



Organización de las Naciones  
Unidas para la Alimentación  
y la Agricultura

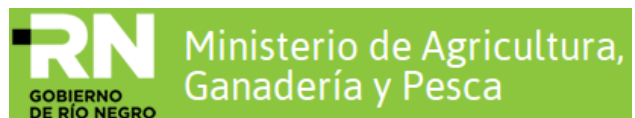
# Documento de Trabajo N°11

## Balance Hídrico de la Cuenca del Río Negro, Provincia de Río Negro.

**Proyecto FAO UTF ARG 017**  
Desarrollo Institucional para la Inversión.



Diciembre 2014



# INFORME DE DIAGNÓSTICO DE LOS PRINCIPALES VALLES Y ÁREAS CON POTENCIAL AGRÍCOLA DE LA PROVINCIA DE RÍO NEGRO

## Equipo de Trabajo

**Dirección del Oficial FAO- Argentina:** Luis Loyola

**Contraparte Provincial:** Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca, Ministro Marcelo Daniel Martín.

**Consultor Asociado:** Ing. Alfredo Palmieri

## Equipo Trabajo Regional Río Negro y Neuquén

Dirección del Oficial FAO- Río Negro y Neuquén

- Selim Mohor

Componentes Socio- Institucionales

- Mg. Lucía Gadano
- Lic. Paola Nahuelquir

Componentes de Infraestructura y tecnologías de Riego

- Ing. Laureano Cergneux
- Ing. Agustín González
- Ing. Esteban Parra

Componentes Ambientales

- Lic. Santiago Bassani
- Lic. Cynthia González

Componentes Económicos-Productivos

- Lic. Carolina Costanzo Caso
- Ing. Pablo Kiwitt
- Dr. Andrés Pazzi

Componentes Sistema Información Geográfica

- Ing. Ignacio Tomasevich

Asistente Administrativa

- Daniela Isasi

## SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS

°C	grados centígrados
g/l	gramos por litro
ha	hectáreas
km	kilómetro
km <sup>2</sup>	kilómetros cuadrados
m <sup>2</sup>	metros cuadrados
m <sup>3</sup> /seg	metros cúbicos por segundo
mm	milímetros
m <sup>3</sup> /h	metros cúbicos por hora
AIC	Autoridad Interjurisdiccional de las Cuencas de los Ríos Limay-Neuquén-Negro
EAIRN	Estudio para el aprovechamiento integral del Río Negro
COIRCO	Comité Interjurisdiccional del Río Colorado
DPA	Departamento Provincial de Aguas de Río Negro
DT	Documento de Trabajo
E	Este
ETP	Evapotranspiración Potencial
ETR	Equipo de trabajo regional
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
ID	Informe de diagnóstico
IGN	Instituto Geográfico Nacional
INCYTH	Instituto Nacional de Ciencias y Técnicas Hídricas
INTA	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria
GLFC	Global Land Cover Facility
m.s.n.m.	Metros sobre el nivel del mar
NE	Noreste
O	Oeste
PROSAP	Programa de Servicios Agrícolas Provinciales
SMN	Servicio Meteorológico Nacional
SRHN	Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación
SE	Sureste
SIG / GIS	Sistema de Información Geográfica / Geographical Information System
SO	Suroeste
USBR	United States Bureau of Reclamation
USDA	United States Department of Agriculture

## Contenidos

<b>PREFACIO</b> .....	<b>5</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>6</b>
<b>1 CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA PROVINCIAL</b> .....	<b>7</b>
1.1 UBICACIÓN Y ASPECTOS GEOGRÁFICOS.....	7
<b>2 BALANCE HÍDRICO</b> .....	<b>10</b>
2.1 CONSIDERACIONES GENERALES .....	10
<b>3 OFERTA</b> .....	<b>11</b>
3.1 REGISTROS DE MEDICIONES EN LOS CURSOS SUPERFICIALES .....	11
3.2 CURVA DE DURACIÓN DE CAUDALES .....	12
3.3 CAUDAL ECOLÓGICO .....	13
3.4 CAMBIO CLIMÁTICO.....	13
3.5 RETORNO DE LOS SISTEMAS DE RIEGO .....	14
<b>4 DEMANDA</b> .....	<b>16</b>
4.1 DEMANDA DE AGUA DE CULTIVOS .....	16
4.2 DEMANDAS ACTUALES REGISTRADAS EN CABECERA DE CADA SISTEMA .....	23
4.3 DEMANDA DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO.....	24
4.4 DEMANDA DE AGUA PARA USO INDUSTRIAL/MINERO/HIDROCARBUROS .....	25
<b>5 RESULTADOS DEL BALANCE</b> .....	<b>25</b>
5.1 ESCENARIO 1.....	26
5.2 ESCENARIO 2.....	30
5.3 ESCENARIO 3.....	34
5.4 ESCENARIO 4.....	38
5.5 ESCENARIO 5.....	41
<b>6 LÍNEAS DE TRABAJO Y ESTUDIOS NECESARIOS EN ETAPAS AVANZADAS</b> .....	<b>45</b>
<b>ANEXO 1: LISTADO DE DOCUMENTOS DE TRABAJO</b> .....	<b>47</b>
<b>ANEXO 2 NECESIDADES DE AGUA POR ZONA</b> .....	<b>47</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES</b> .....	<b>49</b>

## PREFACIO

El Ministerio de Agricultura de la Nación, a través del Programa de Servicios Agrícolas Provinciales (PROSAP) y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) establecieron un acuerdo mediante el cual FAO ejecuta, desde 2011 el Proyecto “Desarrollo Institucional para la Inversión”, cuyos objetivos principales son: i) mejorar la competitividad de las actividades agropecuarias y sus encadenamientos con nuevos mercados y ii) contribuir al fortalecimiento de las capacidades institucionales y técnicas provinciales y locales para definir y aplicar políticas públicas y formular y ejecutar proyectos de inversión participativos.

Una importancia particular adquiere, en relación a esos objetivos, la preocupación de identificar inversiones que permitan mejorar las áreas de riego existentes e incorporar nuevas superficies de manera integrada y coherente con el desarrollo de los vastos territorios de las provincias argentinas.

En el marco del proyecto mencionado, las autoridades de las Provincias del Neuquén y Río Negro solicitaron el apoyo de PROSAP y FAO para la identificación de nuevas inversiones agropecuarias. Esta solicitud obedece a la decisión política de promover la agricultura irrigada y avanzar hacia un desarrollo más equilibrado entre los sectores económicos de cada provincia aportando beneficios sociales, ambientales y económicos.

En efecto, ambas provincias disponen por una parte, de un potencial considerable de agua y tierra para el desarrollo agropecuario que desean aprovechar y por otra, cuentan con extensas áreas de riego en funcionamiento que, en algunos casos, dan muestras de atraso tecnológico y evidencian riesgos de pérdidas de competitividad. Por estas razones es crucial, antes de emprender nuevas iniciativas, estudiar en profundidad la situación de las áreas de riego actuales y aquellas con significativo potencial, además de una revisión del contexto de políticas públicas e incentivos a la inversión agrícola.

Para realizar estas tareas y colaborar con las respectivas instituciones provinciales en la actualización de los estudios sectoriales y territoriales, FAO constituyó un Equipo de Trabajo Regional (ETR) en junio 2014. El Documento de Trabajo (DT) que a continuación se presenta, es el resultado de este trabajo y, en conjunto con los DT de las disciplinas restantes, integra la base de sustentación del Informe Diagnóstico de la provincia de Río Negro<sup>1</sup>.

Este DT fue realizado por los consultores **Laureano Cergneux y Agustín González**, bajo la dirección del Oficial Técnico de FAO, Luis Loyola (TCIO/RLC) y Selim Mohor (consultor en desarrollo rural). A su vez, ha sido presentado y discutido antes de su publicación con: representantes y autoridades públicas provinciales y locales; profesionales de los servicios públicos provinciales y productores presentes en los diversos territorios visitados. Se agradece a todos su participación y las numerosas sugerencias y aportes recibidos, especialmente la participación y colaboración de DPA, SAYDS, AIC, MAGYP, INTA.

Las opiniones vertidas en el mismo son de exclusiva responsabilidad de los autores y no representan necesariamente la opinión oficial de FAO.

---

<sup>1</sup> En el Anexo 1 se enumeran los 12 documentos de trabajos (DT) realizados por el ETR para la provincia de Río Negro.

## INTRODUCCIÓN

En el marco de la elaboración del “Informe de Diagnóstico de los principales valles y áreas con potencial agrícola de la Provincia de Río Negro” (ID), el presente Documento de Trabajo tiene como objetivo realizar aportes vinculados a la disponibilidad de agua para riego de las zonas actuales y potenciales dentro de la cuenca del río Negro. El balance hídrico que se realiza en esta primer etapa es sobre esta cuenca dado que presenta mayores posibilidades de expansión frente a otras cuencas provinciales (ver DT N°9).

El documento se estructura de la siguiente manera:

En el capítulo 1 se presentan los principales rasgos geográficos de la provincia , fundamentalmente se describe la cuenca del río Negro y sus afluentes, las cuencas del Limay y el Neuquén.

En el capítulo 2 se detalla la metodología adoptada para el análisis hidrológico de la cuenca.

En el capítulo 3 se analiza la oferta hídrica, se desarrollan los aspectos considerados en relación a los caudales, el caudal ecológico, retornos y la reducción de caudales producto del efecto climático, entre otros.

En el capítulo 4, se desarrollan los aspectos relacionados con la demanda de agua. Se incluyen las consideraciones asumidas sobre la evapotranspiración potencial, la precipitación mensual, el coeficiente de cultivo mensual, la superficie neta de principales cultivos y los coeficientes de eficiencia de aplicación y conducción adoptados.

En el capítulo 5 se analiza el comportamiento hídrico de la cuenca actual y al 2030 en función de cinco escenarios de demanda, en los que se consideran, entre otras variables, eficiencias globales de riego actuales y con mejoras, los efectos del cambio climático sobre la demanda de los cultivos por la mayor evapotranspiración de los cultivos y en la oferta por la reducción de caudales, etc. El capítulo se cierra con un análisis del potencial de ampliación de áreas regadas en función de las disponibilidades de agua para cada escenario.

Finalmente, en el capítulo 6, se desarrollan una serie de recomendaciones y líneas de estudio que permitirían dar continuidad a etapas posteriores del análisis del balance hídrico de la cuenca.

Para la elaboración de este documento se contempló información presentada en los documentos de trabajo: número dos “Disponibilidad de Recursos y Condiciones Agroclimáticas de la Provincia de Río Negro”, ocho “Infraestructura de riego en la provincia de Río Negro”, diez “Tecnologías de aplicación de riego parcelario”, doce “Aspectos ambientales en la provincia de Río Negro”.

# 1 CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA PROVINCIAL

## 1.1 Ubicación y aspectos geográficos

La provincia de Río Negro está situada en el sur del país, en el norte de la Patagonia. Limita al norte con la provincia de La Pampa, al este con la de Buenos Aires, al sur con Chubut y al oeste con la provincia del Neuquén. La Cordillera de los Andes, al oeste, la separa con la República de Chile. Tiene una superficie de 203.013 Km<sup>2</sup> y su población, según el censo 2010 es de 638.645 habitantes, lo que significa una densidad de 3,12 Hab/ Km<sup>2</sup>.



Fuente: [www.rionegro.gov.ar](http://www.rionegro.gov.ar)

La provincia presenta, desde un aspecto geomorfológico, dos áreas diferenciadas: al oeste, la Cordillera de los Andes, y una sucesión de mesetas escalonadas hacia el Mar Argentino, con presencia de valles y al centro, presencia de cañadones o antiguos cauces fluviales, bajos y depresiones.

Debido a su ubicación geográfica y a su extensión este-oeste, Río Negro es una de las provincias argentinas con mayor diversidad geográfica.

La mayor parte del territorio presenta clima templado árido. En la cordillera tiene precipitaciones de 2000 a 3500 mm anuales y en el resto de 200 a 300 mm. El invierno no es muy riguroso, y el verano presenta altas temperaturas. Predominan los vientos secos del oeste y sudoeste.

En la zona de la cordillera prevalece el bosque frío, llamado bosque andino patagónico, con abundancia de coihues, cipreses y maitenes. En las regiones más húmedas predomina la selva valdiviana, que se diferencia del anterior en la presencia de helechos, musgos, enredaderas y epífitas. En las mesetas en cambio, la vegetación predominante son los arbustos y pastos duros y bajos. En invierno las nevadas son comunes en toda la región siendo mayores cerca de la cordillera.

### 1.1.1 Recursos Hídricos<sup>2</sup>

La provincia de Río Negro está conformada por 9 cuencas hídricas superficiales incluyendo entre ellas aquellas que desaguan hacia el océano Atlántico, una cuenca que desagua hacia el océano y cuencas endorreicas.

Las mismas son<sup>3</sup>: Cuenca del río Colorado; Cuenca del río Negro; Cuenca del río Limay; Cuenca del río Neuquén; Cuenca del río Chubut; Cuenca de la Planicie Aluvial Antigua; Cuenca de Vertiente Atlántica; Cuenca de Vertiente Pacífica; Cuencas Endorreicas Centrales.

Son especialmente notables en la provincia las regiones con un déficit hídrico permanente. El clima árido mesotermal con exceso de agua prácticamente nulo abarca más de un 80 % del territorio provincial. Con una red de drenaje conformada por cursos de agua temporarios que finalizan generalmente en bajos y salitrales. Son excepciones los cursos de agua que, como emisarios de cursos superiores (ríos Colorado y Negro fundamentalmente) desaguan en los océanos.

A continuación se describen las principales características de la cuenca del río Negro y sus principales afluentes, los ríos Neuquén y Limay.

- **Cuenca del río Negro**

Originada a partir de la confluencia de los ríos Neuquén y Limay constituye una de las cuencas hídricas más importantes de la Argentina. Atraviesa la provincia de Río Negro a lo largo de 720 km en dirección noroeste-sudeste recorriendo, en su tramo inferior, un sector de la provincia de Buenos Aires, constituyéndose en límite natural con la provincia de Río Negro. Drena un área de 125.500 km<sup>2</sup>, desaguando finalmente en el océano Atlántico. El río Negro, por las características de sus principales afluentes, presenta una crecida regular en primavera cuando se fusiona la nieve en las altas cumbres. Tanto el río Limay como el Neuquén poseen importantes obras hidráulicas que permiten la regulación de los caudales de ambos ríos. Asimismo estas obras han afectado los procesos de sedimentación que dieron, en el pasado, origen a las terrazas y a gran cantidad de islas que se formaron en su cauce, principalmente la isla de Choele Choel. En efecto, gran cantidad de sedimentos transportados por los ríos Limay y Neuquén son retenidos por los embalses aguas arriba de la confluencia de ambos.

El río transcurre por un valle conformado a partir de un intenso proceso erosivo desarrollado en las mesetas patagónicas, dicho valle posee un ancho variable, desde 5 km en Chelforó hasta 25 km en Choele Choel, limitado por “bardas” y niveles de terraza de altura variable. Desde su nacimiento en la confluencia de los ríos Limay y Neuquén hasta su desembocadura en el mar el cauce varía en su estructura, comportándose como un cauce único y bien definido en algunos tramos o formando extensos brazos, explayado o formando amplios meandros abandonados que en algunos casos se reactivan temporariamente como consecuencia de crecidas importantes del río, como en la zona cercana a Chichinales. El ancho del río varía entre los 200 y 400 metros, en Paso Roca se da el ancho máximo y en Primera Angostura el mínimo. La pendiente del río disminuye desde los 0,574 m/km en la zona de la confluencia hasta los 0,023 m/km entre Viedma y la desembocadura en el océano. El Negro, al igual que el Colorado, se constituye en un emisario de una cuenca superior, no contando con afluentes a lo largo de su recorrido. En su desembocadura no posee cono de

---

<sup>2</sup> Elaborado a partir de información desarrollada en el DT N°2.

<sup>3</sup> “Inventario integrado de los recursos naturales de la Provincia de Río Negro” elaborado por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) y a partir del agrupamiento propuesto por el ex Instituto Nacional de Ciencias y Técnicas Hídricas (INCYTH) en su obra “Cuencas y Regiones Hídricas Superficiales de la República Argentina”.



deyección dado que las corrientes marinas que ingresan al río a partir del régimen de las mareas son las encargadas de “barrerlo” y por esa misma razón tampoco presenta estuario en su desembocadura.

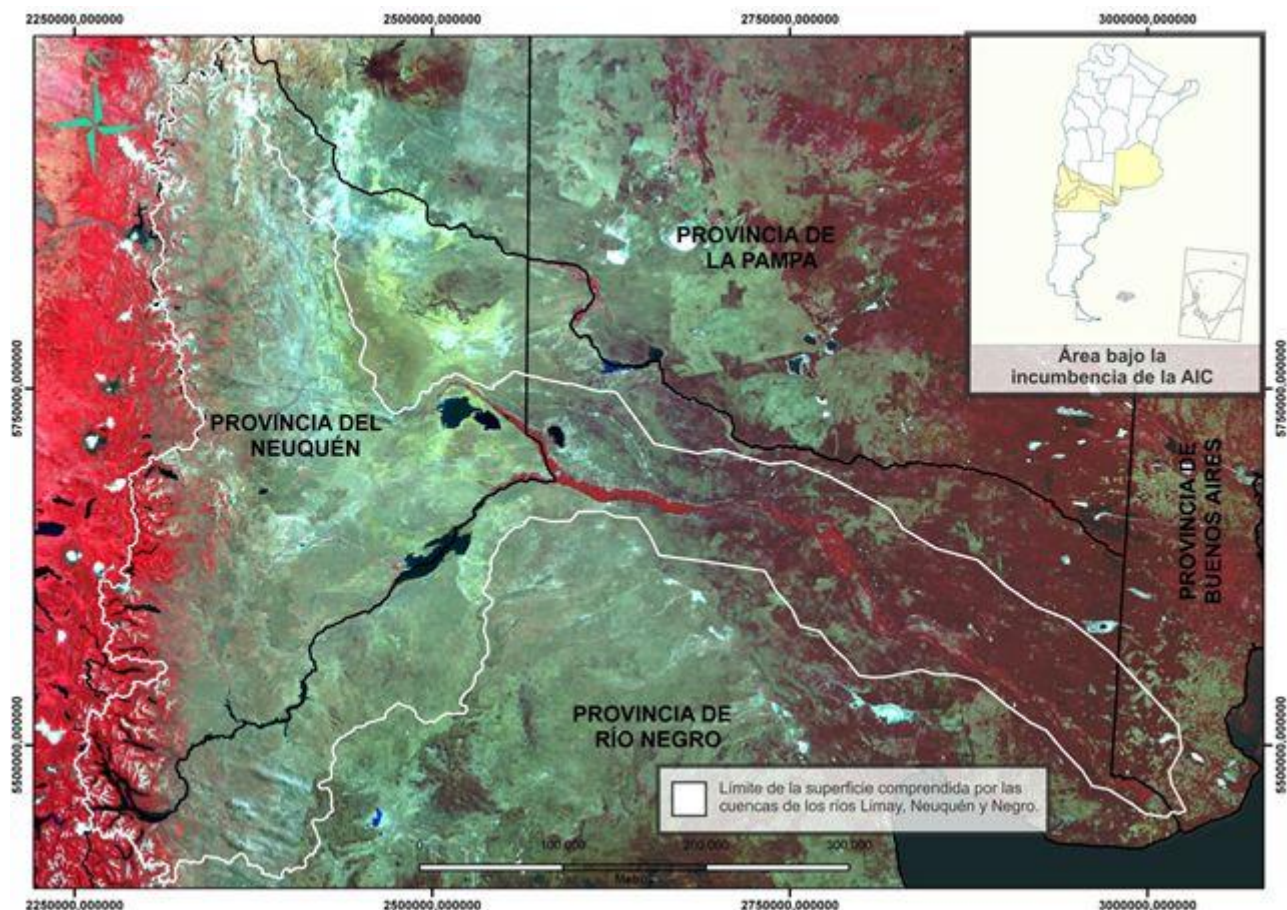
- **Cuenca del río Limay**

Principal afluente del río Negro drena una superficie aproximada de 56.000 km<sup>2</sup>, compartida por las provincias de Neuquén y Río Negro, en una proporción de 60 y 40% respectivamente. Con un recorrido de aproximadamente 500 km desde su nacimiento en el lago Nahuel Huapi hasta la confluencia con el río Neuquén, el río Limay, límite natural entre las provincias de Neuquén y Río Negro discurre en sentido suroeste – noreste. Alimentado por 42 lagos presenta un régimen pluvio-nival amortiguado por la capacidad de embalse de los lagos ubicados en la cabecera del río, disminuyendo la violencia de las crecidas y aumentando el caudal de los estiajes. Posee importantes afluentes, como los ríos Trafúl y Collón Curá, ambos en la provincia del Neuquén. Con una pendiente de 1 m/km aproximadamente y sus importantes caudales el río Limay ha sido objeto de un aprovechamiento intensivo de sus potencialidades hidroeléctricas. En efecto, a lo largo de su recorrido se han ubicado importantes centrales hidroeléctricas, Alicurá, Piedra del Águila, Pichi Picún Leufú, El Chocón y Arroyito generan el 25% de la producción eléctrica del país. Según registros de la SRHN el caudal medio anual del río Limay a su paso por la estación Paso Limay es de 736,4 m<sup>3</sup>/s.

- **Cuenca del río Neuquén**

Cuenca de 52.400 km<sup>2</sup> de los cuales solo 4,6% corresponden al territorio de la provincia de Río Negro. El río Neuquén nace en la Cordillera, próximo al límite con Chile recorriendo 540 km hasta la confluencia con el río Limay. Sus principales afluentes en el ámbito cordillerano, son los ríos Varvarco, Troncomán. En su tramo medio recibe el aporte de los ríos Agrío y el arroyo Covunco. De régimen torrencial sus violentas crecidas son reguladas por el dique derivador Portezuelo Grande y el complejo hidroeléctrico Cerros Colorados, en la provincia del Neuquén. Su hidrograma anual presenta dos picos de crecidas a lo largo del ciclo hidrológico, el primero por acción de las precipitaciones entre mayo y julio y el segundo por el deshielo entre octubre y diciembre. En su tramo inferior se encuentra el dique derivador Ballester, compartido entre las provincias de Neuquén y Río Negro, bocatoma del canal principal de riego del Alto Valle del río Negro. Según registros de la SRHN el caudal medio anual del río, en la estación Paso de Indios aguas arriba del dique derivador Portezuelo Grande, es de 310,9 m<sup>3</sup>/s.

Se muestra a continuación un mapa de la cuenca total del río Negro.



Fuente: AIC

## 2 BALANCE HÍDRICO

### 2.1 Consideraciones Generales

El balance hídrico relaciona las variables que intervienen en el ciclo hidrológico: precipitación, evapotranspiración, escurrimiento superficial, almacenamiento superficial y subterráneo y flujo de agua subterránea. Se utiliza, por lo general, cuando se debe realizar una distribución de los recursos hídricos de una cuenca a nivel global, o en subcuencas particulares. Es imprescindible en los estudios de regulación de embalses, en los proyectos de suministro de agua para riego, generación hidroeléctrica y consumo humano. La elección de las variables de entrada y salida de agua del sistema y la simplificación de otras, resulta necesaria en función de la escala de trabajo.

Los balances hídricos se pueden establecer de forma general (incluyen aguas superficiales y subterráneas) y parciales (incluyen sólo aguas superficiales de un acuífero, del agua del suelo, etc. En cualquiera de los casos, al realizar un balance, se examinan las entradas y salidas en el sistema analizado aplicando la Ecuación de Continuidad sobre un volumen de control delimitado por una superficie de referencia a través de la cual el agua se mueve desde la parte interna a la externa y viceversa, siendo un sistema abierto a flujos de masa, cantidad de movimiento y de energía.

Este documento busca realizar un análisis para establecer los valores de entrada al balance, oferta de agua; y valores de salida del sistema, demanda de agua para la cuenca del río Negro. La interacción entre ambas variables para distintos estados de la cuenca y sus recursos, adoptados en función de las conclusiones a

determinar, permite estimar la disponibilidad de agua para distintos escenarios, actuales y futuros.

En función de lo anterior, el balance hídrico queda representado de la siguiente forma

$$\text{Entrada} - \text{Salida} = \text{Variación del almacenamiento}$$

Y desagregándolo en sus componentes principales

$$P - Q - G = ET + \Delta S$$

Dónde:

P: Precipitación (fue considerado solo a los efectos del cálculo de ET)

Q: Caudales de escorrentía Superficial

G: Flujo neto de aguas subsuperficiales

ET: Evapotranspiración de la cuenca

$\Delta S$ : Variación de almacenaje de agua, superficial y subsuperficial (fue considerado parcialmente)

Teniendo en cuenta que los cursos de agua superficial con influencia sobre las áreas productivas de la cuenca son el río Limay, el río Neuquén y el río Negro, se han utilizado los registros de estaciones de medición y/o aforo de caudales, para cada curso de agua, ubicadas en las cabeceras<sup>4</sup> de las respectivas cuencas analizadas. Es decir, y a modo de ejemplo, en el río Neuquén se han estimado los valores de oferta a partir del análisis de los registros de erogación del dique compensador El Chañar, descontando desde este punto los consumos que se dan aguas abajo, obteniendo en cada punto de toma un hidrograma particular para el mismo, producto de la diferencia entre los valores ofertados y los descuentos realizados por los consumos. Igual metodología fue aplicada para el río Limay y el río Negro. Este último presenta la particularidad de tener un punto de medición en Primera Angostura, ubicada en la cuenca baja, lo que permite establecer una calibración aproximada del modelo aplicado.

## 3 OFERTA

### 3.1 Registros de Mediciones en los cursos superficiales

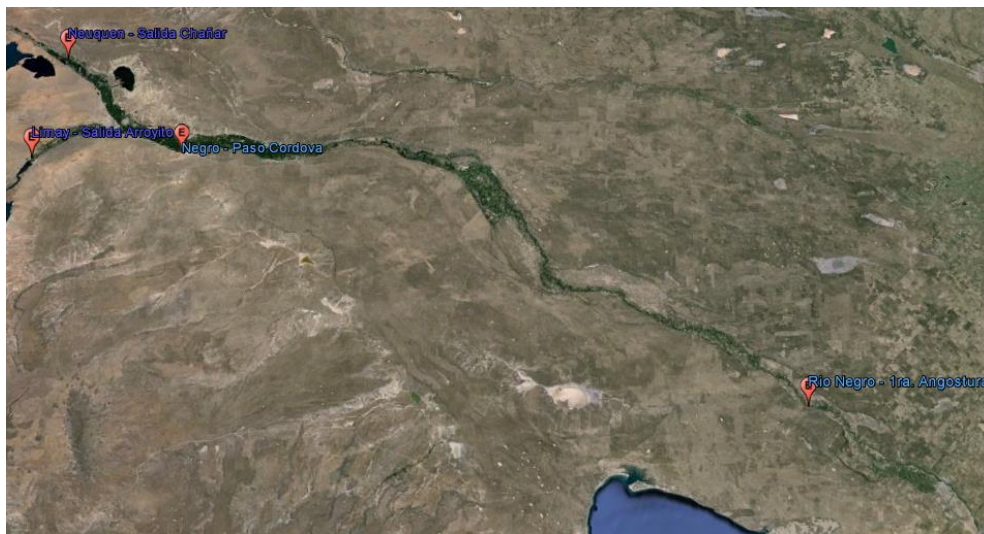
A los efectos del presente balance se consideraron los registros de caudales de cuatro estaciones para determinar la oferta. Estás son:

- Salida Compensador Arroyito, ubicada sobre el río Limay.
- Salida Compensador El Chañar, ubicada sobre el río Neuquén.
- Paso Córdoba, ubicada sobre el río Negro.
- Primera Angostura, ubicada sobre el río Negro.

---

<sup>4</sup> Cabecera de cuenca: parte superior en términos topográficos. Zona más elevada de la cuenca.

La ubicación de cada una de las estaciones se puede observar en el siguiente mapa



Fuente: Elaboración Propia

Los valores de oferta de caudales no son regidos por una condición de comportamiento natural, sino que se encuentran regulados. Los registros históricos se obtuvieron de la Autoridad Interjurisdiccional de Cuencas (AIC) y la Subsecretaria de Recursos Hídricos de Nación (SRHN). El intervalo de tiempo analizado corresponde a las mediciones de los últimos 30 años a excepción de la información proveniente de la estación Paso Córdoba, en donde se analizaron los últimos 24 años, ya que la serie se encontraba con un corte en el registro. A partir del análisis de los datos suministrados se obtuvieron los caudales medios mensuales para cada año, y el posterior hidrograma medio mensual.

En el DT N° 9 “Costos preliminares de Infraestructura” y con el objeto de aumentar las áreas potenciales a ser irrigadas en la región, se analizaron diversos escenarios en los cuales la regulación se realiza priorizando criterios productivos y no energéticos, como es habitual. Finalmente, en el Informe de Diagnóstico se presenta una comparación de los resultados de distintos escenarios, con y sin modificaciones en la regulación.

### 3.2 Curva de Duración de Caudales

Para posibilitar el análisis de la oferta de se ha optado realizar una curva de duración de caudales (CDC) (curva de persistencia o curva de caudales clasificados). Las curvas de duración de caudales nos indican el período en términos de porcentaje del tiempo durante el cual los caudales han sido igualados o excedidos en magnitud. Además indica el valor del caudal en función de la frecuencia de su ocurrencia. Las curvas indican también la persistencia del parámetro en estudio, sea alto, medio o bajo, y suministran información sobre el carácter torrencial o no torrencial, perenne o intermitente de la corriente. El área bajo la curva de duración de caudales representa el caudal promedio con el cual puede determinarse el volumen total que fluye a través de la estación para cualquier período deseado de tiempo. La construcción de la misma puede realizarse a partir de caudales diarios, mensuales, anuales, etc.

La desventaja de la CDC, es que no representa los caudales según su secuencia natural, por lo que no se conoce si los caudales ocurren en forma consecutiva o si son distribuidos a lo largo del periodo de tiempo en el cual se tomaron los registros.

Se ha adoptado un criterio del 85 %, o sea se generan los hidrogramas mensuales con el  $Q_{85}$  = caudal

igualado o superado el 85% del tiempo, el cual se corresponde a si fue igualado o superado durante 310 días a lo largo de un año.

### 3.3 Caudal Ecológico

Para el río Negro se ha adoptado un valor de caudal ecológico que fue parte de análisis de proyectos anteriores ejecutados por el DPA<sup>5</sup>. Del análisis de los caudales ecológicos en río Negro y río Neuquén, se adopta el valor de caudal ecológico para el río Limay. Sintetizando, los valores adoptados son:

- Limay: 168 m<sup>3</sup>/s
- Neuquén: 83 m<sup>3</sup>/s
- Negro: 250 m<sup>3</sup>/s

En todos los escenarios analizados los resultados tienen en cuenta el caudal ecológico indicado, manteniendo los mismos constantes a lo largo del año.

Las limitaciones respecto a la oferta de agua que plantean estos caudales justifica la necesidad realizar estudios detallados a efectos de estimar, con la mayor precisión posible, los volúmenes de los caudales ecológicos. Dichos estudios deberán tener especial cuidado en la protección del ecosistema acuático y las consecuencias adversas que la falta de los mismos puede tener sobre las fuentes de agua superficiales y su área de influencia.

### 3.4 Cambio Climático<sup>6</sup>

Los registros de observaciones y las proyecciones climáticas aportan abundante evidencia de que los recursos de agua dulce son vulnerables y pueden resultar gravemente afectados por el cambio climático, con muy diversas consecuencias para las sociedades humanas y los ecosistemas<sup>7</sup>. La producción agropecuaria es una de las actividades económicas tradicionalmente más expuestas a los riesgos climáticos. En los últimos años, las pérdidas registradas en la agricultura y en la ganadería están aumentando en diversas regiones de todo el mundo, como consecuencia de eventos climáticos extremos más frecuentes e intensos, asociados a una mayor variabilidad climática

En este contexto, para estimar la disminución de caudales para las principales cuencas de la provincia, se utilizó el modelo climático global (MCG) HadCM3 –en forma coincidente con lo empleado por la SCN– y los datos provistos por el Portal del Banco Mundial sobre Cambio Climático, Tomando como escenario de desarrollo el A2 –uno de los más negativos en la familia de escenarios del IPCC– y las proyecciones para el año 2030, se presentan en la siguiente tabla los principales resultados en relación a temperatura, evapotranspiración potencial, precipitación y caudal de las dos cuencas más importantes de la provincia.

---

<sup>5</sup> Sistematización del Río Negro Medio, DPA, 2009.

<sup>6</sup> En base a DT N°12.

<sup>7</sup> Bates, B.C., Z.W. Kundzewicz, S. Wu y J.P. Palutikof, Eds., 2008: El Cambio Climático y el Agua. Documento técnico del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, Secretaría del IPCC, Ginebra, 224 págs.



MCG	Escenario	Cuenca	Variación Temperatura (Absoluta en °C)	Variación ETP (%)	Variación Precipitación (%)	Caudal (%)
			2030-2039			
HadCM3	A2	Río Negro	1,10	3,43	-2,80	-23,75%
	A2	Río Colorado	1,11	3,71	-12,92	-25,98%

Fuente: DT N°12

Por lo tanto para escenarios futuros, se consideró una reducción de 23,75% del caudal actual en la cuenca del Negro.

### 3.5 Retorno de los sistemas de riego

El “retorno” es el agua que vuelve al curso superficial. Este retorno se da de dos maneras: La primera, devenida exclusivamente de los caudales que se vierten en los descargadores del cada sistema de riego al río. La segunda, a través de la percolación profunda hacia el manto de agua subterránea, el cual termina directa o indirectamente transformándose en otro aporte al curso superficial. Respecto a la primera de las formas mencionadas, no se cuenta con un registro de caudales erogados por los descargadores en la mayoría de los sistemas de riego analizados. En la segunda, las formas de filtración, los tiempos, el escurrimiento subsuperficial y la hidrodinámica del agua subterránea se desconocen, por lo cual tampoco es posible cuantificar este retorno, como así tampoco su distribución en el tiempo.

Dadas las estas restricciones, se ha optado por presentar dos resultados del balance hídrico. Es decir, uno donde no se incluyen los retornos en la ecuación y otro donde si se consideran. En estos casos, el punto de partida corresponde a resultados de una campaña de dos días realizada por el DPA de aforos de canales de drenajes y desagües en Alto Valle en enero de 2005. La extensión de los valores de retorno a los restantes sistemas de la cuenca, se realizaron teniendo en cuenta las eficiencias actuales adoptadas y los caudales derivados de riego para cada uno de los mismos<sup>8</sup>.

A continuación se presenta una planilla con los valores de retornos que se adoptaron para cada una de las áreas en los escenarios correspondientes a situaciones actuales.

<sup>8</sup> La escasez de registros, su antigüedad y el desconocimiento del entorno y particularidades en los cuales se tomaron, como así también la dificultad de replicar valores de retorno para el resto de los sistemas de la cuenca debido a su heterogeneidad y particularidades, entre hacen más arbitrarios los resultados obtenidos cuando se incluye esta variable en la ecuación.

SISTEMA	AREA ACTUAL BAJO RIEGO			RESULTADOS
	Q DERIV. ACTUAL m3/s	% RETORNO	EFICIENCIA GLOBAL	Q RETORNO ACTUAL (m3/s)
Alto Valle	79.8	23.06%	0.35	18.4
Arroyito-Plottier-Senillosa	6.3	23.06%	0.35	1.45
Centenario-Vista Alegre	5.0	20.05%	0.40	1.00
Campo Grande	6.0	23.06%	0.35	1.38
Valle Azul	7.5	23.06%	0.35	1.73
Margen Norte	8.5	24.44%	0.33	2.08
Isla Choele	40.0	24.44%	0.33	9.77
Negro Muerto	10.0	24.44%	0.33	2.44
Conesa	25.0	20.25%	0.40	5.06
IDEVI	39.0	18.89%	0.42	7.37

Para el caso de aquellos escenarios que tienen en cuenta la situación proyectada a futuro, la variable de retorno presenta los valores que se muestran seguidamente.

SISTEMA	AREA ACTUAL BAJO RIEGO			AREA POTENCIAL			RESULTADOS	
	Q DERIV. ACTUAL	% RETORNO	EFICIENCIA GLOBAL AREAS ACTUALES ADOPT.	Q DERIV. POTENCIAL	% RETORNO	EFICIENCIA GLOBAL AREA NUEVA	Q RETORNO AREAS ACTUALES A FUTURO	Q RETORNO AREA POTENCIAL A FUTURO
Alto Valle	57.74	16.00%	0.50	29.89	12.31%	0.65	9.24	3.68
Arroyito-Plottier-Senillosa	6.3	23.01%	0.35	0.00	33.08%	0.35	1.45	0.00
Centenario-Vista Alegre	5	20.00%	0.40	0.00	25.00%	0.40	1.00	0.00
Campo Grande	6	16.00%	0.50	3.91	12.31%	0.65	0.96	0.48
Valle Azul	7.5	16.00%	0.50	4.78	12.31%	0.65	1.20	0.59
Margen Norte	8.5	16.00%	0.50	41.28	12.31%	0.65	1.36	5.08
Isla Choele	40	16.00%	0.50	8.36	12.31%	0.65	6.40	1.03
Colonia Josefa	0	9.41%	0.85	51.31	5.54%	0.85	0.00	2.84
Negro Muerto	10	9.41%	0.85	85.48	5.54%	0.85	0.94	4.73
Conesa	25	16.00%	0.50	18.04	12.31%	0.65	4.00	2.22
Guardia Mitre	0	16.00%	0.50	45.65	12.31%	0.65	0.00	5.62
IDEVI	39	16.00%	0.50	45.76	12.31%	0.65	6.24	5.63

Los resultados obtenidos, permiten concluir que los valores de retornos y su influencia en los valores finales no llegan a ser sustancialmente importantes. De todos modos, es de suma importancia para futuros trabajos establecer con mayor precisión los caudales de retorno a partir de monitorear el comportamiento del agua que drena desde la zona productiva.

## 4 DEMANDA

### 4.1 Demanda de agua de cultivos<sup>9</sup>

Para determinar la demanda de agua de los cultivos regados, se confeccionó una tabla de cálculo para cada zona del valle, en donde las variables de entrada a la misma son la Evapotranspiración potencial, la precipitación mensual, el coeficiente de cultivo mensual, la superficie neta de principales cinco cultivos y los coeficientes de eficiencia de aplicación y conducción adoptados.

Con toda esta información se pretende estimar un valor de dotación o caudal instantáneo (litros por segundo y por hectárea, l/s. ha) para cada zona de la provincia a los efectos de poder cuantificar los caudales y volúmenes de agua requeridos por los sistemas de riego en cada punto de toma desde la fuente de agua.

A continuación se especifican las consideraciones asumidas para cada una de estas variables.

#### 4.1.1 Superficie Bajo Riego

En la tabla que se presenta a continuación se muestra la superficie sistematizada para riego en la actualidad y la superficie neta considerada en el balance.

Para obtener la superficie neta regada actualmente se partió de los resultados del Censo Provincial de Agricultura Bajo Riego (CAR 2005), estos resultados posteriormente se chequearon con los datos relevados por SENASA y referentes sectoriales. Las áreas potenciales brutas (generalmente empadronadas) surgen fundamentalmente de información provistas por técnicos del Departamento Provincial de Aguas. En ambos casos esta información fue verificada en base a los resultados de imágenes satelitales.

Para realizar el cálculo de la demanda de agua en el balance hídrico se realizó una estimación las superficies potenciales netas, que se expresan en la última columna. Se definió un coeficiente del 75% para pasar de superficie bruta a neta. Este supuesto, obedece a que muchas de ellas son tierras vírgenes en las que no se cuenta con caminos, asentamientos, infraestructura hídrica y eléctrica, viviendas, galpones, etc.<sup>10</sup> Dada la magnitud de las áreas potenciales ubicadas en las zonas de Negro Muerto y Colonia Josefa respecto del total de la cuenca, y con el objeto de poder optimizar los valores de consumo de agua se consideró, para ambas áreas el desarrollo de las mismas a partir de sistemas presurizados de riego (tabla N°4).

**Tabla 4 Superficies Netas estimadas**

Cuenca	Región	Sistema	Superficie Aproximada Neta (ha)			
			Actual Gravedad	Potencial Gravedad	Potencial Presurizado	Total
Sistemas del Río Neuquén	Alto Valle	Campo Grande	3.574	6.113	0	9.686
		Canal Alto valle	47.004	0	15.559	62.563
	Total Río Neuquén		6 113	50.578	6.113	72.249
Sistemas del Río	Alto Valle	Barreal Colorado	.	.	.	.

<sup>9</sup> En el presente balance se analizan las superficies correspondientes a los sistemas de las cuencas de los ríos Neuquén, Limay y Negro. Sin embargo, aunque posteriormente no se realiza el balance del río Colorado, se incluyen los parámetros de demanda de los sistemas involucrados en dicha cuenca.

<sup>10</sup> Comentario de Análisis que se hace en el DT 2. Se cree que existen entre 5.000 a 10.000 has que no se están regando en el alto valle, por abandono, cambio de uso del suelo, etc.



<b>Limay</b>	<b>Total Río Limay</b>		<b>22 388</b>	<b>0</b>	<b>22.388</b>	<b>22.388</b>	
<b>Sistemas del Río Negro</b>	<b>Alto Valle</b>	<b>Valle Azul</b>	<b>2.267</b>	<b>3.102</b>	<b>0</b>	<b>5.369</b>	
	<b>Valle Medio Río Negro</b>	<b>Isla Choele Choele</b>	18.215	5.400	12.122	<b>35.738</b>	
		<b>Margen Norte VM RN</b>	0	25.250	2.610	<b>27.860</b>	
		<b>Negro Muerto</b>	0	68.720	0	<b>68.720</b>	
		<b>Colonia Josefa</b>	0	41.250	0	<b>41.250</b>	
		<b>subtotal valle Medio RN</b>	<b>22.315</b>	<b>144.719</b>	<b>14.732</b>	<b>181.766</b>	
	<b>Valle Inferior Río Negro</b>	<b>Valle de Conesa - Col. Frías</b>	11.456	10.473	0	<b>21.929</b>	
		<b>Valle Inferior</b>	16.124	29.250	0	<b>45.374</b>	
		<b>Boca de la travesía - Guardia mitre</b>	0	29.123	0	<b>29.123</b>	
		<b>subtotal valle Inferior RN</b>	<b>27.580</b>	<b>68.846</b>	<b>0</b>	<b>96.426</b>	
	<b>Total Río Negro</b>			<b>216 667</b>	<b>52.161</b>	<b>216.667</b>	<b>283.560</b>
	<b>Sistemas del Río Colorado</b>	<b>Valle del Río Colorado</b>	<b>Río Colorado 1</b>	4.492	28.823	0	<b>33.315</b>
<b>Río Colorado 2</b>			7.787	11.461	34.500	<b>53.748</b>	
<b>Total Río Colorado</b>			<b>40 284</b>	<b>12.279</b>	<b>40.284</b>	<b>87.063</b>	
			<b>154.768</b>	<b>285.451</b>	<b>64.791</b>	<b>465.260</b>	

#### 4.1.2 Evapotranspiración Potencial

Se estimaron los valores de evapotranspiración potencial por zona: uno para la situación actual y otro para el año 2030 en el que se incorporan los efectos del Cambio Climático.

Para el primer escenario, la evapotranspiración potencial se estimó con el software CROPWAT 8.0<sup>11</sup> de acuerdo al método PENNAM-FAO para Alto Valle, Valle Medio, Valle Inferior y Río Colorado. Para ello, se utilizaron datos climáticos publicados<sup>12</sup> u obtenidos desde la plataforma CLIMWAT 2.0 for CROPWAT<sup>13</sup>.

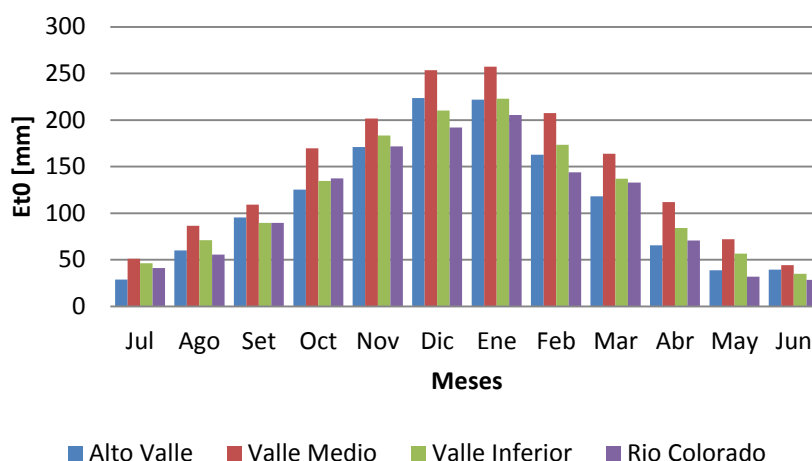
En el gráfico que se presenta a continuación se pueden ver los resultados por zona. Se puede observar que la zona de Valle Medio presenta la mayor evapotranspiración potencial, en contraste la menor se encuentra en la zona aledaña a la localidad de Río Colorado.

<sup>11</sup>Cropwat 8.0 para Windows.Unidad de Fomento y Gestión de las Aguas de la FAO.

<sup>12</sup> EIRN; Síntesis Agrometeorológica para el periodo 1990 – 2004 EEA INTA Alto Valle; "Estadísticas Meteorológicas 1972-1992; Luque, J A y otros; Requerimiento de agua y uso consuntivo en la provincia de Río Negro.

<sup>13</sup>Climwat form CropWat; FAO Irrigation and Drainage Paper 49 (1993) and Crop Evapotranspiration, FAO Irrigation and Drainage Paper 56 (1998).

**Gráfico 1 Evapotranspiración potencial Mensual (ETo)**



En el anexo 2 se presentan los detalles evapotranspiración para cada zona del valle.

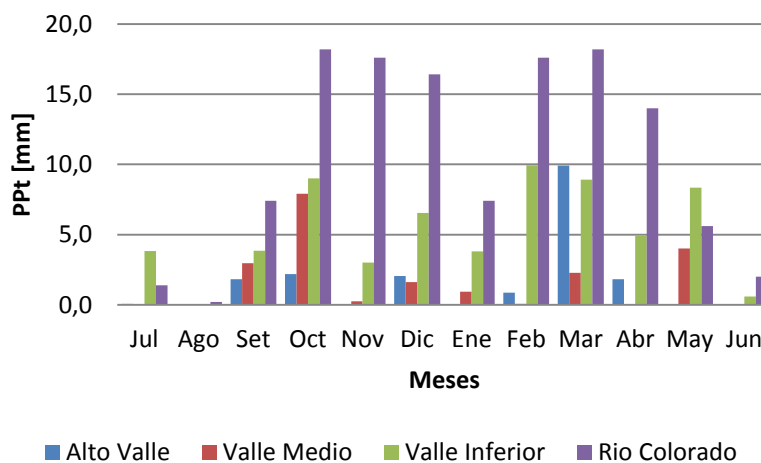
Los efectos del cambio climático sobre este parámetro fueron estimados, para cada zona, a partir del método desarrollado en el DT N°12 “Aspectos Ambientales”. De esta forma, y para el escenario 2030, se multiplicaron estos parámetros por los siguientes coeficientes:

- Alto Valle: 4.28
- Valle Medio: 3.45
- Río Colorado: 3.41
- Valle Inferior: 2.98

### 4.1.3 Precipitación

La precipitación efectiva se calculó por el método de FAO<sup>14</sup>. Posteriormente se cotejaron los resultados con estudios precedentes, no presentando mayores diferencias. Los valores obtenidos se muestran en el gráfico que se presenta a continuación:

**Gráfico 2 Precipitación Efectiva (FAO/AGLW)**



<sup>14</sup>Dastane, N,G, Effective rainfall in irrigated agriculture, FAO Irrigation and Drainage paper, 1978 y 1993.

La precipitación efectiva es despreciable en Alto Valle y Valle Medio, sin embargo posee mayor preponderancia en la zona de Valle Inferior y Río Colorado. Por otra parte, se evidencia que la precipitación efectiva en la zona de Río Colorado y en el Valle Inferior se distribuye en los meses de estiaje, en el Valle Medio principalmente en primavera y en el Alto Valle durante el otoño. En el Anexo 2 se presenta la precipitación efectiva para cada zona del valle.

#### 4.1.4 Coeficientes de cultivos (Kc)

Los valores de Coeficientes de cultivos utilizados se presentan en la siguiente Tabla:

**Tabla 5 Coeficiente de Cultivos Mensual y Anual para diferentes cultivos**

Coeficiente de cultivo (Kc)	Ciclo (Días)	Ene	Feb	Mar	Abr	Mayo	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Anual
Alfalfa	240 a 300	1.06	1.00	0.91	0.76	0.60	0.00	0.00	0.66	0.83	0.95	1.03	1.08	0.74
Vid	160 a 180	0.90	0.82	0.70	0.50	0.50	0.00	0.00	0.00	0.35	0.49	0.74	0.89	0.49
Frutales Carozo (Durazno - Ciruelo)	200	0.94	0.81	0.57	0.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.39	0.62	0.87	0.95	0.45
Frutales Pepita (Manzana y Pera)	200 a 220	0.89	0.81	0.57	0.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.36	0.51	0.82	0.92	0.43
Maíz	140 a 160	0.91	0.92	0.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.49	0.66	0.82	0.39
Sorgo silo	140	1.02	0.98	0.88	0.77	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.58	0.83	0.97	0.50
Pimiento	160	0.79	0.82	0.70	0.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.41	0.41	0.50	0.34
Tomate	165	0.93	0.97	0.77	0.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.40	0.59	0.38
Papa	145	0.93	1.00	0.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.36	0.58	0.82	0.38
Hortalizas Intensivas	60 a 130	1.02	1.00	0.93	0.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.62	0.81	0.95	0.51
Poroto - Arveja	150	1.04	0.94	0.77	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.48	0.80	0.93	0.41
Pastos Regados	280	0.92	0.90	0.86	0.78	0.67	0.00	0.00	0.58	0.71	0.82	0.89	0.91	0.67
Olivo	180 a 240	0.76	0.80	0.72	0.52	0.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.18	0.32	0.58	0.35
Nogal	160 a 220	0.86	0.78	0.60	0.40	0.25	0.00	0.00	0.18	0.25	0.44	0.64	0.80	0.43

Fuente: Elaboración propia en base a Luque, J. A. et. al. (1970)<sup>15</sup>

#### 4.1.5 Coeficientes de eficiencia de aplicación y conducción

Los parámetros de eficiencia se separaron en dos componentes, por un lado se consideró la eficiencia de riego en las parcela (intrapredio) y, por el otro, la eficiencia de conducción y distribución hasta la parcela. El producto de estas eficiencias es lo que posteriormente se denomina “eficiencia global”. A su vez, se analizan dos situaciones: una con los datos reales de caudales aforados o estimados en función de la superficie neta, otro con valores mínimos de eficiencia global de 50%, tanto para las superficies actuales como las potenciales.

- Eficiencias globales actuales estimadas para los sistemas por gravedad

Para estimar la eficiencia global del sistema de riego se divide el agua captada por la superficie neta. Con la salvedad de que en muchos casos existen descargadores directos al río y el agua no se pierde en la red o la aplicación. Pero, de todas maneras, como indicador general se considera válido e importante para representar la situación en la que se encuentran actualmente los sistemas de riego.

<sup>15</sup>Luque, J. A. et. Al (1970); FAO 24 y 56 Evapotranspiración de los cultivos.

**Tabla 6 Eficiencias globales actuales calculadas**

<b>Eficiencia</b>	<b>Alto Valle</b>	<b>Valle Medio</b>	<b>Valle Inferior</b>
<b>Global</b>	31 %	33 %	40 %

Esta eficiencia global, considerada baja, genera muchos perjuicios y se debe principalmente a las bajas eficiencias en la conducción, distribución y aplicación de agua. La ineficiencia de conducción obedece a los altos porcentajes de pérdidas vinculados a la infiltración por la baja inversión en los canales, en la distribución por la falta de obras de contención y distribución (manejo del agua) y en la aplicación, por las tecnologías aplicadas y el sistema de entrega<sup>16</sup>.

- Eficiencia global supuesta para las zonas actuales

En este escenario se propone analizar cuál sería la necesidad de agua en cada zona si se aplicara un programa provincial que permita alcanzar, en una primera etapa, una eficiencia global de 50%. Dadas las diferencias entre los sistemas de riego actuales, hay zonas en donde los cambios a realizar son profundos y en otros serán más leves.

**Tabla 7 Eficiencias supuestas en la Provincia**

<b>Eficiencia</b>	<b>Alto Valle</b>	<b>Valle Medio</b>	<b>Valle Inferior</b>	<b>Río Colorado</b>
<b>Aplicación</b>	65%	65%	65%	65%
<b>Conducción</b>	75%	75%	75%	75%
<b>Global</b>	<b>50%</b>	<b>50%</b>	<b>50%</b>	<b>50%</b>

A efectos de establecer parámetros aceptables de eficiencia en el uso del recurso hídrico, se consideraron, para toda la provincia, valores de eficiencia de aplicación para los sistemas de riego por gravedad de 0,65 y para los sistemas presurizados de 0,85.

Se considera que en una primera etapa se pueden llevar los sistemas de riego provinciales a estos valores de eficiencia, que son posibles de lograr en forma relativamente sencilla y en mediano plazo. Una vez alcanzados estos valores se puede seguir mejorando y ajustando las técnicas de aplicación de agua para obtener valores mejores de eficiencia de aplicación.

Para el caso de la eficiencia de conducción y distribución se estableció para un valor de 0,75. Cabe mencionar que estos valores integran todos los niveles de canales. Como se describe el DT 8, los sistemas de riego existentes en la provincia presentan diferencias en cuanto a este parámetro, pero en la misma situación que la eficiencia de aplicación consideramos que en una primera etapa se debería lograr estos valores de eficiencia y posteriormente reanalizar la situación para seguir mejorando este indicador.

- Eficiencia Global para las superficies potenciales de riego nuevas a habilitar

Los sistemas de riego nuevos se deberían proyectar con un valor de eficiencia global mínimo del 50%. Estas eficiencias globales podrían mejorarse en el mediano y largo plazo.

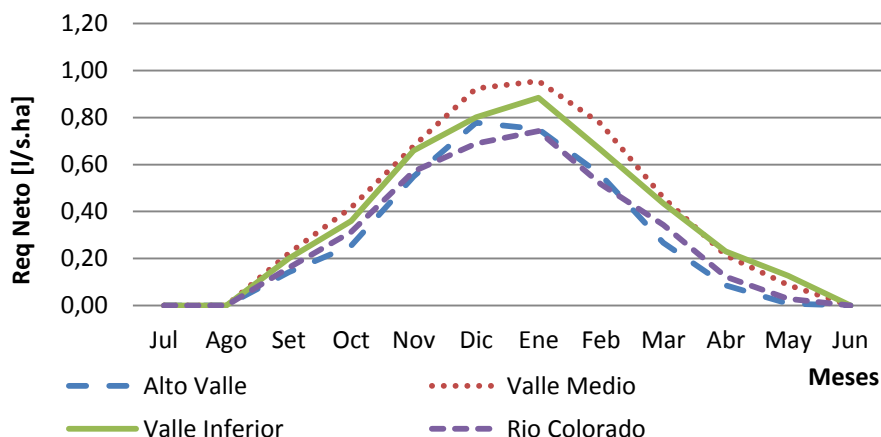
#### **4.1.6 Requerimientos de riego de los cultivos**

El **Requerimiento Neto de Riego** expresa la cantidad de agua (en litros por segundo) que requiere una superficie (de una hectárea) en función de la composición de cultivos. En el gráfico que se presenta a

<sup>16</sup> Para más detalle ver Documentos de Trabajo N°8 y N°10.

continuación se muestran los resultados encontrados para las distintas zonas de la provincia.

**Gráfico 3 Requerimientos Netos de Riego**



Se observa que, dadas las condiciones climáticas y la estructura productiva de la provincia, en la zona de Valle Medio se presenta la mayor demanda de agua. Por el contrario, la zona de Río Colorado es la que presenta menor demanda.

Para su estimación, se consideró la proporción de cultivos que surgen del CAR 2005, eligiendo los principales cinco cultivos. La distribución utilizada fue la siguiente:

**Tabla 8 Principales cultivos**

Cultivos	Alto Valle	Valle Medio	Valle Inferior	Río Colorado
Frutales Pepita (Manzana y Pera)	82%	31%	4%	45%
Alfalfa	6%	32%	42%	19%
Frutales Carozo (Durazno - Ciruelo)	6%	8%	4%	13%
Vid	3%			
Hortalizas	2%	20%	6%	10%
Pastura/Forestal/Recreativo y cereales		10%	44%	13%
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Fuente: elaboración propia en base al CAR 2005

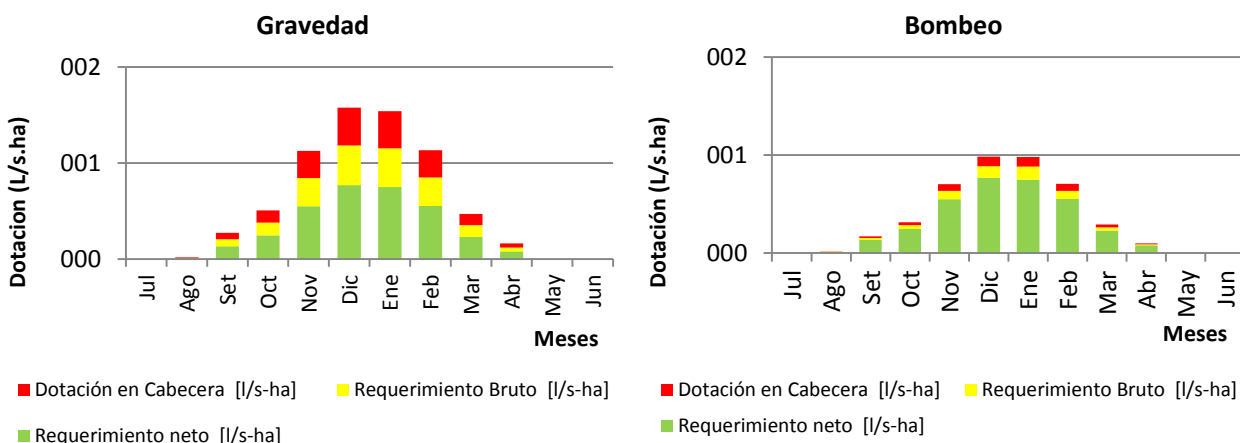
Asimismo, el análisis incorpora las características agroclimáticas sobre esta estructura productiva.

Dadas las ineficiencias de aplicación y conducción señaladas en el apartado anterior se procedió a comparar los requerimientos netos de riego con los Requerimientos Brutos y la dotación en cabecera, para ello se llevó la información a litro por segundo en una superficie unitaria (l/s-ha). En los gráficos siguientes se muestran los resultados para cada zona en forma acumulativa:

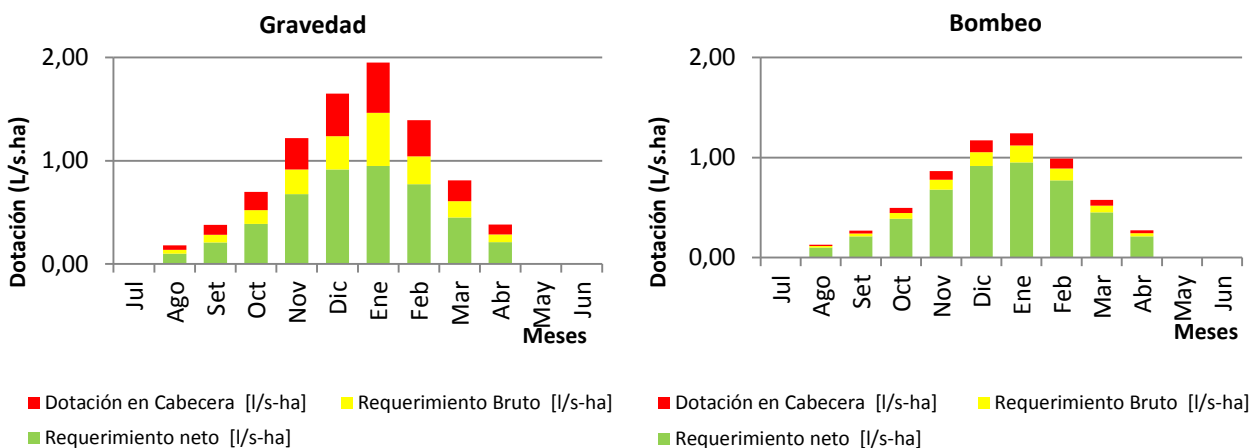
El **Requerimiento Bruto** es la cantidad de agua que demanda una chacra en su cabecera por unidad de superficie. Este requerimiento tiene en cuenta la eficiencia de aplicación de agua en el predio.

La **Dotación en Cabecera** refiere al caudal necesario en la bocatoma del sistema de riego u obra de cabecera. El mismo contempla la eficiencia de conducción y distribución.

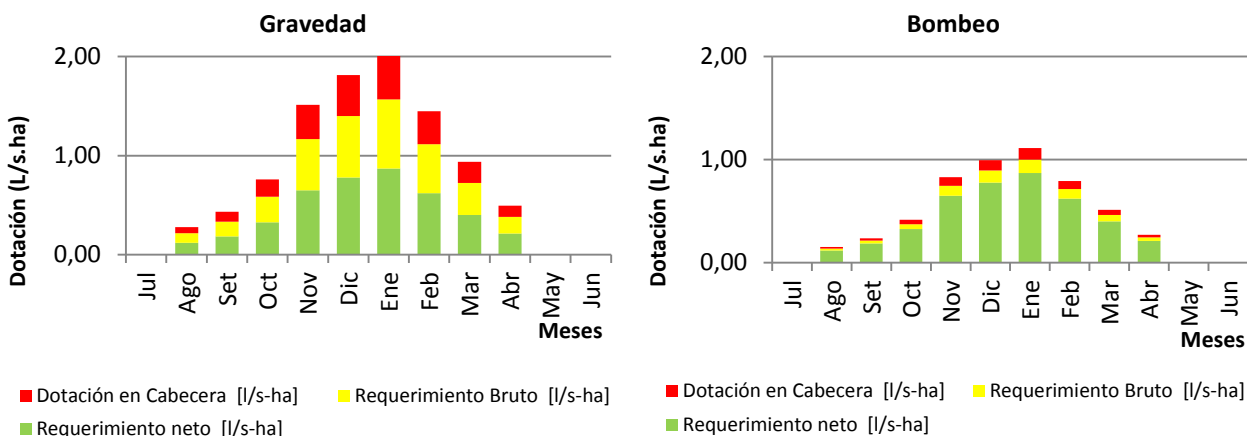
**Gráfico 4 Demanda de Agua Alto Valle por sistema de riego. Diferenciales acumulados**



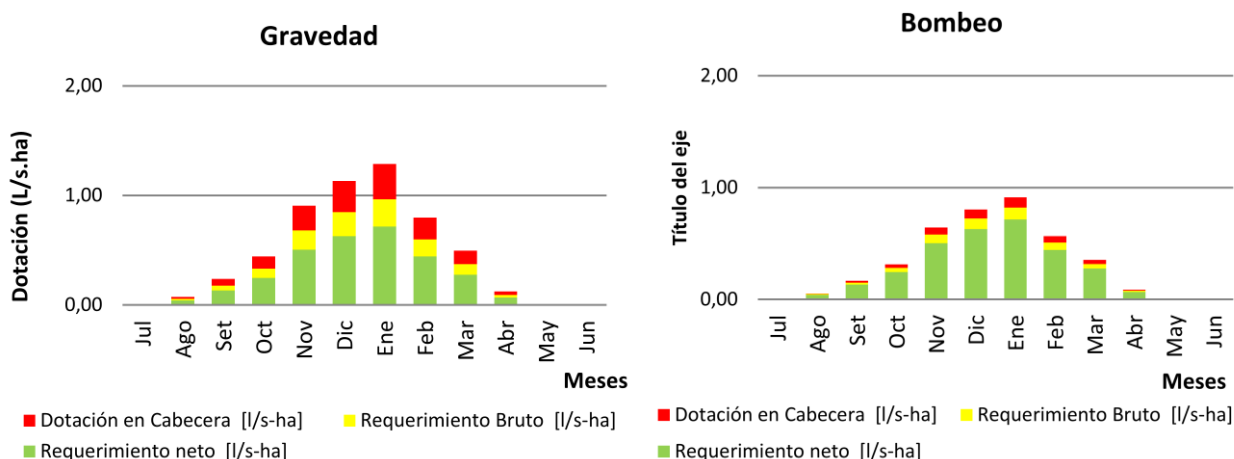
**Gráfico 5 Demanda de Agua Alto Medio por sistema de riego. Diferenciales acumulados**



**Gráfico 6 Demanda de Agua Valle Inferior por sistema de riego. Diferenciales acumulados**



**Gráfico 7 Demanda de Agua en Río Colorado por sistema de riego. Diferenciales acumulados**



En función de las estimaciones realizadas se puede observar que las ineficiencias que se producen llevan a que la cantidad de agua que requieren los sistemas duplican o triplican los requerimientos netos de los cultivos en los sistemas por gravedad. Estas “perdidas” del sistema son más importantes en Alto Valle y Valle Medio. Por otra parte, en los sistemas presurizados esta diferencia es menor, lo que permitiría lograr una mayor economía del agua.

De todos modos para evaluar las ventajas relativas de los sistemas presurizados es necesario tener en cuenta el nivel de inversión que requiere su instalación, la disponibilidad de energía eléctrica, más los costos fijos y operativos. Posteriormente, contrastar con un sistema de riego por gravedad en el que también se llevan adelante inversiones para alcanzar un manejo más adecuado del recurso. Comparar un sistema por gravedad con bajo nivel tecnológico y baja inversión con un sistema presurizado de alto nivel tecnológico e inversión puede llevar a conclusiones erróneas.

La metodología propuesta permite realizar simulaciones de demanda de agua para cada zona bajo distintos modelos productivos. Asimismo, permite establecer los caudales de diseño de nuevas obras que se requieran. Al considerar las demandas de riego en áreas nuevas se supuso, en el balance desarrollado en este documento, que se mantiene la proporción de cultivos que caracterizaba esa región de acuerdo al CAR 2005. En las etapas siguientes de selección de proyectos y evaluación de alternativas, se podrán utilizar las planillas generadas para modelar la demanda de agua de un proyecto productivo en concreto.

## 4.2 Demandas actuales registradas en cabecera de cada sistema

Para la determinación de los caudales actuales que se derivan en cada punto de toma para los distintos sistemas de riego analizados en el presente balance, se utilizaron los datos recogidos en las distintas recorridas de campo con actores claves y operadores de los sistemas.

Los datos recopilados en su mayoría se corresponden con los valores de enero, constituyendo este el mes crítico de derivación para riego. Los caudales de demanda para meses restantes del año fueron determinados a partir de la aplicación de una curva de demanda, teniendo en cuenta la carga pico para el mes de enero. Los porcentajes de distribución de dicha curva se presentan a continuación:

Tabla N°9

<i>MES</i>	<i>Q (m3/s)</i>
<i>ABRIL</i>	36,51%
<i>MAYO</i>	0,00%
<i>JUNIO</i>	0,00%
<i>JULIO</i>	0,00%
<i>AGOSTO</i>	28,57%
<i>SEPTIEMBRE</i>	44,44%
<i>OCTUBRE</i>	63,49%
<i>NOVIEMBRE</i>	85,71%
<i>DICIEMBRE</i>	98,41%
<i>ENERO</i>	100,00%
<i>FEBRERO</i>	87,30%
<i>MARZO</i>	60,32%

### 4.3 Demanda de agua para consumo humano

En este aspecto, se ha realizado el análisis de la población de las localidades dentro de la cuenca, que de modo directo o indirecto, toman agua para consumo desde los cursos superficiales afectados al balance.

Los datos de población actual y los proyectados a futuro han sido estimados a partir de publicaciones del proyecto Climagua de la Fundación Bariloche y el Conicet<sup>17</sup>. Los resultados se muestran en la siguiente tabla:

---

<sup>17</sup> Climagua (2012); Adaptación de población vulnerable al estrés hídrico producido por el Cambio Climático en la zona del Comahue. <http://www.climagua.org.ar/>



Evolución de la población en los principales centros urbanos			
Conglomerado urbano	Año		
	2011	2020	2030
Allen	27.443	31.377	34.901
Centenario y Vista Alegre	41.870	52.000	58.585
Cervantes	9.992	6.851	7.620
Choele Choel	19.442	21.283	23.214
Cinco Saltos	27.460	31.396	34.923
Cipolletti	87.492	100.033	111.27
Fernández Oro	8.629	9.866	10.974
Gral. Conesa	6.253	7.046	7.746
General Roca	93.436	106.829	118.83
Ing Huergo	7.513	8.59	9.555
Lamarque	8.234	9.014	9.831
Luis Beltrán	6.797	7.44	8.116
Neuquén	231.198	274.154	310.848
Picún Leufú	6.813	7.392	8.007
Plottier	32.390	38.409	43.498
Senillosa	7.542	8.943	10.128
Sierra Grande	7.641	9.381	11.398
Viedma	53.618	61.202	67.987
Villa Regina	41.742	47.725	53.086

Para obtener los valores actuales de población calculo la media aritmética de los valores correspondientes a 2011 y 2020. Y, para la determinación de los consumos finales, se supuso una dotación por habitante de 500 l/día.

#### 4.4 Demanda de agua para uso industrial/minero/hidrocarburos

La cantidad de agua demandada para uso industrial no se incluye en el balance. Esta omisión obedece a la insuficiente información sobre estos consumos en la cuenca y al bajo impacto en el análisis global.

En este apartado, se han incluido las demandas de riego de la cuenca extra provinciales. Entre estos consumos se contabilizan las derivaciones en los sistemas de Plottier-Arroyito-Senillosa, Vista Alegre y Centenario.

## 5 RESULTADOS DEL BALANCE

A partir de la información base obtenida se ha planteado la realización de 5 (cinco) escenarios, según la siguiente tabla. Estos escenarios podrían ampliarse en función de asumir diferentes combinaciones de las

variables analizadas.

Tabla N° 11: Variables por escenario

ESCENARIOS	VARIABLES DE DEMANDA TENIDAS EN CUENTA					
	Area actual bajo riego	Area actual bajo riego con eficiencias mejoradas	Consumo Poblacion Actual	Consumo Poblacion 2030	Area potencial nueva	Cambio Climatico
ESCENARIO 1	X		X			
ESCENARIO 2	X		X		X	
ESCENARIO 3		X	X		X	
ESCENARIO 4		X		X	X	X
ESCENARIO 5	X			X		X

Con el objeto de poder dar cumplimiento a los caudales ecológicos supuestos en cada curso de agua se obtienen, en los distintos escenarios, caudales deficitarios (Q deficitarios en planilla de resumen). Estos caudales surgen de la diferencia entre el valor de caudal ecológico adoptado y los valores de caudal en los puntos críticos (a medida que avanzamos aguas abajo en la cuenca la criticidad aumenta). Con este valor de caudal se estiman las áreas que presentan una limitación de agua (última columna de la planilla de resumen). La distribución de este valor de caudal deficitario entre las distintas zonas se establece en función de la participación de cada zona en el total de áreas analizadas.

En cada escenario se representan los hidrogramas obtenidos en los distintos puntos de derivación (representado por una línea punteada). Aquellas secciones de los hidrogramas finales que estén por debajo de la línea del caudal ecológico (línea roja) reflejan un déficit de agua para dicho período del año en la zona analizada. Los hidrogramas que se representan en cada caso no tienen en cuenta los valores de retornos. Sobre los mismos solo se representan los valores finales obtenidos del cruce agua-suelo.<sup>18</sup>

## 5.1 Escenario 1

Este escenario intenta reflejar el comportamiento actual de la cuenca del río Negro. a partir del mismo, se puede realizar una comparación con valores medidos efectivamente en puntos cuenca abajo. De este modo, permite establecer un primer análisis de calibración del modelo planteado.

Este Escenario considera:

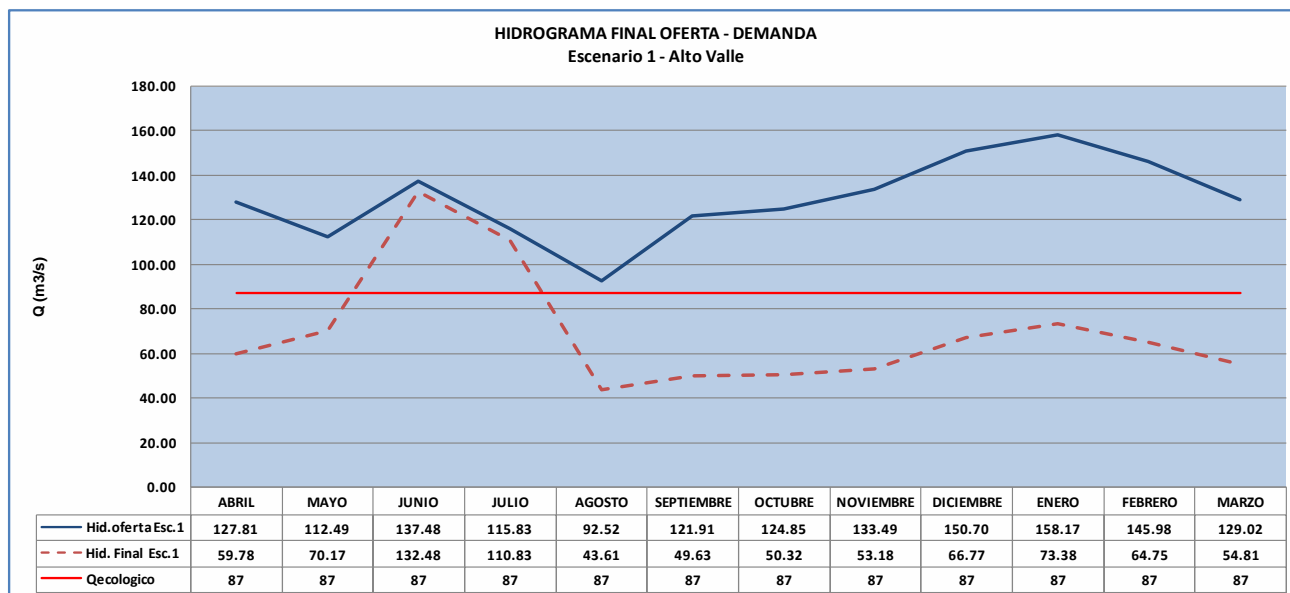
- Caudal de oferta para el año 2015.
- Caudales utilizados para riego para el año 2015 (eficiencias actuales de conducción y aplicación).
- Consumos poblacionales actuales (año 2015).

<sup>18</sup> Ver tablas anexas.

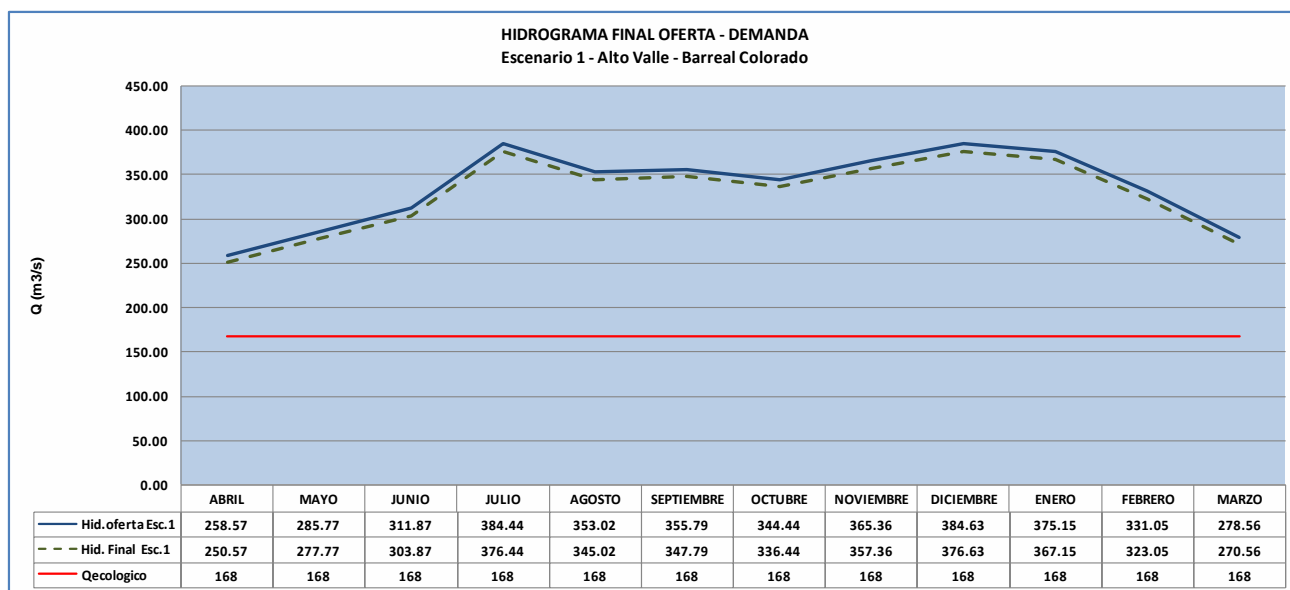
### 5.1.1 Hidrogramas obtenidos en puntos de control claves Escenario 1

A continuación se puede observar los hidrogramas obtenidos en el último punto de control (punto más aguas abajo) de cada uno de los cursos superficiales en análisis. Para el caso de estudio, se dividirá en 3 puntos, Alto Valle - río Neuquén; Alto Valle Barreal Colorado en río Limay e IDEVI sobre el río Negro.

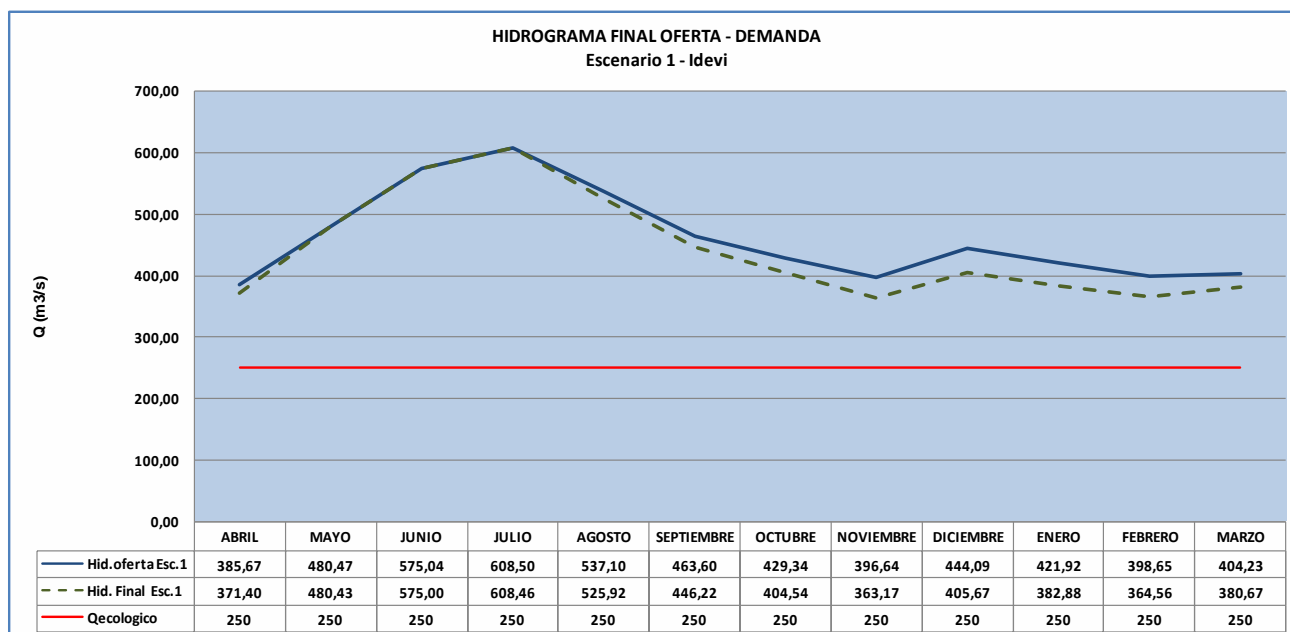
- Alto Valle – río Neuquén



- Alto Valle Barreal Colorado – río Limay



- IDEVI – río Negro



### 5.1.2 Resultados de áreas con aptitud de riego en función del agua disponible: sin retornos.

En función del análisis del agua disponible, se realiza el cruce de la misma con las áreas actuales bajo riego. En la siguiente tabla se presentan los principales resultados:

PLANILLA DE RESUMEN DE CALCULOS DE AREAS SIN DISPONIBILIDAD DE AGUA - ESCENARIO 1												
FUENTE	OFERTA CUENCA ALTA		CAUDAL CRITICO DE HIDROGRAMA FINAL CUENCA	Q ecologico	Q deficitario	ZONA	Area Actual Total en Produccion	Area Actual Total en Produccion por zona	% areas actuales en produccion sobre el total	Qdeficitario por zona	Q derivados para riego de areas actuales en produccion	AREAS SIN DISPONIBILIDAD DE AGUA POR ZONA
	MES	Q (m3/s)					Q (m3/s)	Q (m3/s)	Q (m3/s)	Ha.	Ha.	%
RIO NEUQUEN	OCTUBRE	124.85	50.32	87.00	36.68	Alto Valle	50,578	50,578	100.00%	36.68	73.33	25295
RIO LIMAY	MARZO	375.15	250.57	168.00	0.00	Alto Valle	0	0	0.00%	0.00	0.00	0
RIO NEGRO	FEBRERO	460.24	364.56	250.00	0.00	Alto Valle	52,161	2,267	4.35%	0.00	6.55	0
						Valle Medio		22314.8	42.78%	0.00	48.1	0
						Valle Inferior		27,580	52.87%	0.00	55.87	0

AREAS REGADAS ACTUALES TOTALES EN PRODUCCION (Has.)	102,739
AFECTACION AREAS REGADAS ACTUALES (Has.)	25,295
TOTAL AREAS ACTUALES CON POSIBILIDAD DE RIEGO (Has.)	77,444

### 5.1.3 Resultados de áreas con aptitud de riego en función del agua disponible: con retornos.

En este sub-apartado se incluye en el análisis los valores de retornos estimados. En la siguiente tabla se puede ver como se modifican los resultados:

PLANILLA DE RESUMEN DE CALCULOS DE AREAS SIN DISPONIBILIDAD DE AGUA - ESCENARIO 1												
FUENTE	OFERTA CUENCA ALTA		CAUDAL CRITICO DE HIDROGRAMA FINAL CUENCA	Q ecologico	Q deficitario	ZONA	Area Actual Total en Produccion	Area Actual Total en Produccion por zona	% areas actuales en produccion sobre el total	Qdeficitario por zona	Q derivados para riego de areas actuales en produccion	AREAS SIN DISPONIBILIDAD DE AGUA POR ZONA
	MES	Q (m3/s)					Ha.	Ha.	%	Q (m3/s)	Q (m3/s)	Ha.
RIO NEUQUEN	OCTUBRE	128.95	51.25	87.00	35.75	Alto Valle	50,578	50,578	100.00%	35.75	73.33	24659
RIO LIMAY	ENERO	259.10	251.10	168.00	0.00	Alto Valle	0	0	0.00%	0.00	0.00	0
RIO NEGRO	FEBRERO	463.45	367.78	250.00	0.00	Alto Valle	52,161	2,267	4.35%	0.00	6.55	0
						Valle Medio		22314.8	42.78%	0.00	48.1	0
						Valle Inferior		27,580	52.87%	0.00	55.87	0

AREAS REGADAS ACTUALES (Has.)	102,739
-------------------------------	---------

AFECTACION AREAS REGADAS ACTUALES (Has.)	24,659
--	--------

TOTAL AREAS REGADAS ACTUALES PROYECTADAS A 2030 (Has.)	78,080
--	--------

### 5.1.4 Conclusiones principales del Escenario 1

De acuerdo a estos resultados se puede concluir que con la oferta actual de agua, y dada la magnitud de las áreas actuales bajo riego, la disponibilidad de agua presenta un importante saldo positivo.

Sin embargo, sobre la base de respetar los caudales ecológicos dispuestos para cada uno de los cursos superficiales, los caudales para Alto Valle derivados desde el río Neuquén, hacen que actualmente aguas abajo sea imposible dar cumplimiento a la restricción del caudal ecológico. Esta situación es claramente visible en el hidrograma correspondiente a esta zona. Es decir, si con la situación actual de demandas y oferta que se brinda en el tramo analizado del río Neuquén se quisiera dar cumplimiento efectivo al caudal ecológico, existirían **25.295 ha** a las cuales no se le podría dotar de agua para riego (tabla apartado 5.1.3.).

Para el resto de las zonas de la cuenca, la oferta supera holgadamente la demanda y se puede cumplir con los problemas los caudales ecológicos de base.

Con lo cual, haciendo el análisis global sobre la cuenca para este escenario, sobre un total de **102.739 Has** actualmente bajo riego, se debería restringir el riego de 25.295 ha que tengan como fuente de agua al río Neuquén para poder respetar el cumplimiento del caudal ecológico en dicho curso de agua, quedando un total de áreas con posibilidad de seguir regando de **77.444Has**.

Con el aporte de los retornos las hectáreas se incrementan en menos de 700 ha. Este valor es muy reducido en comparación con el total de áreas potenciales. La baja reducción de las áreas sin disponibilidad hídrica obedece a que la zona de Campo Grande en producción, ubicada aguas arriba en el Alto Valle, no es de importancia y, por lo tanto, sus retornos tampoco lo son. Los retornos más importantes, correspondientes a los principales sistemas del Alto Valle que se alimentan de agua a partir del río Neuquén (Canal principal de riego del Alto Valle), son vertidos al río Negro.

Para realizar la calibración del modelo se comparan los valores obtenidos con los valores medios de la Estación Paso Córdoba y la Estación Primera Angostura, (localizado antes de la aducción de caudales para el sistema de Valle Inferior). La relevancia de este último punto de control radica en que involucra el 90% de la cuenca Los valores de porcentaje que se especifican en la última columna de la siguiente tabla corresponden a la relación entre valores calculados y los medidos.

AJUSTE BALANCE - Paso Cordoba					
MES	Est. Chañar	Est. Arroyito	Sumatoria Confluencia	Est. P. Cordoba	% Ajuste
	Neuquen Calculado	Limay Calculado	Negro	Negro medido	
ABRIL	60.31	251.10	311.41	411.75	75.63%
MAYO	70.17	277.77	347.94	481.02	72.33%
JUNIO	132.48	303.87	436.35	575.59	75.81%
JULIO	110.83	376.44	487.27	609.05	80.00%
AGOSTO	44.03	345.43	389.46	557.63	69.84%
SEPTIEMBRE	50.27	348.44	398.71	495.22	80.51%
OCTUBRE	51.25	337.36	388.61	474.28	81.94%
NOVIEMBRE	54.43	358.60	413.03	457.11	90.36%
DICIEMBRE	68.20	378.06	446.26	513.44	86.92%
ENERO	74.83	368.61	443.44	492.38	90.06%
FEBRERO	66.01	324.32	390.34	460.24	84.81%
MARZO	55.69	271.43	327.12	446.95	73.19%

AJUSTE BALANCE - Primera Angostura			
MES	Est. P. Angostura	Est. P. Angostura	% Ajuste
	Negro medido	Calculado	
ABRIL	383.49	383.82	99.91%
MAYO	427.42	480.47	88.96%
JUNIO	496.32	575.04	86.31%
JULIO	570.54	608.50	93.76%
AGOSTO	512.33	535.66	95.64%
SEPTIEMBRE	447.80	461.35	97.06%
OCTUBRE	427.94	426.13	99.58%
NOVIEMBRE	425.64	392.30	92.17%
DICIEMBRE	384.63	439.11	87.59%
ENERO	375.15	416.86	90.00%
FEBRERO	331.05	394.23	83.98%
MARZO	377.24	401.18	94.03%

Como se puede observar, el ajuste del modelo está entre el 10 y el 25% aproximadamente para Paso Córdoba, pero con valores en el orden del 10 al 14% para el período de riego. El ajuste es mayor para el caso de Primera Angostura, con valores que oscilan entre el 1 y el 12% para toda la serie. Para ambos casos se está dentro de un rango de tolerancia más que aceptable. La inclusión de bombeos directos no registrados actualmente dificulta realizar un ajuste superior. El ajuste sería mayor, si además se consideran otras variables más específicas como la evaporación de agua de los cursos superficiales intervinientes.

El hidrograma final correspondiente a la zona “Alto Valle Barreal Colorado – río Limay” es paralelo al hidrograma de oferta para todo el año. Esto se debe a que las demandas consideradas en esta zona son las correspondientes a consumos poblacionales y a tomas de algunos sistemas de riego de la provincia de Neuquén. Actualmente en esta zona no se presentan áreas en producción, de manera que para las variables intervinientes en este escenario los caudales derivados para riego son nulos.

## 5.2 Escenario 2

Este escenario, al igual que el anterior se realiza para el año 2015, pero agrega en el desarrollo metodológico lo que anteriormente se define como área potencial nueva neta a cultivar. Es decir, se tienen en cuenta los siguientes factores:

- Caudal de oferta para el año 2015.

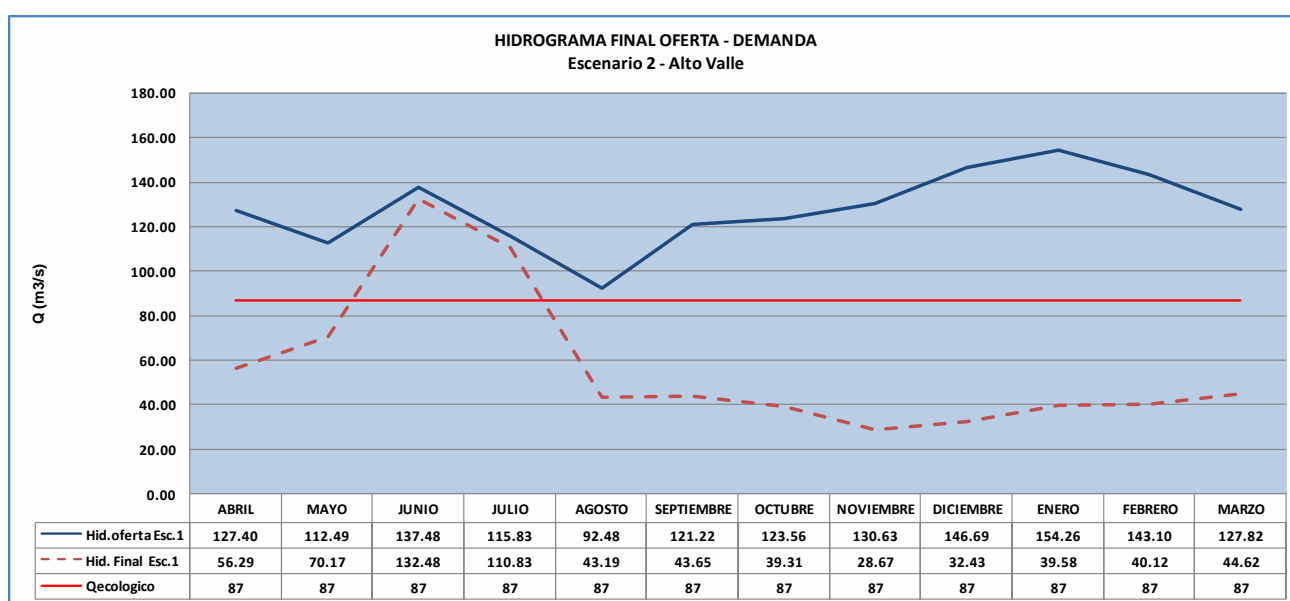
- Caudales utilizados para riego para el año 2015 (eficiencias actuales de conducción y aplicación).
- Consumos poblacionales actuales (año 2015).
- Caudales requeridos para el desarrollo de las áreas potenciales nuevas (con una eficiencia global del .65%)

Ante un supuesto de desarrollo actual de la totalidad de las áreas con potencial de riego en la cuenca (actuales y nuevas áreas). Este escenario permite establecer una magnitud, de la disponibilidad de agua y su equivalente en áreas potenciales.

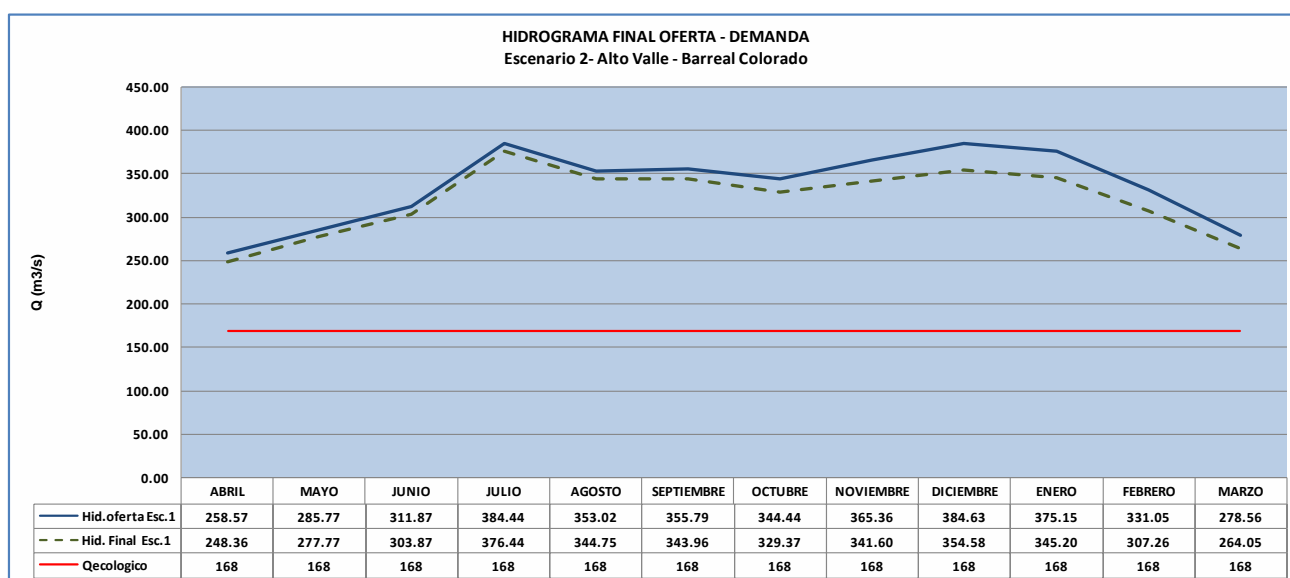
### 5.2.1 Hidrogramas obtenidos en puntos de control claves Escenario 2

A continuación se puede observar los hidrogramas obtenidos en el último punto de control de cada uno de los cursos superficiales en análisis.

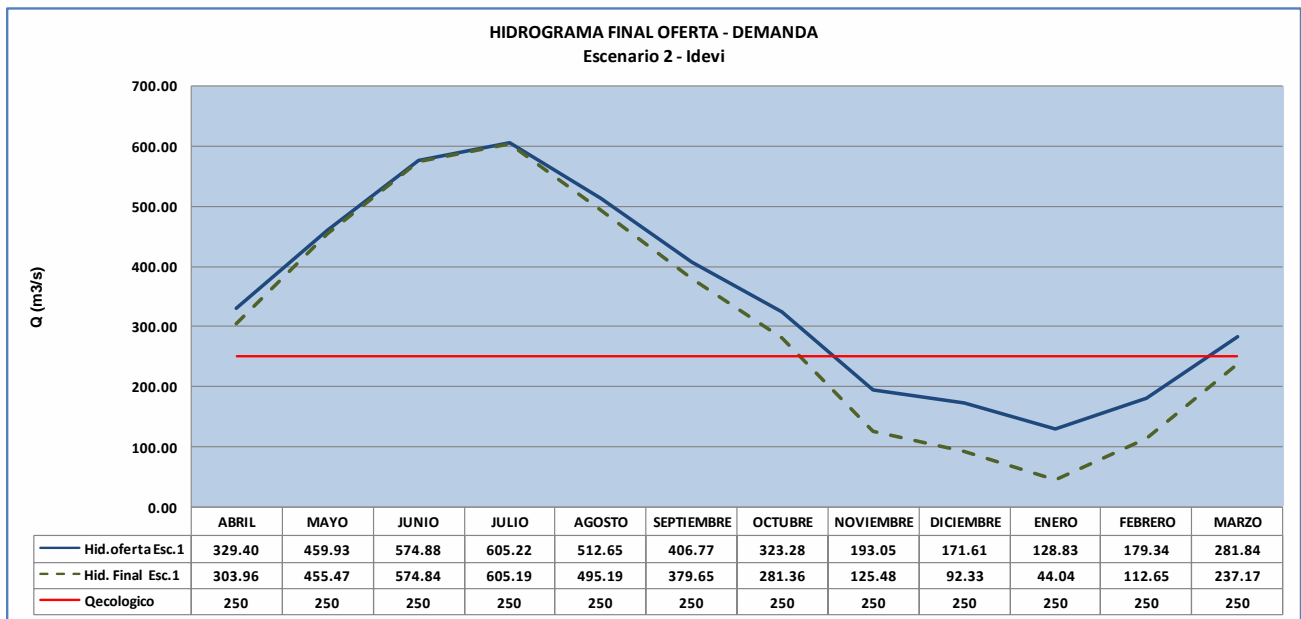
- Alto Valle – río Neuquén



- Alto Valle Barreal Colorado – río Limay



• IDEVI – río Negro



**5.2.2 Resultados de áreas con aptitud de riego en función del agua disponible: sin retornos.**

En función del análisis del agua disponible, se realiza el cruce de la misma con las áreas actuales bajo riego. En la siguiente tabla se presentan los principales resultados:

PLANILLA DE RESUMEN DE CALCULOS DE AREAS SIN DISPONIBILIDAD DE AGUA - ESCENARIO 2												
FUENTE	OFERTA CUENCA ALTA		CAUDAL CRITICO DE HIDROGRAMA FINAL CUENCA	Q ecologico	Q deficitario	ZONA	Area Actual bajo riego y Potencial nueva Total	Area Actual bajo riego y Potencial nueva Total por zona	% Area Actual bajo riego y Potencial nueva sobre el total por zona	Q deficitario por zona	Q derivados para riego de Area Actual bajo riego y Potencial nueva	AREAS SIN DISPONIBILIDAD DE AGUA POR ZONA
	MES	Q (m3/s)					Ha.	Ha.	%	Q (m3/s)	Q (m3/s)	Ha.
RIO NEUQUEN	NOVIEMBRE	138.92	28.67	87.00	58.33	Alto Valle	72,249	72,249	100.00%	58.33	117.69	35811
RIO LIMAY	ABRIL	331.05	248.36	168.00	0.00	Alto Valle	22,388	22,388	100.00%	0.00	21.96	0
RIO NEGRO	ENERO	440.53	44.04	250.00	205.96	Alto Valle	283,560	5,369	1.89%	3.90	12.28	1705
						Valle Medio		181765.5	64.10%	132.02	244.9	97978
						Valle Inferior		96,426	34.01%	70.04	173.44	38939



AREAS ACTUALES Y POTENCIALES BAJO RIEGO (Has.)	378,197
AREAS ACTUALES BAJO RIEGO (Has.)	102,739
AREAS POTENCIALES CON APTITUD DE RIEGO (Has.)	275,458
AREAS SIN DISPONIBILIDAD DE AGUA SOBRE EL TOTAL (Has.)	174,433
TOTAL AREAS CON DISPONIBILIDAD DE SUELO Y AGUA SOBRE LAS TOTALES CON APTITUD DE RIEGO Y LAS ACTUALMENTE REGADAS (Has.)	203,764
TOTAL AREAS CON DISPONIBILIDAD DE SUELO Y AGUA SOBRE LAS TOTALES POTENCIALES (Has.)	101,025

### 5.2.3 Resultados de áreas con aptitud de riego en función del agua disponible: con retornos.

En este sub-apartado se incluye en el análisis los valores de retornos estimados. En la siguiente tabla se puede ver como se modifican los resultados:

PLANILLA DE RESUMEN DE CALCULOS DE AREAS SIN DISPONIBILIDAD DE AGUA - ESCENARIO 2												
FUENTE	OFERTA CUENCA ALTA		CAUDAL CRITICO DE HIDROGRAMA FINAL CUENCA	Q ecologico	Q deficitario	ZONA	Area Actual bajo riego y Potencial nueva Total	Area Actual bajo riego y Potencial nueva Total	% Area Actual bajo riego y Potencial nueva sobre el total	Qdeficitario por zona	Q derivados para riego de Area Actual bajo riego y Potencial	AREAS SIN DISPONIBILIDAD DE AGUA POR ZONA
	MES	Q (m3/s)					Q (m3/s)	Q (m3/s)	Q (m3/s)	Ha.	Ha.	%
RIO NEUQUEN	NOVIEMBRE	138.92	28.67	87.00	58.33	Alto Valle	72,249	72,249	100.00%	58.33	117.69	35811
RIO LIMAY	ABRIL	259.10	248.89	168.00	0.00	Alto Valle	22,388	22,388	100.00%	0.00	21.96	0
RIO NEGRO	ENERO	440.53	59.86	250.00	190.14	Alto Valle	283,560	5,369	1.89%	3.60	12.28	1574
						Valle Medio		181765.5	64.10%	121.88	244.9	90452
						Valle Inferior		96,426	34.01%	64.66	173.44	35948

AREAS ACTUALES Y POTENCIALES BAJO RIEGO (Has.)	378,197
AREAS ACTUALES BAJO RIEGO (Has.)	102,739
AREAS POTENCIALES CON APTITUD DE RIEGO (Has.)	275,458
AREAS SIN DISPONIBILIDAD DE AGUA (Has.)	163,786
TOTAL AREAS CON DISPONIBILIDAD DE SUELO Y AGUA SOBRE LAS TOTALES CON APTITUD DE RIEGO Y LAS ACTUALMENTE REGADAS (Has.)	214,411
TOTAL AREAS CON DISPONIBILIDAD DE SUELO Y AGUA SOBRE LAS TOTALES POTENCIALES (Has.)	111,672

## 5.2.4 Conclusiones principales del Escenario 2

De los datos que se desprenden de la planilla resumen, se puede observar que sobre un total de áreas de **378.197 ha**, existe disponibilidad de agua para unas **203.764 ha**. De ellas, 101.025 ha corresponden a superficies potenciales que se podrían desarrollar, las restantes hectáreas son las irrigadas actualmente.

Por lo tanto, con las eficiencias actuales de las áreas bajo riego y los regímenes de regulación de los ríos, la cuenca presenta un potencial con disponibilidad de agua para el desarrollo de áreas nuevas de **101.025 ha**, sobre un total de 275.458 ha de suelo con aptitud de riego.

Al incluir los retornos, las áreas potenciales aumentan en **10.647 ha** respecto a la superficie obtenida cuando no se consideran. Esta superficie con disponibilidad de agua representa un incremento del 10,5%.

## 5.3 Escenario 3

Los factores que se tienen en cuenta en este escenario son los siguientes:

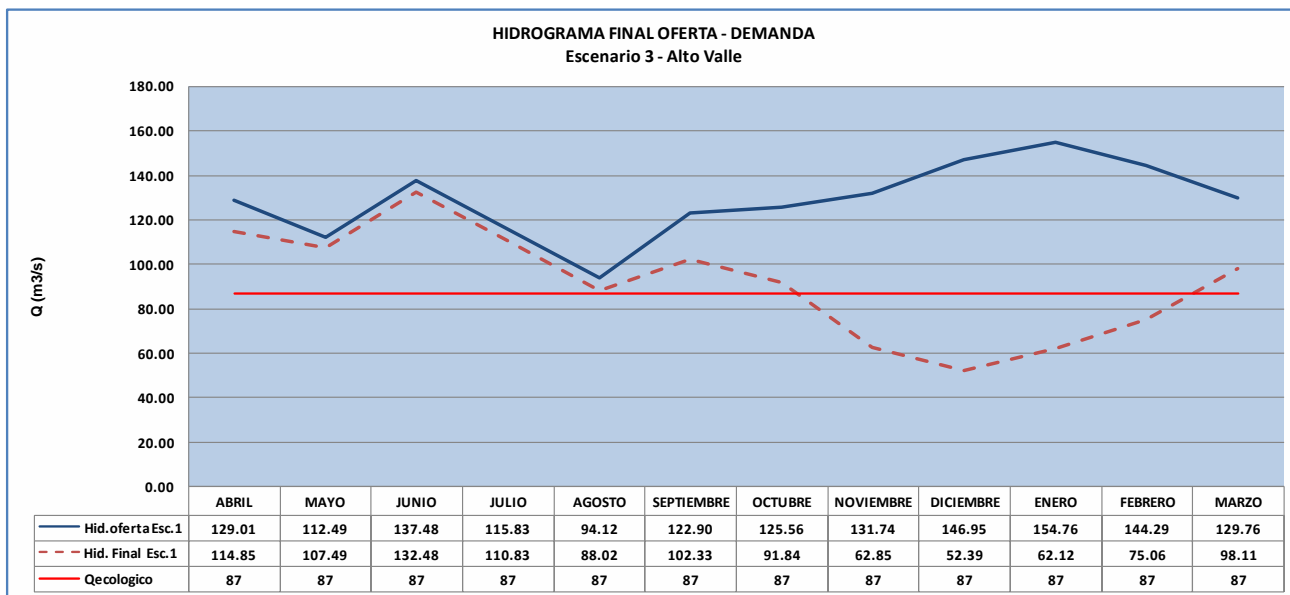
- Caudal de oferta para el año 2015.
- Caudales utilizados para riego para el año 2015 con eficiencias de conducción y de aplicación superiores a las observadas en la actualidad (del 50%).
- Consumos poblacionales actuales (año 2015).
- Caudales requeridos para el desarrollo de las áreas potenciales nuevas (con una eficiencia global del 65%).

Este escenario, al igual que el anterior, permite establecer un orden de magnitud ante el caso hipotético de poner bajo riego las áreas actuales y potenciales en la cuenca, pero con la mejora adoptada para las eficiencias globales en las áreas actualmente regadas. En este sentido, cobra importancia la comparación entre los Escenarios 2 y 3, pudiéndose determinar el aumento de las áreas potenciales con disponibilidad de agua ante el ahorro que significa la mejora en la eficiencia del riego actual.

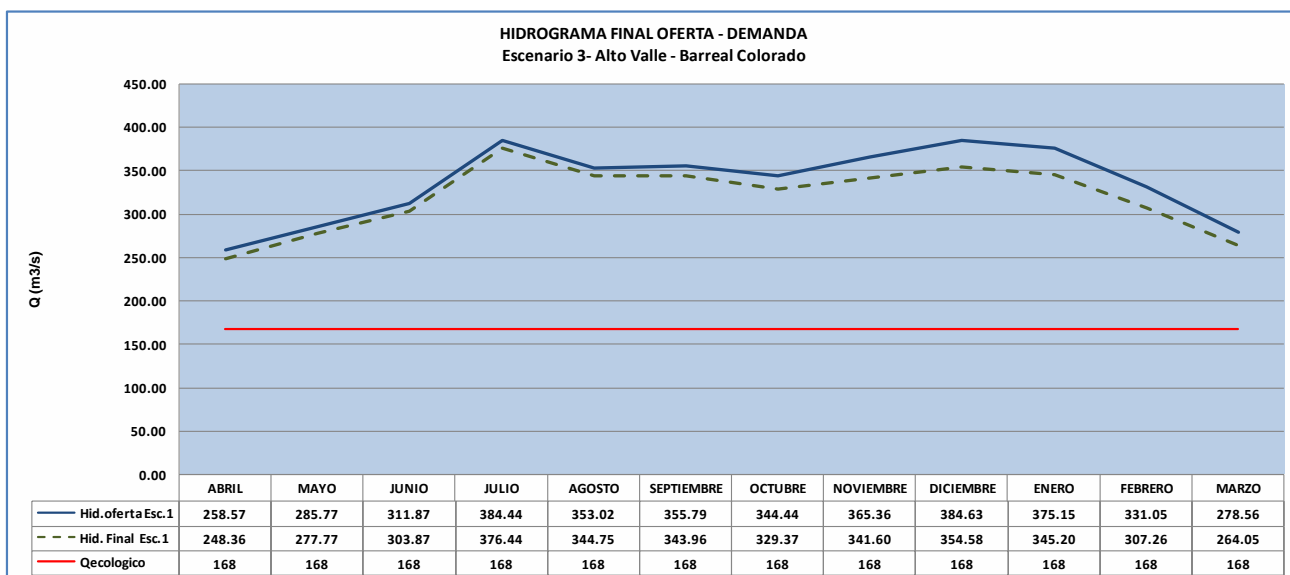
### 5.3.1 Hidrogramas obtenidos en puntos de control claves Escenario 3

En función del análisis del agua disponible, se realiza el cruce de la misma con las áreas actuales bajo riego. En la siguiente tabla se presentan los principales resultados:

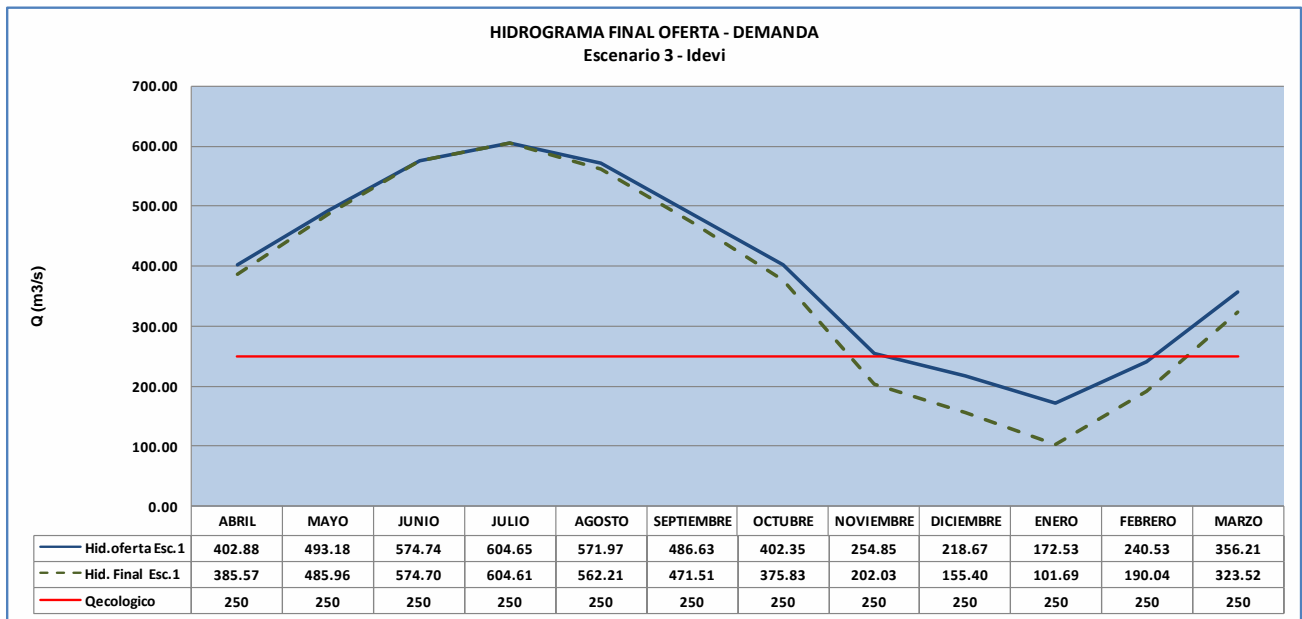
- Alto Valle –río Neuquén



- Alto Valle Barreal Colorado –río Limay



- IDEVI – río Negro



### 5.3.2 Resultados de áreas con aptitud de riego en función del agua disponible: sin retornos.

En función del análisis del agua disponible, se realiza el cruce de la misma con las áreas actuales bajo riego. En la siguiente tabla se presentan los principales resultados:

PLANILLA DE RESUMEN DE CALCULOS DE AREAS SIN DISPONIBILIDAD DE AGUA - ESCENARIO 3												
FUENTE	OFERTA CUENCA ALTA		CAUDAL CRITICO DE HIDROGRAMA FINAL CUENCA	Q ecologico	Q deficitario	ZONA	Area Actual bajo riego y Potencial nueva Total	Area Actual bajo riego y Potencial nueva sobre el total por zona	% Area Actual bajo riego y Potencial nueva sobre el total por zona	Qdeficitario por zona	Q derivados para riego de Area Actual bajo riego y Potencial nueva	AREAS SIN DISPONIBILIDAD DE AGUA POR ZONA
	MES	Q (m³/s)					Q (m³/s)	Q (m³/s)	Q (m³/s)	Ha.	Ha.	%
RIO NEUQUEN	DICIEMBRE	156.90	52.39	87.00	34.61	Alto Valle	72,249	72,249	100.00%	34.61	99.22	25202
RIO LIMAY	ABRIL	331.05	248.36	168.00	0.00	Alto Valle	22,388	22,388	100.00%	0.00	21.96	0
RIO NEGRO	ENERO	462.58	101.69	250.00	148.31	Alto Valle	283,560	5,369	1.89%	2.81	8.27	1823
						Valle Medio		181765.5	64.10%	95.07	228.8	75536
						Valle Inferior		96,426	34.01%	50.43	150.82	32245

AREAS ACTUALES Y POTENCIALES BAJO RIEGO (Has.)	378,197
AREAS ACTUALES BAJO RIEGO (Has.)	102,739
AREAS POTENCIALES CON APTITUD DE RIEGO (Has.)	275,458
AREAS SIN DISPONIBILIDAD DE AGUA SOBRE EL TOTAL (Has.)	134,807
TOTAL AREAS CON DISPONIBILIDAD DE SUELO Y AGUA SOBRE LAS TOTALES CON APTITUD DE RIEGO Y LAS ACTUALMENTE REGADAS (Has.)	243,390
TOTAL AREAS CON DISPONIBILIDAD DE SUELO Y AGUA SOBRE LAS TOTALES POTENCIALES (Has.)	140,651

### 5.3.3 Resultados de áreas con aptitud de riego en función del agua disponible: con retornos.

En este sub-apartado se incluye en el análisis los valores de retornos estimados. En la siguiente tabla se puede ver como se modifican los resultados:

PLANILLA DE RESUMEN DE CALCULOS DE AREAS SIN DISPONIBILIDAD DE AGUA - ESCENARIO 3												
FUENTE	OFERTA CUENCA ALTA		CAUDAL CRITICO DE HIDROGRAMA FINAL CUENCA	Q ecologico	Q deficitario	ZONA	Area Actual bajo riego y Potencial nueva Total	Area Actual bajo riego y Potencial nueva Total por zona	% Area Actual bajo riego y Potencial nueva sobre el total por zona	Qdeficitario por zona	Q derivados para riego de Area Actual bajo riego y Potencial nueva	AREAS SIN DISPONIBILIDAD DE AGUA POR ZONA
	MES	Q (m3/s)										
RIO NEUQUEN	DICIEMBRE	156.90	53.81	87.00	33.19	Alto Valle	72,249	72,249	100.00%	33.19	99.22	24169
RIO LIMAY	ABRIL	331.05	248.89	168.00	0.00	Alto Valle	22,388	22,388	100.00%	0.00	21.96	0
RIO NEGRO	ENERO	259.10	115.67	250.00	134.33	Alto Valle		5,369	1.89%	2.54	8.27	1651
						Valle Medio	283,560	181,766	64.10%	86.10	228.8	68412
						Valle Inferior		96,426	34.01%	45.68	150.82	29204

AREAS ACTUALES Y POTENCIALES BAJO RIEGO (Has.)	378,197
AREAS ACTUALES BAJO RIEGO (Has.)	102,739
AREAS POTENCIALES CON APTITUD DE RIEGO (Has.)	275,458
AREAS SIN DISPONIBILIDAD DE AGUA (Has.)	123,437
TOTAL AREAS CON DISPONIBILIDAD DE SUELO Y AGUA SOBRE LAS TOTALES CON APTITUD DE RIEGO Y LAS ACTUALMENTE REGADAS (Has.)	254,760
TOTAL AREAS CON DISPONIBILIDAD DE SUELO Y AGUA SOBRE LAS TOTALES POTENCIALES (Has.)	152,021

### 5.3.4 Conclusiones principales del Escenario 3

De los datos que se desprenden de la planilla resumen (sin retornos), se puede observar que sobre un total de áreas de **378.197 ha**, existe disponibilidad de agua para unas **243.390 ha**. De ellas, **140.651 ha** corresponden a superficies potenciales que se podrían desarrollar, las restantes hectáreas son las irrigadas actualmente.

Por lo tanto, al incrementar la eficiencias global de las áreas actuales bajo riego al 50% y manteniendo los regímenes de regulación de los ríos, la superficie potencial irrigar se incrementa en **39.626** hectáreas respecto al escenario 2.

Finalmente, al incluir los retornos, las áreas potenciales aumentan en **11.370 ha** respecto a la superficie obtenida cuando no se consideran. Esta superficie con disponibilidad de agua representa un incremento del 8%.

## 5.4 Escenario 4

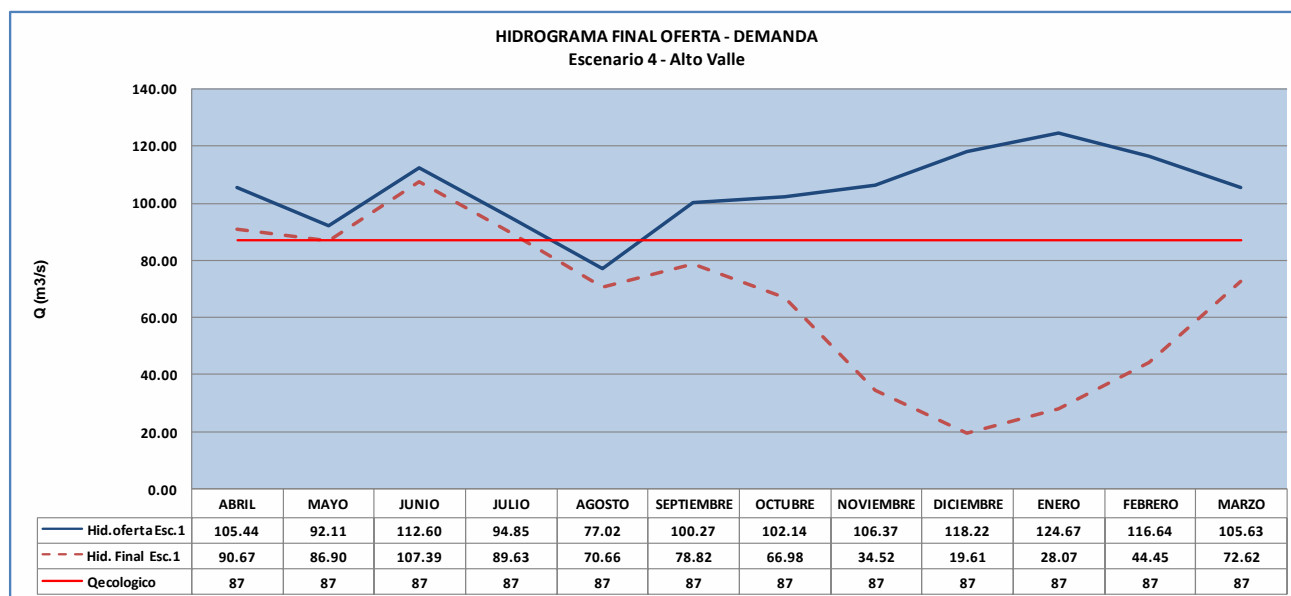
Este escenario intenta reflejar el comportamiento de la cuenca del río Negro poniendo un horizonte al año 2030. Los factores diferenciadores respecto al escenario tres se vinculan a las proyecciones poblacionales y los efectos del cambio climático sobre la oferta y la demanda hídrica en los cursos superficiales. En términos generales, los supuestos son:

- Caudal de oferta para el año 2030. Considera la reducción estimada por efecto de CC.
- Caudales utilizados para riego para el año 2015 con eficiencias de conducción y de aplicación superiores a las observadas en la actualidad (del 50%).
- Aumento de los requerimientos de agua de los cultivos por efecto del CC.
- Consumos poblacionales proyectados al año 2030.
- Caudales requeridos para el desarrollo de las áreas potenciales nuevas (con una eficiencia global del 65%).

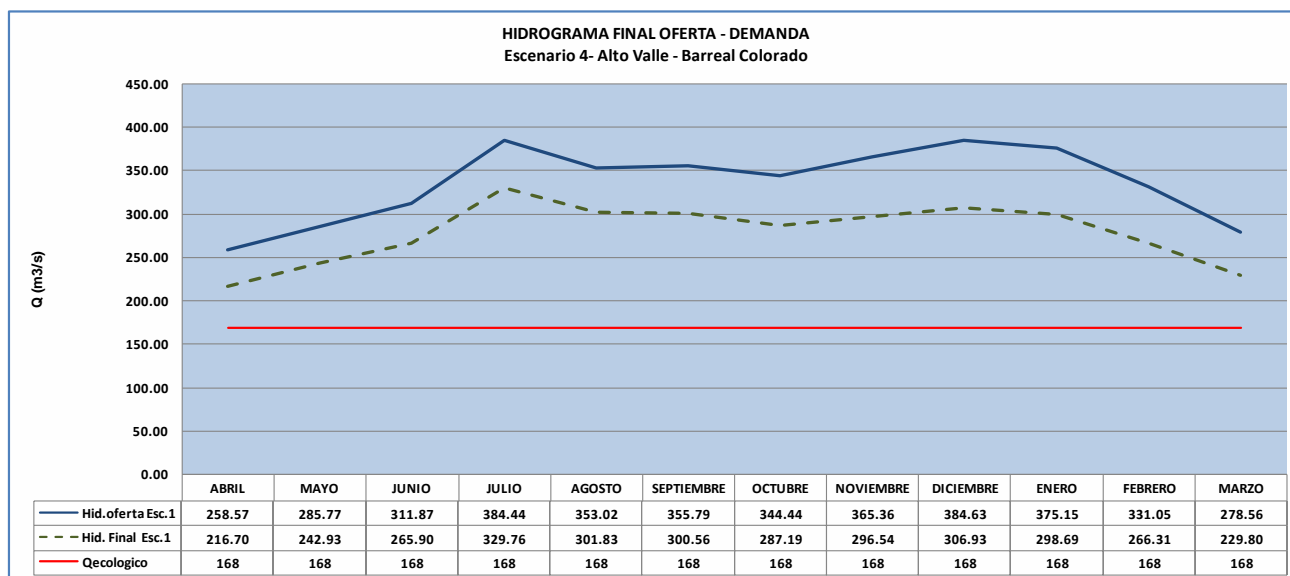
### 5.4.1 Hidrogramas obtenidos en puntos de control claves Escenario 4

En función del análisis del agua disponible, se realiza el cruce de la misma con las áreas actuales bajo riego. En la siguiente tabla se presentan los principales resultados:

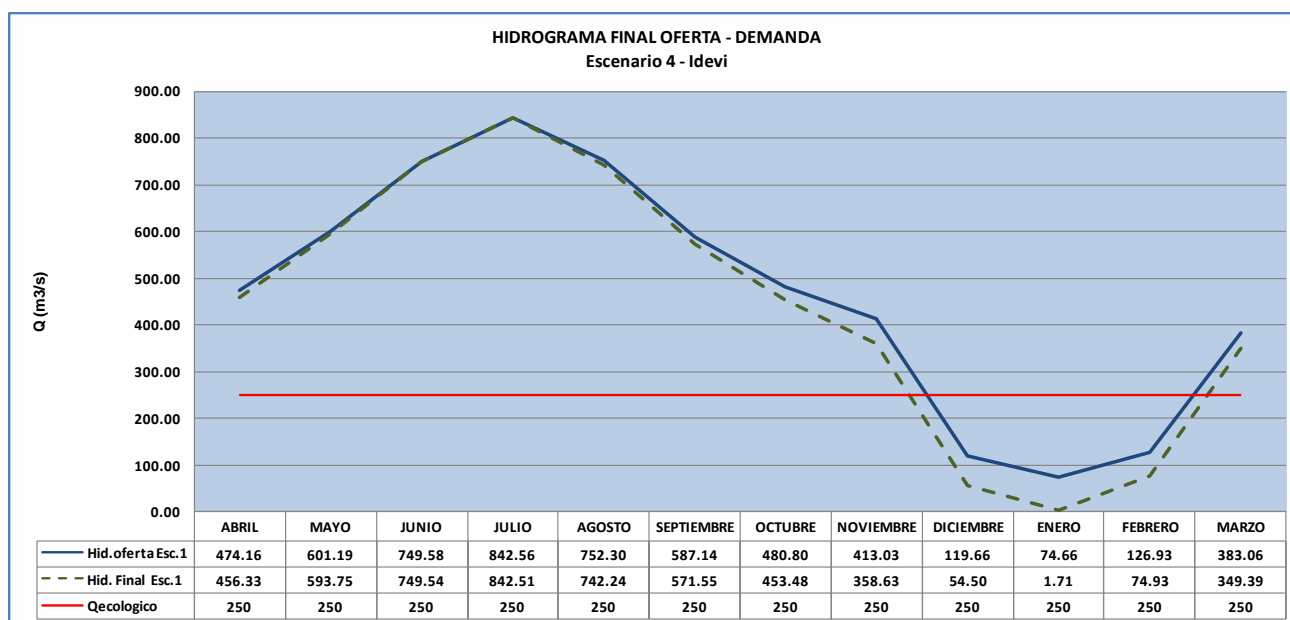
- Alto Valle – río Neuquén



- Alto Valle Barreal Colorado – río Limay



• IDEVI – río Negro



**5.4.2 Resultados de áreas con aptitud de riego en función del agua disponible: sin retornos.**

En función del análisis del agua disponible, se realiza el cruce de la misma con las áreas actuales bajo riego. En la siguiente tabla se presentan los principales resultados:

PLANILLA DE RESUMEN DE CALCULOS DE AREAS SIN DISPONIBILIDAD DE AGUA - ESCENARIO 4												
FUENTE	OFERTA CUENCA ALTA		CAUDAL CRITICO DE HIDROGRAMA FINAL CUENCA	Q ecologico	Q deficitario	ZONA	Area Actual bajo riego y Potencial nueva Total	Area Actual bajo riego y Potencial nueva Total por zona	% Area Actual bajo riego y Potencial nueva sobre el total por zona	Qdeficitario por zona	Q derivados para riego de Area Actual bajo riego y Potencial nueva	AREAS SIN DISPONIBILIDAD DE AGUA POR ZONA
	MES	Q (m3/s)					Q (m3/s)	Q (m3/s)	Q (m3/s)	Ha.	Ha.	%
RIO NEUQUEN	DICIEMBRE	156.90	19.61	87.00	67.39	Alto Valle	72,249	72,249	100.00%	67.39	103.47	47059
RIO LIMAY	FEBRERO	331.05	216.70	168.00	0.00	Alto Valle	22,388	22,388	100.00%	0.00	21.96	0
RIO NEGRO	ENERO	462.58	-48.58	250.00	298.58	Alto Valle	283,560	5,369	1.89%	5.65	8.62	3520
						Valle Medio		181765.5	64.10%	191.39	236.7	146994
						Valle Inferior		96,426	34.01%	101.53	155.31	63036

AREAS ACTUALES Y POTENCIALES BAJO RIEGO (Has.)	378,197
AREAS ACTUALES BAJO RIEGO (Has.)	102,739
AREAS POTENCIALES CON APTITUD DE RIEGO (Has.)	275,458
AREAS SIN DISPONIBILIDAD DE AGUA SOBRE EL TOTAL (Has.)	260,609
TOTAL AREAS CON DISPONIBILIDAD DE SUELO Y AGUA SOBRE LAS TOTALES CON APTITUD DE RIEGO Y LAS ACTUALMENTE REGADAS (Has.)	117,588
TOTAL AREAS CON DISPONIBILIDAD DE SUELO Y AGUA SOBRE LAS TOTALES POTENCIALES (Has.)	14,850

### 5.4.3 Resultados de áreas con aptitud de riego en función del agua disponible: con retornos.

En este sub-apartado se incluye en el análisis los valores de retornos estimados. En la siguiente tabla se puede ver como se modifican los resultados:

PLANILLA DE RESUMEN DE CALCULOS DE AREAS SIN DISPONIBILIDAD DE AGUA - ESCENARIO 4												
FUENTE	OFERTA CUENCA ALTA		CAUDAL CRITICO DE HIDROGRAMA FINAL CUENCA	Q ecologico	Q deficitario	ZONA	Area Actual bajo riego y Potencial nueva Total	Area Actual bajo riego y Potencial nueva Total por zona	% Area Actual bajo riego y Potencial nueva sobre el total por zona	Qdeficitario por zona	Q derivados para riego de Area Actual bajo riego y Potencial nueva	AREAS SIN DISPONIBILIDAD DE AGUA POR ZONA
	MES	Q (m3/s)					Q (m3/s)	Q (m3/s)	Q (m3/s)	Ha.	Ha.	%
RIO NEUQUEN	DICIEMBRE	156.90	20.86	87.00	66.14	Alto Valle	72,249	72,249	100.00%	66.14	103.47	46185
RIO LIMAY	FEBRERO	259.04	251.04	168.00	0.00	Alto Valle	22,388	22,388	100.00%	0.00	21.96	0
RIO NEGRO	ENERO	462.58	-11.91	250.00	261.91	Alto Valle	283,560	5,369	1.89%	4.96	8.62	3088
						Valle Medio		181765.5	64.10%	167.89	236.7	128944
						Valle Inferior		96,426	34.01%	89.06	155.31	55295



AREAS ACTUALES Y POTENCIALES BAJO RIEGO (Has.)	378,197
AREAS ACTUALES BAJO RIEGO (Has.)	102,739
AREAS POTENCIALES CON APTITUD DE RIEGO (Has.)	275,458
AREAS SIN DISPONIBILIDAD DE AGUA (Has.)	233,513
TOTAL AREAS CON DISPONIBILIDAD DE SUELO Y AGUA SOBRE LAS TOTALES CON APTITUD DE RIEGO Y LAS ACTUALMENTE REGADAS (Has.)	144,684
TOTAL AREAS CON DISPONIBILIDAD DE SUELO Y AGUA SOBRE LAS TOTALES POTENCIALES (Has.)	41,946

#### 5.4.4 Conclusiones principales del Escenario 4

De los datos que se desprenden de la planilla resumen (sin retornos), se puede observar que sobre un total de áreas de **378.197 ha**, existe disponibilidad de agua para unas **117.588 ha** en el año 2030. De ellas, **14.850 ha** corresponden a superficies potenciales que se podrían desarrollar, las restantes hectáreas son las irrigadas actualmente.

La importante contracción en la disponibilidad de agua para desarrollar áreas potenciales se vincula fundamentalmente a la reducción de caudales producto del cambio climático. Este factor, influye más que el incremento en los requerimientos de los cultivos y el aumento poblacional.

Finalmente, al incluir los retornos, las áreas potenciales aumentan en **27.096 ha** respecto a la superficie obtenida cuando no se consideran. Esta superficie con disponibilidad de agua representa un incremento del 18,7%.

### 5.5 Escenario 5

En este escenario se analizó el comportamiento de la cuenca del río Negro al año 2030, los supuestos asumidos son los siguientes:

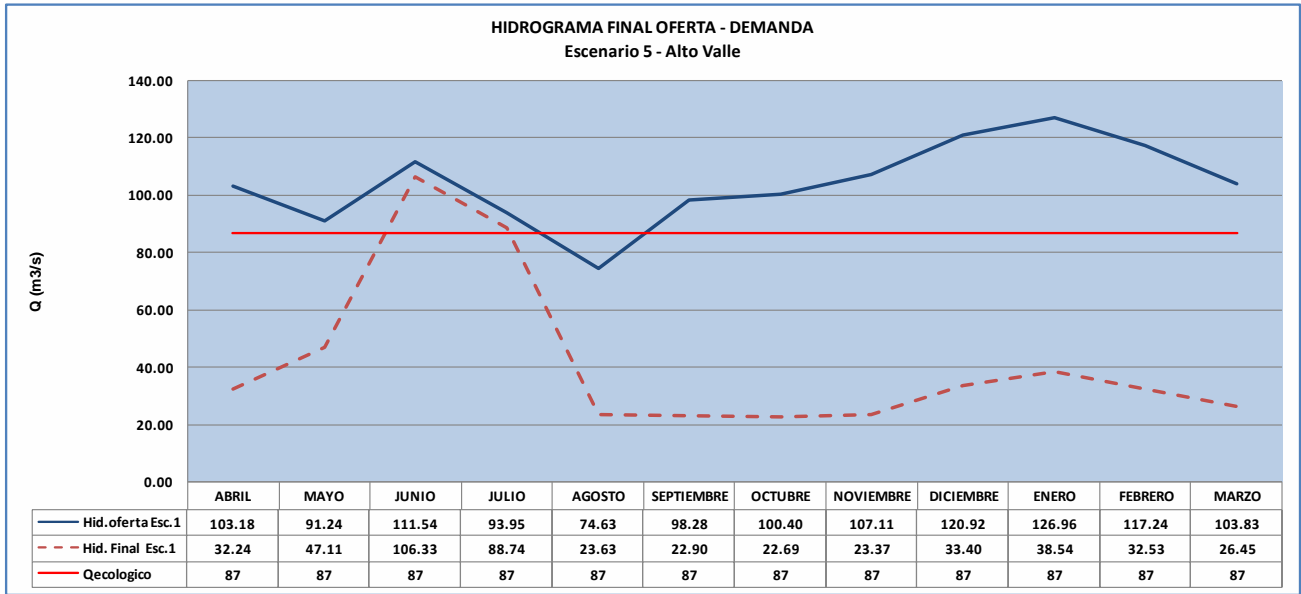
- Caudal de oferta para el año 2030. Considera la reducción estimada por efecto de CC.
- Caudales utilizados para riego para el año 2015 (eficiencias actuales de conducción y aplicación).
- Aumento de los requerimientos de agua de los cultivos por efecto del CC.
- Consumos poblacionales proyectados al año 2030.

Este escenario permite reflejar el comportamiento en el año 2030, teniendo en cuenta que no se desarrollen áreas potenciales nuevas en la cuenca y manteniendo las áreas actuales bajo riego con los valores de eficiencia presentes al día de hoy (año 2015).

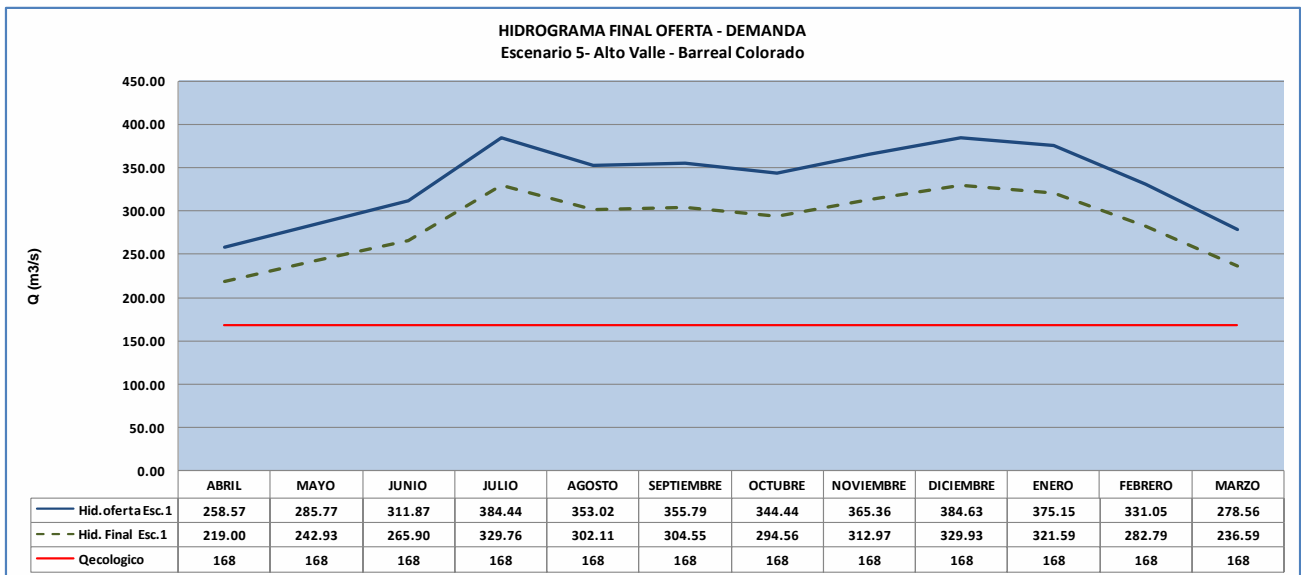
#### 5.5.1 Hidrogramas obtenidos en puntos de control claves Escenario 5

En función del análisis del agua disponible, se realiza el cruce de la misma con las áreas actuales bajo riego. En la siguiente tabla se presentan los principales resultados:

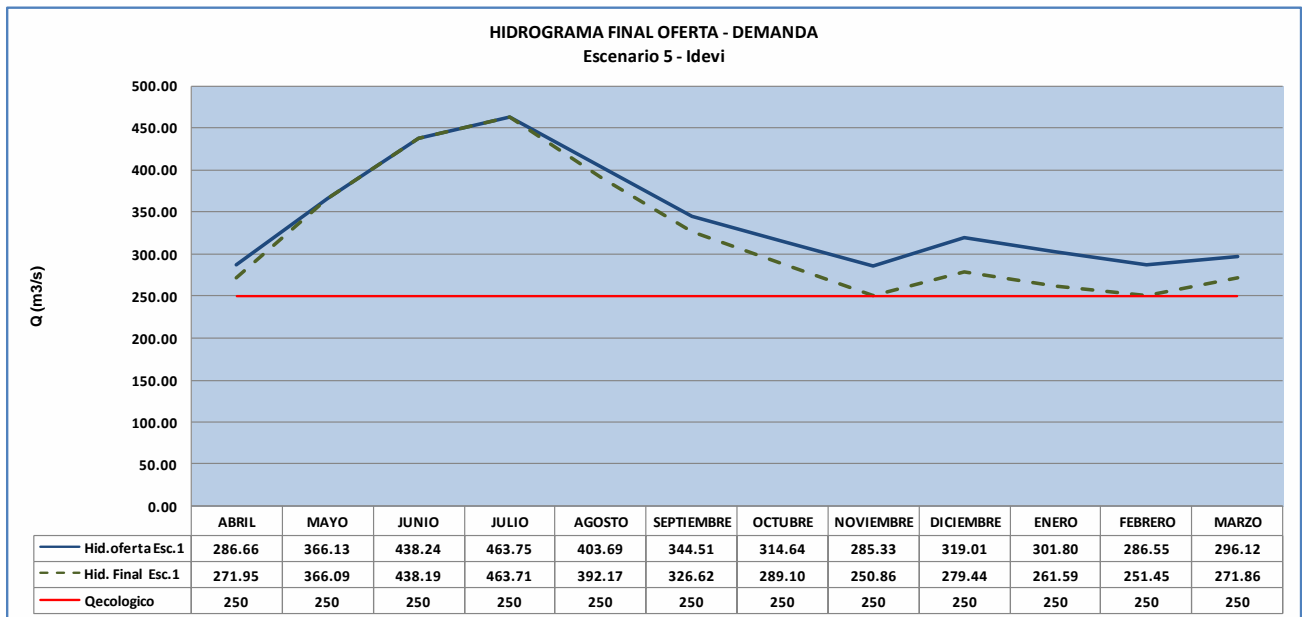
- Alto Valle – río Neuquén



- Alto Valle Barreal Colorado – río Limay



- IDEVI – río Negro



### 5.5.2 Resultados de áreas con aptitud de riego en función del agua disponible: sin retornos.

En función del análisis del agua disponible, se realiza el cruce de la misma con las áreas actuales bajo riego. En la siguiente tabla se presentan los principales resultados:

PLANILLA DE RESUMEN DE CALCULOS DE AREAS SIN DISPONIBILIDAD DE AGUA - ESCENARIO 5												
FUENTE	OFERTA CUENCA ALTA		CAUDAL CRITICO DE HIDROGRAMA FINAL CUENCA	Q	Q	ZONA	Area Actual	Area Actual	% areas	Qdeficitario	Q	AREAS SIN
	MES	Q (m³/s)		Q (m³/s)	ecologico		deficitario	Total en Produccion	Total en Produccion por zona		actuales en produccion sobre el total	
				Q (m³/s)	Q (m³/s)		Ha.	Ha.	%	Q (m³/s)	Q (m³/s)	Ha.
RIO NEUQUEN	OCTUBRE	164.46	22.69	87.00	64.31	Alto Valle	50,578	50,578	100.00%	64.31	86.12	37768
RIO LIMAY	ABRIL	258.57	219.00	168.00	0.00	Alto Valle	0	0	0.00%	0.00	21.96	0
RIO NEGRO	NOVIEMBRE	457.11	250.86	250.00	0.00	Alto Valle	52,161	2,267	4.35%	0.00	6.70	0
						Valle Medio		22314.8	42.78%	0.00	51.9	0
						Valle Inferior		27,580	52.87%	0.00	56.49	0

AREAS REGADAS ACTUALES (Has.)	102,739
AFECTACION AREAS REGADAS ACTUALES (Has.)	37,768
TOTAL AREAS REGADAS ACTUALES PROYECTADAS A 2030 (Has.)	64,971
TOTAL AREAS CON DISPONIBILIDAD DE SUELO Y AGUA SOBRE LAS TOTALES POTENCIALES (Has.)	394

### 5.5.3 Resultados de áreas con aptitud de riego en función del agua disponible: con retornos.

En este sub-apartado se incluye en el análisis los valores de retornos estimados. En la siguiente tabla se puede ver como se modifican los resultados:

PLANILLA DE RESUMEN DE CALCULOS DE AREAS SIN DISPONIBILIDAD DE AGUA - ESCENARIO 5												
FUENTE	OFERTA CUENCA ALTA		CAUDAL CRITICO DE HIDROGRAMA FINAL CUENCA	Q ecologico	Q deficitario	ZONA	Area Actual Total en Produccion	Area Actual Total en Produccion por zona	% areas actuales en produccion sobre el total por zona	Qdeficitario por zona	Q derivados para riego de areas actuales en produccion	AREAS SIN DISPONIBILIDAD DE AGUA POR ZONA
	MES	Q (m3/s)										
RIO NEUQUEN	OCTUBRE	128.95	23.50	87.00	63.50	Alto Valle	50,578	50,578	100.00%	63.50	86.12	37291
RIO LIMAY	ABRIL	259.04	219.47	168.00	51.47	Alto Valle	0	0	0.00%	0.00	21.96	0
RIO NEGRO	NOVIEMBRE	459.89	251.48	250.00	1.48	Alto Valle	52,161	2,267	4.35%	0.06	6.70	22
						Valle Medio		22314.8	42.78%	0.63	51.9	272
						Valle Inferior		27,580	52.87%	0.78	56.49	382

AREAS REGADAS ACTUALES (Has.)	102,739
AFECCION AREAS REGADAS ACTUALES (Has.)	37,291
TOTAL AREAS REGADAS ACTUALES PROYECTADAS A 2030 (Has.)	65,448
TOTAL AREAS CON DISPONIBILIDAD DE SUELO Y AGUA SOBRE LAS TOTALES POTENCIALES (Has.)	675

#### 5.5.4 Conclusiones principales del Escenario 5

Este escenario mantiene los supuestos asumidos en el escenario 1 y se agrega el efecto del cambio climático. El objetivo es comparar la situación actual con lo que sucedería en 2030 si no se modifican las eficiencias actuales, ni se desarrollan nuevas áreas. Puede verse en la tabla resumen que la disponibilidad de agua apenas es suficiente para cubrir las hectáreas actualmente irrigadas, quedando agua disponible solo para poner en producción cerca de 400 ha nuevas.

A su vez, sobre la base de respetar los caudales ecológicos dispuestos para cada uno de los cursos superficiales, los caudales para Alto Valle derivados desde el río Neuquén, hacen que aguas abajo se imposibilite poder dar cumplimiento a la restricción del caudal ecológico limitante. Esta situación es claramente visible en el hidrograma correspondiente a esta zona y se agudiza bajo estos nuevos supuestos. Esta situación implica que, si se quisiera dar cumplimiento efectivo al caudal ecológico, existirían **37.768 ha** a las cuales no se le podría dotar de agua para riego, quedando un total de áreas con posibilidad de seguir regándose de **64.971Has**. Todas las áreas afectadas pertenecen al sistema de Alto Valle que se alimenta desde el río Neuquén.

Con el aporte de los retornos las hectáreas se incrementan en menos de 477 ha. La baja reducción de las áreas sin disponibilidad hídrica como ya fuera dicho obedece a que la zona de Campo Grande en producción, ubicada aguas arriba en el Alto Valle, no es de importancia y, por lo tanto, sus retornos tampoco lo son.

## 6 LÍNEAS DE TRABAJO Y ESTUDIOS NECESARIOS EN ETAPAS AVANZADAS

Se brinda a continuación una serie de recomendaciones y líneas de estudio qde relativa importancia para poder dar continuidad en etapas posteriores de análisis de balance hídrico sobre la cuenca.

- Estudios de Caudal Ecológico

La incertidumbre respecto a los valores de estos caudales es elevada. Si bien sobre el río Neuquén se han realizado estudios, sobre el resto de los cursos en la cuenca sus valores no han sido determinados.

La importancia de dicha determinación se basa en la limitante de agua para las zonas productivas que plantean los caudales ecológicos y en el cuidado del ecosistema acuático, y las consecuencias adversas que la falta de los mismos puede tener sobre las fuentes de agua superficiales y su área de influencia.

- Estudios de Retornos

Los valores de retorno que se presentan en los distintos sistemas de riego en la cuenca no están cuantificados (o lo están parcialmente a partir de diversos estudios expeditivos), para ello se requiere de un sistema monitoreo que permita conocer el comportamiento del agua que drena de las zonas productivas.

- Mediciones y Registros

Se debería evaluar la colocación de más estaciones de aforo que permitan tomar registros sobre los cursos de agua. Esto permitiría establecer ajustes a modelos futuros y establecer con mayor precisión el balance hídrico de la cuenca.

- Regularizaciones de tomas no declaradas

Sobre la cuenca existe un número importante de tomas de agua para riego las cuales que no están declaradas. Sería importante avanzar en mecanismos de regularización de las mismas, dado que la insuficiente información para estimar los caudales que toman va en desmedro del análisis de la disponibilidad hídrica, entre otros perjuicios.

- Estudio del Coeficiente de Cultivo para cada zona

Es importante en etapas posteriores poder establecer en cada una de las zonas actuales y potenciales cual es el coeficiente de cultivo correspondiente. Esto permitiría una mayor exactitud de los resultados hallados en el presente documento.

- Estudios de Eficiencia de aplicación de riego

Es necesario establecer para cada uno de los sistemas, estimaciones de las eficiencias de aplicación en riego. La información existente es escasa y parcial.

- Estudios de Eficiencia de conducción

Sería importante, para el avance de los trabajos, poder establecer los valores de eficiencia en la conducción de los canales de cada sistema. Si bien existen valores estimados, y un trabajo específico desarrollado en el Alto Valle al respecto, la eficiencia de conducción de los canales es en general desconocida.

Finalmente, para el avance de las tareas, en referencia al Balance Hídrico, sería adecuado el empleo de alguna herramienta informática que permita un enfoque integral para la planificación del recurso hídrico.

En la actualidad existe una gran variedad de software y desarrollos informáticos que permiten modelar cuencas hídricas de manera integral (WEAP "Water Evaluation And Planning"<sup>19</sup>; etc.); muchas de ellas ya utilizadas por diversos organismos e instituciones académicas (Proyecto Climagua<sup>20</sup> de la Fundación Bariloche por ejemplo), gubernamentales y privadas. La elección de una herramienta compatible con las ya utilizadas en la región permitiría adoptar criterios comunes, compatibilizar resultados y favorecer el intercambio de experiencias entre los distintos actores involucrados.

---

<sup>19</sup> <http://www.weap21.org/>

<sup>20</sup> <http://www.climagua.org.ar/>

## ANEXO 1: LISTADO DE DOCUMENTOS DE TRABAJO

<b>N° de DT</b>	<b>Título</b>
<b>1</b>	Características Institucionales Económicas y Sociales
<b>2</b>	Disponibilidad de Recursos y Condiciones Agroclimáticas
<b>3</b>	Sujetos Sociales: Productores Agropecuarios, Población Rural y Pueblos Indígenas
<b>4</b>	Complejos productivos: Actividades Pecuarias
<b>5</b>	Complejos productivos: Actividad Frutícolas
<b>6</b>	Complejos productivos: Horticultura y otros cultivos
<b>7</b>	Marco normativo e institucional de la gestión de agua para riego
<b>8</b>	Infraestructura
<b>9</b>	Costos preliminares de Infraestructura
<b>10</b>	Tecnologías de Aplicación de riego parcelario
<b>11</b>	Balance Hídrico
<b>12</b>	Aspectos Ambientales

## ANEXO 2 NECESIDADES DE AGUA POR ZONA

### Necesidades de Agua Alto Valle

Concepto	Unidades	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Anual
<b>Eto (1961-1990 )</b>	mm/d	7.2	5.8	3.8	2.2	1.2	1.3	0.9	1.9	3.2	4.0	5.7	7.2	
<b>ETo</b>	mm/m	221.7	162.7	118.2	65.6	38.6	39.5	28.7	59.8	95.2	125.1	170.8	223.6	1 350
<b>Precipitación (1961-1990)</b>	mm/m	15.8	18.1	33.2	19.7	13.5	16.7	16.8	10.6	19.7	20.3	13.1	20.1	218
<b>Precipitación Efectiva (FAO/AGLW)</b>	mm/m	0.0	0.9	9.9	1.8	0.0	0.0	0.1	0.0	1.8	2.2	0.0	2.1	19
<b>Déficit Hídrico Directo</b>	mm/m	221.7	161.8	108.3	63.8	38.6	39.5	28.6	59.8	93.4	122.9	170.8	221.5	1 331

### Necesidades de Agua Valle Medio

Concepto	Unidades	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Anual
<b>ETo</b>	mm/d	8.3	7.4	5.3	3.7	2.3	1.5	1.6	2.8	3.6	5.5	6.7	8.2	
<b>Eto</b>	mm/m	257.2	207.3	163.6	112.0	71.9	44.0	51.1	86.4	109.2	169.5	201.5	253.3	1 727.1
<b>Precipitación (EI)</b>	mm/m	18.2	16.8	20.5	16.4	23.4	13.2	16.0	16.8	21.6	29.9	17.1	19.4	229.2
<b>Precipitación Efectiva (FAO/AGLW)</b>	mm/m	0.9	0.1	2.3	0.0	4.0	0.0	0.0	0.0	3.0	7.9	0.3	1.6	20.1
<b>Déficit Hídrico</b>	mm/m	256.3	207.2	161.3	112.0	67.9	44.0	51.1	86.4	106.2	161.6	201.3	251.7	1 707.1

### Necesidades de Agua Valle Inferior

Concepto	Unidades	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Anual
<b>ETo</b>	mm/d	7.2	6.2	4.4	2.8	1.8	1.2	1.5	2.3	3.0	4.3	6.1	6.8	
<b>ETo</b>	mm/m	222.9	173.5	137.1	84.1	56.7	35.0	46.4	70.9	89.6	134.4	183.5	210.1	1 444.0
<b>Precipitación(EI)</b>	mm/m	23.0	33.2	31.5	24.9	30.6	17.7	23.1	15.1	23.1	31.7	21.7	27.6	303.1
<b>Precipitación Efectiva</b>	mm/m	3.8	9.9	8.9	4.9	8.3	0.6	3.8	0.0	3.9	9.0	3.0	6.5	
<b>Déficit Hídrico</b>	mm/m	219.1	163.5	128.1	79.2	48.3	34.4	42.5	70.9	85.7	125.4	180.5	203.6	1 381.2



**Necesidades de Agua Río Colorado**

Concepto	Unidades	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Anual
<b>ETo</b>	mm/d	6.6	5.1	4.3	2.4	1.0	0.9	1.3	1.8	3.0	4.4	5.7	6.2	
<b>ETo</b>	mm/m	205.2	143.9	132.7	70.5	31.9	28.2	41.2	55.5	89.4	137.3	171.6	191.9	1 299.4
<b>Precipitación (1941-1980)</b>	mm/m	29.0	46.0	47.0	40.0	26.0	20.0	19.0	17.0	29.0	47.0	46.0	44.0	410.0
<b>Precipitación Efectiva</b>	mm/m	7.4	17.6	18.2	14.0	5.6	2.0	1.4	0.2	7.4	18.2	17.6	16.4	126.0
<b>Déficit Hídrico</b>	mm/m	197.8	126.3	114.5	56.5	26.3	26.2	39.8	55.3	82.0	119.1	154.0	175.5	1 173.4

## BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES

- CIL-UTE (1989). Estudio para el aprovechamiento integral del río Negro. Río Negro, Agua y Energía Eléctrica S.E.
- Climwat form CropWat; FAO Irrigation and Drainage Paper 49 (1993) and Crop Evapotranspiration, FAO Irrigation and Drainage Paper 56 (1998).
- Cropwat 8.0 para Windows.Unidad de Fomento y Gestión de las Aguas de la FAO.
- Dastane, N,G, Effective rainfall in irrigated agriculture, FAO Irrigation and Drainage paper, 1978 y 1993.
- Fatorelli, S y Fernandez, P; 2011, Diseño Hidrologico,
- Luque, J A y otros, Requerimiento de agua y uso consuntivo en la provincia de Río Negro, Secretaria de asuntos agrarios, 1970.
- Cordon, V., J. C .Forquera y J. Gastiazoro. 1996; Proyecto de Investigación: "Estadísticas Meteorológicas 1972-1992 y relación de las variablesclimáticas con la fenología de frutales de pepita en Cinco Saltos, Río Negro" Informe final. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Comahue
- Cordon, V., J. C .Forquera y J. Gastiazoro. 1996; Síntesis Agrometeorológica para el periodo 1990 – 2004 EEA INTA Alto Valle.
- Subsecretaria de Recursos Hídricos de Nación; base de datos