



**Ministerio de  
Obras Públicas  
Argentina**

**Secretaría de Infraestructura  
y Política Hídrica**

**Dirección de Sistemas de Información de los Recursos Hídricos  
Dirección Nacional de Política Hídrica y Coordinación Federal**

## **PRONÓSTICO DE ESCURRIMIENTO**

**TEMPORADA 2020 – 2021**

**Ríos**

**San Juan, Mendoza, Tunuyán, Diamante, Atuel, Colorado y Chubut**

**OCTUBRE 2020**



**Contrato S.I.P.H. – EVARSA: Red Hidrológica Nacional – Período 2018 – 2023.**

## INDICE

|           |   |           |
|-----------|---|-----------|
| <b>1.</b> | <b>INTRODUCCIÓN .....</b>   | <b>2</b>  |
| <b>2.</b> | <b>SITUACIÓN GENERAL .....</b>                                      | <b>2</b>  |
|           | 2.1. Acumulación Nívea .....  | 2         |
|           | 2.2. Registros diarios del EAN de las Estaciones Nivométricas ..... | 7         |
| <b>3.</b> | <b>METODOLOGÍA .....</b>  | <b>22</b> |
| <b>4.</b> | <b>PRONÓSTICO TEMPORADA 2020 - 2021.....</b>                        | <b>24</b> |
|           | 4.1. Caracterización del régimen de escurrimiento .....             | 25        |
| <b>5.</b> | <b>CONCLUSIONES .....</b>   | <b>40</b> |

## 1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de este informe técnico es poner en conocimiento de los diversos usuarios del agua, las perspectivas hídricas para el período Octubre 2020 a Septiembre 2021, de los ríos San Juan, Mendoza, Tunuyán, Diamante, Atuel y Colorado; sobre el río Chubut se pronostica el período estacional Octubre 2020 a Marzo 2021.

## 2. SITUACIÓN GENERAL

### 2.1. Acumulación Nívea

En las figuras siguientes se presenta para la Provincia de San Juan (Figura N° 1), Provincia de Mendoza (Figura N° 2) y Provincia del Chubut (Figura N° 3), un montaje de imágenes satelitales Terra MODIS (True Color Corrected Reflectance) de mediados de septiembre del año 2019 y del año 2020 a los efectos de comparar la acumulación nívea. La parte izquierda de las imágenes corresponden al año 2019 y la derecha al año 2020, en estas últimas se han colocado las estaciones hidrométricas donde se realizan los pronósticos:

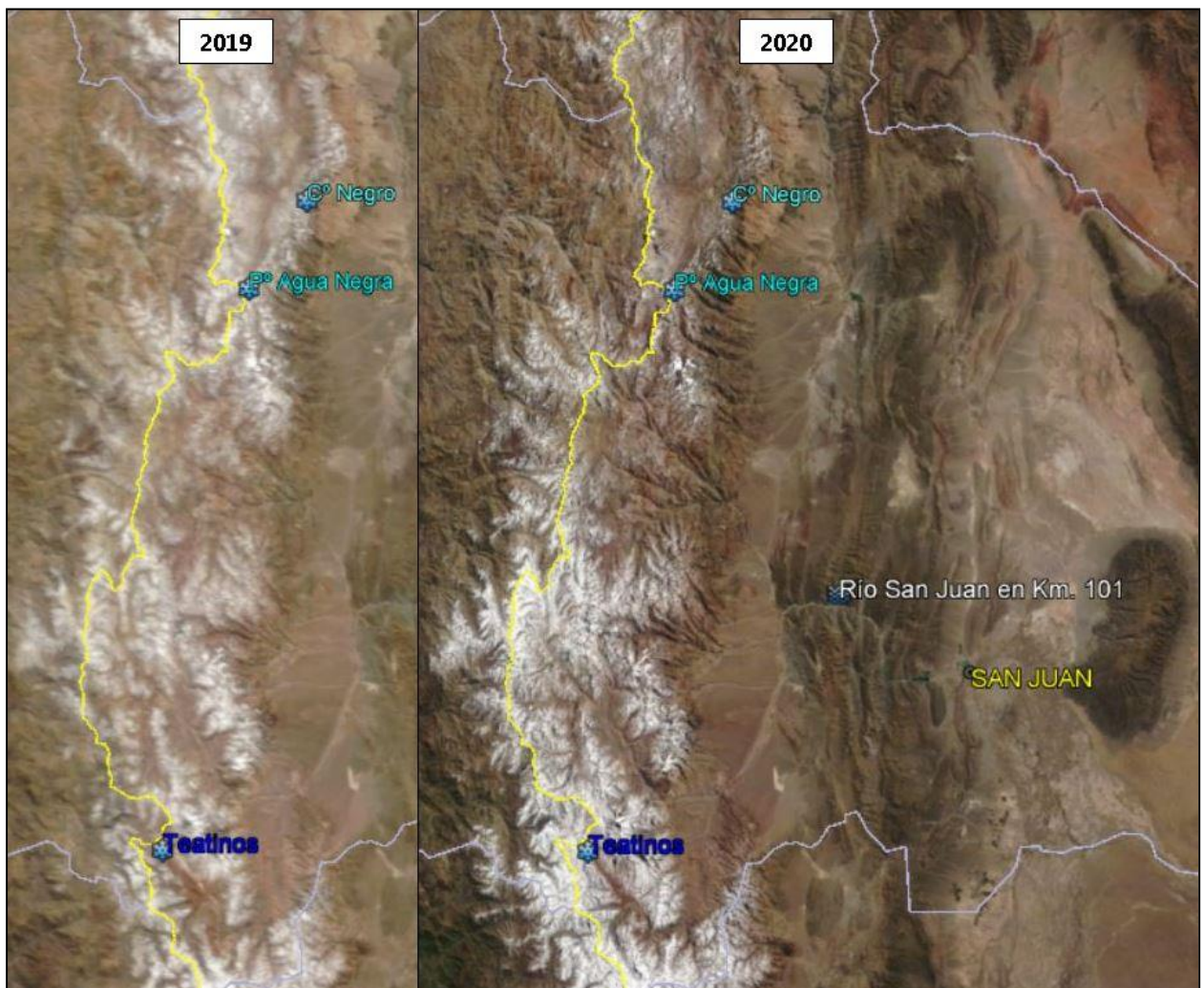


Figura N° 1. Provincia de San Juan.



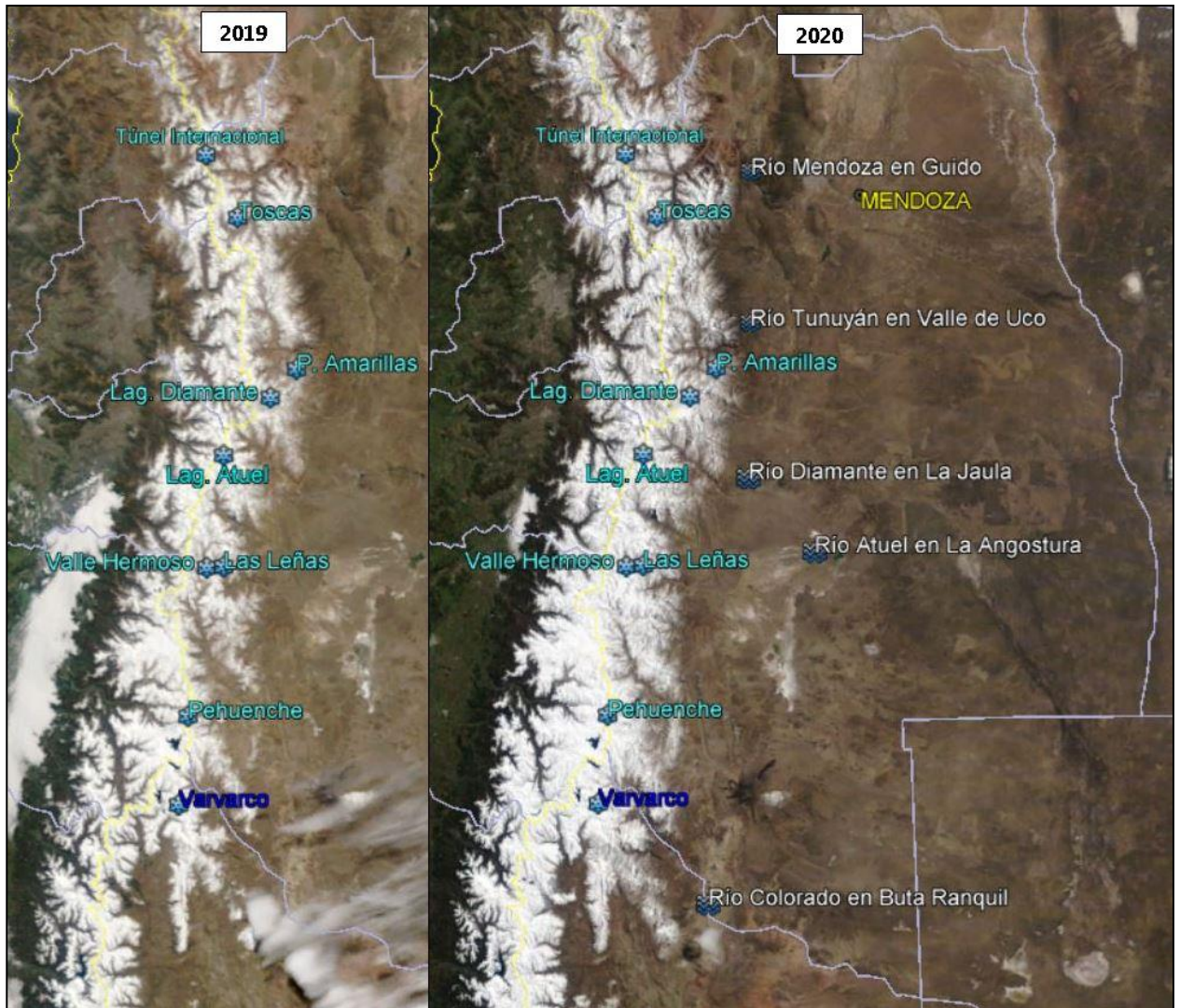


Figura Nº 2. Provincia de Mendoza.

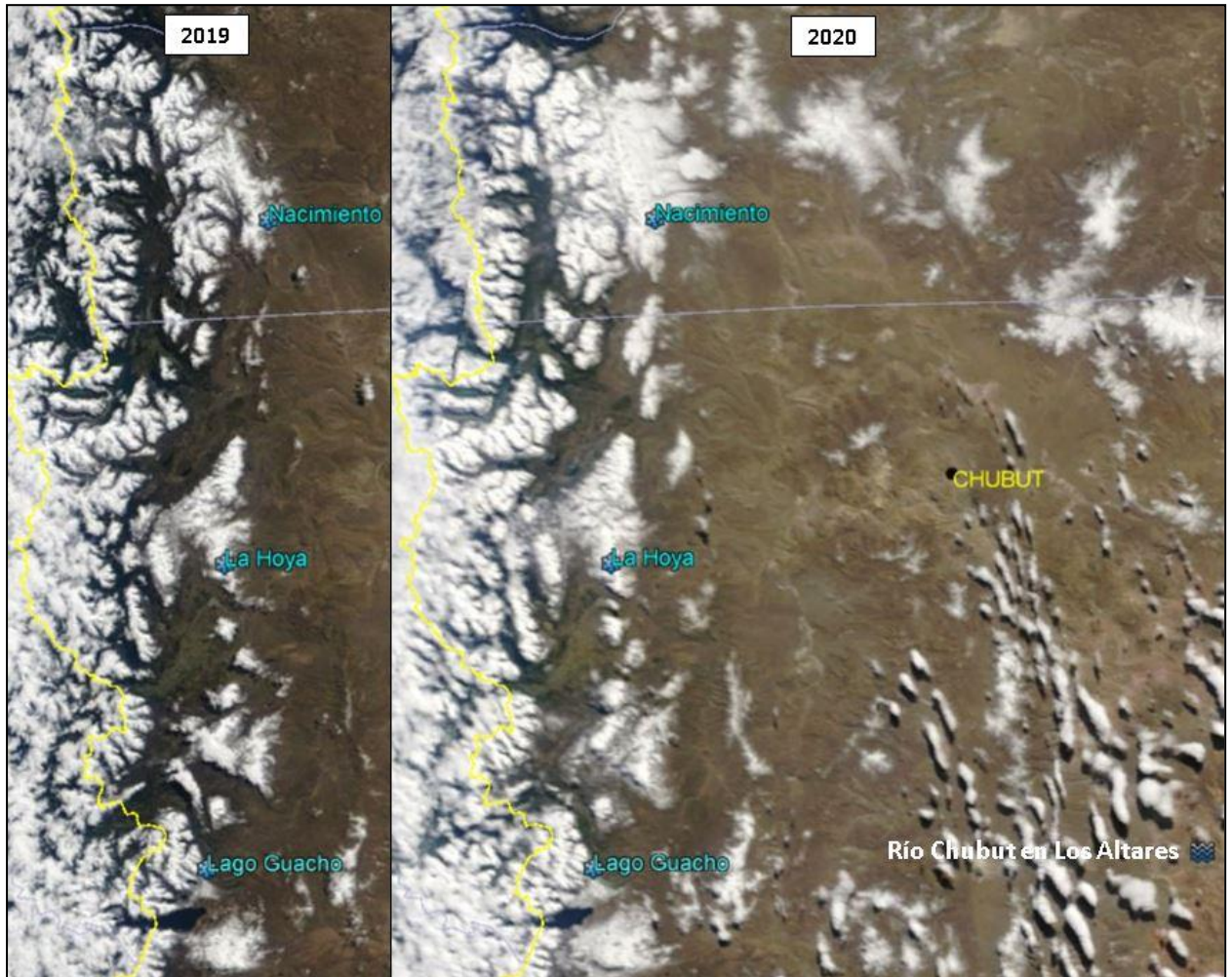


Figura N° 3. Provincia del Chubut.



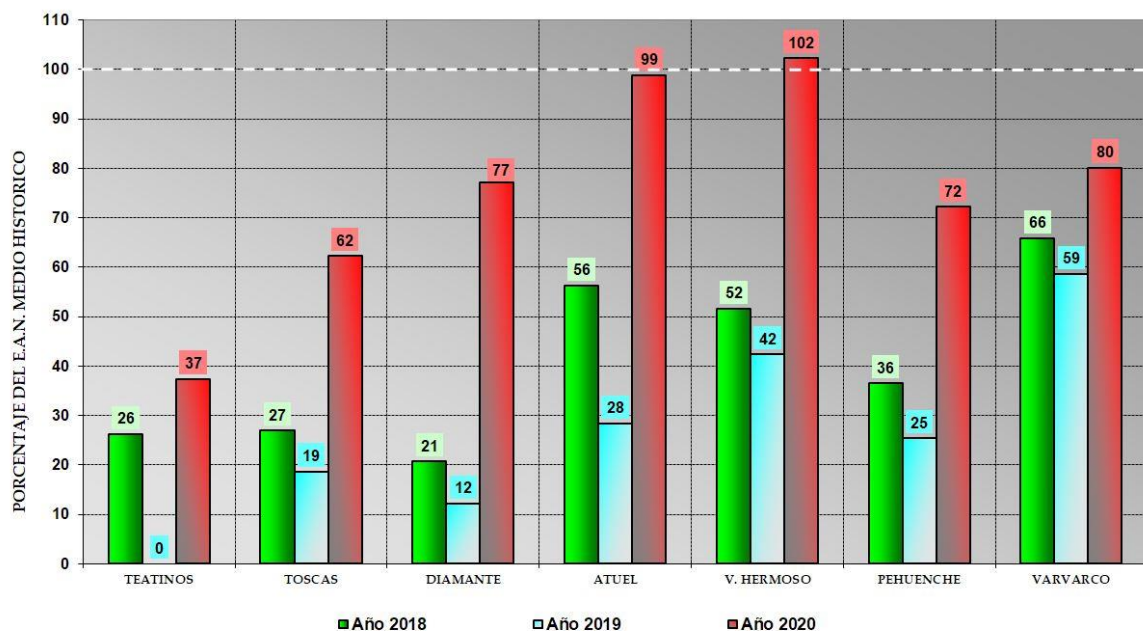
La acumulación nívea observada a fin de septiembre, en las altas cuencas de los andes centrales, si bien es superior a los años 2018 y 2019, se ha caracterizado como una temporada por debajo de la normal, excepto para la estaciones nivométricas Valle Hermoso y Laguna Atuel que estarían en el orden de la media histórica.

| ESTACIÓN        | CUENCA             | Equivalente de Agua de la Nieve [mm.] |      |      |      |
|-----------------|--------------------|---------------------------------------|------|------|------|
|                 |                    | Media                                 | 2020 | 2019 | 2018 |
| Teatinos        | San Juan           | 465                                   | 174  | 0    | 122  |
| Toscas          | Mendoza – Tunuyán  | 278                                   | 173  | 52   | 75   |
| Laguna Diamante | Tunuyán – Diamante | 434                                   | 335  | 53   | 90   |
| Laguna Atuel    | Atuel              | 1092                                  | 1079 | 310  | 615  |
| Valle Hermoso   | Atuel – Colorado   | 756                                   | 773  | 320  | 390  |
| Pehuenche       | Colorado           | 1118                                  | 807  | 284  | 408  |
| Varvarco        | Neuquén            | 1063                                  | 852  | 623  | 700  |

**Cuadro Nº 1**

El Cuadro Nº 1 muestra para cada estación nivométrica, el equivalente de agua en nieve E.A.N [mm.] máximo alcanzado hasta la fecha el máximo de los últimos dos años y la media histórica hasta el año 2019.

**EQUIVALENTE DE AGUA DE LA NIEVE**



**Figura Nº 4**

La Figura N° 4, es una representación gráfica en porcentajes del equivalente de agua en nieve respecto a la media histórica de los registros indicados en el cuadro anterior.

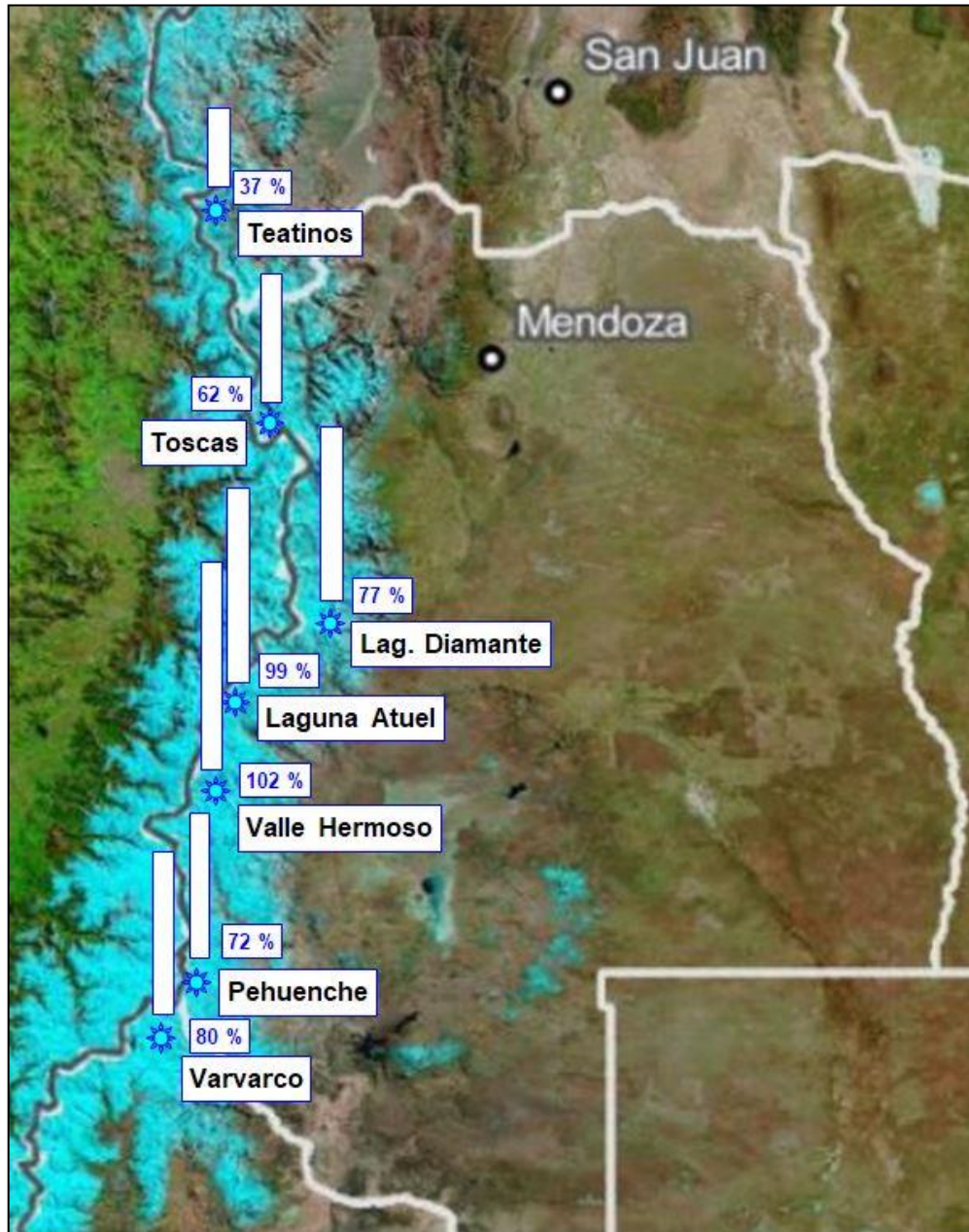


Figura N° 5. Andes Centrales.

En la imagen anterior se ha representado sobre los andes centrales los porcentajes del equivalente de agua en nieve respecto a la media histórica, indicados en la figura N° 4 y en el cuadro N° 1.

El dato de la estación nivométrica Teatinos ha sido suministrado por la Dirección de Hidráulica de la Provincia de San Juan y la información de la estación Nivométrica Varvarco (Pampa de Chacaico) por la Autoridad Interjurisdiccional de las Cuencas de los ríos Limay, Neuquén y Negro.

## 2.2. Registros diarios del EAN de las Estaciones Nivométricas

Las Figuras siguientes ilustran los registros diarios del equivalente de agua en nieve (E.A.N.) de las estaciones nivométricas desde la provincia de San Juan hasta la provincia de Chubut, datos que son obtenidos de las respectivas almohadillas de nieve (snow – pillow) por el sistema EVQ4000-M desarrollado por EVARSA que permite la adquisición, almacenamiento y transmisión de datos mediante la red de satélites OR-BCOMM, especialmente orientado a las aplicaciones de monitoreo de parámetros hidrometeorológicos:

Se presenta además la ubicación geográfica de las respectivas estaciones nivométricas:

- Cerro Negro – Río Jáchal (Figura N° 6)
- Paso Agua Negra – Río Jáchal (Figura N° 7)
- Túnel Internacional – Río Mendoza (Figura N° 8)
- Toscas – Río Mendoza (Figura N° 9)
- Laguna Diamante – Río Diamante (Figura N° 10)
- Puntas Amarillas – Río Tunuyán (Figura N° 11)
- Laguna Atuel – Río Atuel (Figura N° 12)
- Valle Hermoso – Río Grande (Figura N° 13)
- Las Leñas – Río Atuel (Figura N° 14)
- Pehuenche - Río Grande (Figura N° 15)
- Nascimento – Río Chubut (Figura N° 16)
- La Hoya – Río Chubut (Figura N° 17)
- Lago Guacho – Río Carrenleufú (Figura N° 18)



En ellas se ha graficado:

- ❖ Los registros diarios del equivalente de agua de la nieve para la presente temporada 2020, indicando su porcentaje respecto de la media histórica (línea celeste)
- ❖ La curva de los valores medios diarios de acumulación – fusión para el período 2019 (línea azul)
- ❖ El valor de la media histórica del registro completo de mediciones (puntuales y tele medidas)
- ❖ La curva de los valores medios diarios históricos del E.A.N. calculado sobre la base de registros diarios de la serie (línea negra)
- ❖ Escenarios extremos de máxima y de mínima (líneas verde y roja)

Cabe señalar que en las estaciones que se instalaron últimamente (Paso Agua Negra, Túnel Internacional y Puntas Amarillas) se ha graficado únicamente este último período 2020.

Además las estaciones nivométricas que poseen pocos años de medición (Las Leñas, Cerro Negro y Lago Guacho) solo se han graficado los registros del año 2020 y los dos años anteriores.

Esta información permite a los usuarios tener una idea acabada sobre la evolución del manto nívico actual respecto a años anteriores, a la media y a eventos extremos.

ESTACION NIVOMETRICA CERRO NEGRO - RÍO JÁCHAL (ALT.: 4.172 m.s.n.m.)  
Registros diarios acumulación - fusión

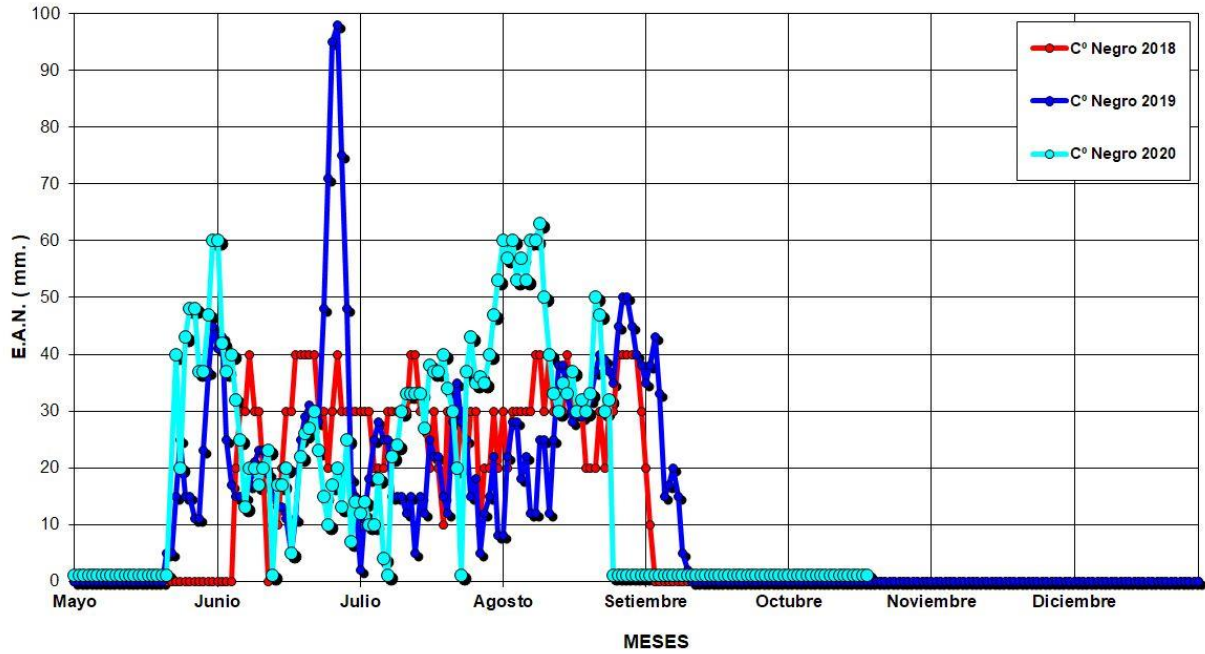


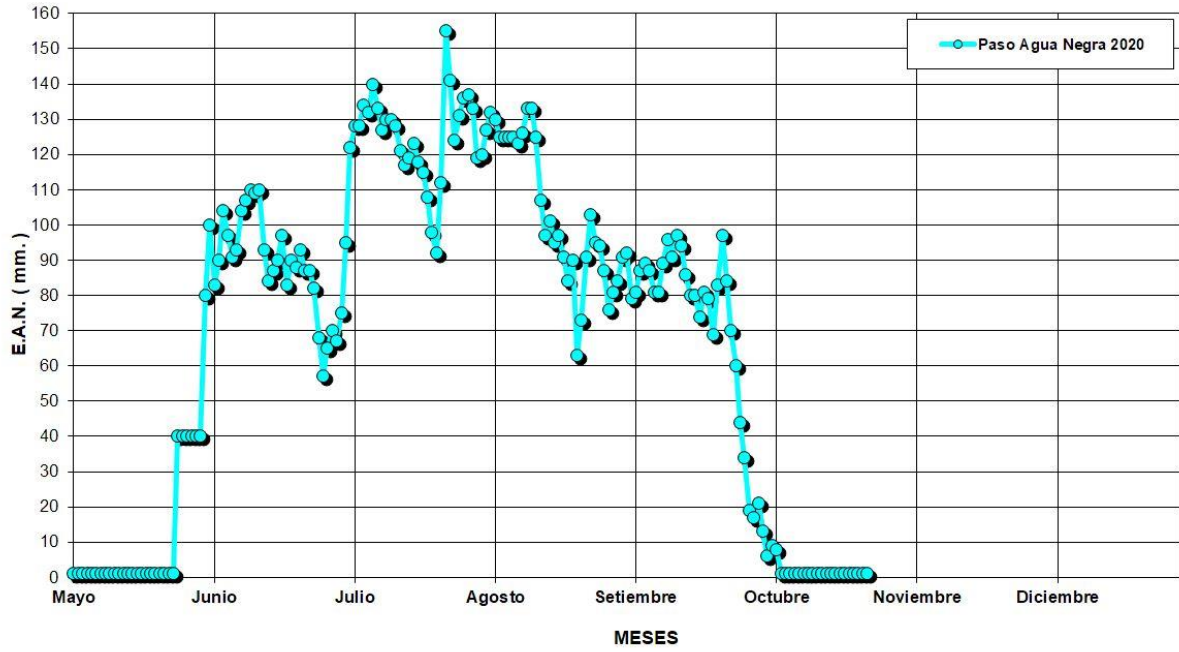
Figura Nº 6



Ubicación Geográfica de la Estación Nivométrica Cerro Negro – Río Jáchal



**ESTACION NIVOMETRICA PASO AGUA NEGRA - RÍO JÁCHAL (ALT.: 4.536 m.s.n.m.)**  
Registros diarios acumulación - fusión



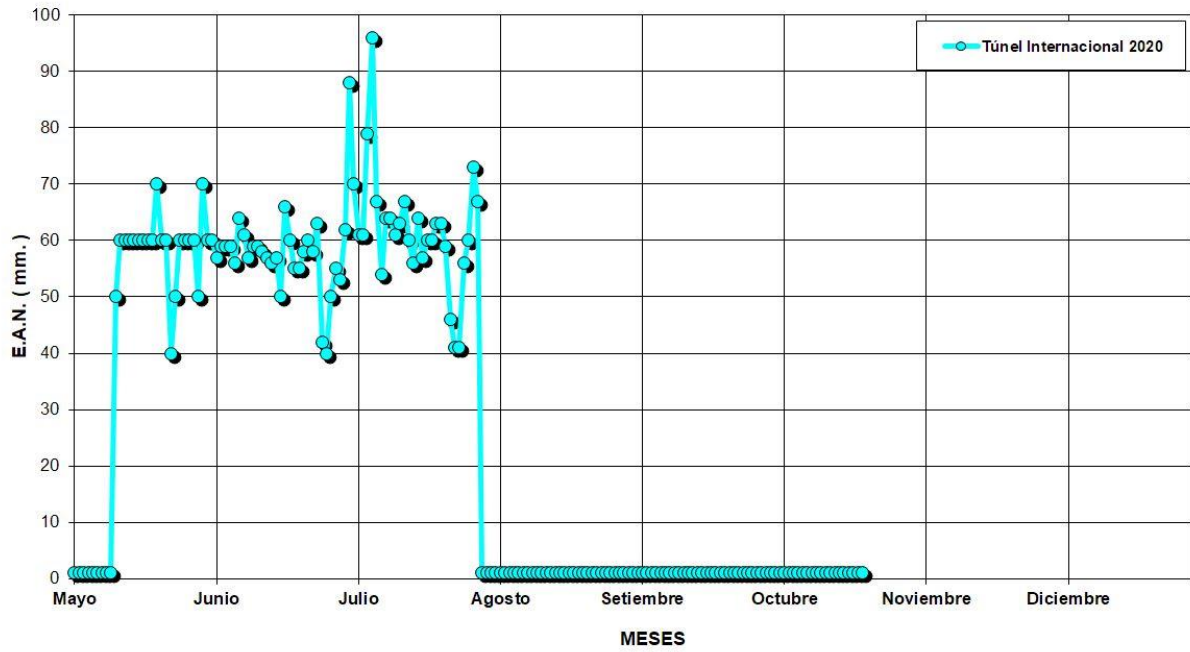
**Figura N° 7**



**Ubicación Geográfica de la Estación Nivométrica Paso Agua Negra – Río Jáchal**



**ESTACION NIVOMETRICA TÚNEL INTERNACIONAL - RÍO MENDOZA ( ALT.: 3.925 m.s.n.m. )**  
Registros diarios acumulación - fusión



**Figura Nº 8**



**Ubicación Geográfica de la Estación Nivométrica Túnel Internacional – Río Mendoza**

ESTACION NIVOMETRICA TOSCAS - RÍO MENDOZA (ALT.: 3600 m.s.n.m.)  
Registros diarios acumulación - fusión

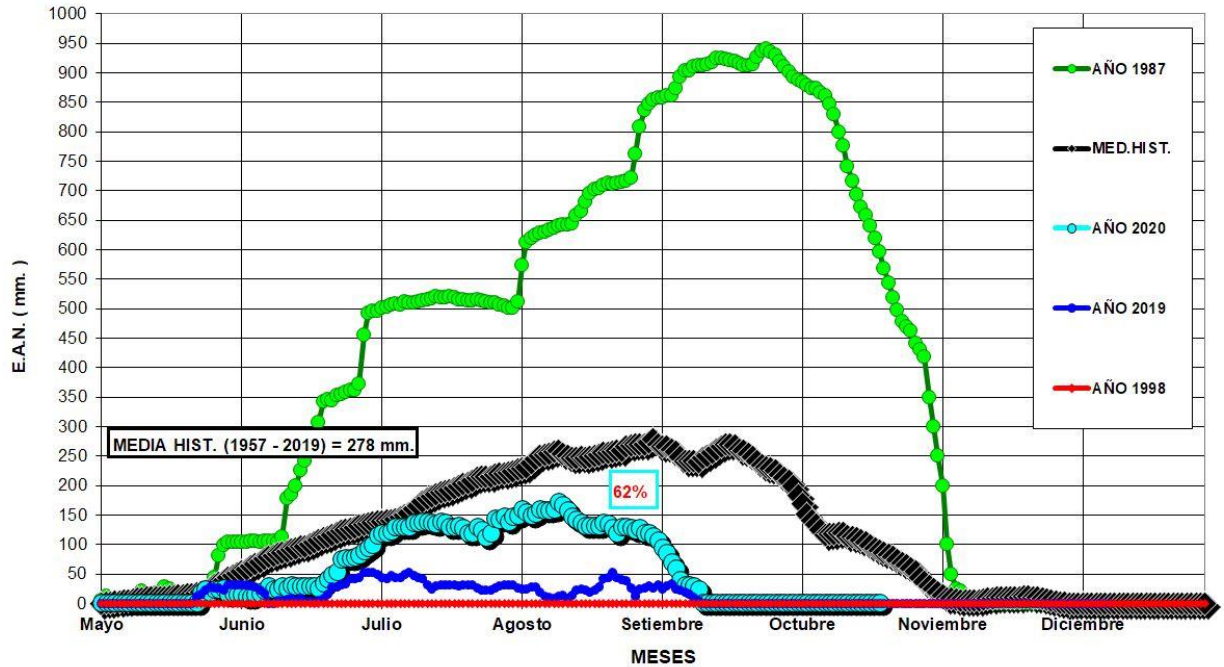
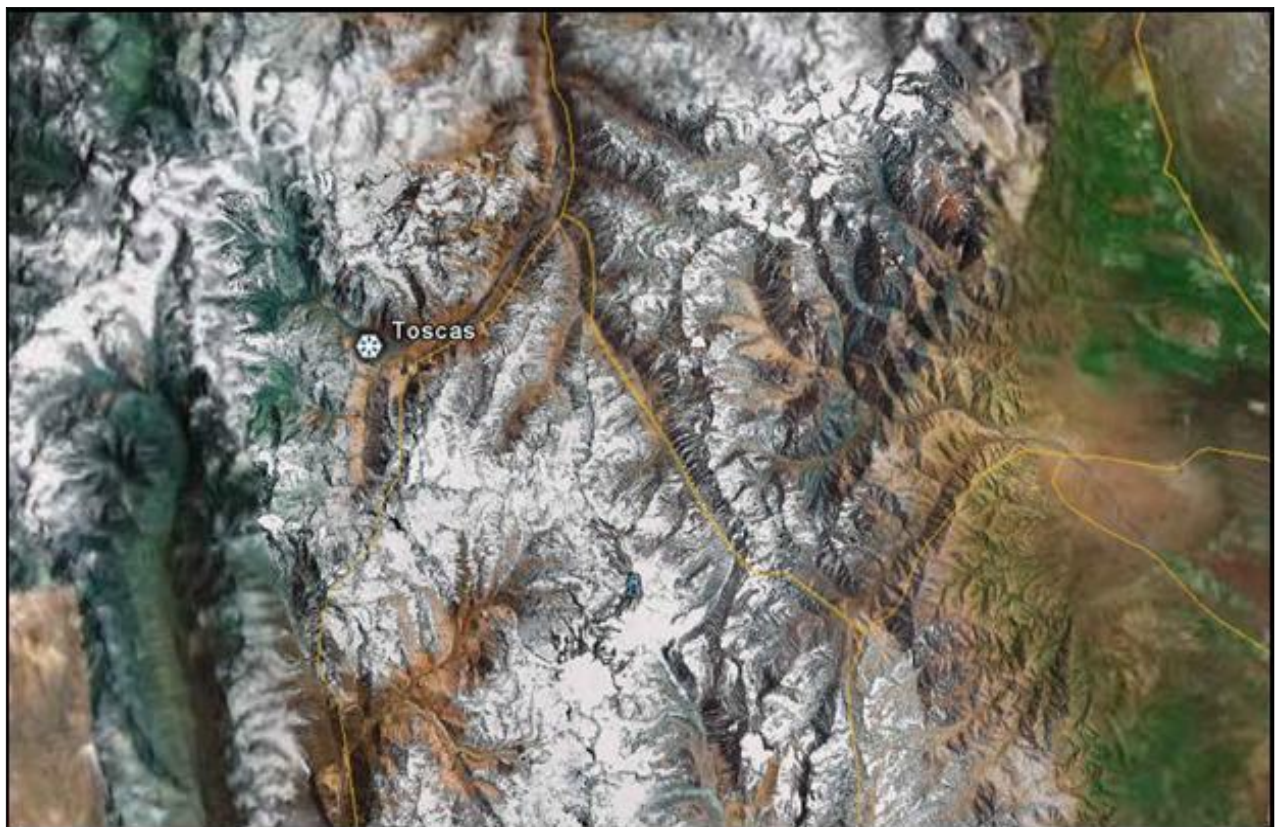


Figura Nº 9



Ubicación Geográfica de la Estación Nivométrica Toscas – Río Mendoza



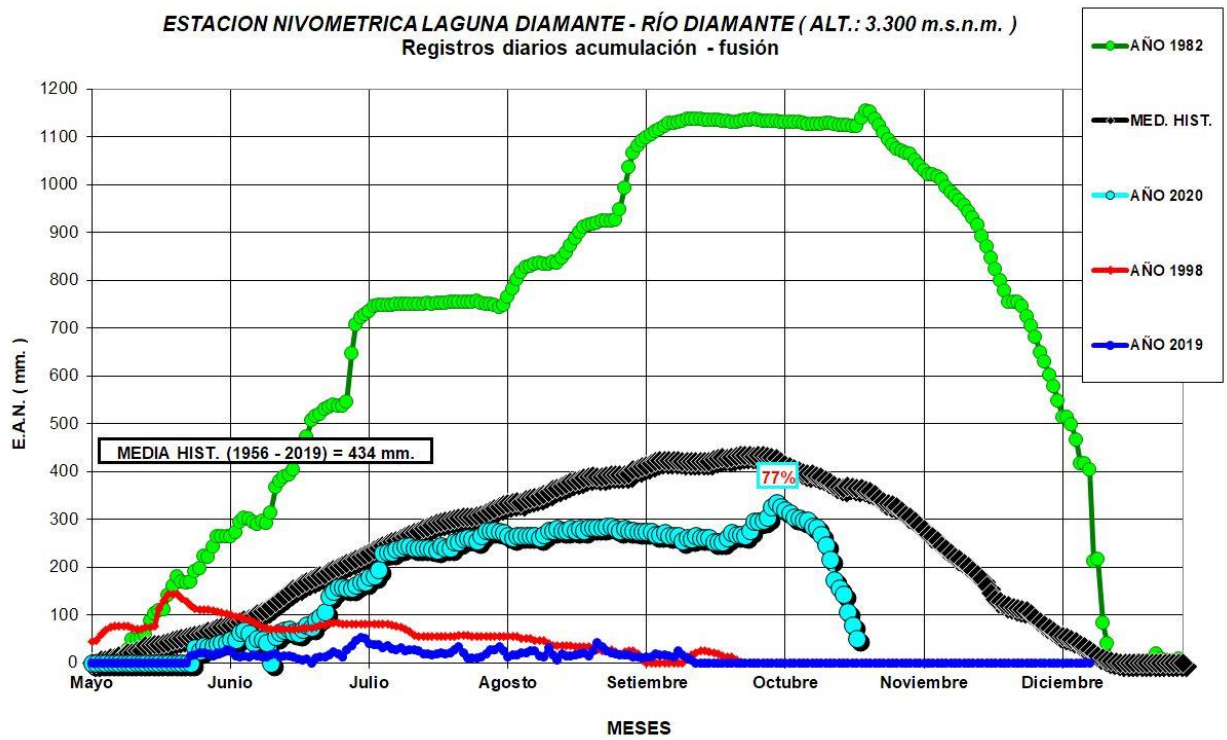
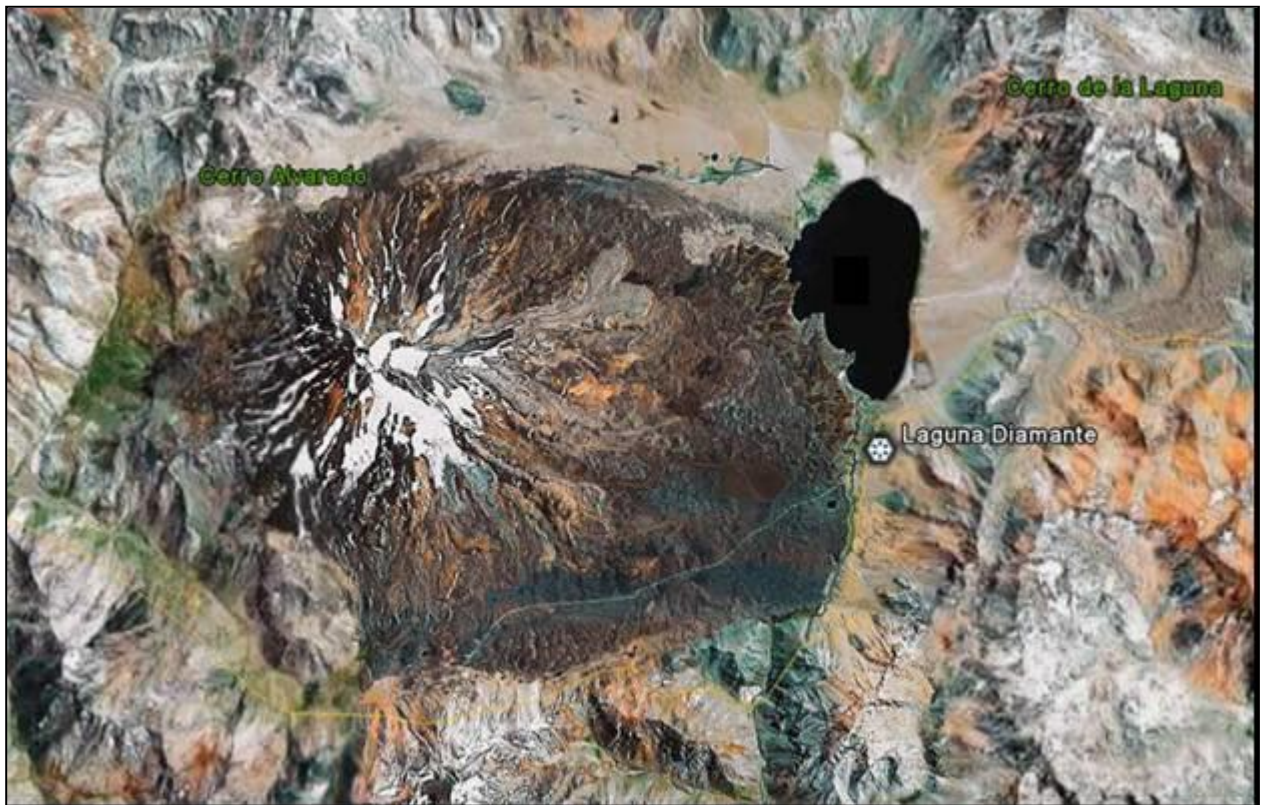


Figura Nº 10



Ubicación Geográfica de la Estación Nivométrica Laguna Diamante – Río Diamante



ESTACION NIVOMETRICA PUNTAS AMARILLAS - RÍO TUNUYÁN ( ALT.: 3.396 m.s.n.m. )  
Registros diarios acumulación - fusión

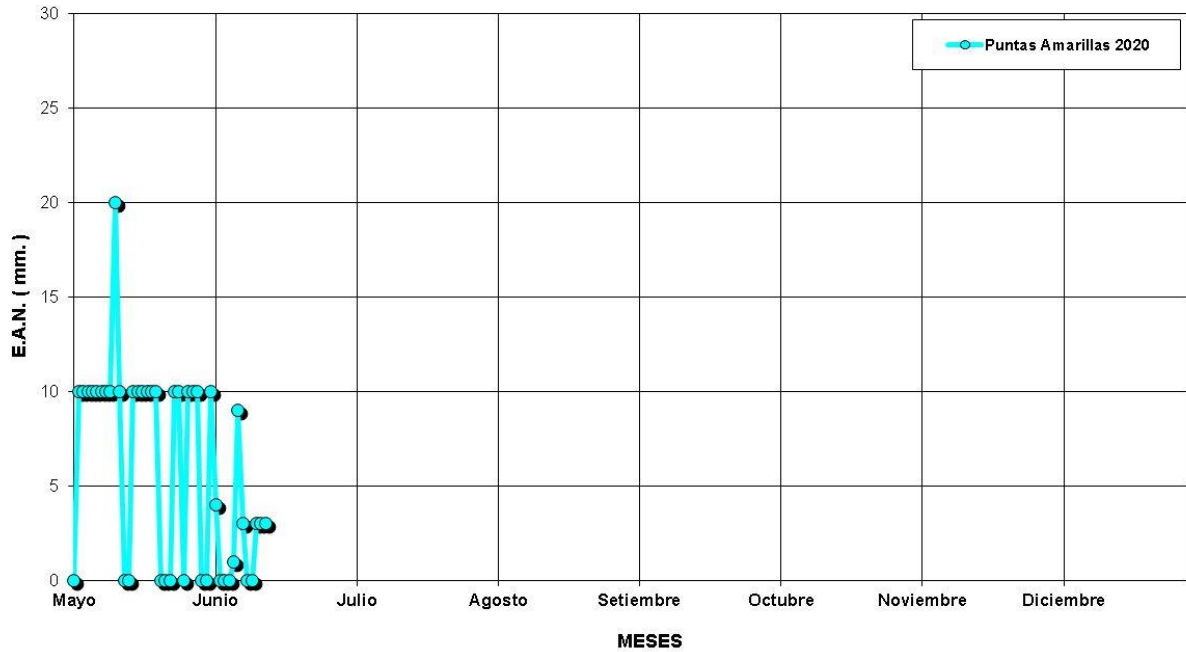
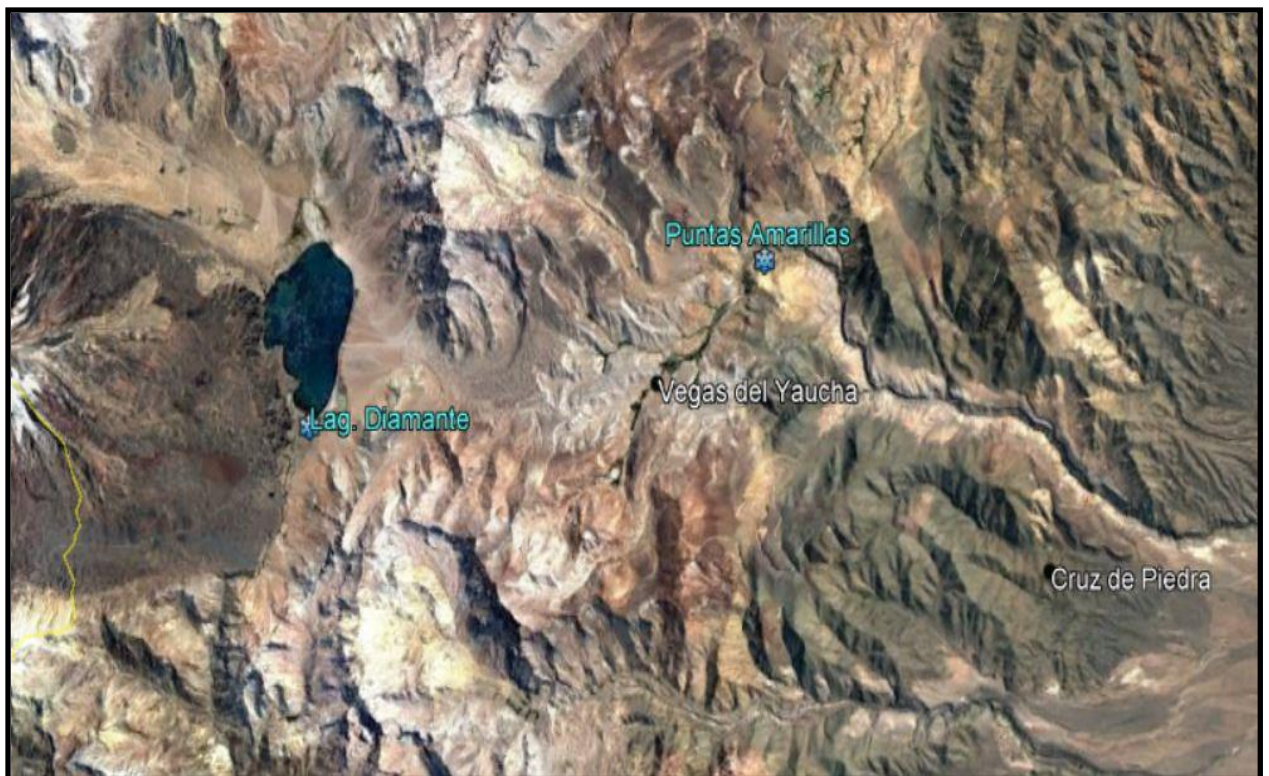


Figura Nº 11



Ubicación Geográfica de la Estación Nivométrica Puntas Amarillas – Río Tunuyán

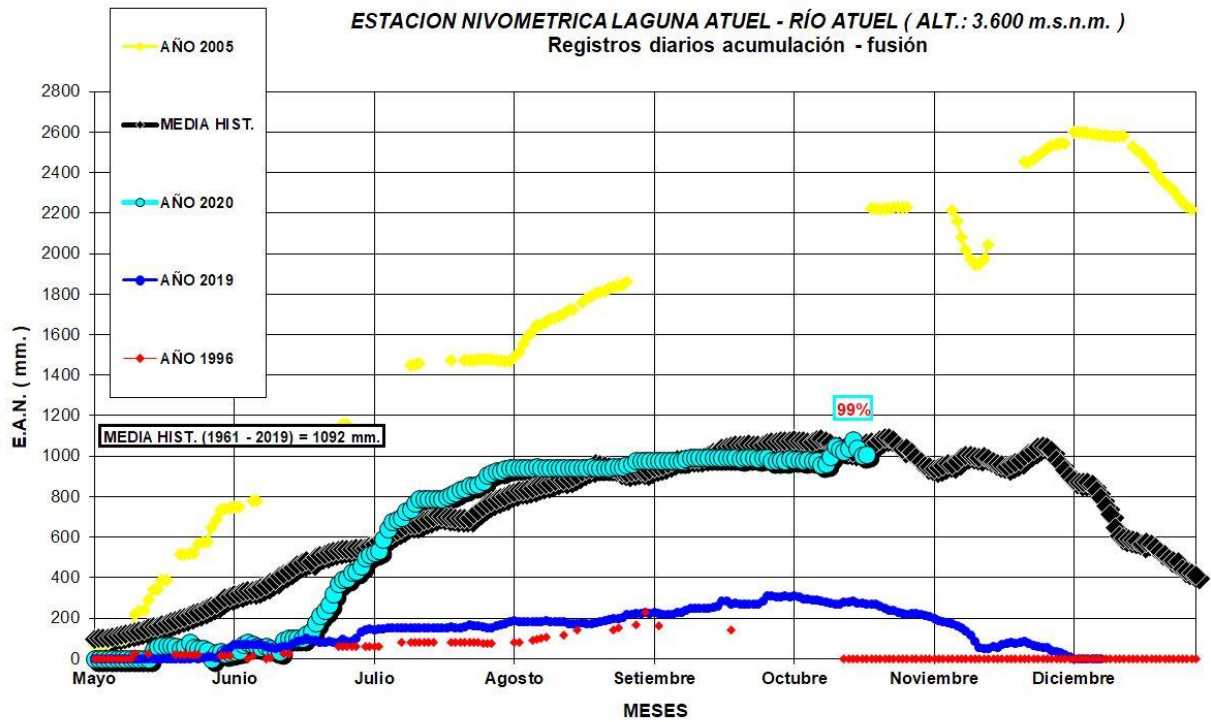
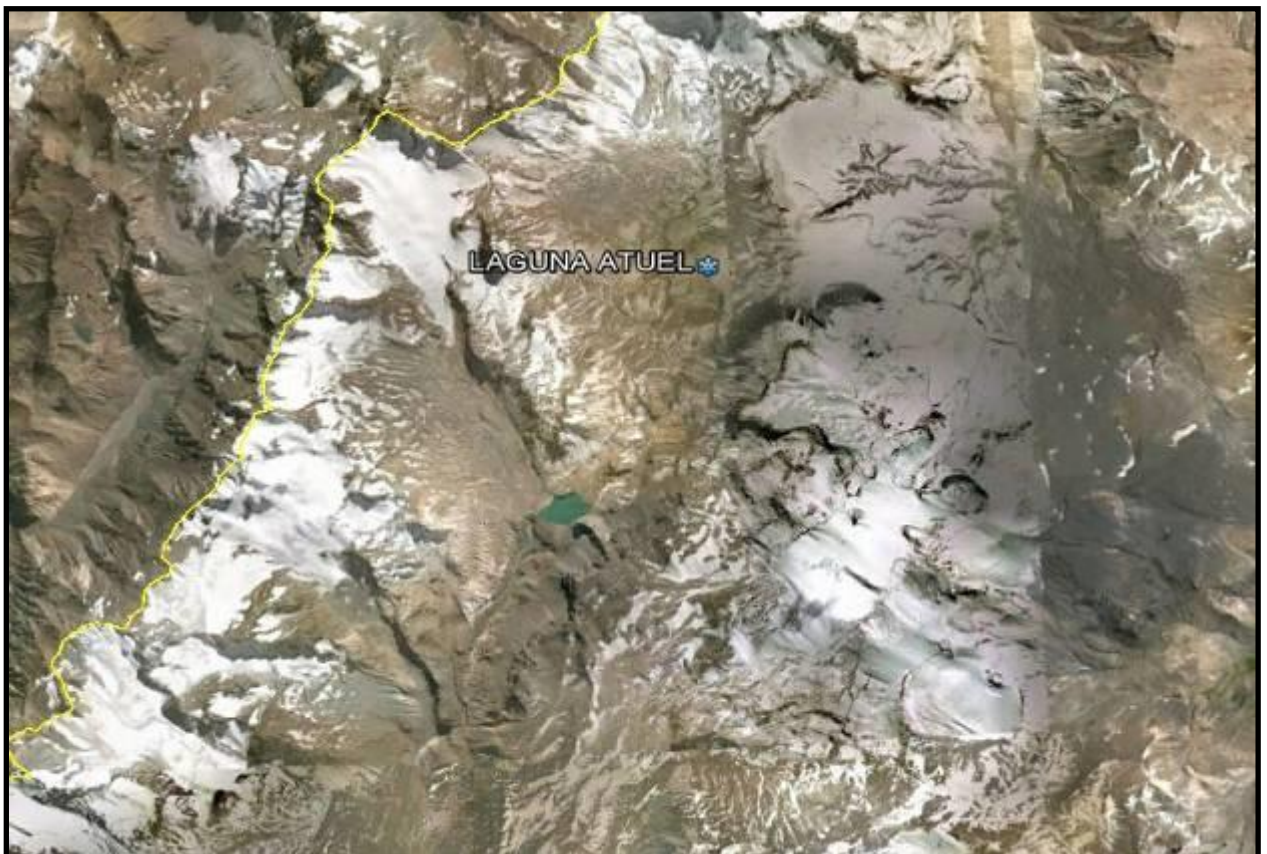


Figura Nº 12



Ubicación Geográfica de la Estación Nivométrica Laguna Atuel – Río Atuel



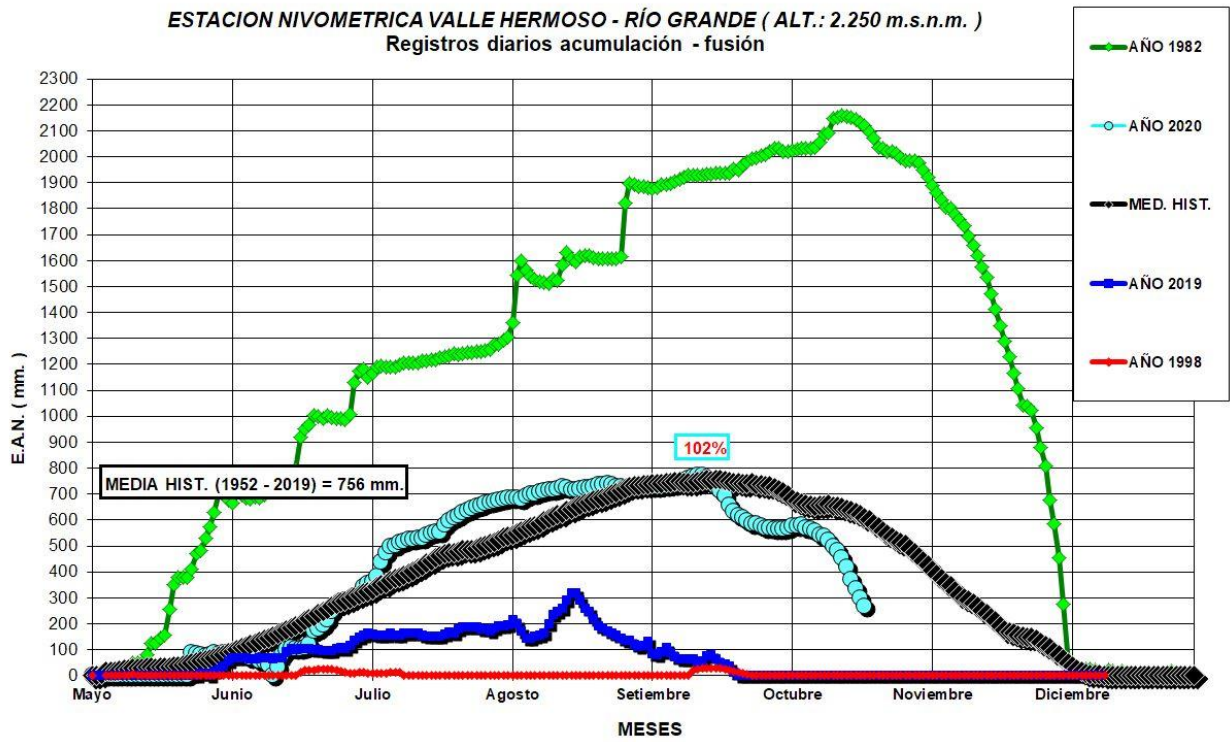


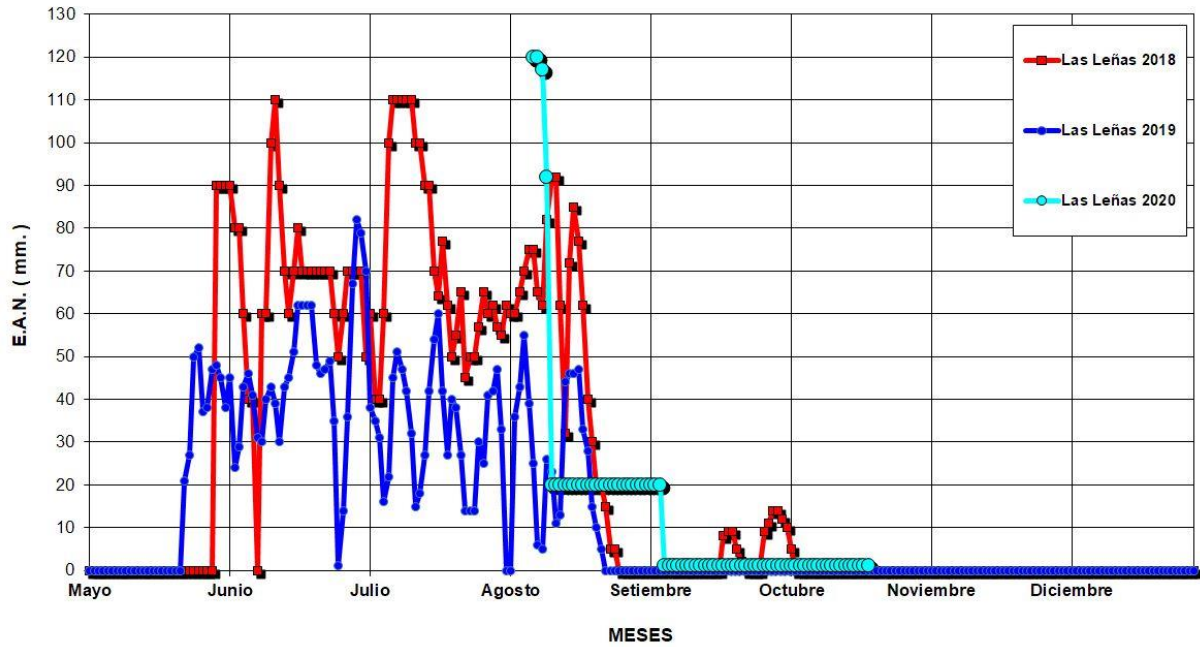
Figura Nº 13



Ubicación Geográfica de la Estación Nivométrica Valle Hermoso – Río Grande



**ESTACION NIVOMETRICA LAS LEÑAS - RÍO ATUEL ( ALT.: 2.300 m.s.n.m. )**  
Registros diarios acumulación - fusión



**Figura Nº 14**



**Ubicación Geográfica de la Estación Nivométrica Las Leñas – Río Atuel**

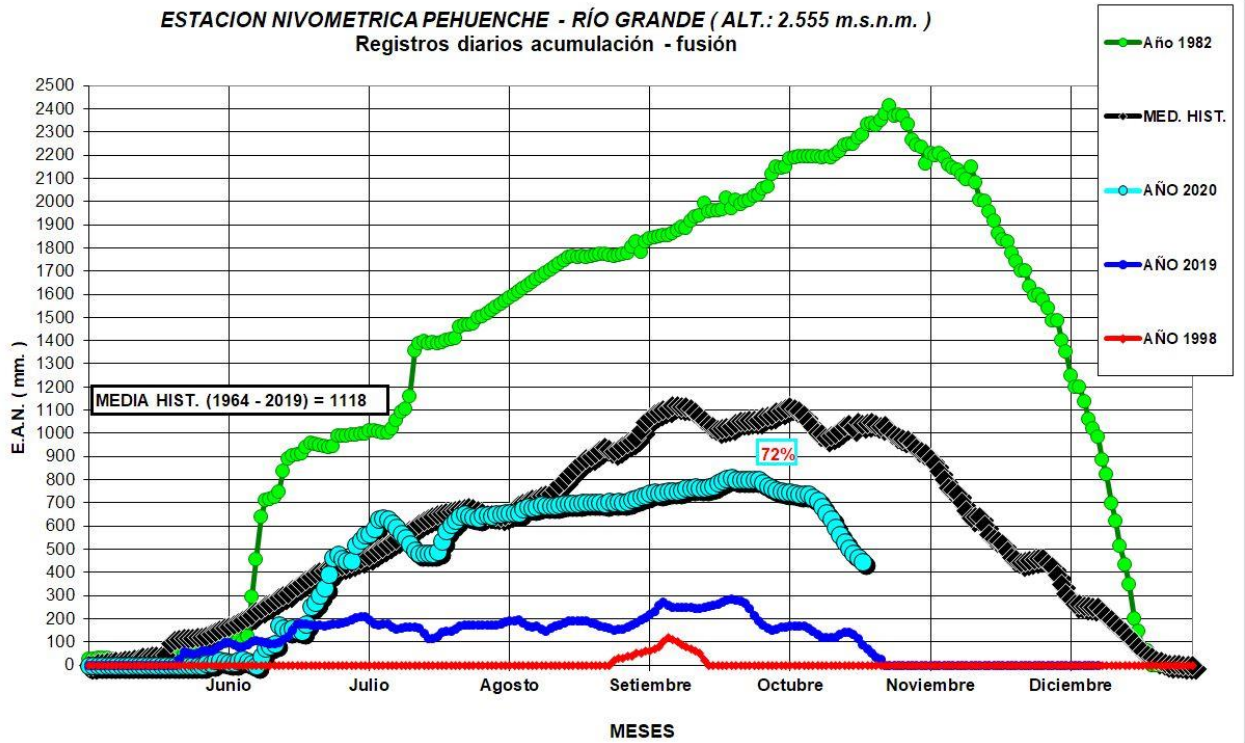


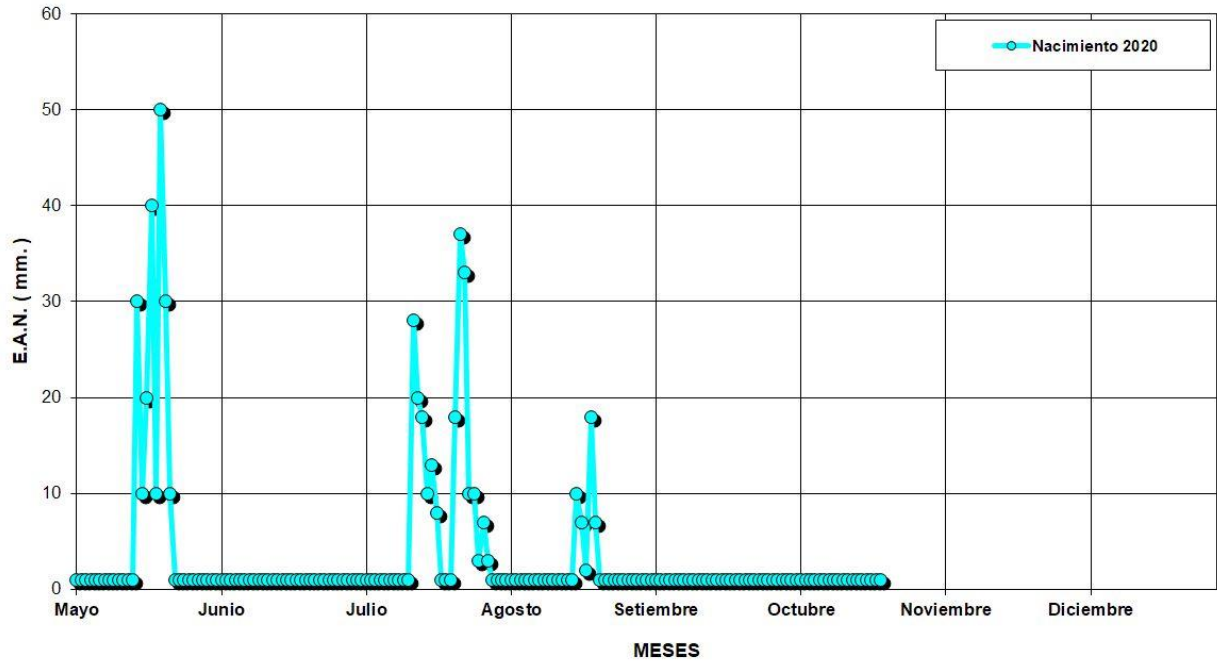
Figura Nº 15



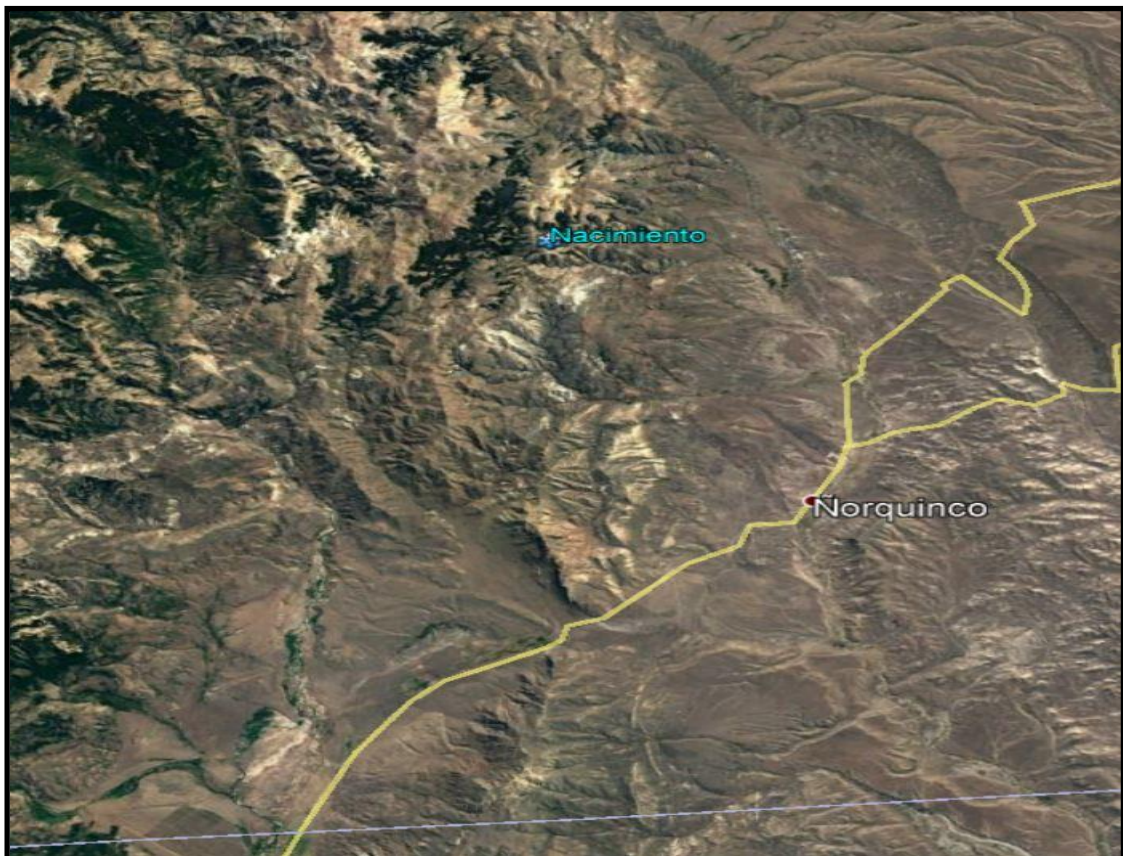
Ubicación Geográfica de la Estación Nivométrica Pehuenche – Río Grande



**ESTACION NIVOMETRICA NACIMIENTO - RÍO CHUBUT ( ALT.: 575 m.s.n.m. )**  
Registros diarios acumulación - fusión

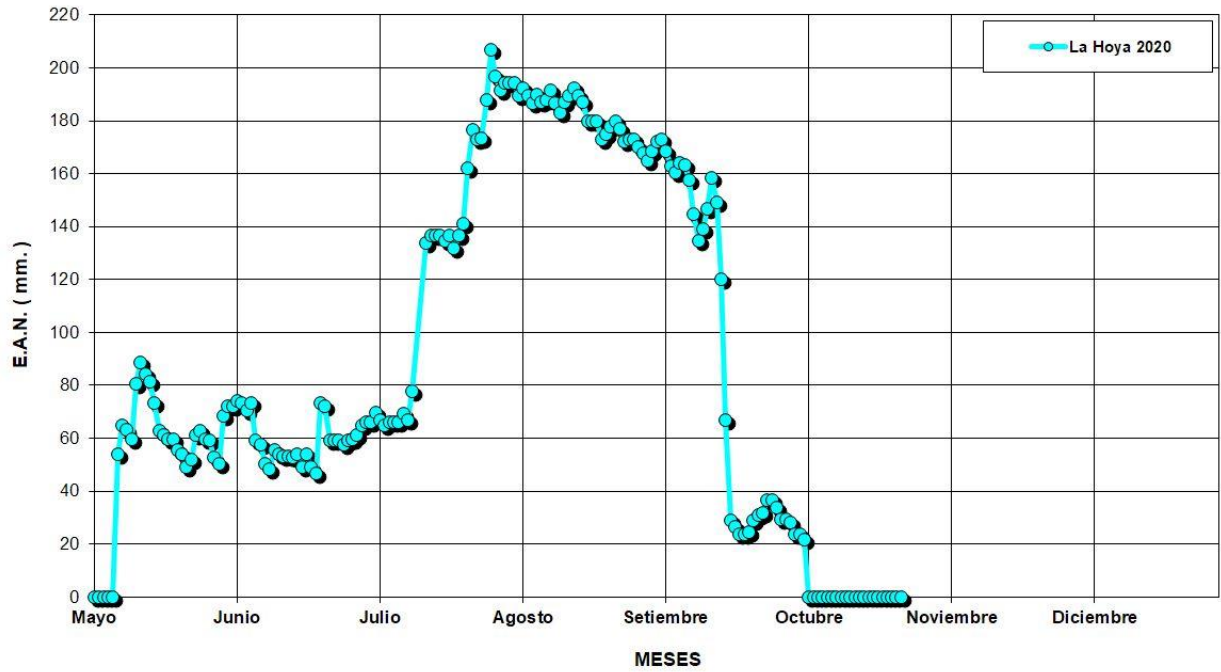


**Figura Nº 16**

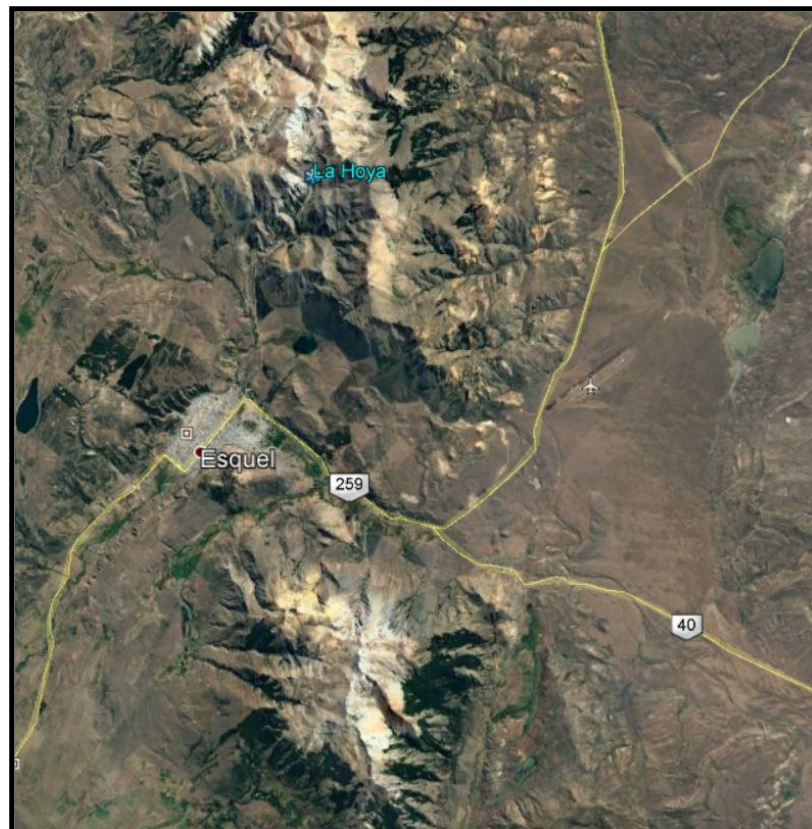


**Ubicación Geográfica de la Estación Nivométrica Nacimiento – Río Chubut.**

**ESTACION NIVOMETRICA LA HOYA - RÍO CHUBUT ( ALT.: 575 m.s.n.m. )  
Registros diarios acumulación - fusión**



**Figura Nº 17**



**Ubicación Geográfica de la Estación Nivométrica La Hoya – Río Chubut.**



ESTACION NIVOMETRICALAGO GUACHO - RÍO CARRENLEUFÚ ( ALT.: 1.165 m.s.n.m. )  
Registros diarios acumulación - fusión

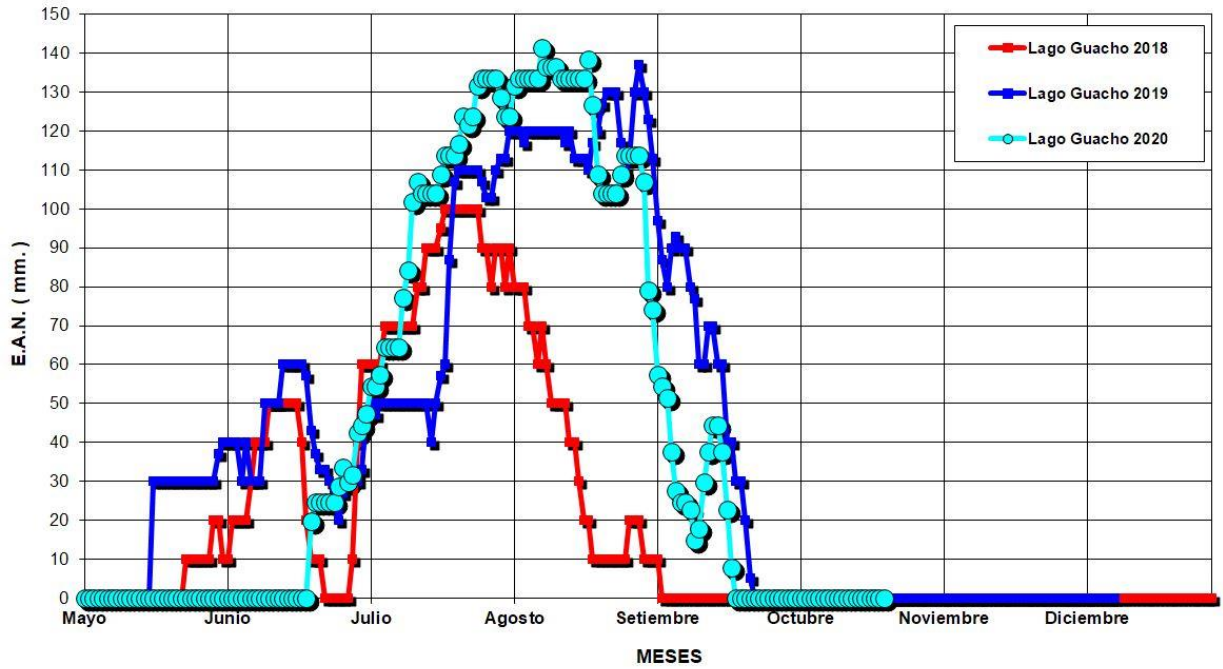


Figura Nº 18



Ubicación Geográfica de la Estación Nivométrica Lago Guacho – Río Carrenleufú

### 3. METODOLOGÍA

Se describe en forma breve, la metodología aplicada en el desarrollo de los modelos estadísticos de pronósticos estacionales.

Los modelos utilizan un enfoque metodológico clásico, del tipo *Estadístico*, sobre la base de las técnicas de Análisis de Componentes Principales y Regresión Múltiple Lineal.

Se trabajó además con modelos no lineales tales como Redes Neuronales optimizadas con Algoritmos Genéticos, que se adaptan muy bien al cálculo de previsiones de derrames.

El análisis de componentes principales (ACP), es una técnica comúnmente usada en el tratamiento de datos, para optimizar el volumen de la información que es utilizada en la representación del proceso. Esta técnica consiste en la reducción de la cantidad de variables iniciales, mediante una transformación lineal de  $p$  variables originales a  $q$  variables independientes nuevas, denominadas Componentes Principales (CP), donde cada una de éstas es una combinación lineal de las originales.

El Análisis de Componentes Principales es aplicado a los caudales medios mensuales históricos de cada río, con el propósito de reducir el conjunto inicial de datos.

La técnica de *Regresión Múltiple Lineal (Step-Wise)* permite estimar la variable  $Y$  (dependiente) en base a un conjunto de variables independientes denominadas *regresores*  $X_i$ .

Dichos variables o predictores principales son:

- Inercia hídrica.
- Equivalente de agua en nieve (E.A.N.) de las estaciones nivométricas ubicadas en la parte alta de la cuenca.
- Temperatura y precipitación de estaciones meteorológicas regionales.
- Stock de agua subterránea.
- Número de Wolf (manchas solares): indicativo de la Radiación Solar.
- Indicadores de la Variabilidad Climática Global, como son las temperaturas medias mensuales de la superficie del mar y el Índice de Oscilación del Sur del Fenómeno ENSO.

A las variables anteriores se les realiza previamente un análisis estadístico de: homogeneidad y consistencia (Test de Mann Kendall y Test de Smirnov), detección de saltos y tendencias (Test de Fisher y Test de Spearman), análisis de normalidad (Test de Shapiro Wilks), de valores extremos o outliers y análisis de cross correlación con el objeto de seleccionar los mejores predictores para modelar. El análisis de los estadísticos  $R$ ,  $R^2$  y error cuadrático medio (entre observaciones y estimaciones) en cada modelo permite evaluar su bondad de ajuste.

Las redes neuronales artificiales (RNAs) son sistemas de razonamiento distribuido de tipo conexionistas que tratan de emular el comportamiento de la mente humana a nivel neuronal. En la figura siguiente se aprecia la pantalla de trabajo del Programa Neuroforecaster/GA para el cálculo del volumen estacional del río Diamante en La Jaula.



La arquitectura de una RNA de Pronósticos de Derrames tiene las siguientes características:

- ❖ **Múltiples Capas:** lo que permite resolver sistemas no lineales.
- ❖ **MISO:** múltiples entradas (predictores) y única salida (volumen estacional).
- ❖ **Totalmente Conectadas:** todos los elementos de una capa se conectan con todos los elementos de la capa siguiente.
- ❖ **Feed Forward:** en cuanto a la transmisión de la información; estas redes son más veloces y están construidas en forma jerárquica, de tal manera que las entradas dentro de cualquier unidad, vienen solo desde unidades de capas antecesoras, siendo el flujo de la información unidireccional. Esta topología de red es ideal para resolver problemas de predicción.
- ❖ **Método de Aprendizaje Supervisado de Retro Propagación:** el valor de salida generado por la red se compara con el valor patrón objetivo; se calcula el error cuadrático medio y luego se transmite hacia atrás (Retro Propagación) hacia las capas intermedias, donde las neuronas ocultas absorben una fracción del error de manera similar a la contribución que aporato dicha neurona para generar ese valor de salida; produciéndose de esta manera la actualización de los pesos sinápticos de las conexiones entre las neuronas.

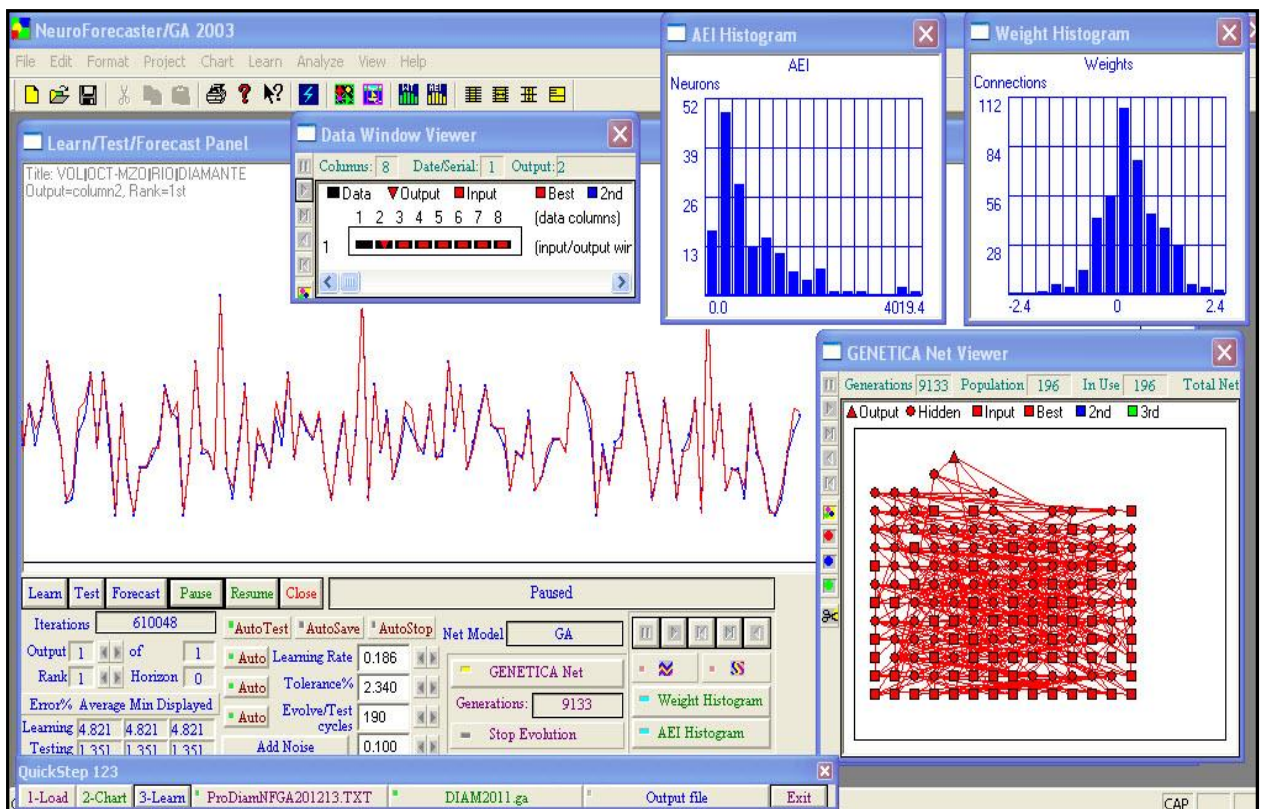


Figura N° 19

El modelo de neurona y la arquitectura de una red neuronal describen como la red transforma sus entradas en salidas, donde los pesos sinápticos de las conexiones son los que codifican el conocimiento de la red.

Los algoritmos genéticos son métodos sistemáticos utilizados para la resolución de problemas de búsqueda y optimización que emulan la evolución biológica Darwiniana, por lo tanto cumplen con los cuatro procesos de la evolución: inicialización, evaluación y selección, reproducción y mutación. De tal manera que los miembros más aptos tendrán una mayor probabilidad de apareamiento que los miembros menos adecuados para producir descendientes, los cuales retendrán las características deseadas de sus patrones y heredarán el conocimiento ya adquirido por los mismos. De este modo se conseguirá que cada generación de individuos sea mejor que la anterior y si el algoritmo converge adecuadamente el último individuo será el más apto.

Los algoritmos genéticos permiten optimizar la topología de las RNAs, el número de capas ocultas, de nodos ocultos y de patrones de interconexión.

#### 4. PRONÓSTICO TEMPORADA 2020 - 2021

Los mismos corresponden a las cuencas del frente cordillerano desde el Sur de la provincia de San Juan hasta la cuenca del embalse Ameghino en la provincia de Chubut, abarcando los ríos San Juan, Mendoza, Tunuyán, Diamante, Atuel, Colorado y Chubut.

Los pronósticos son realizados sobre las estaciones de control indicadas en el cuadro siguiente:

| RÍO      | ESTACIÓN     | LATITUD | LONGITUD | SERIE HISTÓRICA |
|----------|--------------|---------|----------|-----------------|
| San Juan | Km. 101      | 31° 20' | 69° 06'  | 1971 – 2019     |
| Mendoza  | Guido        | 32° 51' | 69° 16'  | 1956 – 2019     |
| Tunuyán  | Valle de Uco | 33° 47' | 69° 15'  | 1957 – 2019     |
| Diamante | La Jaula     | 34° 40' | 69° 19'  | 1971 – 2019     |
| Atuel    | La Angostura | 35° 02' | 68° 52'  | 1948 – 2019     |
| Colorado | Buta Ranquil | 37° 06' | 69° 44'  | 1940 – 2019     |
| Chubut   | Los Altares  | 43° 51' | 68° 30'  | 1943 – 2019     |

Cuadro Nº 2



Se han determinado para todos los ríos, excepto el Chubut, además de los volúmenes estacionales octubre - marzo, el volumen anual octubre – setiembre.

A continuación se publican en detalle los cuadros y gráficos correspondientes a dichas previsiones 2020/21.

En los cuadros se detalla la distribución de caudales medios mensuales más probable o **Valor Central** y los escenarios mensuales correspondientes al intervalo de confianza del 70%, ellos son los caudales que corresponden al **Límite Superior** que tienen una probabilidad del 15% de ser superados y al **Límite Inferior** en los cuales existe una probabilidad del 15% de esperar caudales inferiores. Se completan dichas tablas con parámetros que caracterizan el régimen hidrológico de cada cuenca.

En las gráficas, además de colocar los valores indicados en los cuadros, se presenta la distribución de caudales medios mensuales correspondientes a condiciones normales y condiciones de máximos y mínimos aportes históricos, sobre la base de las series estudiadas.

#### 4.1. Caracterización del régimen de escurrimiento

La clasificación del régimen de escurrimiento correspondiente a las distintas probabilidades de excedencia, es la siguiente:

- Muy Húmedo: Probabilidad de excedencia menor al 10%
- Húmedo: Probabilidad de excedencia 10% - 25%
- Moderadamente Húmedo: Probabilidad de excedencia 25% - 45%
- Normal o Medio: Probabilidad de excedencia 45% - 55%
- Moderadamente Seco: Probabilidad de excedencia 55% - 75%
- Seco: Probabilidad de excedencia 75% - 90%
- Muy Seco: Probabilidad de excedencia mayor al 90%

Esta clasificación permitirá una vez realizado el cálculo de la perspectiva estacional caracterizar cómo será el régimen hídrico de la temporada estival para cada río.

Para ello se realizó un estudio estadístico aplicando distintas funciones de distribución a las series históricas de los volúmenes octubre – setiembre de dichos ríos; se seleccionó la función Log-Normal como la de mejor ajuste a las muestras; la bondad de dichos ajustes se aprecia por los test de Kolmogorov – Smirnov y  $\chi^2$ .

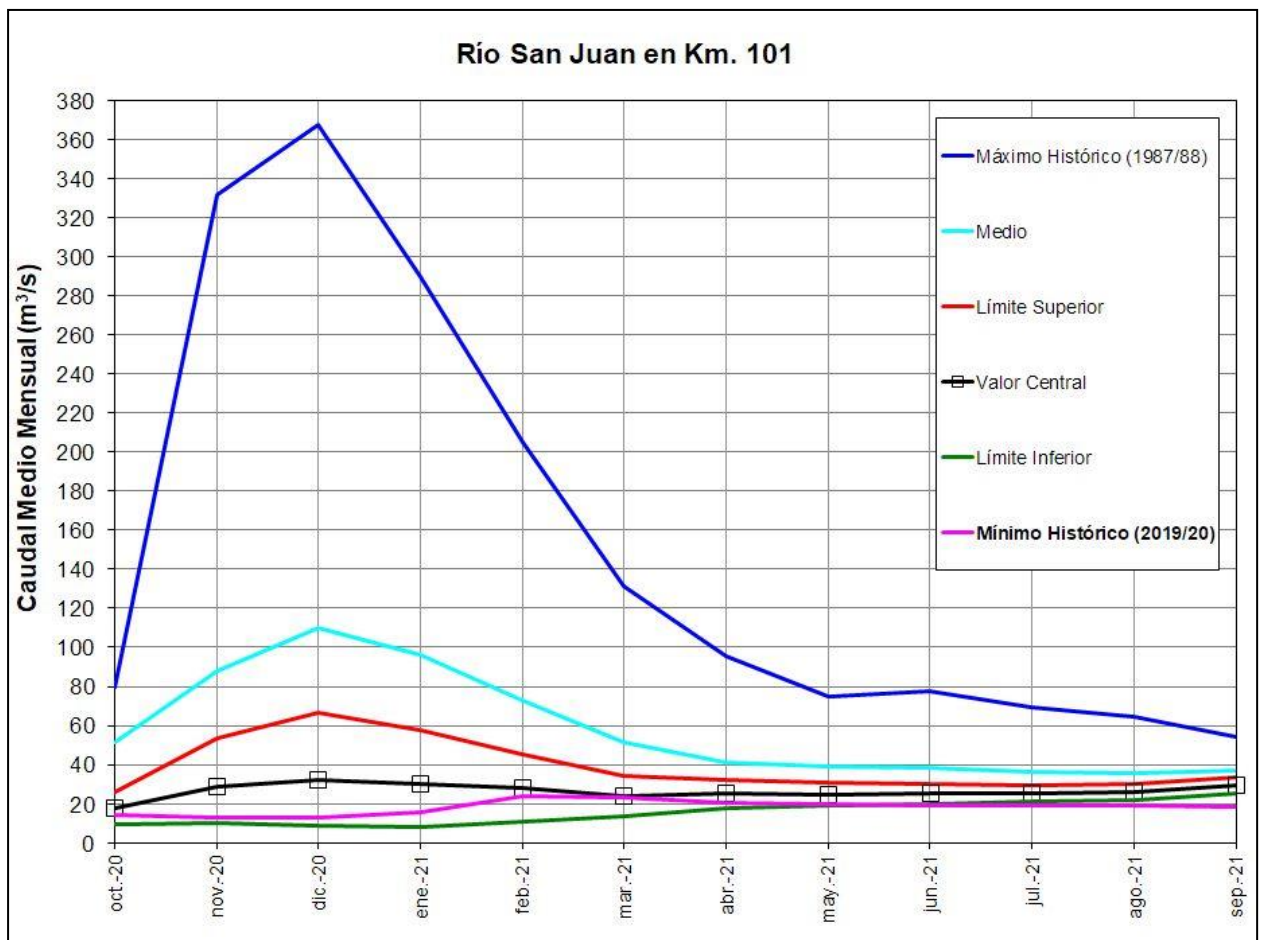
***Como los ríos cuyanos son netamente termonivales, los caudales medios mensuales en el período estacional, pueden sufrir desviaciones importantes ya que dependen de la ubicación de la isoterma de 0°C (a mayor altura mayor área expuesta al calor). Además es suficiente que la isoterma descienda abruptamente uno o dos días, por el ingreso de un frente frío, para que se interrumpa la inercia térmica y consecuentemente la hídrica lo que produce una disminución de los caudales.***

### RÍO SAN JUAN EN KM. 101

| MES    | CAUDAL (m <sup>3</sup> /s.) |               |                 |
|--------|-----------------------------|---------------|-----------------|
|        | Límite Inferior             | Valor Central | Límite Superior |
| oct-20 | 9                           | 18            | 26              |
| nov-20 | 10                          | 29            | 53              |
| dic-20 | 9                           | 32            | 66              |
| ene-21 | 8                           | 30            | 58              |
| feb-21 | 10                          | 28            | 46              |
| mar-21 | 14                          | 24            | 34              |
| abr-21 | 18                          | 25            | 32              |
| may-21 | 19                          | 25            | 31              |
| jun-21 | 20                          | 25            | 30              |
| jul-21 | 21                          | 25            | 30              |
| ago-21 | 22                          | 26            | 30              |
| sep-21 | 25                          | 29            | 33              |

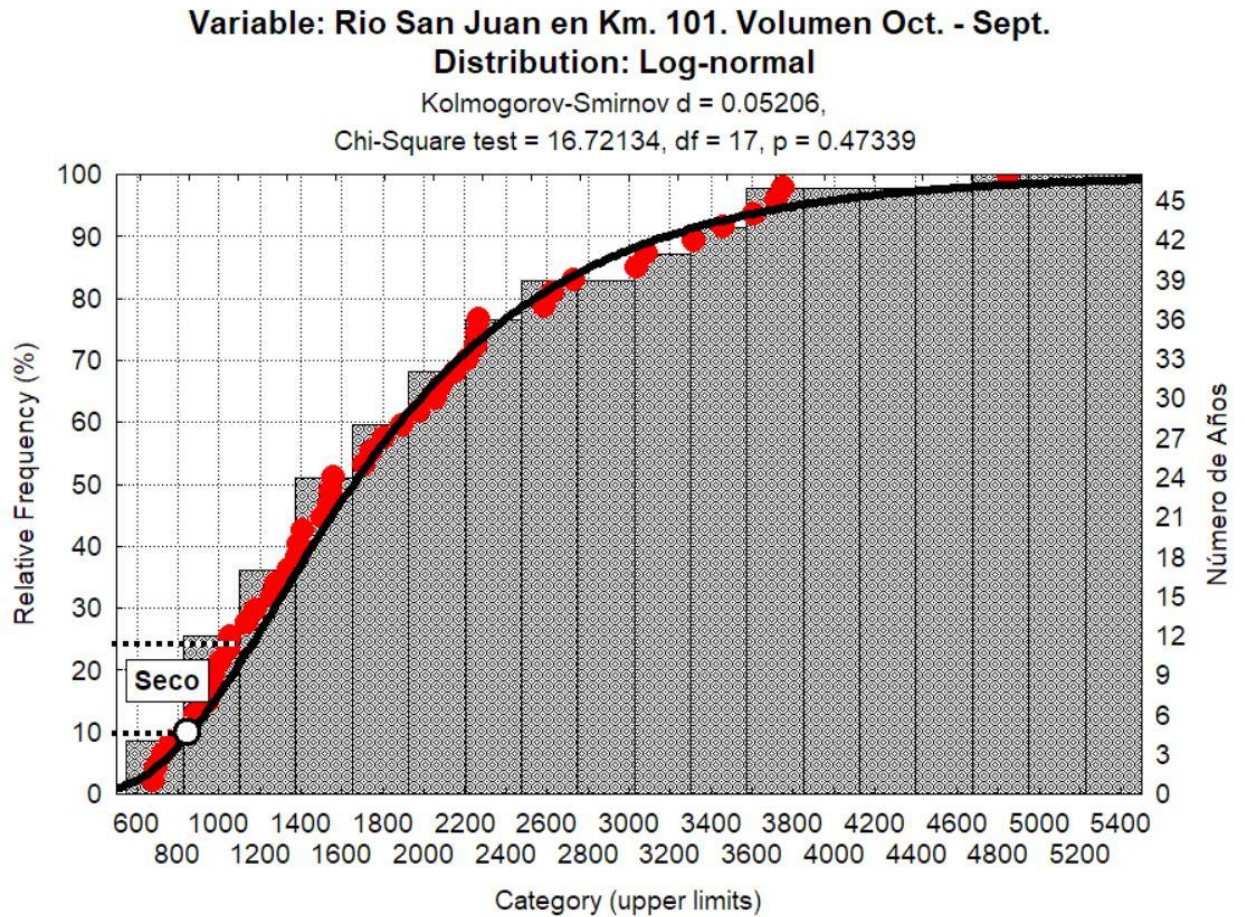
|                                   |           |                    |
|-----------------------------------|-----------|--------------------|
| Volúmen octubre - setiembre:      | 831       | Hm <sup>3</sup> .  |
| Caudal medio octubre - setiembre: | 26        | m <sup>3</sup> /s. |
| Módulo octubre - setiembre:       | 58        | m <sup>3</sup> /s. |
| Volúmen octubre - marzo :         | 421       | Hm <sup>3</sup> .  |
| Caudal medio octubre - marzo :    | 27        | m <sup>3</sup> /s. |
| Módulo octubre - marzo :          | 78        | m <sup>3</sup> /s. |
| Porcentaje año medio :            | <b>45</b> | %                  |

|                                      |     |            |      |
|--------------------------------------|-----|------------|------|
| Vol. Oct. - Mzo. (Hm <sup>3</sup> )  | 159 | <b>421</b> | 741  |
| Vol. Oct. - Sept. (Hm <sup>3</sup> ) | 489 | <b>831</b> | 1232 |





El volumen octubre – septiembre de 831 Hm<sup>3</sup> corresponde a un régimen de escurrimiento **Seco** ya que tiene un 89% de probabilidad de que ocurran volúmenes superiores al mismo, como se puede apreciar en la figura siguiente:

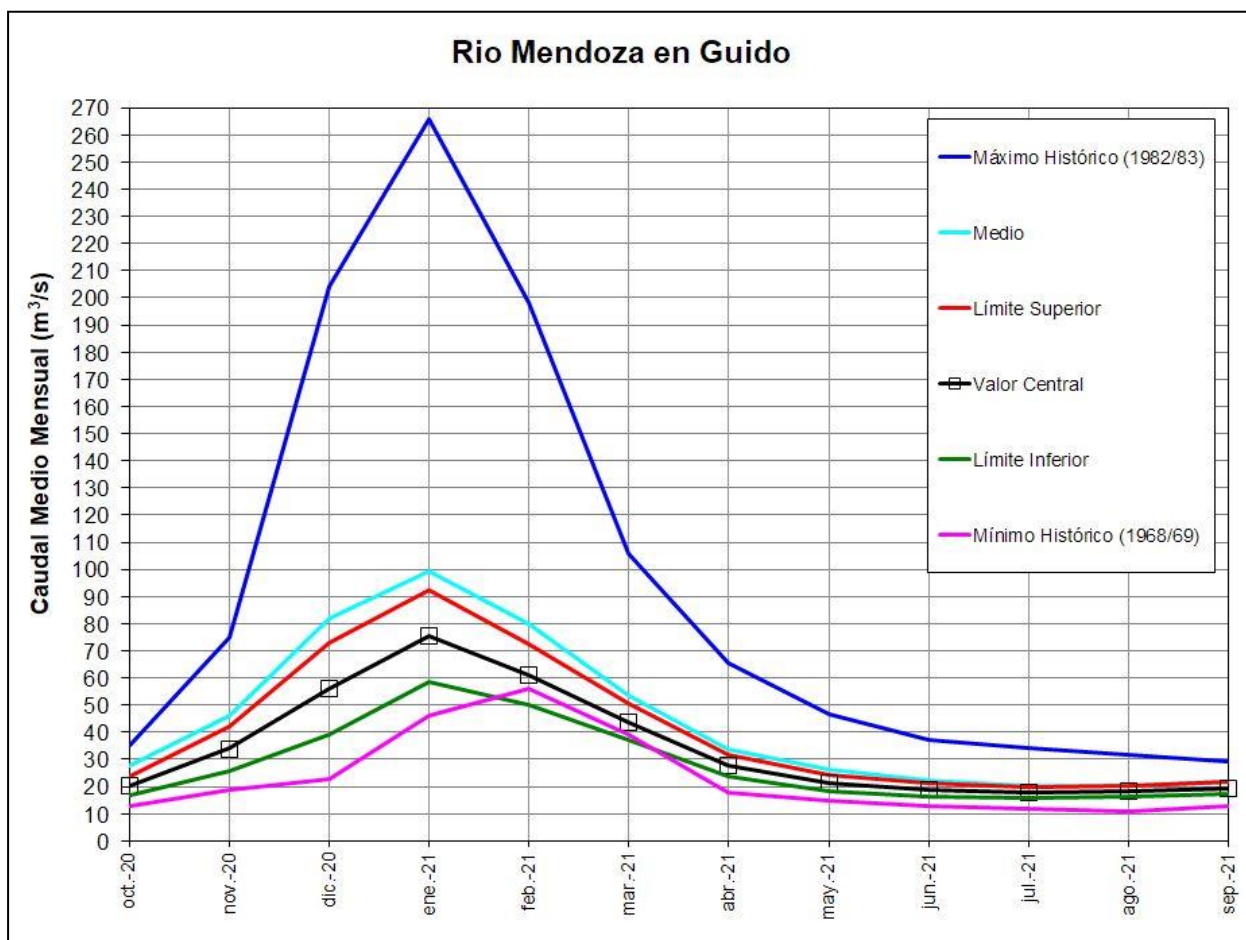


### RÍO MENDOZA EN GUIDO

| MES    | CAUDAL (m <sup>3</sup> /s.) |               |                 |
|--------|-----------------------------|---------------|-----------------|
|        | Limite Inferior             | Valor Central | Limite Superior |
| oct-20 | 17                          | 20            | 24              |
| nov-20 | 26                          | 34            | 42              |
| dic-20 | 39                          | 56            | 73              |
| ene-21 | 58                          | 75            | 92              |
| feb-21 | 50                          | 61            | 72              |
| mar-21 | 37                          | 44            | 50              |
| abr-21 | 24                          | 28            | 32              |
| may-21 | 18                          | 21            | 24              |
| jun-21 | 17                          | 19            | 21              |
| jul-21 | 16                          | 18            | 20              |
| ago-21 | 16                          | 18            | 20              |
| sep-21 | 17                          | 20            | 22              |

|                                   |           |                    |
|-----------------------------------|-----------|--------------------|
| Volúmen octubre - setiembre:      | 1085      | Hm <sup>3</sup> .  |
| Caudal medio octubre - setiembre: | 35        | m <sup>3</sup> /s. |
| Módulo octubre - setiembre:       | 44        | m <sup>3</sup> /s. |
| Volúmen octubre - marzo:          | 760       | Hm <sup>3</sup> .  |
| Caudal medio octubre - marzo:     | 48        | m <sup>3</sup> /s. |
| Módulo octubre - marzo:           | 65        | m <sup>3</sup> /s. |
| Porcentaje año medio:             | <b>78</b> | %                  |

|                                      |     |             |      |
|--------------------------------------|-----|-------------|------|
| Vol. Oct. - Mzo. (Hm <sup>3</sup> )  | 594 | <b>760</b>  | 926  |
| Vol. Oct. - Sept. (Hm <sup>3</sup> ) | 878 | <b>1085</b> | 1292 |



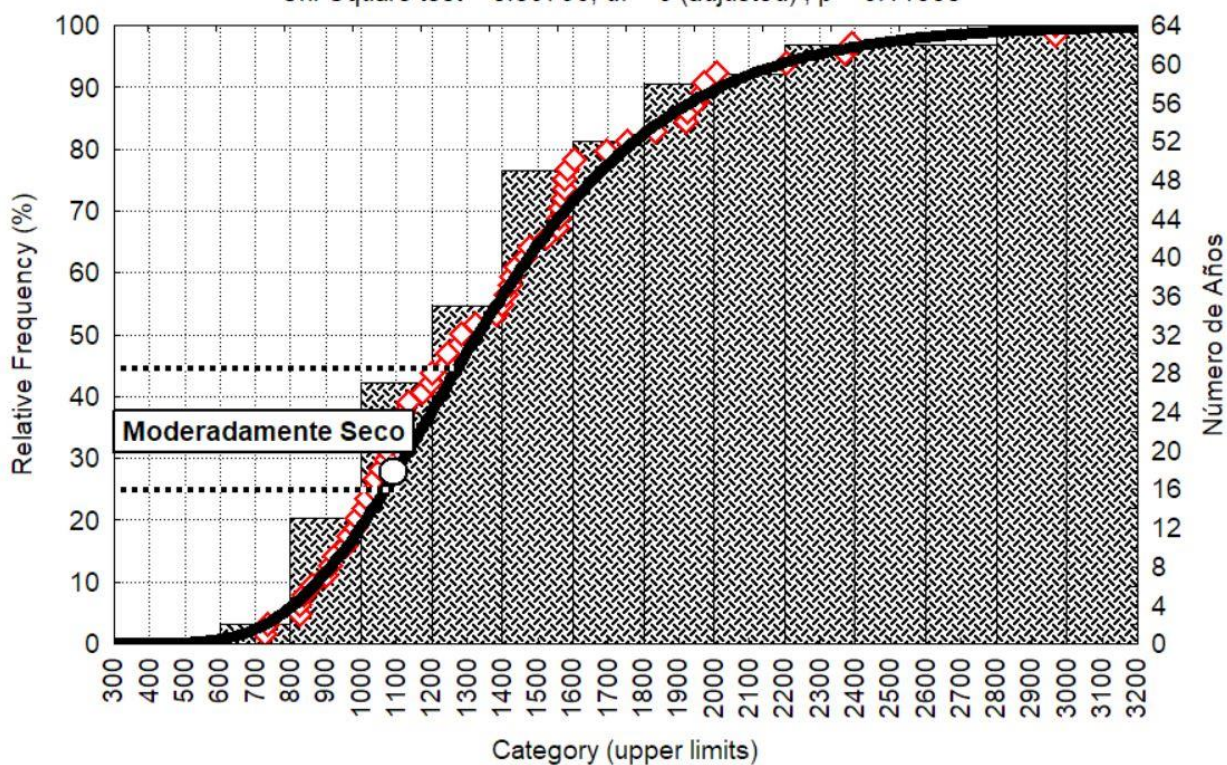


El volumen octubre – septiembre de 1085 Hm<sup>3</sup> corresponde a un régimen de escurrimiento **Moderadamente Seco** ya que tiene un 74% de probabilidad de que ocurran volúmenes superiores al mismo, como se puede apreciar en la figura siguiente:

**Variable: Rio Mendoza en Guido. Volumen Oct. - Sept.**  
**Distribution: Log-normal**

Kolmogorov-Smirnov d = 0.07771, p = n.s.

Chi-Square test = 5.89790, df = 3 (adjusted), p = 0.11668

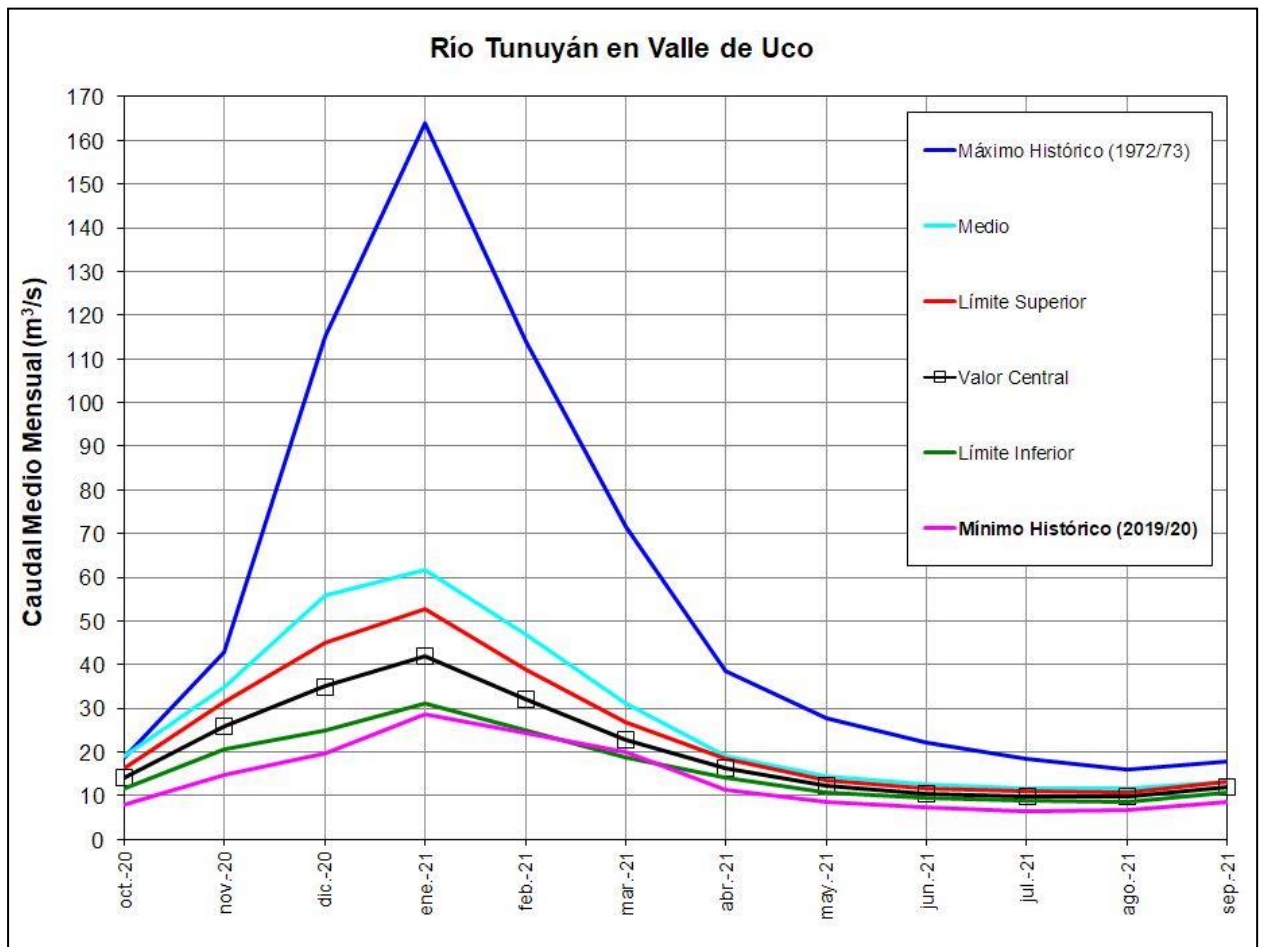


### RÍO TUNUYÁN EN VALLE DE UCO

| MES    | CAUDAL (m <sup>3</sup> /s.) |               |                 |
|--------|-----------------------------|---------------|-----------------|
|        | Límite Inferior             | Valor Central | Límite Superior |
| oct-20 | 12                          | 14            | 16              |
| nov-20 | 21                          | 26            | 31              |
| dic-20 | 25                          | 35            | 45              |
| ene-21 | 31                          | 42            | 53              |
| feb-21 | 25                          | 32            | 39              |
| mar-21 | 19                          | 23            | 27              |
| abr-21 | 14                          | 16            | 18              |
| may-21 | 11                          | 12            | 14              |
| jun-21 | 9                           | 10            | 12              |
| jul-21 | 9                           | 10            | 11              |
| ago-21 | 9                           | 10            | 11              |
| sep-21 | 11                          | 12            | 13              |

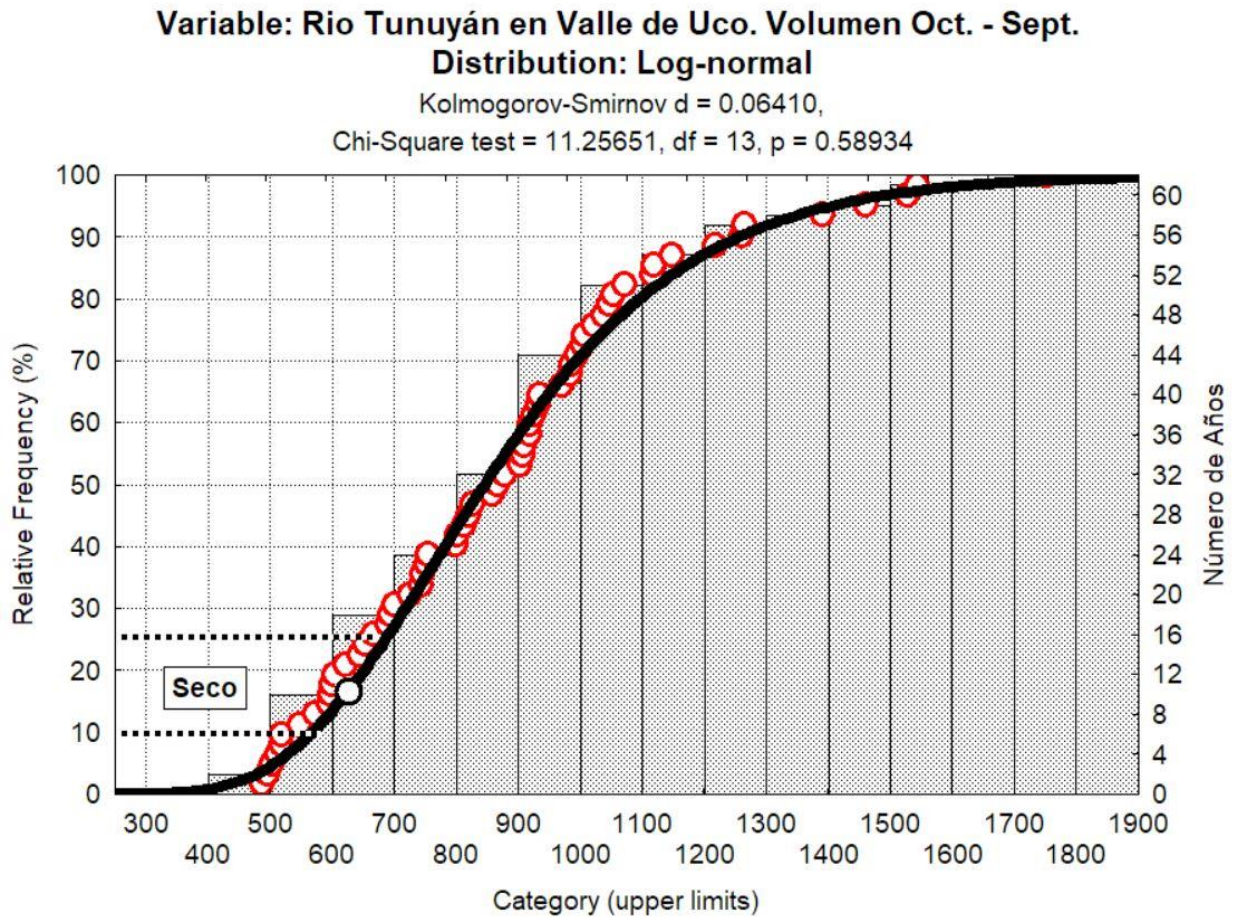
|                                   |           |                    |
|-----------------------------------|-----------|--------------------|
| Volúmen octubre - setiembre:      | 635       | Hm <sup>3</sup> .  |
| Caudal medio octubre - setiembre: | 20        | m <sup>3</sup> /s. |
| Módulo octubre - setiembre:       | 28        | m <sup>3</sup> /s. |
| Volúmen octubre - marzo :         | 450       | Hm <sup>3</sup> .  |
| Caudal medio octubre - marzo :    | 29        | m <sup>3</sup> /s. |
| Módulo octubre - marzo :          | 42        | m <sup>3</sup> /s. |
| Porcentaje año medio :            | <b>73</b> | %                  |

|                                      |     |            |     |
|--------------------------------------|-----|------------|-----|
| Vol. Oct. - Mzo. (Hm <sup>3</sup> )  | 346 | <b>450</b> | 553 |
| Vol. Oct. - Sept. (Hm <sup>3</sup> ) | 510 | <b>635</b> | 759 |





El volumen octubre – septiembre de 635 Hm<sup>3</sup> corresponde a un régimen de escurrimiento **Seco** ya que tiene un 84% de probabilidad de que ocurran volúmenes superiores al mismo, como se aprecia en la figura siguiente:

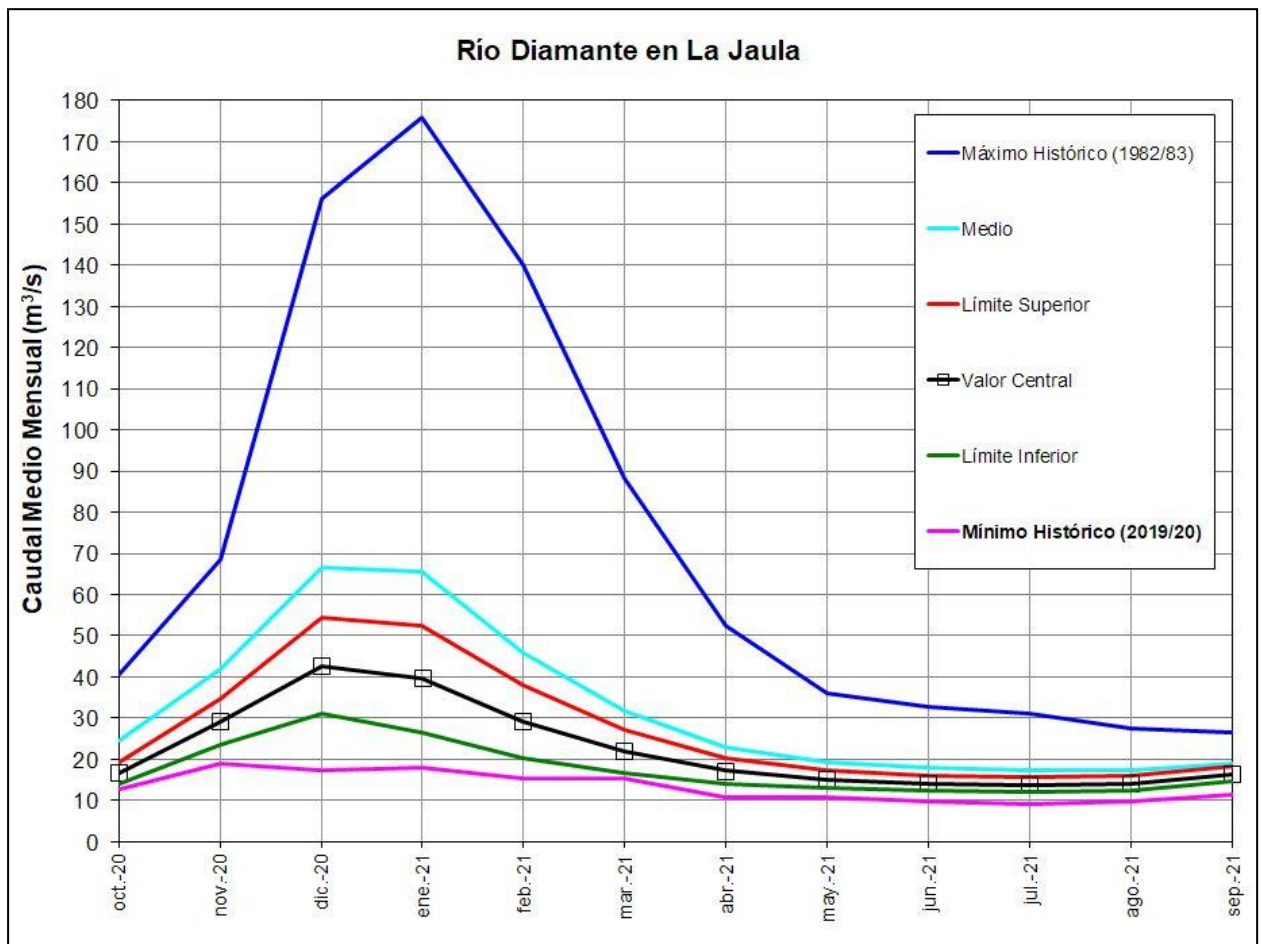


### RÍO DIAMANTE EN LA JAULA

| MES    | CAUDAL (m <sup>3</sup> /s.) |               |                 |
|--------|-----------------------------|---------------|-----------------|
|        | Límite Inferior             | Valor Central | Límite Superior |
| oct-20 | 14                          | 17            | 19              |
| nov-20 | 23                          | 29            | 35              |
| dic-20 | 31                          | 43            | 54              |
| ene-21 | 27                          | 40            | 53              |
| feb-21 | 20                          | 29            | 38              |
| mar-21 | 17                          | 22            | 27              |
| abr-21 | 14                          | 17            | 20              |
| may-21 | 13                          | 15            | 17              |
| jun-21 | 12                          | 14            | 16              |
| jul-21 | 12                          | 14            | 16              |
| ago-21 | 12                          | 14            | 16              |
| sep-21 | 15                          | 17            | 18              |

|                                   |           |                    |
|-----------------------------------|-----------|--------------------|
| Volúmen octubre - setiembre:      | 710       | Hm <sup>3</sup> .  |
| Caudal medio octubre - setiembre: | 23        | m <sup>3</sup> /s. |
| Módulo octubre - setiembre:       | 33        | m <sup>3</sup> /s. |
| Volúmen octubre - marzo :         | 470       | Hm <sup>3</sup> .  |
| Caudal medio octubre - marzo :    | 30        | m <sup>3</sup> /s. |
| Módulo octubre - marzo :          | 46        | m <sup>3</sup> /s. |
| Porcentaje año medio :            | <b>69</b> | %                  |

|                                      |     |            |     |
|--------------------------------------|-----|------------|-----|
| Vol. Oct. - Mzo. (Hm <sup>3</sup> )  | 346 | <b>470</b> | 593 |
| Vol. Oct. - Sept. (Hm <sup>3</sup> ) | 554 | <b>710</b> | 866 |



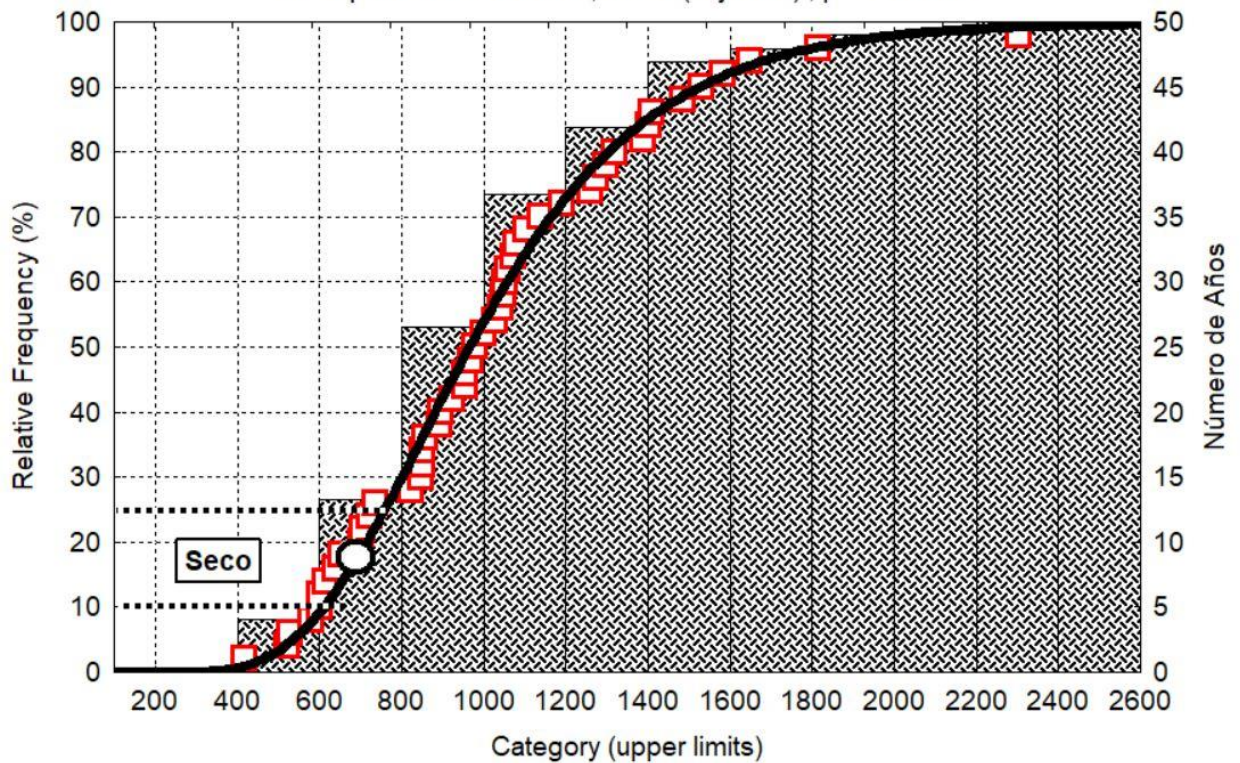


El volumen octubre – septiembre de 710 Hm<sup>3</sup> corresponde a un régimen de escurrimiento **Seco** ya que tiene un 82% de probabilidad de que ocurran volúmenes superiores al mismo, como se puede apreciar en la figura siguiente:

**Variable: Río Diamante en La Jaula. Volumen Oct. - Sept.**  
**Distribution: Log-normal**

Kolmogorov-Smirnov  $d = 0.07198$ ,  $p = n.s.$

Chi-Square test = 0.60261,  $df = 2$  (adjusted),  $p = 0.73985$

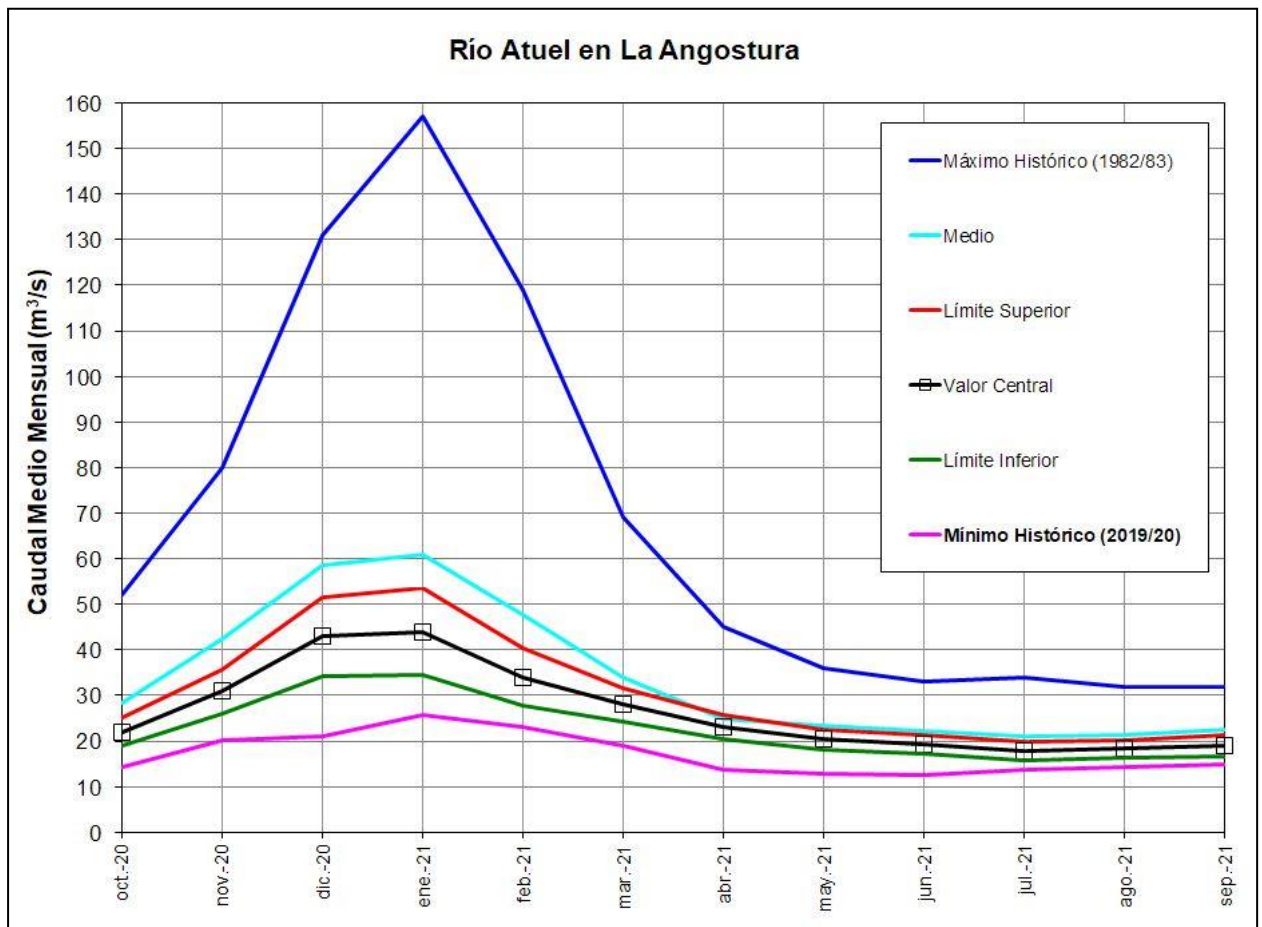


### RÍO ATUEL EN LA ANGOSTURA

| MES    | CAUDAL (m <sup>3</sup> /s.) |               |                 |
|--------|-----------------------------|---------------|-----------------|
|        | Limite Inferior             | Valor Central | Limite Superior |
| oct-20 | 19                          | 22            | 25              |
| nov-20 | 26                          | 31            | 36              |
| dic-20 | 34                          | 43            | 52              |
| ene-21 | 35                          | 44            | 53              |
| feb-21 | 28                          | 34            | 40              |
| mar-21 | 24                          | 28            | 32              |
| abr-21 | 20                          | 23            | 26              |
| may-21 | 18                          | 20            | 23              |
| jun-21 | 17                          | 19            | 21              |
| jul-21 | 16                          | 18            | 20              |
| ago-21 | 16                          | 18            | 20              |
| sep-21 | 17                          | 19            | 21              |

|                                   |           |                    |
|-----------------------------------|-----------|--------------------|
| Volúmen octubre - setiembre:      | 840       | Hm <sup>3</sup> .  |
| Caudal medio octubre - setiembre: | 27        | m <sup>3</sup> /s. |
| Módulo octubre - setiembre:       | 34        | m <sup>3</sup> /s. |
| Volúmen octubre - marzo:          | 530       | Hm <sup>3</sup> .  |
| Caudal medio octubre - marzo:     | 34        | m <sup>3</sup> /s. |
| Módulo octubre - marzo:           | 45        | m <sup>3</sup> /s. |
| Porcentaje año medio:             | <b>78</b> | %                  |

|   |     |            |     |
|---|-----|------------|-----|
| <b>Vol. Oct. - Mzo. (Hm<sup>3</sup>)</b>  | 435 | <b>530</b> | 624 |
| <b>Vol. Oct. - Sept. (Hm<sup>3</sup>)</b> | 710 | <b>840</b> | 970 |

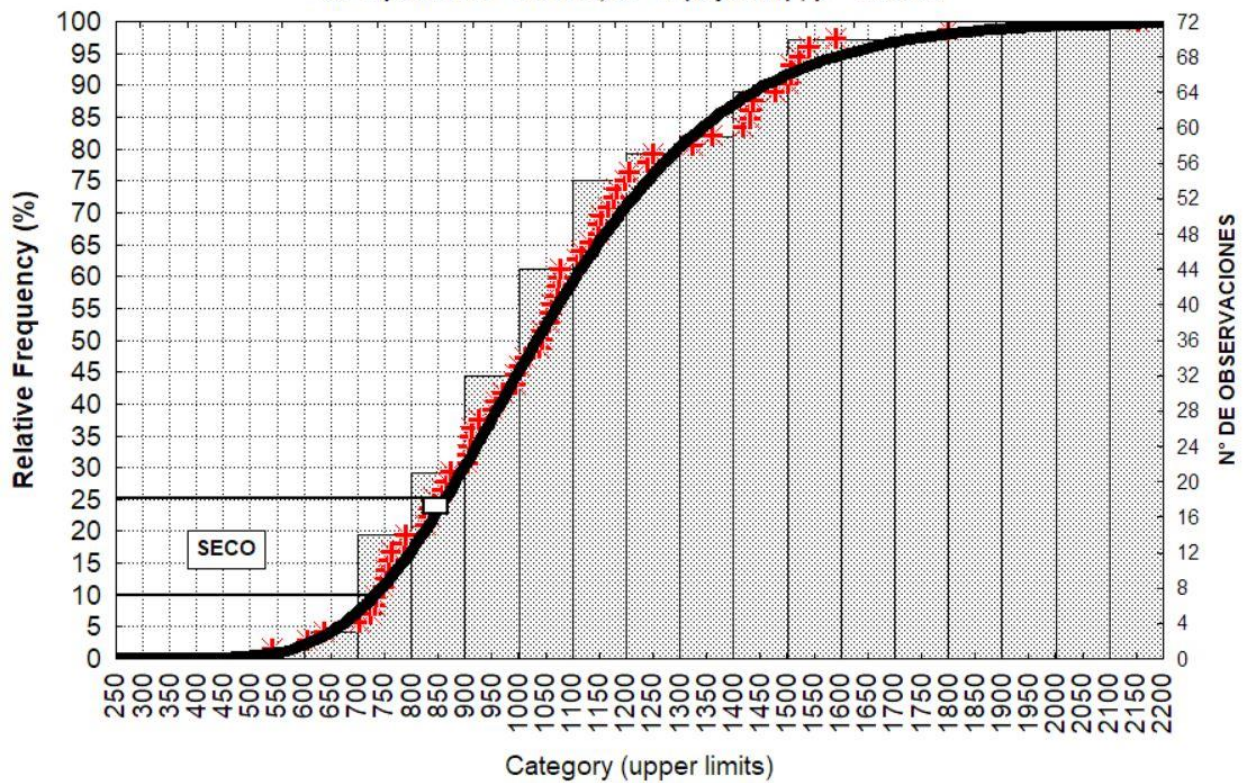




El volumen octubre – septiembre de 840 Hm<sup>3</sup> corresponde a un régimen de escurrimiento **Seco** ya que tiene un 76% de probabilidad de que ocurran volúmenes superiores al mismo, como se aprecia en la figura siguiente:

**Variable: Rio Atuel en La Angostura. Volumen Oct. - Sept.  
Distribution: Log-normal**

Kolmogorov-Smirnov  $d = 0.05987$ ,  $p = n.s.$   
Chi-Square test = 7.49745,  $df = 6$  (adjusted),  $p = 0.27728$

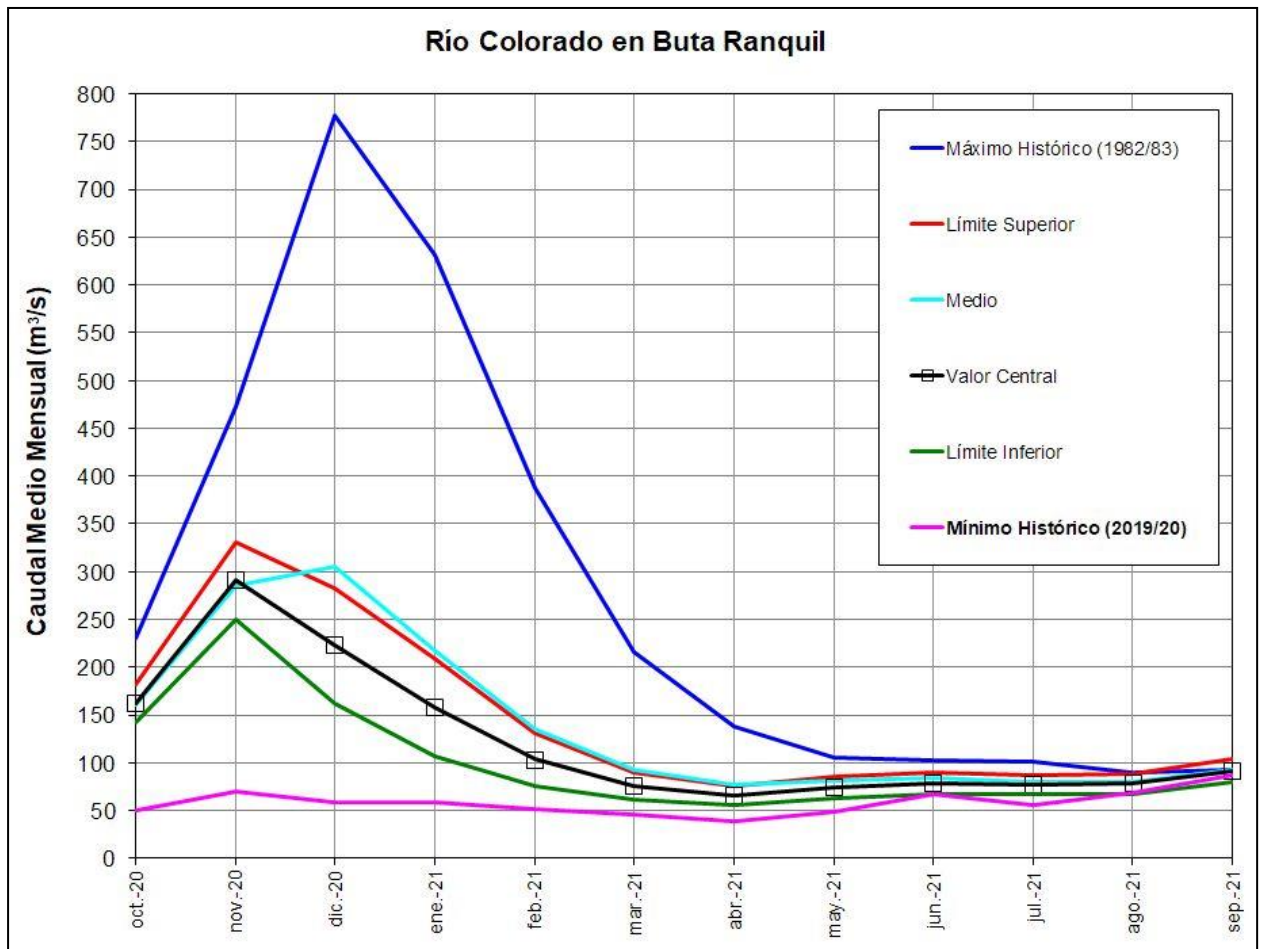


### RÍO COLORADO EN BUTA RANQUIL

| MES    | CAUDAL (m <sup>3</sup> /s.) |               |                 |
|--------|-----------------------------|---------------|-----------------|
|        | Limite Inferior             | Valor Central | Limite Superior |
| oct-20 | 142                         | 162           | 182             |
| nov-20 | 250                         | 291           | 331             |
| dic-20 | 162                         | 222           | 283             |
| ene-21 | 107                         | 158           | 210             |
| feb-21 | 76                          | 103           | 131             |
| mar-21 | 61                          | 76            | 90              |
| abr-21 | 56                          | 66            | 76              |
| may-21 | 63                          | 74            | 85              |
| jun-21 | 67                          | 78            | 89              |
| jul-21 | 67                          | 77            | 87              |
| ago-21 | 68                          | 78            | 89              |
| sep-21 | 80                          | 92            | 104             |

|                                   |           |                    |
|-----------------------------------|-----------|--------------------|
| Volúmen octubre - setiembre:      | 3885      | Hm <sup>3</sup>    |
| Caudal medio octubre - setiembre: | 123       | m <sup>3</sup> /s. |
| Módulo octubre - setiembre:       | 141       | m <sup>3</sup> /s. |
| Volúmen octubre - marzo:          | 2660      | Hm <sup>3</sup>    |
| Caudal medio octubre - marzo:     | 169       | m <sup>3</sup> /s. |
| Módulo octubre - marzo:           | 199       | m <sup>3</sup> /s. |
| Porcentaje año medio:             | <b>87</b> | %                  |

|                                      |      |             |      |
|--------------------------------------|------|-------------|------|
| Vol. Oct. - Mzo. (Hm <sup>3</sup> )  | 2096 | <b>2660</b> | 3224 |
| Vol. Oct. - Sept. (Hm <sup>3</sup> ) | 3149 | <b>3885</b> | 4622 |

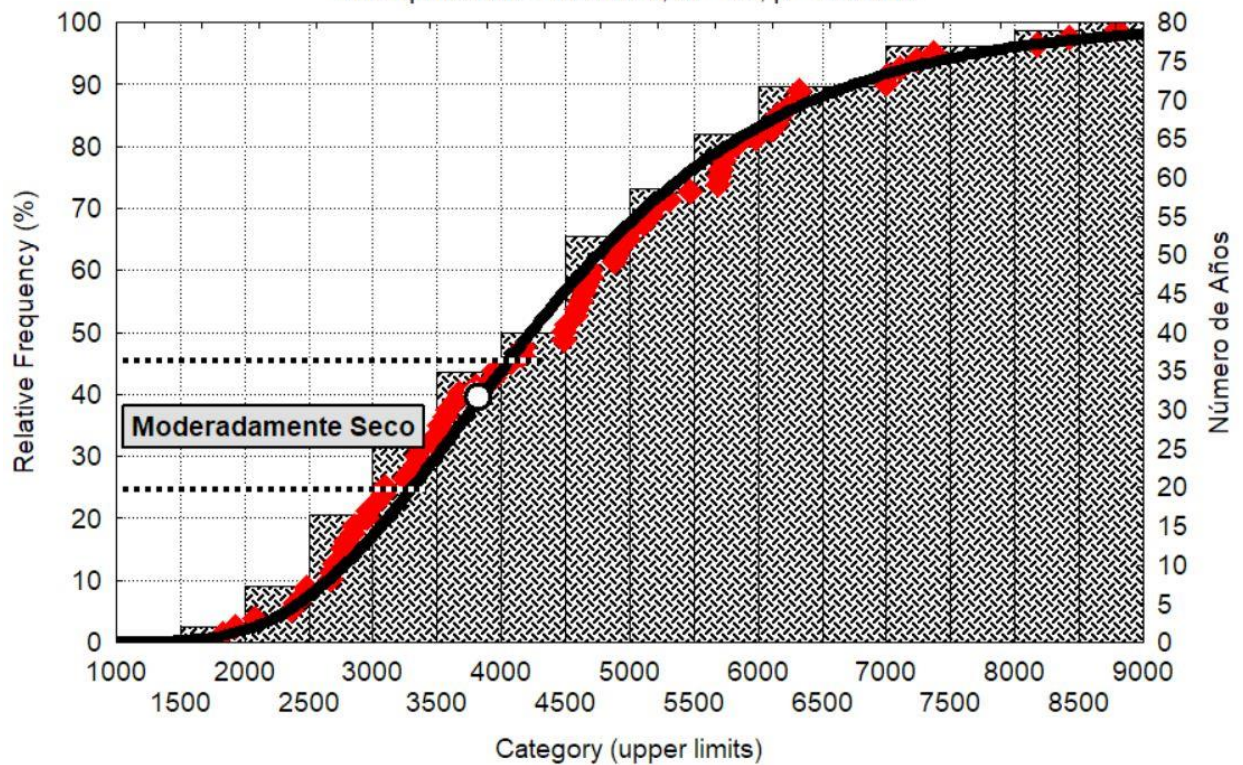




El volumen octubre – septiembre de 3885 Hm<sup>3</sup> corresponde a un régimen de escurrimiento **Moderadamente Seco** ya que tiene un 60% de probabilidad de que ocurran volúmenes superiores al mismo, como se puede apreciar en la figura siguiente:

**Variable: Rio Colorado en Buta Ranquil. Volumen Oct. - Sep.  
Distribution: Log-normal**

Kolmogorov-Smirnov d = 0.06728,  
Chi-Square test = 18.52470, df = 14, p = 0.18392

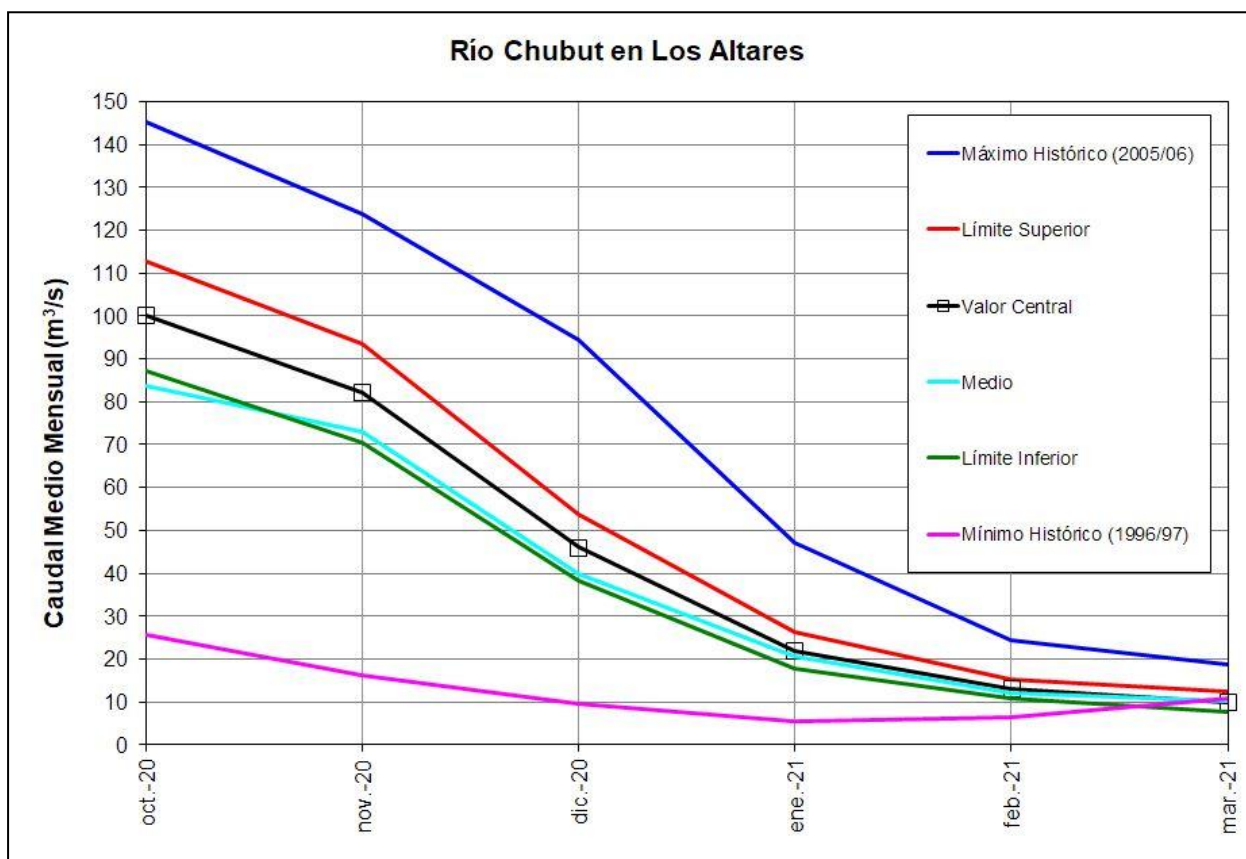


### RÍO CHUBUT EN LOS ALTARES

| MES    | CAUDAL (m <sup>3</sup> /s.) |               |                 |
|--------|-----------------------------|---------------|-----------------|
|        | Límite Inferior             | Valor Central | Límite Superior |
| oct-20 | 87                          | 100           | 113             |
| nov-20 | 70                          | 82            | 94              |
| dic-20 | 38                          | 46            | 54              |
| ene-21 | 18                          | 22            | 26              |
| feb-21 | 11                          | 13            | 15              |
| mar-21 | 8                           | 10            | 12              |

Volúmen octubre - marzo : 721 Hm<sup>3</sup>.  
 Caudal medio octubre - marzo : 46 m<sup>3</sup>/s.  
 Módulo octubre - marzo : 40 m<sup>3</sup>/s.  
 Porcentaje año medio : 114 %

Vol. Oct. - Mzo. (Hm<sup>3</sup>)      613                  721                  829



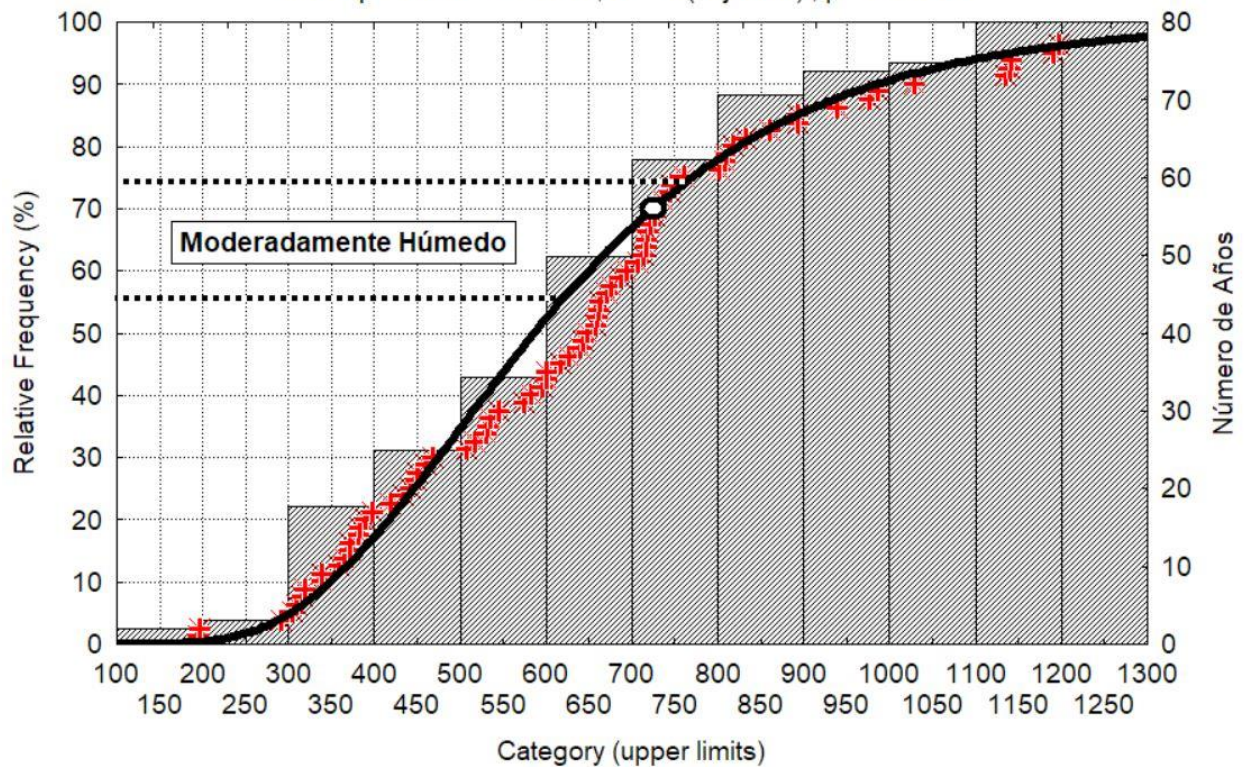


El volumen octubre – marzo de 721 Hm<sup>3</sup> corresponde a un régimen de escurrimiento **Moderadamente Húmedo** ya que existe un 30% de probabilidad de que dicho volumen sea superado, como se puede apreciar en la figura siguiente:

**Variable: Río Chubut en Los Altares. Volumen Oct. - Mzo.  
Distribution: Log-normal**

Kolmogorov-Smirnov d = 0.10624, p = n.s.

Chi-Square test = 9.57210, df = 4 (adjusted), p = 0.04829



## 5. CONCLUSIONES

El Cuadro N° 3 es un resumen del aporte anual (octubre – setiembre) y del régimen hidrológico a esperar en la temporada 2020/21 para cada río, e información adicional histórica como la media, mediana, mínimo y máximo; esto permitirá al usuario comparar el escenario previsto para la presente temporada en las diferentes cuencas, con los eventos históricos.

**Concluimos que los regimenes hidrológicos esperados para los ríos de pronóstico son Seco, excepto para los ríos Mendoza y Colorado que estarían dentro de un régimen Moderadamente Seco y el río Chubut Moderadamente Húmedo.**

| RÍO        | PRONOSTICO<br>2019 - 2020<br>[Hm <sup>3</sup> ] | RÉGIMEN<br>HIDROLÓGICO | MEDIA<br><i>MEDIANA</i><br>HISTÓRICA<br>[Hm <sup>3</sup> ] | MÍNIMO<br>HISTÓRICO<br>[Hm <sup>3</sup> ] | MÁXIMO<br>HISTÓRICO<br>[Hm <sup>3</sup> ] |
|------------|---|------------------------|--|---|---|
| San Juan   | 831   | Seco                   | 1835<br><i>1547</i>  | <b>580</b>                                | 4851                                      |
| Mendoza    | 1085  | Moderadamente Seco     | 1404<br><i>1307</i>  | 731                                       | 2968                                      |
| Tunuyán    | 635   | Seco                   | 873<br><i>862</i>  | <b>431</b>                                | 1752                                      |
| Diamante   | 710   | Seco                   | 1027<br><i>978</i>   | <b>418</b>                                | 2302                                      |
| Atuel      | 840   | Seco                   | 1072<br><i>1044</i>  | <b>542</b>                                | 2155                                      |
| Colorado   | 3885  | Moderadamente Seco     | 4451<br><i>4492</i>  | <b>1669</b>                               | 8796                                      |
| Chubut (1) | 721   | Moderadamente Húmedo   | 632<br><i>643</i>  | 195                                       | 1198                                      |

(1) Pronóstico Estacional Octubre – Marzo.

**Cuadro N° 3**

**Es importante señalar que en todos los ríos de pronóstico anual, excepto en el río Mendoza, el volumen octubre 2019 – septiembre 2020 es el mínimo histórico de la serie.**

Se ha incorporado la mediana como información adicional histórica ya que la misma divide al conjunto en dos partes iguales, a diferencia de la media que es el promedio de la cantidad finita de registros. Es por ello que se la considera más representativa del valor medio de la muestra, neutralizando el efecto de asimetría producido por los valores extremos.