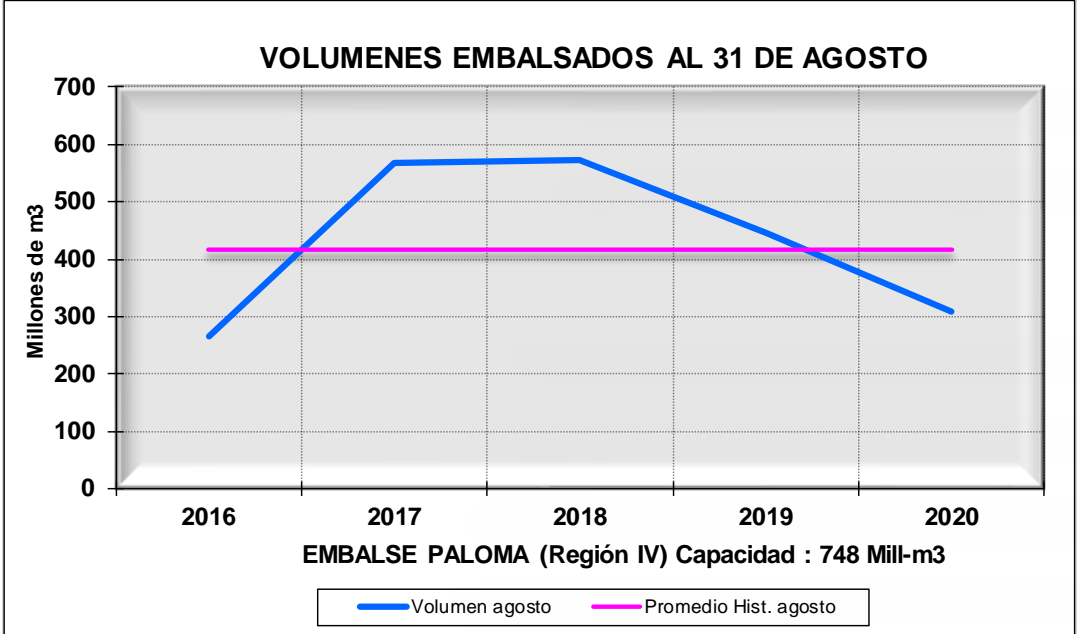
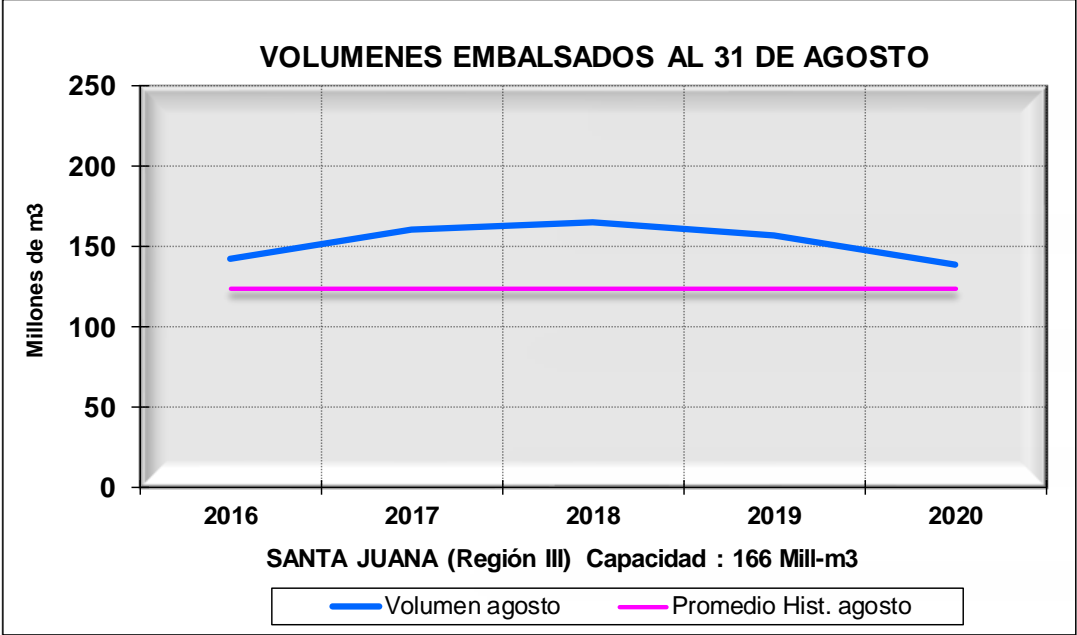
EMBALSE	AÑO INICIO	REGIÓN	CUENCA	CAPACIDAD Máxima	PROMEDIO AGOSTO (V1)	AL 31 DE AGOSTO		V2/V1	%	USO PRINCIPAL
						2019	2020 (V2)			
MILLONES DE METROS CUBICOS										
Lautaro	1972	III	Copiapó	26	12	14	9.2	74%	Riego	
Santa Juana	1996	III	Huasco	166	124	157	139	112%	Riego	
La Laguna	1960	IV	Elqui	38	26	38	36	139%	Riego	
Puclaro	1999	IV	Elqui	209	138	184	141	102%	Riego	
Recoleta	1959	IV	Limarí	100	69	70	54	78%	Riego	
La Paloma	1967	IV	Limarí	748	416	445	309	74%	Riego	
Cogotí	1953	IV	Limarí	150	80	65	33	41%	Riego	
El Bato	2012	IV	Choapa	26	(*)	14	6.5	---	Riego y A.P.	
Corrales	2000	IV	Choapa	50	38	20	9.7	26%	Riego	
Aromos	1995	V	Aconcagua	35	28	18	10.2	36%	A. Potable	
Peñuelas	1944	V	Peñuelas	95	31	2.1	1.8	6%	A. Potable	
El Yeso	1967	RM	Maipo	220	172	99	123	72%	A. Potable	
Convento Viejo	2008	VI	Rapel	237	168	165	213	127%	Riego	
Rapel	1970	VI	Rapel	695	526	495	494	94%	Generación	
Colbún	1985	VII	Maule	1544	1148	766	886	77%	Generación	
Lag. Maule	1958	VII	Maule	1420	933	392	271	29%	Gen. y Riego	
Bullileo	1952	VII	Maule	60	54	42	60	111%	Riego	
Digua	1968	VII	Maule	225	200	186	186	93%	Riego	
Colhueco	1971	XVI	Ñuble	29	23	24	27	120%	Riego	
Lago Laja	1930	VIII	Bío Bío	5582	3202	1216	930	29%	Gen. y Riego	
Ralco	2007	VIII	Bío Bío	1174	681	879	577	85%	Generación	

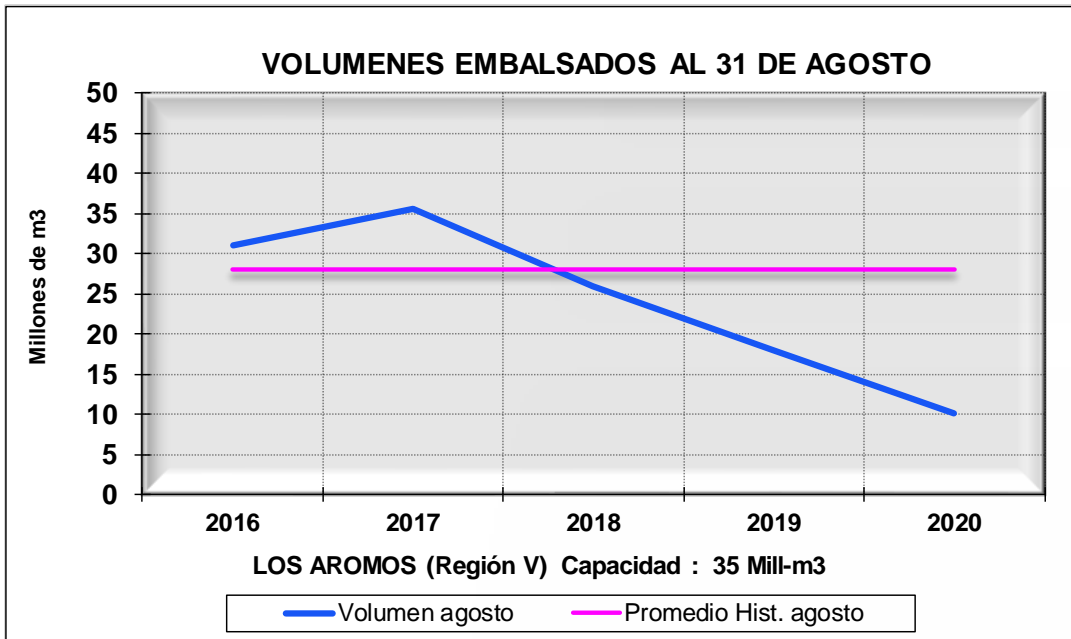
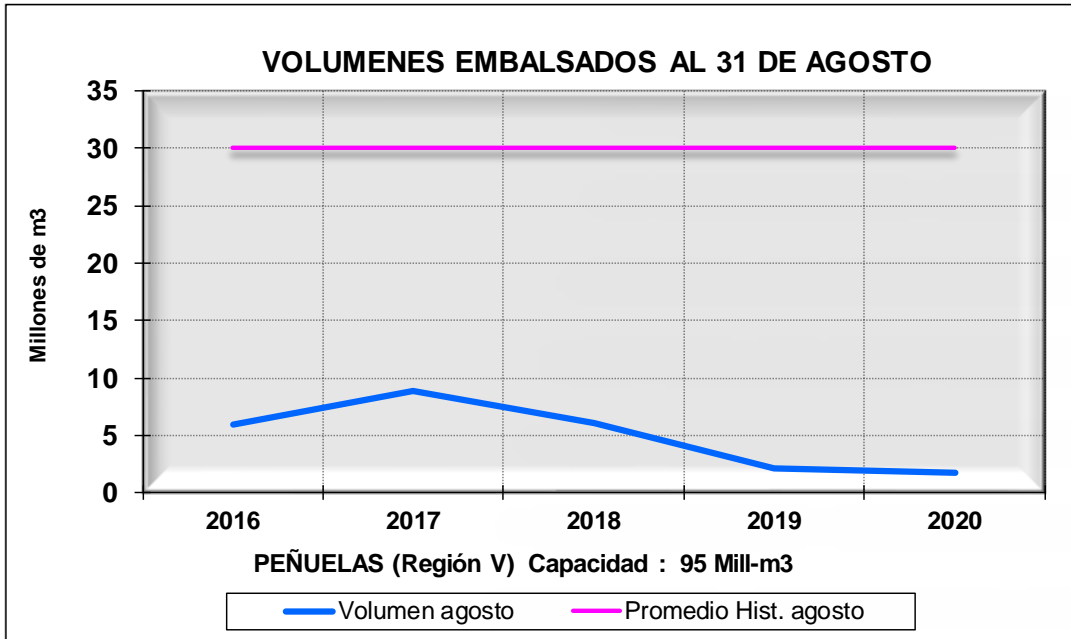
Figura 4  
Estado de embalses al 31 de agosto

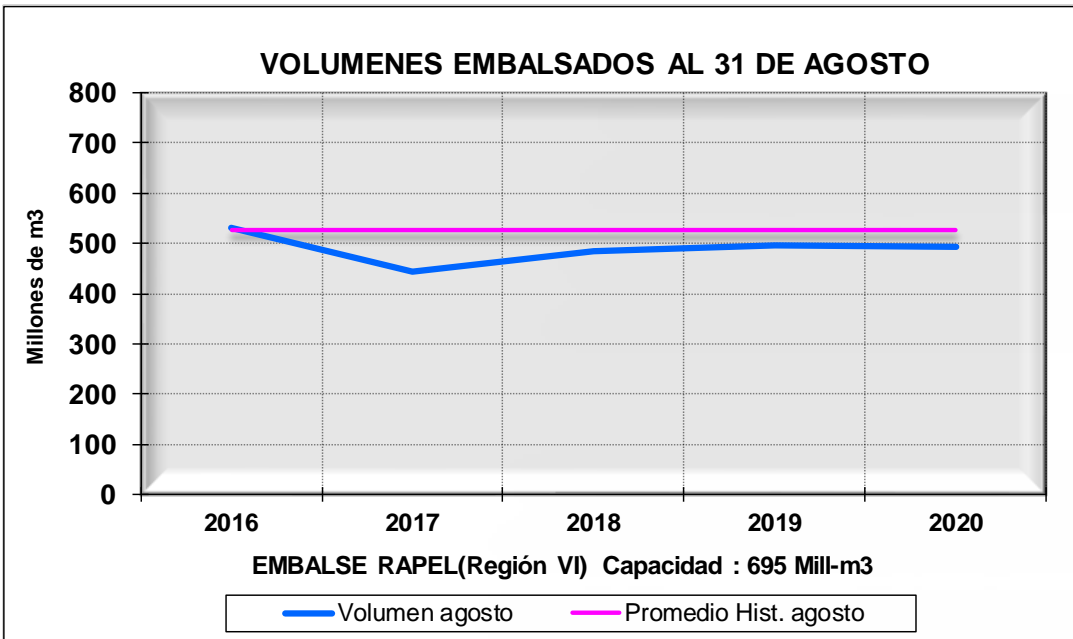
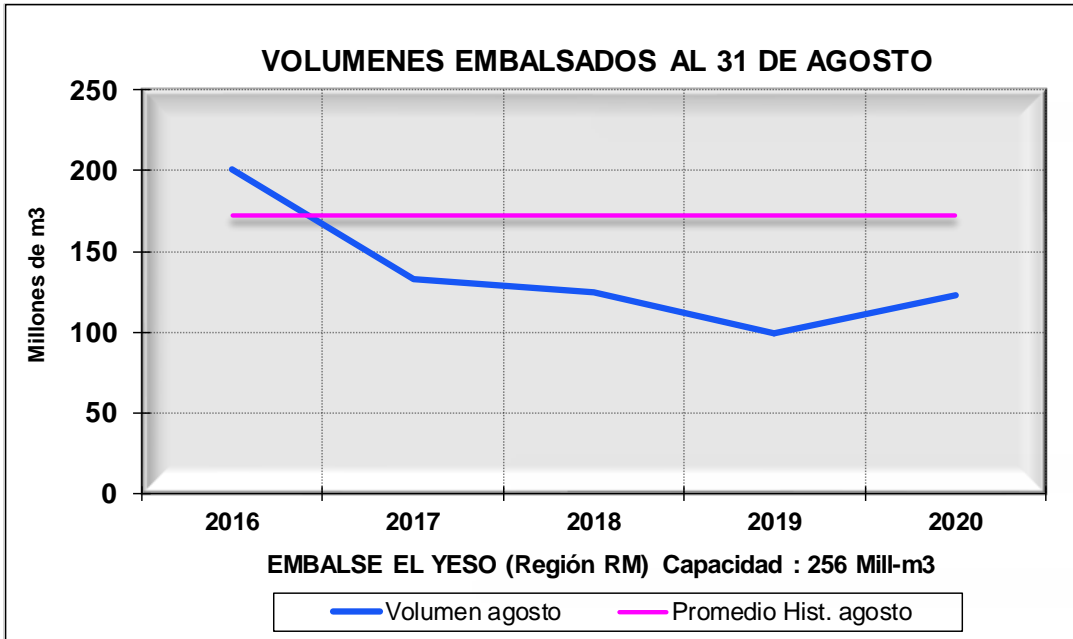


En la Figura 5 se presentan los volúmenes registrados en los meses de agosto de los últimos 5 años. En la Figura 6 se presentan la variación de los volúmenes para los últimos 12 meses. En ambos casos se comparan con sus valores medios.

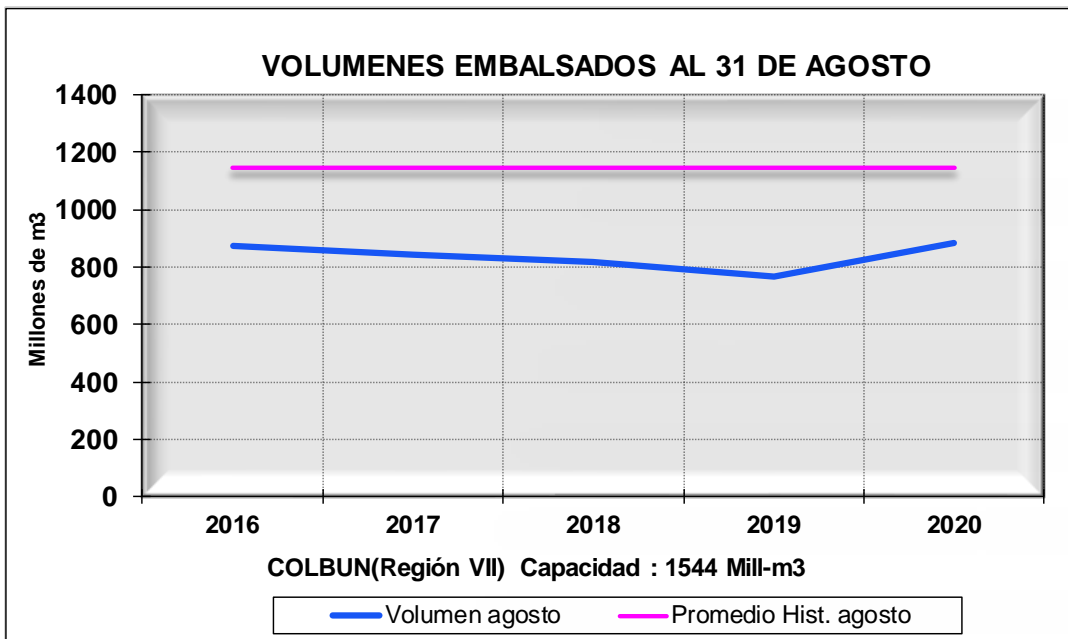
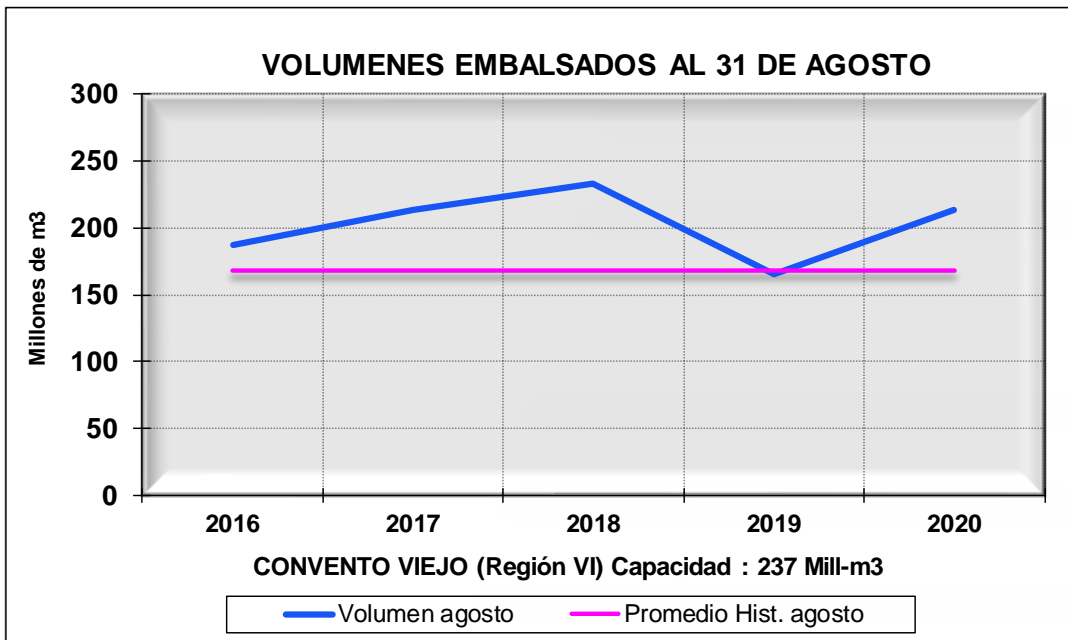
Figura 5  
 Volúmenes embalsados a agosto. Período 2015-2020  
 (millones-m3)

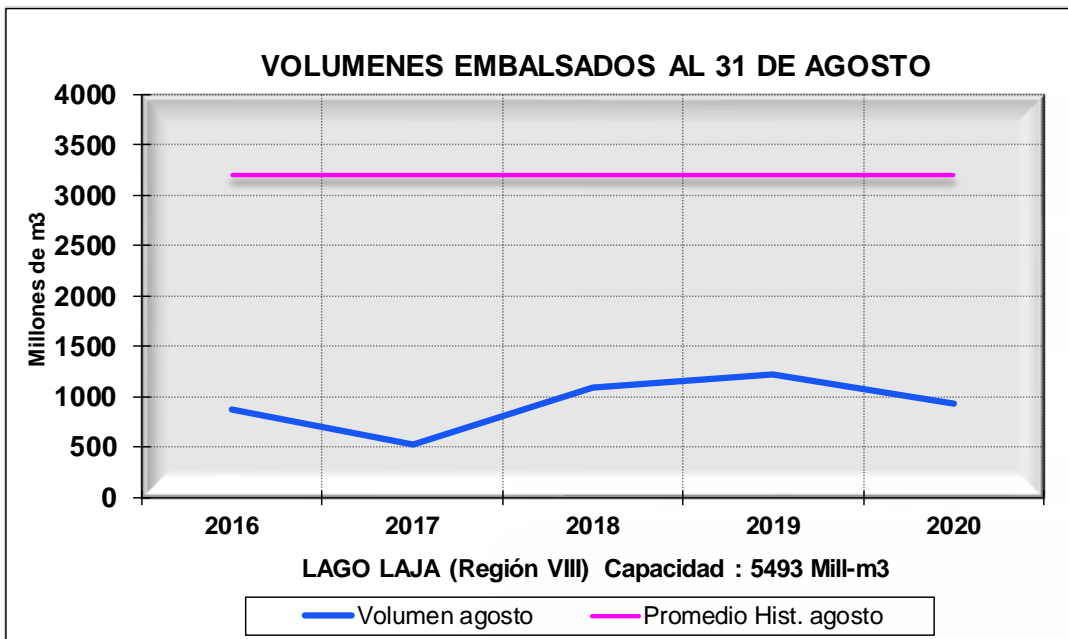
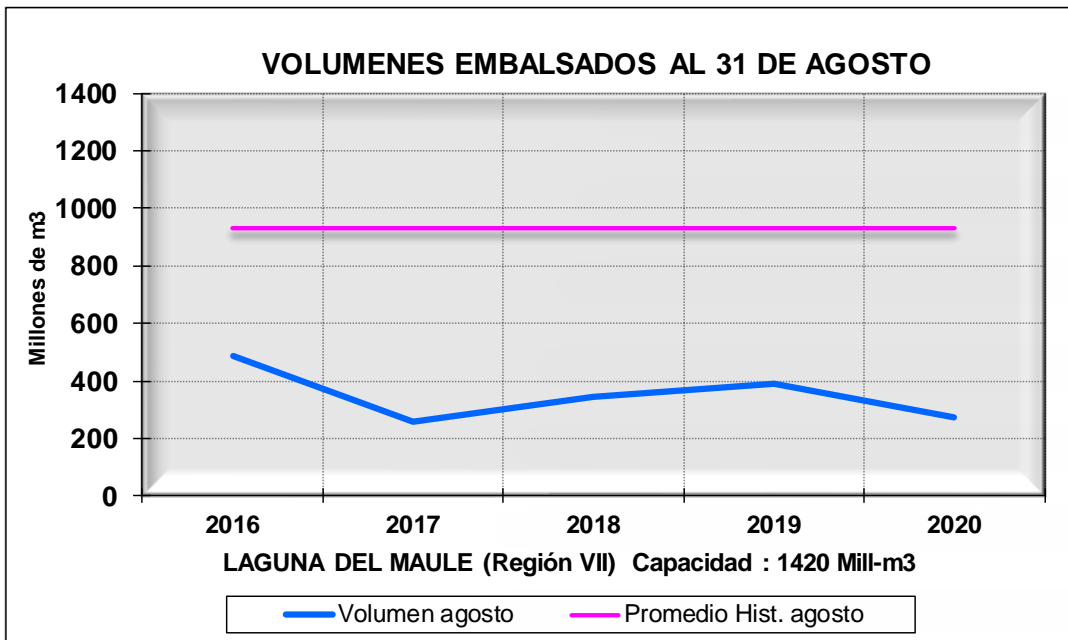












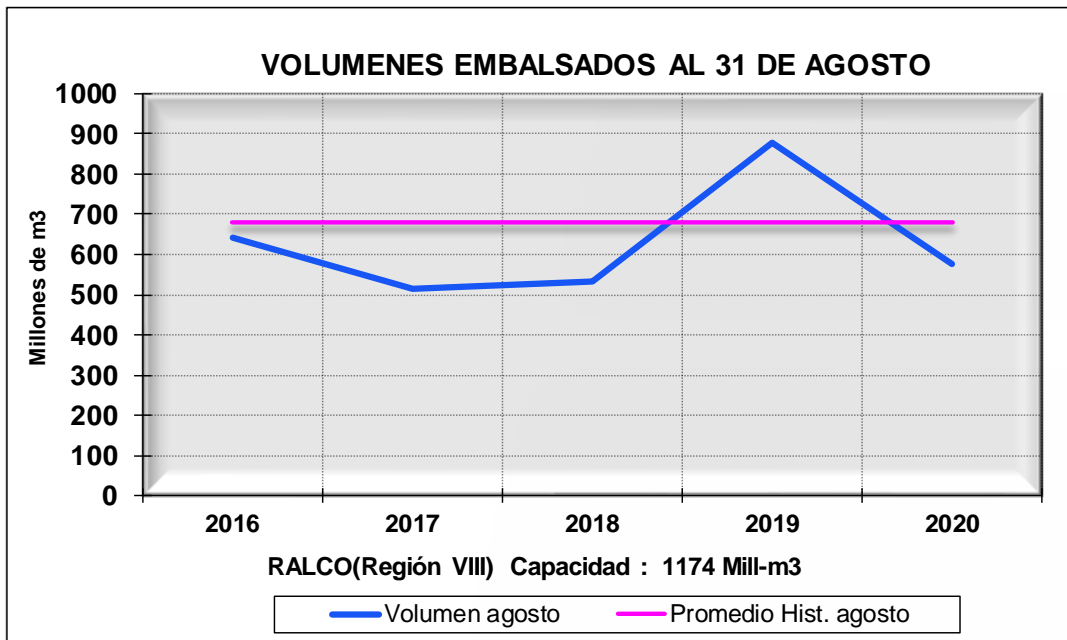
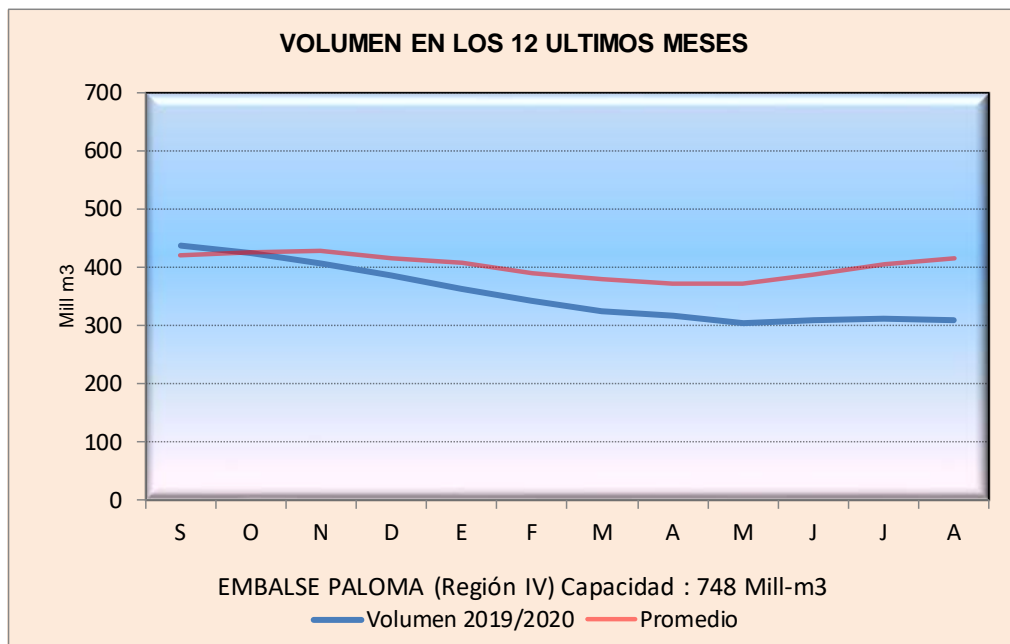
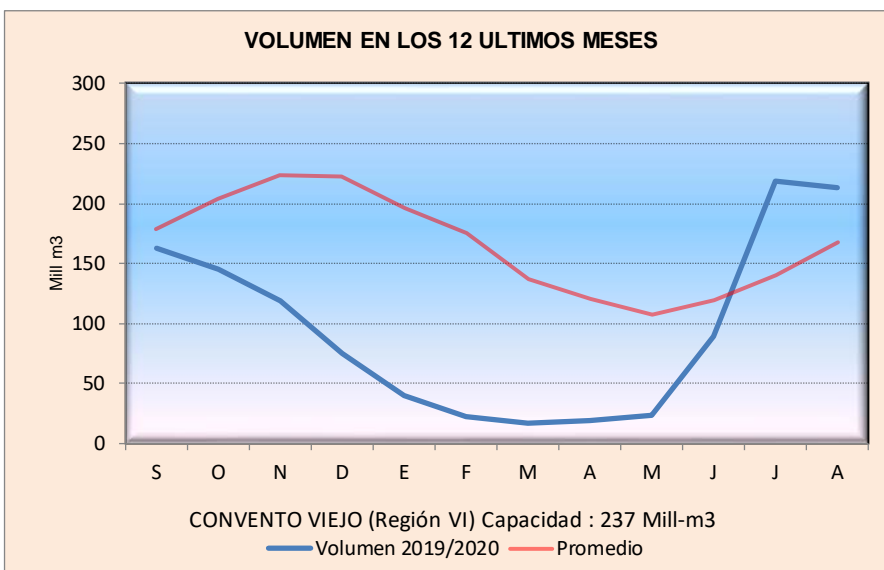
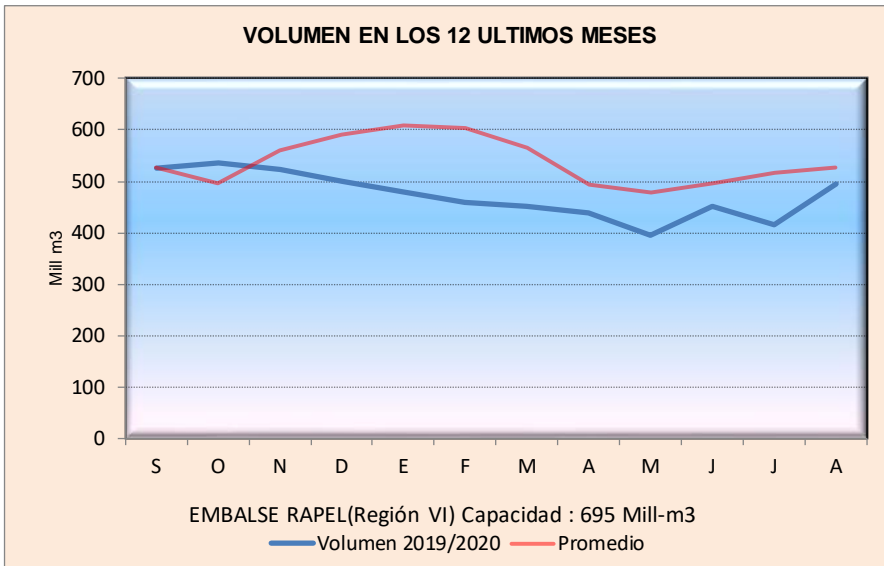
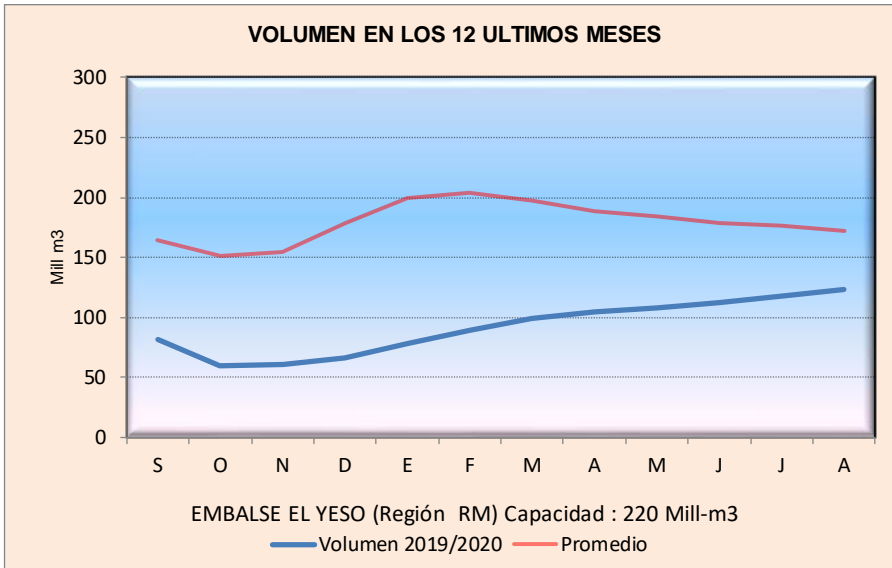
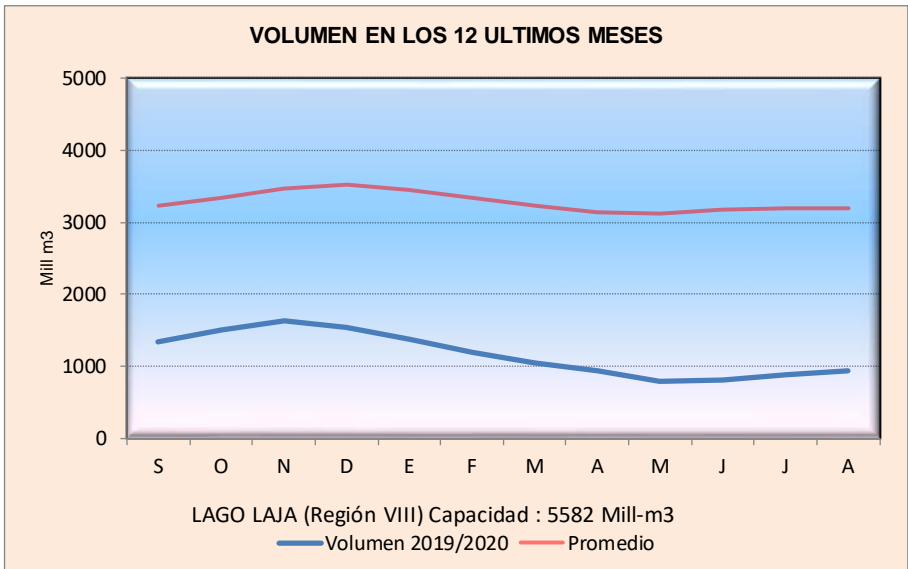
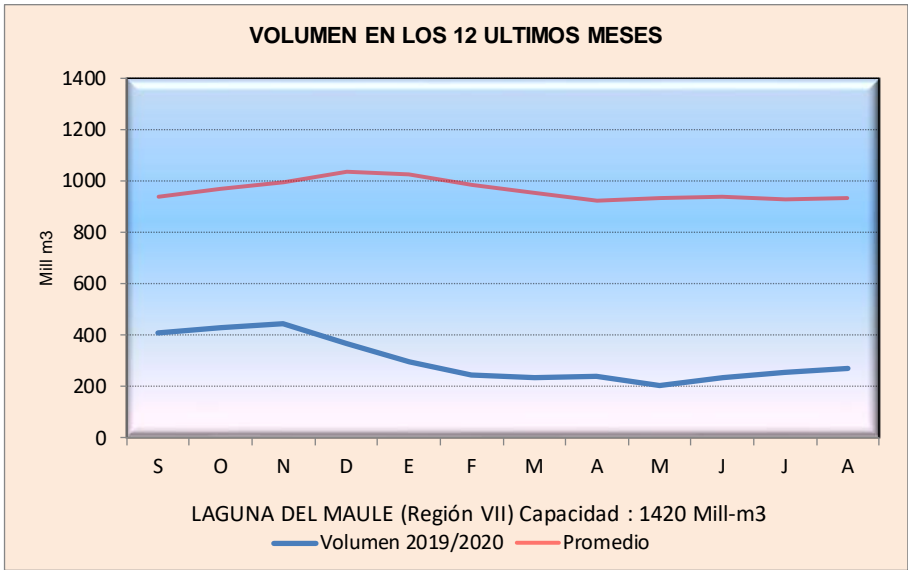


Figura 6  
Volúmenes de embalses. Período septiembre 2019- agosto 2020 (mill-m<sup>3</sup>)







## PRONÓSTICO DE CAUDALES TEMPORADA 2020 - 2021

El pronóstico ha sido elaborado para 19 cuencas comprendidas entre los ríos Copiapó y Ñuble.

El Cuadro 4 presenta los volúmenes pronosticados para la próxima temporada de deshielo y una distribución mensual, de carácter referencial, para los meses septiembre a marzo.

Cuadro 4  
Pronóstico temporada (2020–2021) 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	0.5	1.2	1.5	1.0	1.5	20	47	42
Huasco en Algodones	III	2.0	1.5	0.6	0.5	1.0	2.0	2.2	26	178	14
Elqui en Algarrobal	IV	2.7	2.3	2.5	2.3	2.1	2.1	2.5	43	260	17
Hurtado en San Agustín	IV	1.2	0.8	0.9	0.8	0.7	0.7	0.7	15	71	21
Grande en las Ramadas	IV	1.5	1.0	0.8	0.6	0.6	0.6	0.7	15	110	14
Choapa en Cuncumén	IV	4.0	6.0	8.0	5.0	3.0	2.5	2.0	80	262	31
Aconcagua en Chacabuquito	V	9.0	17	28	40	27	18	13	400	893	45
Putando Resguardo Patos	V	4.5	6.0	8.0	8.0	4.0	3.0	2.5	95	210	45
Juncal en Juncal	V	2.0	4.0	6.5	10	9.0	8.0	6.0	120	151	79
Mapocho en los Almendros	RM	2.5	3.0	3.5	3.3	3.0	2.1	1.5	50	155	32
Maipo en el Manzano	RM	50	75	125	140	120	80	65	1721	2914	59
Colorado antes junta Maipo	RM	15	20	30	43	50	35	25	573	816	70
Cachapoal en Puente Termas	VI	40	50	90	100	75	60	45	1208	2556	47
Claro en Hacienda Las Nieves	VI	5.0	7.0	9.0	8.0	5.0	3.0	2.0	102	171	60
Tinguiririca en B. Briones	VI	30	45	70	80	65	50	30	972	1227	79
Teno despues de Junta	VII	35	51	72	61	31	18	17	750	1200	63
Claro en Los Queñes	VII	23	23	25	22	14	9	7	325	324	100
Maule en Armerillo	VII	190	290	370	270	160	110	90	3889	4598	85
Ñuble en San Fabián	XVI	65	100	90	55	31	22	17	1000	1664	60

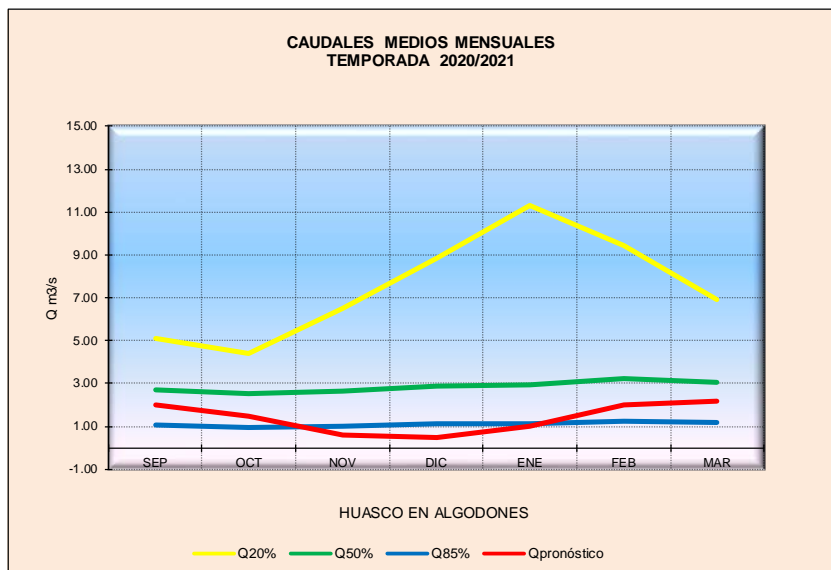
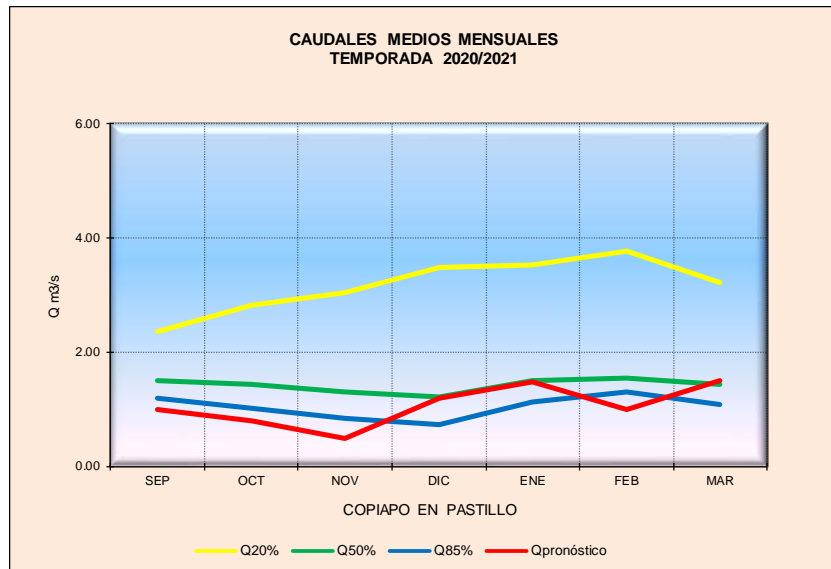
**Nota :**

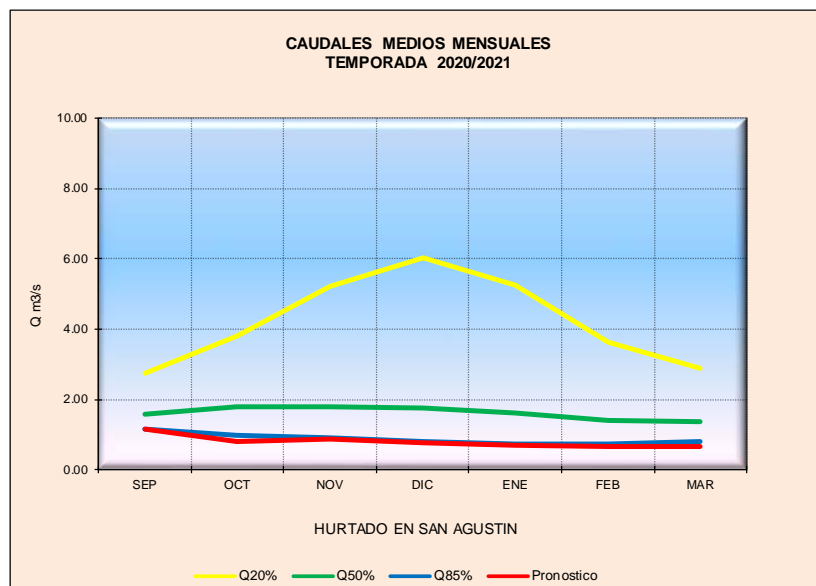
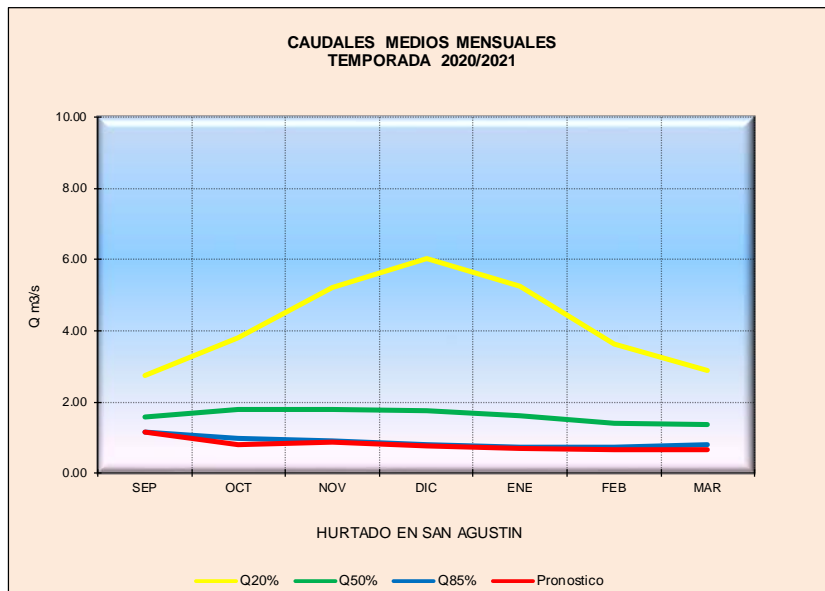
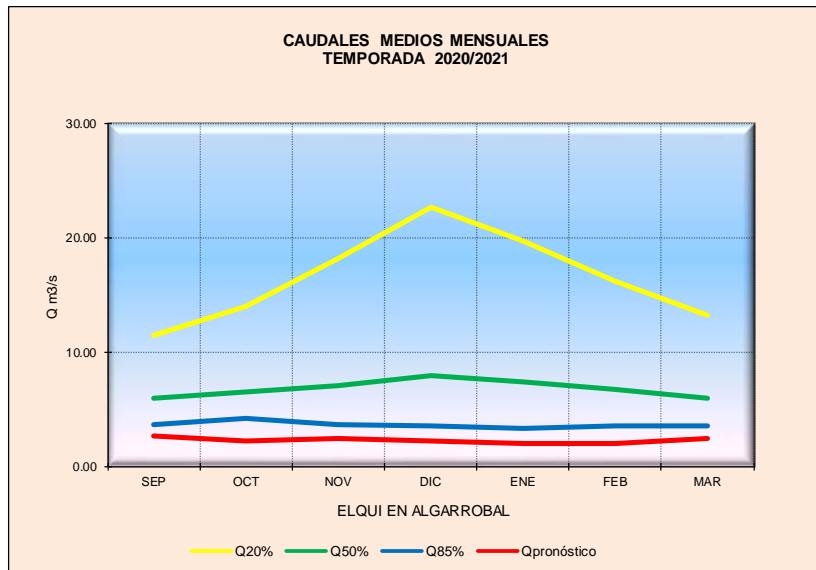
Vol. : Volumen pronosticado para la temporada Sep-Mar, en mill.m<sup>3</sup>

Vol.med. : Volumen promedio para la temporada Sep-Mar, en mill.m<sup>3</sup>

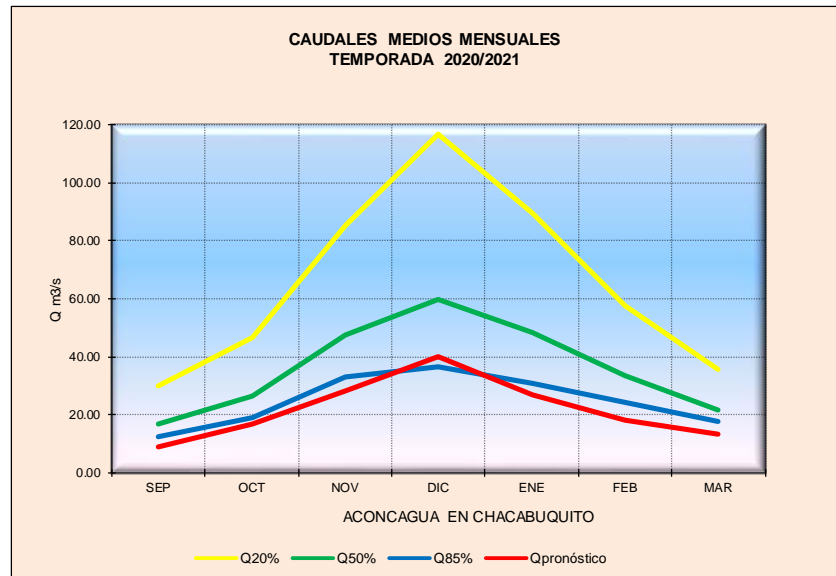
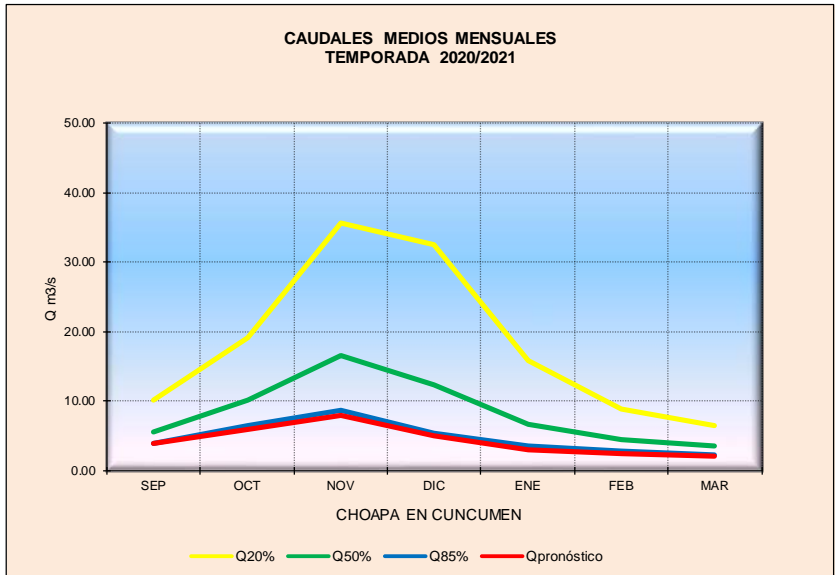
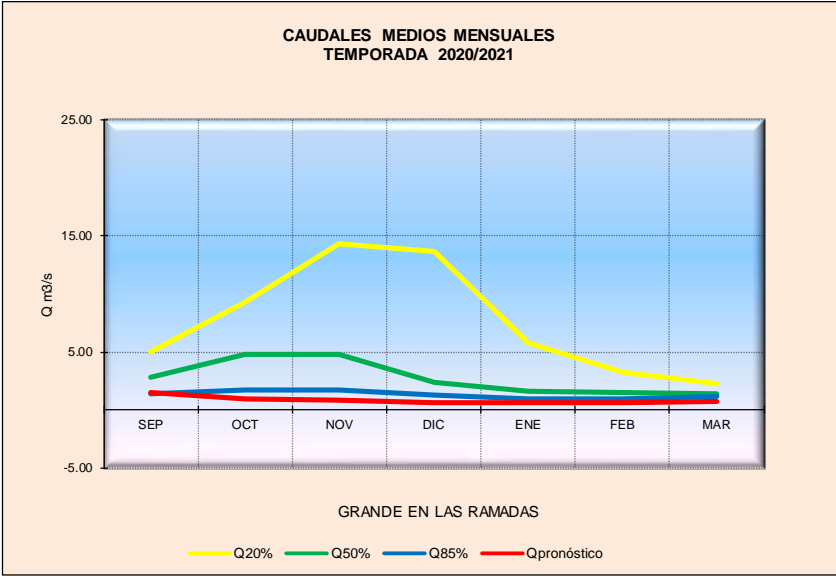
La Figura 7 muestra los caudales mensuales pronosticados y la comparación con los caudales correspondientes a diversas probabilidades de excedencia.

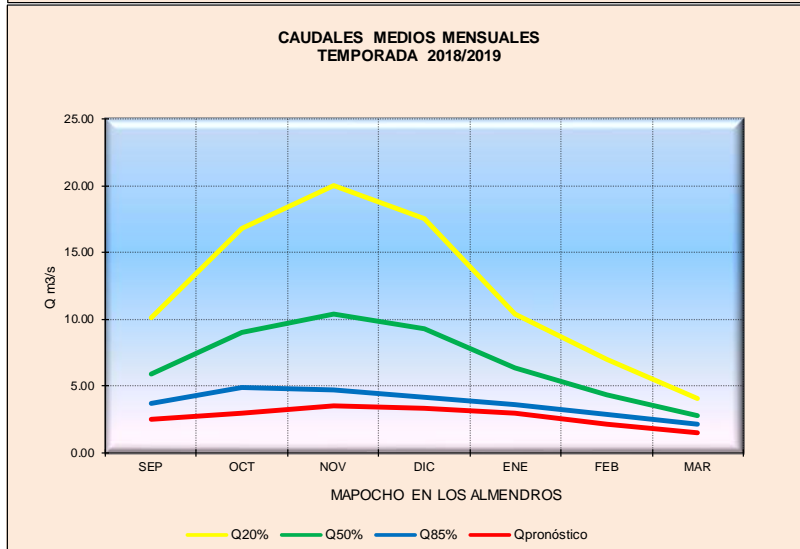
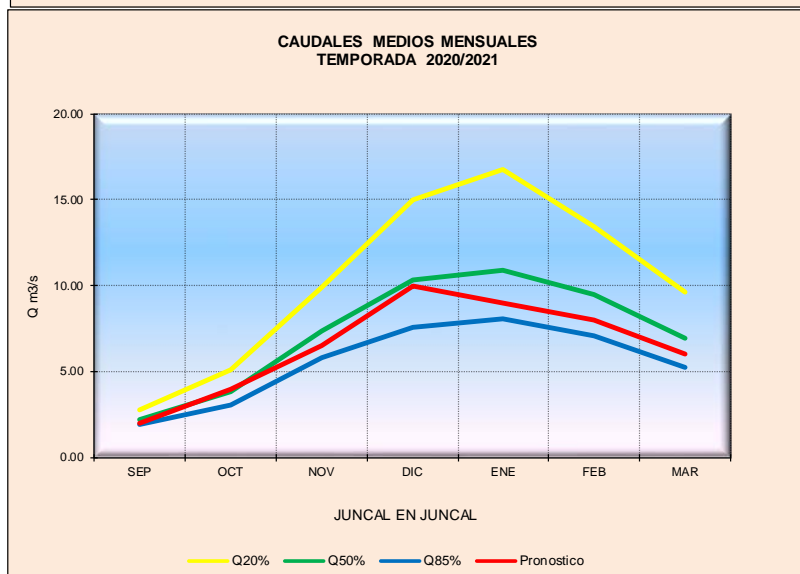
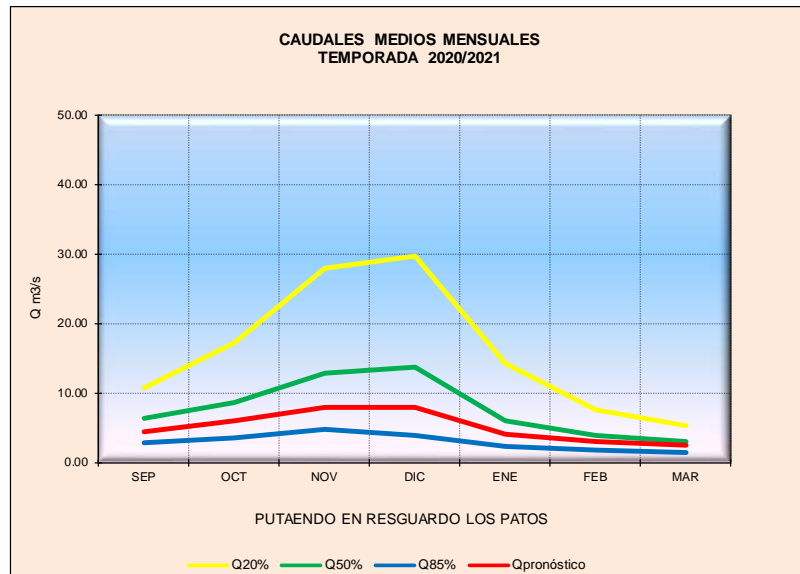
Figura 7  
Pronóstico temporada (2020 – 2021)

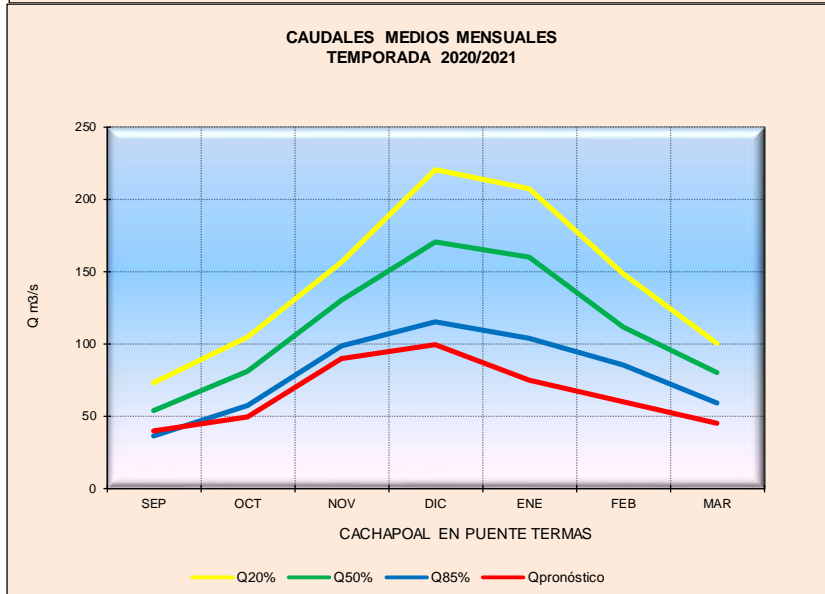
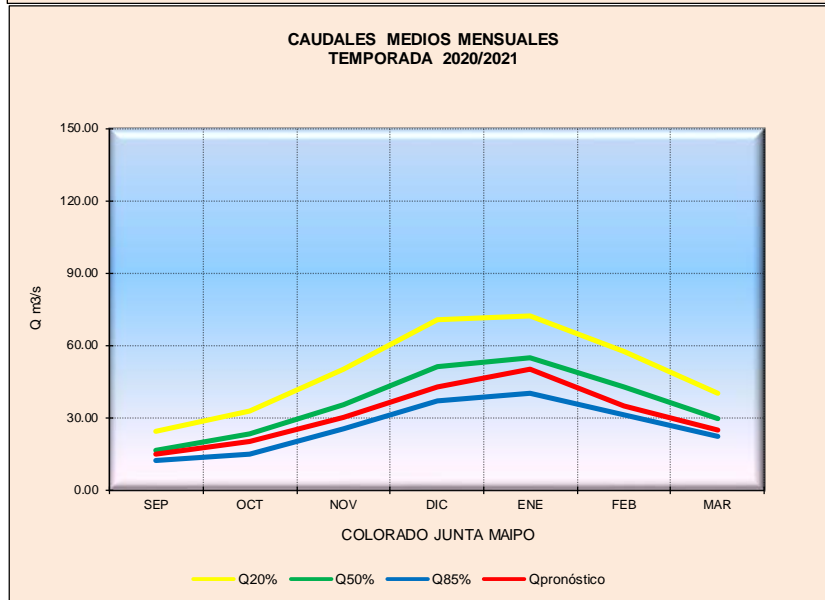
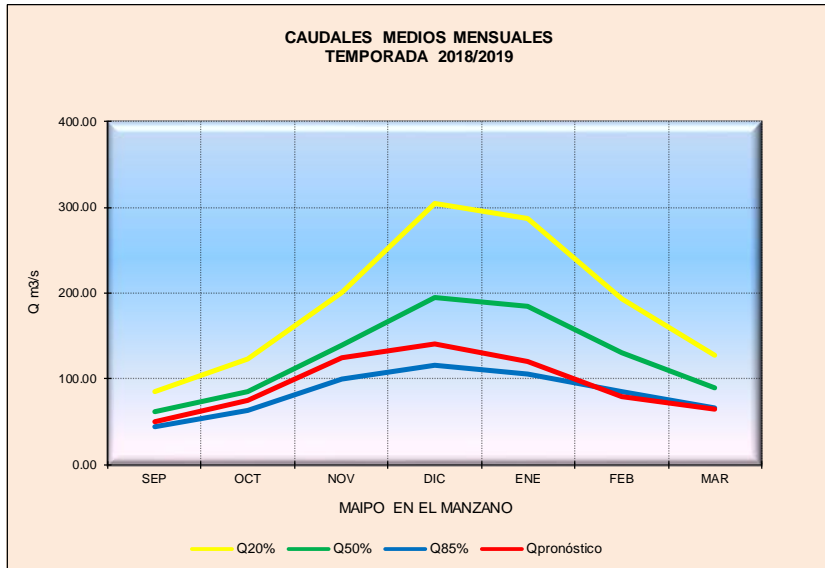


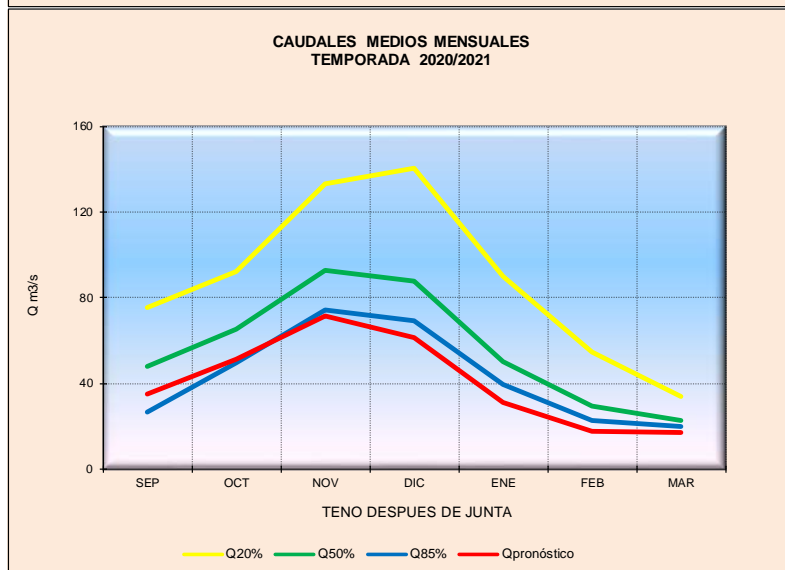
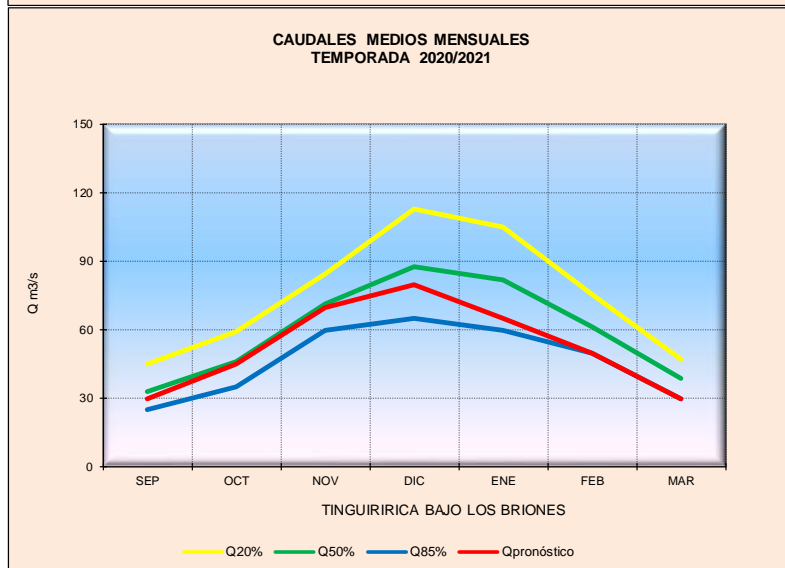
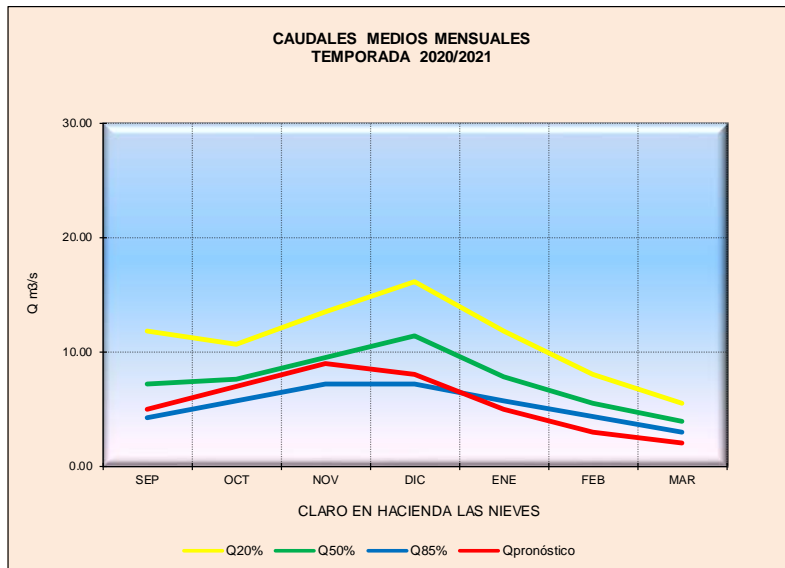


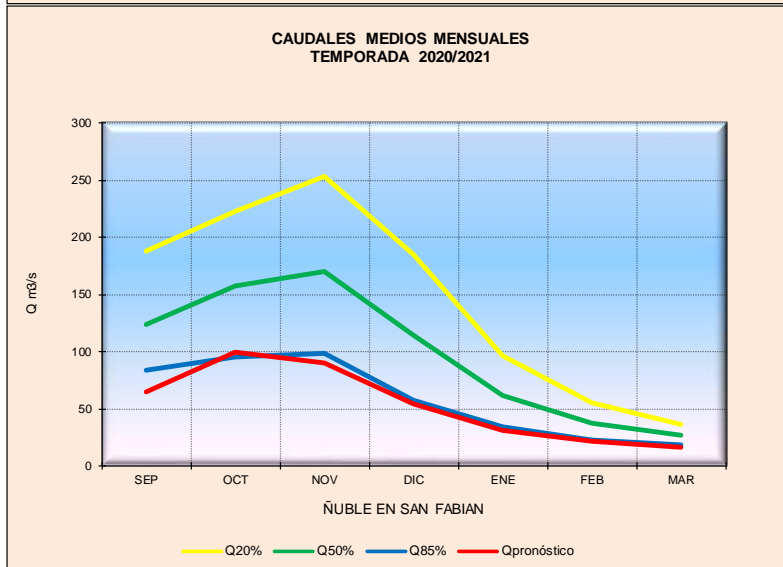
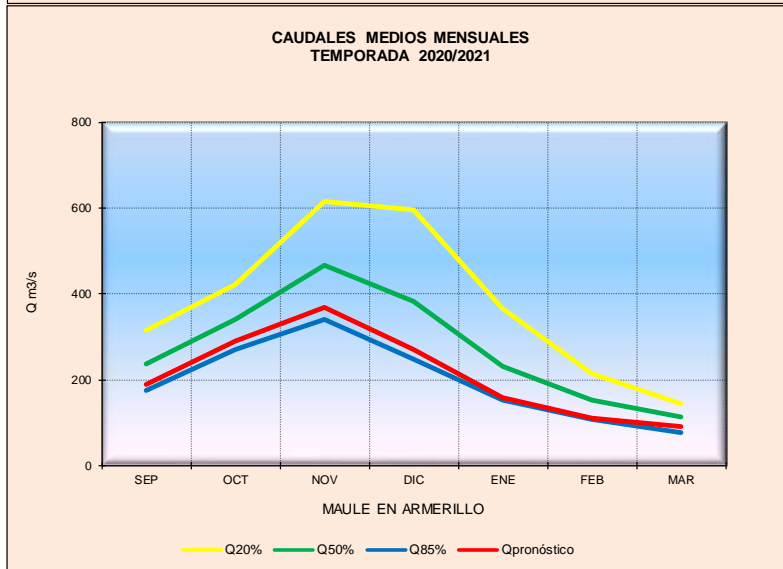
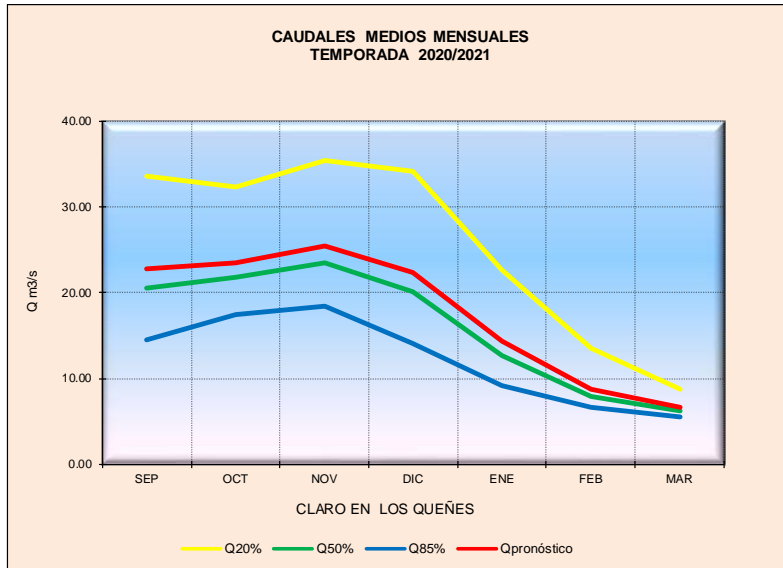












## CONCLUSIONES

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.

Las precipitaciones registradas, mayormente desde mediados de junio, han generado dos condiciones en la zona de pronóstico.

Desde la Región de Atacama hasta la Metropolitana, los déficits son altos, tanto en lluvias como en nieves. Para el tramo entre la región de O'Higgins y la región del Ñuble, los montos de lluvias y nieves presentan déficits, pero menores y cercanos a los promedios históricos (1981-2010).

Hasta el 31 de agosto, los caudales registraban sus mínimos históricos, en especial los ubicados entre las regiones de Coquimbo y Metropolitana. En esta franja territorial, la situación más delicada se advierte en la Región de Valparaíso.

Las lluvias de julio y agosto que se registraron entre las regiones del Maule y Ñuble, influyeron en el leve repunte experimentado por los caudales, aunque aún se mantienen cercanos a sus mínimos históricos.

Cabe destacar, que 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.

Por otra parte, los embalses de las regiones de Atacama, Coquimbo, Metropolitana, O'Higgins y Ñuble deberían ser capaces de satisfacer las demandas de la temporada venidera, en la medida que haya una gestión adecuada a la situación de escasez hídrica que enfrenta el país.

En la Región del Maule sobresale el alto déficit de la Laguna del Maule en comparación a sus promedios históricos (una situación similar se observa en la Laguna del Laja (Biobío)). A pesar de lo anterior, el resto de los embalses de la zona, considerando el pronóstico y los niveles actuales, deberían ser capaces de satisfacer los requerimientos de consumo de la temporada.

La condición deficitaria de la Región de Valparaíso requiere un análisis particular. Los embalses Peñuelas y Aromos presentan reservas menores al año anterior, equivalentes al 6 y 36% del promedio histórico de agosto, respectivamente. Esta condición no se revertiría con el aporte de los deshielos que se esperan en la zona.

La Dirección General de Aguas (DGA) del Ministerio de Obras Públicas (MOP) continuará analizando la situación hidrológica nacional y el monitoreo y actualización mensual del Pronóstico con la información obtenida de las estaciones fluviométricas de la "Red Nacional Hidrométrica DGA", además de controles especiales si resultara necesario.

La información relacionada con la situación hidrológica nacional y el seguimiento del Pronóstico de caudales por deshielos para la temporada 2020-2021 se actualizará regularmente en el sitio web de la DGA (<https://bit.ly/33ltUW2>).