

Universidad Nacional de La Plata
Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales

Tesis Doctoral

“Modelización económica, hídrica y energética en
producciones agrícolas bajo riego de la cuenca del
río Colorado en La Pampa”

MARIANO, Roberto Carlos.

Directora: Dra. GASPARI, Fernanda Julia.

Co- Directores: Dr. IGLESIAS, Daniel Humberto;
Dr. ROSA, Raúl Jorge.

Mayo de 2020

RESUMEN

El importante crecimiento de la población mundial demanda mayor cantidad de alimentos y esta producción de alimentos debe instrumentarse a través de prácticas que los proporcionen de manera suficiente y responsable, que no sean en detrimento del ambiente y que garanticen beneficios conjuntos para la sociedad. La escasez de agua afectará a gran parte de la población mundial durante las próximas décadas y esta falta de disponibilidad de los recursos hídricos plantean un gran reto ligado a la producción de alimentos. Además de agua, la energía es un insumo clave utilizado en la producción y distribución de alimentos, ya sea para el bombeo de agua de riego, su transporte, distribución o refrigeración. El costo y la disponibilidad de energía en las zonas rurales han tenido y seguirán teniendo una influencia decisiva en el desarrollo de la agricultura. La suficiencia alimentaria y la escasez de agua son un problema global con mayor impacto en zonas con pocas precipitaciones y alta densidad de población, esto exige la planificación y gestión de los recursos hídricos con enfoques globales, pero teniendo en cuenta las condiciones regionales o locales y una perspectiva a largo plazo. En este sentido, la disciplina económica es importante para establecer valoraciones adecuadas de agua y energía y asignar eficientemente los recursos para producir alimentos. Los modelos económicos agrícolas que se encuentran integrados con simulaciones hidrológicas se convierten en importantes herramientas que permiten capturar la retroalimentación entre la actividad agropecuaria y el sistema natural. En Argentina, las regiones áridas del centro-oeste dependen de los recursos hídricos superficiales para el funcionamiento de las diferentes actividades socioeconómicas. Estudios sobre la cuenca del río Colorado han revelado que el caudal anual ha disminuido entre los años 1997 y 2017 con una variación deficitaria importante de la oferta hídrica anual. El Colorado es el límite sur de la provincia de La Pampa y en su ribera, menos del 10 % de la superficie susceptible de regar está ocupada, por lo que se puede observar el fuerte potencial de desarrollo regional. En este contexto regional, la presente investigación se planteó resolver el condicionamiento de las variables hídricas, energéticas y los resultados económicos al desarrollo de las producciones agrícolas pampeanas bajo riego del río Colorado. El objetivo general fue evaluar la eficiencia económica, hídrica y energética de las producciones agrícolas pampeanas bajo riego de la cuenca del río Colorado, a través de un modelo económico hidroenergético. En concordancia se elaboraron cuatro objetivos específicos y tres hipótesis de estudio que guiaron la investigación a lo largo de siete capítulos, el desarrollo de la investigación se orientó hacia la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos con una importante impronta en el desarrollo de políticas públicas territoriales. En primer lugar, se caracterizó la cuenca del río Colorado como área de estudio general, particularizando el análisis en el área geográfica de la provincia de La Pampa. Se describieron las principales variables socioculturales, políticas, institucionales, ambientales y productivas, seleccionando tres áreas regables destinadas actual y potencialmente a la producción agrícola bajo riego en La Pampa. Seguidamente se analizó hidrológicamente la cuenca del río Colorado, su oferta hídrica, la problemática de escasez y los requerimientos hídricos de cultivos y plantaciones actuales y alternativos para las áreas regables. Luego se desarrolló un modelo económico hidroenergético de optimización lineal estático que arrojó la maximización de los resultados económicos para dieciocho producciones agrícolas actuales y alternativas con restricciones hídricas, energéticas, de mano de obra y de aptitud edáfica. Por último, se elaboró un análisis prospectivo estratégico

territorial con variables de futuro y actores sociales relevantes para el desarrollo futuro de la cuenca pampeana, con escenarios, objetivos y lineamientos estratégicos al año 2030. El modelo económico hidroenergético es metodológicamente novedoso por su restricción de aptitud edáfica manifestada en la construcción de grupos de cultivos y plantaciones. Existen producciones alternativas que presentan mejores indicadores económicos y ambientales que los cultivos y plantaciones actuales. Sólo la variable mano de obra limitaría el desarrollo potencial en las áreas regables pampeanas del río Colorado en el mediano plazo, mientras que las principales variables que lo condicionan serían políticas e institucionales. Se logró originalidad a través de la integración entre un análisis hidrológico, un modelo económico hidroenergético y un estudio de prospectiva territorial a nivel regional. La integralidad de los resultados metodológicos expuestos no se ha expresado en los antecedentes revisados para un análisis de dimensiones regionales, logrando así el objetivo general de la investigación. La presente investigación en su conjunto aporta al marco teórico-metodológico de la GIRH y a la Economía Ecológica como evaluación ambiental integrada.

PALABRAS CLAVE: Eficiencia, Prospectiva, Políticas Públicas, Desarrollo Territorial.

ECONOMIC, WATER AND ENERGY MODELING IN AGRICULTURAL PRODUCTIONS UNDER IRRIGATION OF THE COLORADO RIVER BASIN IN LA PAMPA

ABSTRACT

The important growth of the world population demands a greater quantity of food and this food production must be implemented through practices that provide them in a sufficient and responsible manner, that are not detrimental to the environment and that guarantee joint benefits for society. Water scarcity will affect a large part of the world population in the coming decades and this lack of availability of water resources pose a great challenge linked to food production. In addition to water, energy is a key input used in the production and distribution of food, be it for the pumping of irrigation water, its transport, distribution or refrigeration. The cost and availability of energy in rural areas have had and will continue to have a decisive influence on the development of agriculture. Food sufficiency and water scarcity are a global problem with the greatest impact in areas with low rainfall and high population density, this requires planning and management of water resources with global approaches, but taking into account regional or local conditions and a long-term perspective. In this sense, economic discipline is important to establish adequate valuations of water and energy and efficiently allocate resources to produce food. Agricultural economic models that are integrated with hydrological simulations become important tools that allow capturing feedback between agricultural activity and the natural system. In Argentina, the arid regions of the central-west depend on surface water resources for the operation of different socio-economic activities. Studies on the Colorado River basin have revealed that the annual flow has decreased between 1997 and 2017 with a significant deficit variation in the annual water supply. El Colorado is the southern limit of the province of La Pampa and on its banks, less than 10 % of the surface that can be irrigated is occupied, so the strong potential for regional development can be observed. In this regional context, the present investigation set out to resolve the conditioning of the water, energy and economic variables to the development of agricultural production in the pampas under irrigation of the Colorado River. The general objective was to evaluate the economic, water and energy efficiency of the irrigated Pampean agricultural productions of the Colorado River basin, through a hydro-energy economic model. In agreement, four specific objectives and three study hypotheses were developed that guided the research throughout seven chapters, the development of the research being oriented towards the Integrated Management of Water Resources with an important imprint on the development of territorial public policies. First, the Colorado River basin was characterized as a general study area, with the analysis being particularized in the geographical area of the province of La Pampa. The main sociocultural, political, institutional, environmental and productive variables were described, selecting three irrigable areas currently and potentially destined for agricultural production under irrigation in La Pampa. The Colorado River basin, its water supply, the problem of scarcity and the water requirements of current and alternative crops and plantations for irrigated areas were then hydrologically analyzed. Then a static linear optimization hydroenergy economic model was developed that yielded the maximization of economic results for eighteen current and alternative

agricultural productions with water, energy, labor and soil fitness constraints. Lastly, a territorial strategic prospective analysis was prepared with future variables and relevant social actors for the future development of the Pampa basin, with scenarios, objectives and strategic guidelines for the year 2030. The hydroenergy economic model is methodologically novel due to its fitness restriction edaphic manifested in the construction of groups of crops and plantations. There are alternative productions that present better economic and environmental indicators than current crops and plantations. Only the variable labor force would limit the potential development in the irrigated areas of the Colorado River pampas in the medium term, while the main variables that condition it would be political and institutional. Originality was achieved through the integration between a hydrological analysis, a hydro-economic economic model and a regional prospective study at the regional level. The comprehensiveness of the exposed methodological results has not been expressed in the antecedents reviewed for an analysis of regional dimensions, thus achieving the general objective of the investigation. This research as a whole contributes to the IWRM theoretical-methodological framework and Ecological Economics as an integrated environmental assessment.

KEYWORDS: Efficiency, Prospective, Public Policies, Territorial Development.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	1
ABSTRACT	3
GLOSARIO	14
AGRADECIMIENTOS	18
PUBLICACIONES GENERADAS POR ESTA INVESTIGACIÓN.....	19
CAPÍTULO I: FUNDAMENTOS GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN	20
1.1 INTRODUCCIÓN	20
1.2 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	21
1.3 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	23
1.4 OBJETIVOS	23
1.4.1 <i>Objetivo general</i>	23
1.4.2 <i>Objetivos específicos</i>	24
1.5 HIPÓTESIS	24
1.6 ESTRUCTURA GENERAL DE LA INVESTIGACIÓN.....	24
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO GENERAL.....	27
2.1 ESTRUCTURA GENERAL DEL CAPÍTULO Y METODOLOGÍA.....	27
2.2 PARADIGMAS CIENTÍFICOS CONTEMPORÁNEOS	27
2.2.1 <i>Desarrollo sustentable y sustentabilidad</i>	27
2.2.1.1 <i>Dimensiones del desarrollo sustentable</i>	28
2.2.2 <i>Intensificación sustentable versus intensificación ecológica</i>	29
2.2.3 <i>Gestión de agua y energía</i>	30
2.3 PRINCIPALES CORRIENTES Y REFLEXIONES TEÓRICAS	31
2.3.1 <i>Economía de los Recursos Naturales y Nueva Economía Institucional</i>	31
2.3.2 <i>Economía Ecológica y Agroecología</i>	33
2.3.3 <i>Gestión Integrada de los Recursos Hídricos</i>	34
2.3.3.1 <i>Indicadores de gestión</i>	34
2.4 MODELOS ECONÓMICOS EN EL SECTOR AGROALIMENTARIO	35
2.4.1 <i>Antecedentes de modelos económicos</i>	36
2.4.1.1 <i>Modelos hidroeconómicos</i>	43
2.4.2 <i>Reflexiones sobre los aportes teóricos y metodológicos en modelos económicos en el sector agroalimentario</i>	45
2.5 POLÍTICAS PÚBLICAS ORIENTADAS HACIA LA GESTIÓN SUSTENTABLE	46
2.5.1 <i>Prospectiva y escenarios futuros</i>	46
CAPÍTULO III: CARACTERIZACIÓN SOCIOCULTURAL, POLÍTICA E INSTITUCIONAL, AMBIENTAL, PRODUCTIVA Y ECONÓMICA DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	50
3.1 ESTRUCTURA GENERAL DEL CAPÍTULO Y METODOLOGÍA.....	50
3.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA CUENCA DEL RÍO COLORADO.....	50
3.2.1 <i>Características socioculturales</i>	51
3.2.2 <i>Características políticas e institucionales</i>	54
3.2.3 <i>Características ambientales</i>	57

3.2.4 Características productivas y económicas	58
3.3 CUENCA DEL RÍO COLORADO EN LA PROVINCIA DE LA PAMPA	61
3.3.1 Características socioculturales.....	61
3.3.2 Características políticas e institucionales.....	63
3.3.3 Características ambientales.....	69
3.3.4 Características productivas y económicas.....	80
3.4 CONSIDERACIONES FINALES DEL CAPÍTULO	87
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS HIDROLÓGICO DE LA CUENCA DEL RÍO COLORADO	89
4.1 ESTRUCTURA GENERAL DEL CAPÍTULO Y METODOLOGÍA.....	89
4.2 ANÁLISIS DE LA DISPONIBILIDAD DE AGUA EN LA CUENCA DEL RÍO COLORADO.	94
4.2.1 Agua para abastecimiento humano.....	95
4.2.2 Agua para riego agrícola y consumo ganadero	95
4.2.3 Agua para consumo petrolero e industrial.....	96
4.2.4 Agua para generación hidroeléctrica.....	96
4.2.5 Agua para actividades recreativas	98
4.3 OFERTA HÍDRICA Y PROBLEMÁTICA DE ESCASEZ.....	98
4.4 ANÁLISIS ESPACIO-TEMPORAL DE LOS HIDROGRAMAS EN LA CUENCA DEL RÍO COLORADO.	105
4.5 EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN HIDROLÓGICA DE LA CUENCA DEL RÍO COLORADO EN LA PAMPA.....	110
4.5.1 Esquema general de la disponibilidad mensual de agua en la cuenca del río Colorado.	110
4.5.2 Esquema general de los usos consuntivos en la cuenca del río Colorado.	111
4.5.3 Esquema de usos consuntivos por las producciones agrícolas en la cuenca del río Colorado de la provincia de La Pampa.	112
4.6 CONSIDERACIONES FINALES DEL CAPÍTULO	116
CAPÍTULO V: MODELACIÓN ECONÓMICA HIDROENERGÉTICA	119
5.1 ESTRUCTURA GENERAL DEL CAPÍTULO Y METODOLOGÍA.....	119
5.1.1 Definición del problema, metodologías de análisis y recopilación de la información (Paso 1).....	121
5.1.1.1 Definición del problema	121
5.1.1.2 Criterios metodológicos y recopilación de la información	122
5.1.2 Formulación del problema (Paso 2)	132
5.1.2.1 Identificación de las variables	132
5.1.2.2 Función objetivo.....	132
5.1.2.3 Restricciones	132
5.1.3 Constatación empírica del modelo económico con datos de proyectos reales ejecutados en diferentes provincias argentinas	133
5.2 RESULTADOS DEL CAPÍTULO	135
5.2.1 Resolución del modelo de programación lineal (Pasos 3 y 4).....	135
5.2.1.1 Contribución a la medida global de desempeño.	135
5.2.1.2 Identificación de recursos que deben asignarse a las actividades. ..	135

5.2.1.3 <i>Resultados de las variables, de la función objetivo y de las restricciones</i>	139
5.3 CONSTATAción EMPíRICA DEL MODELO ECONóMICO CON DATOS DE PROYECTOS REALES EJECUTADOS EN DIFERENTES PROVINCIAS ARGENTINAS	142
5.4 CONSIDERACIONES FINALES DEL CAPíTULO	144
CAPíTULO VI: PROSPECTIVA, ESCENARIOS Y POLíTICAS PúBLICAS. Aplicación en las producciones agrícolas de la cuenca del río Colorado en La Pampa	147
6.1 ESTRUCTURA GENERAL DEL CAPíTULO Y METODOLOGÍA	147
6.1.1 <i>Apartado metodológico</i>	148
6.2. RESULTADOS DEL CAPíTULO	152
6.2.1 <i>Diagnóstico de la situación actual</i>	152
6.2.2 <i>Análisis estructural</i>	152
6.2.2.1 <i>Listado de variables (fase 1)</i>	152
6.2.2.2 <i>Descripción de la relación entre las variables (fase 2)</i>	161
6.2.2.3 <i>Identificación de las variables claves con la MIC-MAC (fase 3)</i>	161
6.2.3 <i>Identificación del horizonte temporal y objetivos estratégicos</i>	168
6.2.4 <i>Identificación y articulación de los actores</i>	169
6.2.5 <i>Escenarios futuros</i>	173
6.2.5.1 <i>Escenario optimista: “Vida Verde: hacia el desarrollo sustentable de la agricultura bajo riego en La Pampa”</i>	173
6.2.5.2 <i>Escenario tendencial: “Afianzado el crecimiento: vendimia y alfalfares”</i>	175
6.2.5.3 <i>Escenario pesimista: “Agricultura, el arte de saber esperar: rumbo petrolero para el Proyecto pampeano”</i>	176
6.3 PLANIFICACIONES Y ESTUDIOS DE FUTURO SOBRE LAS PRODUCCIONES AGRÍCOLAS PAMPEANAS DEL RÍO COLORADO	177
6.3.1 <i>Planificaciones nacionales</i>	178
6.3.2 <i>Planificaciones regionales</i>	184
6.3.3 <i>Planificaciones provinciales-locales</i>	193
6.4 CONSIDERACIONES FINALES DEL CAPíTULO	194
CAPíTULO VII: DISCUSIONES, CONCLUSIONES Y REFLEXIONES FINALES	198
7.1 DISCUSIONES	198
7.2 CONCLUSIONES	202
7.3 REFLEXIONES FINALES Y FUTURAS INVESTIGACIONES	205
BIBLIOGRAFÍA	208
ANEXOS	221
1. CAPíTULO V: ENTREVISTAS UTILIZADAS PARA RECOLECCIóN Y VALIDACIóN DE DATOS OBTENIDOS	221
1.1 <i>Entrevista general para producciones en establecimientos bajo riego sobre la ribera del río Colorado. Áreas regables bajo riego - La Pampa</i>	221
1.2 <i>Entrevista general para proveedor de electricidad de las áreas regables</i>	223

1.3 Entrevista general para validación del modelo con actores claves de las áreas regables.....	223
2. CAPÍTULO V: MÁRGENES BRUTOS DE LOS CULTIVOS ACTUALES Y ALTERNATIVOS	226
2.1 Producciones actuales anuales	226
2.2 Producciones actuales plurianuales.....	228
2.3 Producciones alternativas anuales.....	231
2.4 Producciones alternativas plurianuales.....	232
3. CAPÍTULO VI: RECOLECCIÓN DE DATOS Y VALIDACIÓN.....	236
3.1 Formularios de recolección de datos	236
3.2 Formularios de validación de los escenarios	237
3.3 Anexo tabla relación de influencia-dependencia entre las variables analizadas.	243

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO I

Figura 1.1: Diagrama de la investigación.	26
--	----

CAPÍTULO II

Figura 2.1: Prospectiva en la generación de políticas públicas.	47
Figura 2.2: Etapas que sintetizan la disciplina prospectiva para el fortalecimiento de políticas públicas en América Latina y el Caribe.	49

CAPÍTULO III

Figura 3.1: Diagrama esquemático actual del río Colorado.....	51
Figura 3.2: Subcuencas, subregiones y microrregiones de la cuenca del río Colorado.	53
Figura 3.3: Sistemas productivos preponderantes en la cuenca del río Colorado....	60
Figura 3.4: Departamentos, ejidos y localidades pampenanas de la cuenca.	61
Figura 3.5: Sistema de aprovechamiento provincial.	63
Figura 3.6: Organigrama de Ente Provincial del Río Colorado.....	65
Figura 3.7: Mapa del fraccionamiento de parcelas en La Pampa.....	67
Figura 3.8: Red eléctrica de La Pampa.	68
Figura 3.9: Cuencas hídricas de La Pampa.....	70
Figura 3.10: Clasificación de la vegetación predominante de la región.	71
Figura 3.11: Geomorfología regional.	72
Figura 3.12: Profundidad de la superficie freática regional.....	74
Figura 3.13: Calidad de agua regional.....	75
Figura 3.14: Unidades taxonómicas en la región del río Colorado en La Pampa.	75
Figura 3.15: Uso y aptitud regional del suelo.....	77
Figura 3.16: Aptitud edáfica para los diferentes grupos de cultivos.....	79
Figura 3.17: Sistema de Aprovechamiento Múltiple 25 de Mayo y sus producciones actuales.	84
Figura 3.18: Evolución de la superficie regada en el SAM 25 de Mayo (2002-2018).	85
Figura 3.19: Superficie regada en el SAM 25 de Mayo a abril de 2018.....	86

CAPÍTULO IV

Figura 4.1: Esquema de la modelación hidrológica e hidrodinámica.....	90
Figura 4.2: Variación anual de los caudales medios del río Colorado.	98
Figura 4.3: Dispersión de los caudales anuales del río Colorado (1941-2014).	99
Figura 4.4: Dispersión de los Q anuales del río Colorado (1983-2000).....	100
Figura 4.5: Comparación y tendencia de la oferta hídrica estacional.	101
Figura 4.6: Oferta hídrica del río Colorado en Buta Ranquil en las últimas dos décadas.	104

Figura 4.7: Progresivas y líneas de inundación para la ribera del río Colorado en La Pampa.....	106
Figura 4.8: Hidrogramas de diseño para las diferentes recurrencias en Buta Ranquil.	107
Figura 4.9: Simulaciones de hidrogramas de caudales erogados con tiempos de recurrencia a 2, 10, 25, 50, 100 y 1000 años en el Embalse Casa de Piedra.	107
Figura 4.10: Simulaciones de niveles de cota para eventos de explotación a 2, 10, 25, 50, 100 y 1000 años en el Embalse Casa de Piedra.....	108
Figura 4.11: Tránsito de la crecida para el evento de 2 años de recurrencia.	109
Figura 4.12: Tránsito de la crecida para el evento de 100 años de recurrencia.	109
Figura 4.13: Hidrogramas de caudal medio mensual y disponibilidad de agua mensual en BR, CdP, PA y PM.....	111
Figura 4.14: Usos actuales del agua en la cuenca del río Colorado.....	116

CAPÍTULO V

Figura 5.1: Secuencia para la determinación del Margen Bruto en cultivos agrícolas.	122
Figura 5.2: Aptitud edáfica para los diferentes grupos de dieciocho cultivos.	131

CAPÍTULO VI

Figura 6.1: Plano de influencia-dependencia.....	150
Figura 6.2: Gráfico de influencia y dependencia de actores.	151
Figura 6.3: Influencia y dependencia directa de las variables analizadas.	164
Figura 6.4: Mapas de redes de influencia y dependencia directa de las variables analizadas.	165
Figura 6.5: Influencia y dependencia indirecta de las variables analizadas.	166
Figura 6.6: Mapas de redes de influencia y dependencia indirecta de las variables analizadas.	167
Figura 6.7: Horizonte temporal planteado por los entrevistados.....	168
Figura 6.8: Plano de influencia y dependencia entre actores	172
Figura 6.9: Distancia entre actores.....	173
Figura 6.10: Modelo deseado para el territorio de la provincia de La Pampa.....	178
Figura 6.11: Árbol de problemas y objetivos de la región del río Colorado.	179
Figura 6.12: Mapa de proyectos para la provincia de La Pampa.....	180
Figura 6.13: Modelo actual y deseado de Argentina a 2026.	182
Figura 6.14: Modelo deseado de la región Patagónica a 2026.....	183
Figura 6.15: Ondas expansivas de crecimiento en región Vaca Muerta.	186
Figura 6.16: Evolución del proceso de planificación de la región del río Colorado.	187
Figura 6.17: Escenarios propuestos para la región del río Colorado.....	188
Figura 6.18: Objetivos y ejes estratégicos productivos de La Pampa.	194

CAPÍTULO VII

Figura 7. 1: Diagrama de aportes y conclusiones de la investigación.	204
---	-----

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO II

Tabla 2.1: Comparación de modelos agroeconómicos regionales seleccionados bajo diferentes criterios.	38
Tabla 2.2: Resumen de los antecedentes de modelos económicos en orden cronológico.	41

CAPÍTULO III

Tabla 3.1: Densidad de población y variaciones de crecimiento en el último decenio de las localidades de la cuenca del río Colorado.	53
Tabla 3.2: Energía utilizada en el sistema eléctrico interconectado provincial.	69
Tabla 3.3: Cantidad de usuarios de energía eléctrica por cooperativa.	69
Tabla 3.4: Características de la fisionomía vegetal regional.	72
Tabla 3.5: Características de la geomorfología regional.	73
Tabla 3.6: Unidades taxonómicas en la región del Colorado en La Pampa.	76
Tabla 3.7: Reclasificación de las variables edáficas.	77
Tabla 3.8: Requerimientos edáficos demandados por los cultivos.	78
Tabla 3.9: Grupos de cultivos para las áreas regables.	79
Tabla 3.10: Perímetros de regadío del Sistema Provincial de Aprovechamiento del río Colorado.	80
Tabla 3.11: Tipología de las explotaciones frutícolas en el SAA El Zauzal.	82

CAPÍTULO IV

Tabla 4.1: Fuentes de información locales y regionales.	91
Tabla 4.2: Información relevada para establecer los RAC de los diferentes cultivos analizados.	93
Tabla 4.3: Uso anual del agua para riego agrícola y consumo ganadero por Provincia.	96
Tabla 4.4: Variación anual de los caudales medios del río Colorado (1941-2014)...	99
Tabla 4.5: Variación anual de los caudales del río Colorado (1983-2000).	100
Tabla 4.6: Variación estacional de los caudales medios (1941-2014).	102
Tabla 4.7: Variación estacional de los caudales medios (1983-2000).	103
Tabla 4.8: Análisis de la Varianza SC III para la oferta hídrica del río Colorado en Buta Ranquil.	104
Tabla 4.9: Ubicación, progresivas y caudales para los diferentes TR.	105
Tabla 4.10: Caudal medio mensual ($m^3 \cdot s^{-1}$) y disponibilidad media mensual (hm^3) en BR, CdP, PA y PM.	110
Tabla 4.11: Usos actuales del agua por provincia.	111
Tabla 4.12: Composición de usos actuales con relación al PURC.	112
Tabla 4.13: Requerimientos hídricos anuales de las producciones agrícolas actuales y alternativas en el SAM 25 de Mayo.	113

Tabla 4.14: Requerimientos anuales de las producciones agrícolas actuales y alternativas en Casa de Piedra.....	114
Tabla 4.15: Requerimientos anuales de las producciones agrícolas actuales y alternativas en Bajo de los Baguales.....	114
Tabla 4.16: Requerimientos anuales de las producciones agrícolas actuales y alternativas comparadas entre las tres áreas regables.	115
Tabla 4.17: Estimación de la demanda actual de agua agrícola en la ribera pampeana del río Colorado.....	118

CAPÍTULO V

Tabla 5.1: Porcentajes de asignación del agua en las áreas regables por estación.	127
Tabla 5.2: Límites de disponibilidad de energía eléctrica para las áreas regables.	128
Tabla 5.3: Límites de disponibilidad de mano de obra para las áreas regables.	130
Tabla 5.4: Agrupamiento de aptitud edáfica por grupo de cultivo y por área regable.	130
Tabla 5.5: Título de los proyectos y estado de situación particular.	133
Tabla 5.6: Contribución a la medida global de desempeño de las actividades agrícolas actuales y alternativas en la ribera del río Colorado de La Pampa.....	135
Tabla 5.7: Requerimientos de riego anuales de los cultivos agrícolas por estación.	136
Tabla 5.8: Requerimientos energéticos anuales para riego de los cultivos agrícolas por estación.	137
Tabla 5.9: Requerimientos de mano de obra anuales de los cultivos agrícolas por estación.	138
Tabla 5.10: Aptitud edáfica disponible para los grupos seleccionados por área regable.	138
Tabla 5.11: Diagnóstico de la situación actual para la medida global de desempeño y las variables restrictivas analizadas.	139
Tabla 5.12: Resultados del modelo económico hidroenergético.	140
Tabla 5.13: Resultados óptimos de las variables en el modelo para grupos de cultivos agrícolas en el SAM 25 de Mayo.....	141
Tabla 5.14: Resultados óptimos de las variables en el modelo para grupos de cultivos agrícolas en Casa de Piedra.	141
Tabla 5.15: Resultados óptimos de las variables en el modelo para grupos de cultivos agrícolas en Bajo de los Baguales.	142
Tabla 5.16: Comparación de MB de la investigación con los MB de los diferentes proyectos.....	143
Tabla 5.17: Comparación de MB promedios.	143
Tabla 5.18: Distribución óptima de hectáreas analizadas por área regable y por cultivo.	144
Tabla 5.19: Resultados del modelo económico hidroenergético simulados sin la restricción de mano de obra.	146

CAPÍTULO VI

Tabla 6.1: Conjunto de variables problemáticas de pasado y presente.	152
Tabla 6.2: Conjunto de variables favorables de pasado y presente.	155
Tabla 6.3: Conjunto de variables claves de futuro.	157
Tabla 6.4: Clasificación de variables de acuerdo a sus influencias y dependencias directas e indirectas.	162
Tabla 6.5: Actores relevantes de las áreas regables pampeanas.	169
Tabla 6.6: Incidencia por provincia en el desarrollo de Vaca Muerta.	184
Tabla 6.7: Variables de análisis para los diferentes escenarios de la microrregión de 25 de Mayo, Catriel y Casa de Piedra.	189
Tabla 6.8: Variables de análisis para los diferentes escenarios de la microrregión de Río Colorado.	190

GLOSARIO

A

ACEE: Altos costos energéticos eléctricos	160
ACH-ARC: Agua para consumo humano; Acueducto del Río Colorado.....	153
ACRE: Agro-eConomic model for agricultural pRoduction on rEgional level.....	38
ADB: Asian Development Bank.....	19
AER: Agencia de Extensión Rural....	65
AIC: Autoridad Interjurisdiccional de las Cuencas de los ríos Limay, Neuquén y Negro	21
APE: Administración Provincial de Energía.....	66;170
AyE: Agua y Energía	158

B

BAT: Baja adopción tecnológica.....	152
BLP: Banco de La Pampa	169
BPPLP: Bajo perfil de La Pampa por el desarrollo productivo de las áreas regables	152
BR: Estación de aforos Buta Ranquil	88
BS: Barrera Sanitaria.....	153

C

C70ARG: Crisis de los '70 en Argentina.....	153
CAF: Condiciones agroecológicas e institucionales favorables	155
CAP: Competencia entre actividades productivas.....	152
CC: Cambio Climático	39, 158
CCOIRCO: Creación del COIRCO .	156
CCRA: Creciente conciencia sobre los riesgos ambientales	155
CdP: Estación de aforos Casa de Piedra.....	109
CEC: California Energy Comision.....	29

CEOSPLA: Cooperativa de Electricidad Obras y Servicios Públicos de la Adela Ltda.	68;170
CEPAL: Comisión Económica para América Latina y el Caribe	33
CFI: Consejo Federal de Inversiones	64
CM: Crisis con Mendoza.....	153
CMMAD: Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo	26
COIRCO: Comité Interjurisdiccional del Río Colorado	21, 157
COLSAUZAL: Colonos de El Sauzal	169
CONICET: Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas	54
COOSPU: Cooperativa de 25 de Mayo	68;170
CORFO: Corporación de Fomento del Valle Bonaerense del Río Colorado	55;110
COTIRC: Comisión Técnica Interprovincial del río Colorado.....	53
CP: Crecimiento poblacional.....	155
CPC25M: Cámara de Productores del Área Bajo Riego de Colonia 25 de Mayo.....	169
CPO: Conflicto con pueblos originarios	160
CPSAM: Creación de la Cámara de Productores	155
CR: Comercio restringido.....	152
CSA: Climate-smart agricultural.....	29
CUEMECO: Cuenca Media del Río Colorado.....	184

D

DCCARC: Disponibilidad de calidad del agua del río Colorado	158
DEF: Diagnósticos erráticos futuros	159
DGEC: Dirección General de Estadísticas y Censos	61
DGMPPSE: Dirección de Gestión y Monitoreo de Programas y	

Proyectos Sectoriales y Especiales	132, 141
DPM: Desarrollo potencial mendocino	159
DSIRR: Decision Support System for Irrigation	36
DSS: Decision Support System	36
DTyP: Diversificación tecnológica y productiva.....	157
DVM: Desarrollo de Vaca Muerta ...	160

E

ECG: Modelos de equilibrio general computable.....	43
ECVCdP: Ente Comunal Villa Casa de Piedra	169
EDERSA: Empresa de Energía de Río Negro	66
EEA: Estación Experimental Agropecuaria	91
EH: Escasez hídrica	153
EM: Esfuerzos mancomunados.....	154
EMP.PETRO: Empresas Petroleras	169
EPRC: Ente Provincial del Río Colorado	55
ESCAGROTEC: Escuela Agrotécnica Provincial de Colonia 25 De Mayo	170
ETc: Evapotranspiración del cultivo bajo condiciones estándar.....	92
ETo: Evapotranspiración del cultivo estándar de referencia	91
EUA: Equilibrio en el uso del agua .	159

F

FAO: Food and Agriculture Organization	28
FAT: Falta de apoyo técnico.....	160
FdTH: Formación de talentos humanos	158
FMO: Falta de mano de obra calificada y no calificada	160
FO: Función Objetivo.....	35
FPA: Futuras Problemáticas Ambientales	159

FPBR: Falta de productores bajo riego	152
---	------------

G

GAMS: General Algebraic Modeling System	37
GIRH: Gestión Integrada de los Recursos Hídricos	22
GWP: Global Water Partnership	33

H

HEC-HMS: Hydrologic Engineering Center's - Hydrologic Modeling System	88
HH: Huella Hídrica	90
HHA: Huella Hídrica Agrícola.....	90

I

I25dM: Infraestructura en 25 de Mayo	154
IAR: Investigaciones sobre las áreas regables.....	154
ICdP: Infraestructura en Casa de Piedra	154
IDR: Instituto de Desarrollo Rural ..	124
IMGLP: Interactive multiple-goal linear programming method	37
INDEC: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos	53
INE: Inversiones nacionales y extranjeras.....	154
INTA: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria	54
IOM: modelos de inputs-outputs	43
IPLyDP: Investigación para el lineamiento y desarrollo productivo	158
IUAPC: Ineficiencias en el uso de agua de provincias condóminas	153
lyC: Infraestructura y comunicación	157

K

Kc: Coeficiente de cultivo	92
----------------------------------	-----------

LLP: Linear Programming.....**37**

MMACTOR: Método de Actores,
Objetivos, correlación de fuerzas **149**MB: Margen Bruto**36**MCBA: Mercado Central de Buenos
Aires**122**MEFPN: Ministerio de Economía y
Finanzas Públicas de La Nación .**184**MI: Mirada interjurisdiccional**153**MIC-MAC: Matriz de Impactos
Cruzados - Multiplicación Aplicada a
una Clasificación**148**MINOP: Ministerio de Obras Públicas
.....**170**MINP: Ministerio de la Producción de
La Pampa.....**193**MINPRODLP: Ministerio de la
Producción de La Provincia de La
Pampa.....**169**MIO: Mantenimiento inadecuado de
obras**151**MIOPV: Ministerio del Interior, Obras
Públicas y Vivienda**179**MIT: Massachusetts Institute of
Technology.....**53**MN: Margen Neto**36**MOP: Multiple Objective Programming
.....**36**MPFIPS: Ministerio de Planificación
Federal, Inversión Pública y
Servicios.....**21**MPO: Magnitud del proyecto original
.....**154**Muni25: Municipalidad de 25 de Mayo
.....**168**MuniAdela: Municipalidad de La Adela
.....**169**

OOC: Objetivos contrapuestos.....**152**ODS: Objetivos para el Desarrollo
Sustentable**34**ONG's: Organizaciones No
Gubernamentales..... **40**ONU: Organización de las Naciones
Unidas **34**OPTIFROP: **OPT**imization of **FR**uit
Orchards in **Patagonia**..... **37**OPV: Obra Portezuelo del Viento .. **158**OVA: Observatorio Vitivinícola
Argentino **122**

PPA: Estación de aforos Paso Alsina **88**PAER: Presencia del INTA **155**PANER: Política agroalimentaria
nacional sobre las economías
regionales..... **157**PAPVA: Producciones actuales hacia
productos con valor agregado **154**PC: Problemáticas culturales..... **152**PE: Problemática económica..... **152**PEQPRODUCT: Productores
Agropecuarios Zonales Pequeños
..... **169**PESR: Plan Estratégico Santa Rosa
(La Pampa)..... **46**PET: Pensamiento estratégico hacia el
desarrollo territorial..... **157**; Plan
Estratégico Territorial **177**PHP: Políticas hídricas provinciales
sobre el uso y eficiencia del agua del
río Colorado..... **158**PLP: Proyecto pampeano **156**PM: Estación de aforos Pichi Mahuida
..... **88**PMN: Políticas nacionales
macroeconómicas **153**PMP: Programación Matemática
Positiva..... **36**PNUMA: Programa de las Naciones
Unidas para el Ambiente **30**PP: Problemática política..... **151**PPFLP: Políticas públicas de
financiamiento proyectadas a largo
plazo..... **157**PPPS: Políticas públicas provinciales
semipresentes **156**PRODAGROIN: Productores
Agroindustriales..... **169**

PROSAP: Programa de Servicios Agrícolas Provinciales	132, 141
PTT: Políticas turísticas territoriales	155
PURC: Programa Único de Distribución de Caudales y Habilitación de Áreas de Riego en el Río Colorado	21
PyMES: Apoyo a Pequeñas y Medianas Empresas..	157 ; Pequeñas y Medianas Empresas
	22
PyMES2: Condiciones microeconómicas de PyMES de la región	159

Q

Q: Caudales medios	97
--------------------------	-----------

R

RAC: Requerimiento de agua del cultivo	90
RCA: Radicación de capitales agropecuarios	158
RN: Ruta Nacional	178
RP: Riego presurizado	154 ; Ruta Provincial.....
	65
RPNE: Recientes Políticas Nacionales Energéticas	156
RVM: Región Vaca Muerta	183

S

S.A: Sociedad Anónima.....	83
S.R.L: Sociedad de Responsabilidad Limitada.....	83
SAA: Sistema de Aprovechamiento Agrícola	80
SAM: Sistema de Aprovechamiento Múltiple	82

SENASA: Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria	55
SIMOPT: Modelos de simulación u optimización	43
SMER: Situación macroeconómica de las economías regionales	159
SRA: Subutilización del recurso agua	152
SRH: Secretaría de Recursos Hídricos de la Nación	110
SRH-LP: Secretaría de Recursos Hídricos de La Pampa	170

T

TIC's: Tecnologías de la información y comunicación	167
TR: Tiempos de recurrencia	104

U

UNEP: United Nations Environment Programme.....	19
UNLPam: Universidad Nacional de La Pampa	169
UTE: Unión transitoria de empresas	96

V

VAN: Valor Actual Neto	37
VBRC: Valle Bonaerense del Río Colorado	57
VRACi: Valor residual activo y circunstanciado	122

W

WWAP: United Nations World Water Assessment Programme	29
---	-----------

AGRADECIMIENTOS

Quisiera expresar mi reconocimiento a las personas e instituciones que fueron partícipes directa o indirectamente de la elaboración de esta investigación y han aportado de diversas maneras a mi formación personal, académica y profesional.

En primer lugar, agradecerle especialmente a toda mi familia y amigos por la comprensión y el afecto recibido durante todos estos años.

A la Dra. Fernanda Gaspari, al Dr. Daniel Iglesias y al Dr. Raúl Rosa por la confianza, acompañamiento, dedicación y seguimiento recibido.

Al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas por la financiación concedida para el desarrollo de la presente investigación.

Al tribunal evaluador por sus correcciones, sugerencias y apreciaciones, todas mejoraron la calidad de la investigación.

A todas las personas de instituciones públicas y organizaciones privadas que han contribuido y acompañado este estudio con su esfuerzo, tiempo y dedicación, muy especialmente quisiera reconocer a:

- Investigadores y técnicos del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (especialmente a los pertenecientes a la Estación Experimental Agropecuaria “Guillermo Covas” y a la Agencia de Extensión Rural Colonia 25 de Mayo). Entre todos ellos especialmente a los que me acompañaron durante el desarrollo de la investigación.
- A los técnicos, productores, funcionarios y colegas que realizaron o se encuentran realizando sus actividades en las áreas bajo riego del río Colorado en La Pampa, muy especialmente a los productores de la Cámara de Productores del Área Bajo Riego de Colonia 25 de Mayo, autoridades del Ente Provincial del Río Colorado por su aval y predisposición, a los municipios, autoridades de COOSPU Ltda. y CEOSPLA Ltda. y a los técnicos de la Administración Provincial de Energía (APE) de La Pampa.
- A la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de La Pampa, especialmente a los integrantes de las Cátedras Estrategias en Sistemas Agroalimentarios y Costos para la Administración, por sus valiosos aportes y discusiones en torno a la investigación.
- A la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad Nacional de La Plata, especialmente a Pablo Yapura, integrantes de la Cátedra de Manejo de Cuencas Hidrográficas y a Gerardo por sus valiosos aportes.
- Al Centro de Estudios e Investigación para la Gestión de Riesgos Agrarios y Medioambientales (CEIGRAM) de la Universidad Politécnica de Madrid, especialmente a la Dra. Paola Esteve por su recibimiento y perspectivas en torno a esta investigación.
- A la Dirección General de Programas y Proyectos Sectoriales y Especiales (DIPROSE) de la Secretaría de Gobierno de Agroindustria del Ministerio de Producción y Trabajo, especialmente a la Lic. Laura Bonamico.

PUBLICACIONES GENERADAS POR ESTA INVESTIGACIÓN

- **MARIANO, R. & S. FERRO MORENO.** 2019. **Escenarios Prospectivos Estratégicos a 2030 de las Producciones Agrícolas Bajo Riego de la Cuenca Del Río Colorado (La Pampa, Argentina).** *Revista de Estudios Políticos y Estratégicos*, 7(2): 40-68. Disponible en: <https://sitios.vtte.utem.cl/revistaepe/wp-content/uploads/sites/7/2020/01/revista-estudios-politicos-estrategicos-epe-vol7-n2-2019-Mariano-Ferro.pdf>
- **MARIANO, R. & Z. ROBERTO.** 2018. **NIVEL LOCAL CASO 4: Cuenca del Río Colorado en La Pampa: mapas de aptitud de suelos para diferentes cultivos agrícolas.** En ROBERTO, Z., FARRELL, M. & L. CARREÑO, *Potencialidades de las nuevas tecnologías en el agro pampeano*. Ediciones INTA. Anguil, La Pampa, Argentina: EEA INTA Anguil. 170 p.
- **MARIANO, R., LOZZA, A. & A. ÁLAMO.** 2018. **Aspectos ecológico-ambientales y sistémicos para el desarrollo de los complejos agroalimentarios.** *Revista Negocios Agroalimentarios* 3 (1): 14-20. Disponible en: http://www.agro.unlpam.edu.ar/images/RNA_Volumen_3_N_1_1.pdf
- **MARIANO, R.** 2018. **Estimación del consumo hídrico en producciones agrícolas pampeanas en la ribera del Río Colorado.** 47 Jornadas Argentinas de Informática (JAIIO) organizadas por la Sociedad Argentina de Informática (SADIO); 10º Congreso de Agroinformática. Universidad de Palermo, Argentina. Resumen. ISSN: 2525-0949 Disponible en: <http://47jaiio.sadio.org.ar/sites/default/files/CAI-42.pdf>
- **MARIANO, R., GASPARI, F. & Y. BELLINI SAIBENE.** 2018. **Oferta hídrica y problemática de escasez en la cuenca del río Colorado.** V Congreso Pampeano del Agua. Santa Rosa (L.P), Argentina. Trabajo completo. 11 p.
- **MARIANO, R.** 2017. **Estimación de los requerimientos hídricos en producciones hortícolas sobre la ribera pampeana del Río Colorado.** Congreso Internacional de Aguas, Ambiente y Energía 2017. Mendoza, Argentina. Disponible en: http://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/9724/441-mariano-huella-hdrica-en-producciones-hortcolas-pampeanas..pdf
- **MARIANO, R.** 2016. **Estimación del consumo hídrico en producciones agrícolas pampeanas en la ribera del Río Colorado.** *Revista Negocios Agroalimentarios* 1(1): 38-41. Disponible en: <http://www.agro.unlpam.edu.ar/images/RNA%20Volumen%201%20N%C2%B0%201.pdf>
- **MARIANO, R.** 2016. **Modelización económica hidro-energética en producciones agropecuarias pampeanas de la cuenca del río Colorado.** 3º *Encuentro de Investigadores en Formación en Recursos Hídricos*. Instituto Nacional del Agua. Ezeiza, Argentina. Trabajo completo. 16 p. Disponible en: https://www.ina.gob.ar/ifrh-2016/trabajos/IFRH_2016_paper_71.pdf
- **MARIANO, R. & FERRO MORENO, S.** **Comparación de indicadores económicos en producciones agrícolas actuales y alternativas en la ribera del Río Colorado, Provincia de La Pampa.** *Revista Investigaciones Agropecuarias*. En revisión.

CAPÍTULO I: FUNDAMENTOS GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Introducción

La población mundial prevista en alrededor de nueve mil millones de personas para el año 2050 requerirá de importantes esfuerzos para aumentar la producción de alimentos (dos mil millones de personas más en comparación con la actualidad), esto significa que se necesitará aproximadamente un 30 % más de alimentos a nivel mundial, sin tener en cuenta problemas de asignación, sobreproducción y desperdicio (Wezel et al., 2014). La presión que ejerce la demanda (actual y futura) de alimentos y materias primas sobre los recursos se encuentra contrastada con la disponibilidad de agua, las posibilidades de ampliación de oferta de áreas agrícolas y las problemáticas ambientales derivadas de la intensificación de la producción (Anlló et al., 2010). “La agricultura está llamada no solo a producir los alimentos, las fibras y la energía que la humanidad demandará en el futuro, sino también a contribuir al mejoramiento de las condiciones de vida de los habitantes de las zonas rurales y del uso y la conservación de los recursos naturales” (Beekman et al., 2014:2). Para alimentar a una población mundial en crecimiento, se necesitan prácticas que proporcionen alimentos suficientes, que no sean en detrimento o un riesgo para el medio ambiente y que garanticen la viabilidad económica de los agricultores (Wezel et al., 2014).

Los análisis mundiales de escasez de agua concluyen que gran parte de la población mundial será afectada durante las próximas décadas por su escasa disponibilidad (Shiklomanov, 1991; Raskin et al., 1997; Seckler et al., 1998; Alcamo et al., 2000; Vorosmarty, 2000; Wallace & Gregory, 2002; Rijsberman, 2006). En el siglo XX la población mundial se triplicó, pero el consumo de agua se multiplicó por seis (Cosgrove & Rijsberman, 2000). Muchos países están experimentando escasez del recurso en años secos y en estaciones secas (ADB, 2013) y la insuficiencia de agua se concentrará en zonas con escasez de precipitaciones y alta densidad de población (Rijsberman, 2006).

La disponibilidad de agua plantea un gran reto ligado a la producción de alimentos y a la suficiencia alimentaria ya que únicamente se pueden proveer suficientes alimentos si existe disponibilidad de agua en los momentos apropiados, lugares adecuados y en cantidad y calidad suficientes (Chávez Cortés & Binnqüist Cervantes, 2012). La presión se agrava cuando se conjugan condiciones hidrológicas adversas y los cultivos poseen altos requerimientos de agua, ya que deben regarse para solventar la demanda no satisfecha con precipitaciones. Las poblaciones dependientes de las cuencas de los ríos alimentados por la nieve tendrán suministros menores de agua durante el correr de los años, suponiendo que las tendencias climáticas continúen (ADB, 2013).

La escasez de agua en muchos países es un problema global pero las soluciones deben ser planteadas a niveles regionales o locales. En la planificación y gestión de los recursos hídricos se proponen enfoques globales, teniendo en cuenta las condiciones regionales o locales, con determinados pasos y una perspectiva a largo plazo (UNEP, 2011). Las cuencas hidrográficas son la escala apropiada y adecuada para comprender los procesos claves del aumento de la escasez de agua (Keller et al., 1998; Molden et al., 2001; Molle, 2003; Rijsberman, 2006) y la sustentabilidad geográfica basada en el estudio de una cuenca ribereña como unidad hidrológica puede ser analizada desde la perspectiva ambiental, social o económica (Hoekstra et

al., 2011). El agua es considerada como el principal recurso que determina el nivel de desarrollo sustentable y el equilibrio entre las necesidades (WWAP, 2015).

En las últimas décadas ha cobrado importancia la cantidad de energía necesaria para hacer funcionar el ciclo integral del agua. La energía es utilizada en la producción y distribución de alimentos, para el bombeo de agua de riego, su transporte, distribución y refrigerar el almacenamiento. El costo y la disponibilidad de energía en las zonas rurales han tenido y seguirán teniendo una influencia decisiva en el desarrollo de la agricultura (ADB, 2013). Los indicadores de agua serán los más relevantes en comparación con otros impactos, como la calidad del suelo y la biodiversidad (UNEP, 2011) pero necesariamente se deben tener en cuenta indicadores encargados de medir la energía utilizada.

El desafío mundial para la agricultura es producir más alimentos en no mucha más tierra, usando menos agua e insumos energéticos que en las tendencias históricas (ADB, 2013). Este gran desafío es influido por el aumento de la demanda para lograr una agricultura sustentable, en la que la producción es a la vez respetuosa del ambiente, socialmente justa y económicamente beneficiosa (Wezel et al., 2014). Aspectos que tienden a incorporarse crecientemente en los agronegocios (huellas ambientales, bonos de carbono, agricultura certificada, entre otros) y serán influencia en los diversos aspectos que modelarán el sendero de la actividad agroalimentaria (Anlló et al., 2010).

Existe un gran esfuerzo de la comunidad internacional para hacer frente a la escasez de agua en la agricultura y se espera que este debate impulse a generar un aumento en la productividad del recurso (Rijsberman, 2006). Dada la dependencia que la agricultura tiene del agua y la interrelación entre el agua y la energía, se requieren realizar estudios científicos para consolidar la actividad agropecuaria en escenarios de menores disponibilidades. Para ello se debe mejorar el manejo integral de los recursos hídricos y energéticos en esta actividad (Beekman et al., 2014). Es necesario mejorar la productividad y eficiencia en el uso del agua de los sistemas de producción agropecuaria, reducir el uso del agua a través de la innovación, conservación, redistribución y cambio de patrones de uso y reuso del recurso (Brandes, et al., 2005); al mismo tiempo aumentar también la eficiencia y productividad en el uso la energía pueden ser herramientas poderosas para mejorar la sostenibilidad de las regiones (Aldaya et al., 2011).

1.2 Justificación de la investigación

Conceptos económicos de oferta y demanda y otras ideas establecidas de la teoría económica son muy importantes para establecer una valoración adecuada del agua y asignar de forma eficiente los recursos. Los modelos económicos agrícolas que se encuentran integrados con estimaciones hidrológicas que simulan la distribución de agua natural o artificial, se convierten en poderosos modelos hidroeconómicos que capturan la retroalimentación entre la actividad agropecuaria y el sistema natural (Maneta & Howitt, 2014). En este sentido, desarrollar objetivos estratégicos de ordenación y regulación del uso del agua que maximicen el bienestar social y económico de manera equitativa, sin comprometer la sustentabilidad ambiental se encuentra dentro de los objetivos de la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (Henríquez et al., 2011).

El río Colorado nace en los Andes del centro oeste de Argentina de la escorrentía superficial de los ríos Grande y Barrancas. Atraviesa valles de las provincias de Mendoza, Neuquén, La Pampa, Río Negro y Buenos Aires hasta desembocar en el

Mar Argentino. El Colorado es de régimen nival y pertenece al grupo de los sistemas patagónicos de vertiente atlántica (Weber et al., 2005). Dada la relación directa que existe entre la capa de nieve en invierno y las descargas de los ríos en primavera y verano, la acumulación de nieve ha sido monitoreada para estimar los suministros anuales de agua en los Andes del centro oeste de Argentina (Masiokas et al., 2006). Las estaciones de aforos Pehuenche y Valle Hermoso miden la capa de nieve que abastece el caudal de agua del Colorado, en ambas los niveles de nieve han disminuido en los últimos años (AIC, 2013; Aumassanne et al., 2015). El Comité Interjurisdiccional del Río Colorado (COIRCO) en la estación de aforos Buta Ranquil también ha revelado que el caudal del Colorado ha disminuido, considerando una media histórica entre los años 1941-2010 de 4.692 hectómetros cúbicos (hm^3) ha pasado a una media de 2.652 hm^3 en el período 2011-2016, acumulando un importante déficit de 10.200 hm^3 durante cinco ciclos (COIRCO, 2015). Mariano et al. (2018) afirman que entre los años 1997-2007 y 2008-2017 se registra una diferencia significativa (al 10 %) con una variación deficitaria de la oferta hídrica anual de la estación de aforos Buta Ranquil.

El Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios de la Nación (MPFIPS) (2014) plantea que existe en la cuenca del Colorado una demanda de agua cada vez mayor debido a nuevas actividades y usuarios que encuentra un límite en la disponibilidad real de agua existente. Entre los objetivos del Plan Estratégico Territorial de la Región del río Colorado se encuentra “dotar a la región de una imagen y una estrategia de respeto y sostenibilidad de sus recursos naturales para que los mismos se transformen no solo en recursos para la producción sino base de una construcción regional con el mayor anclaje local posible de la renta” (MPFIPS, 2014: 101).

En el año 1976, la VI Conferencia de Gobernadores de las provincias que comparten la jurisdicción de la cuenca del río Colorado aprobó el Programa Único de Distribución de Caudales y Habilitación de Áreas de Riego en el Río Colorado (PURC). El PURC explica que La Pampa se encuentra en condiciones de regar hasta 85.100¹ hectáreas (ha) con una dotación de 7.478 metros cúbicos por hectárea ($\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$), asimismo el acuerdo prevé también que La Pampa contribuirá un cierto volumen de agua a la provincia de Neuquén para que ésta pueda atender sus necesidades de regadío. Se adjudica un volumen anual a La Pampa de 615 hm^3 o 19,5 metros cúbicos por segundo ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) (Díaz, 2013).

En la ribera de La Pampa se encuentran bajo riego un total de 5.721 ha (DGEC, 2016). La mayor cantidad de producción agrícola se corresponde a forrajes, ya sea con riego de tipo gravitacional o presurizado. En los últimos años se han comenzado a instalar producciones agrícolas intensivas tendientes a desarrollar productos forrajeros y hortícolas, aumentando la utilización de sistemas presurizados. Entre 2013 y 2017 se instalaron alrededor de diez equipos de riego presurizado (pivote central) y catorce equipos tienen un importante avance de obra. Se presentan en el área productiva un total del 3.085 ha bajo riego presurizado, donde el principal cultivo es la alfalfa con destino a henificación (Aumassanne & Fontanella, 2018).

La problemática del agua y la energía en los sistemas de producción agropecuaria como temas estratégicos en el contexto mundial actual plantea nuevos desafíos y oportunidades. Debido a la problemática regional de disminución en los caudales en

¹ La dotación de riego se calcula como promedio ponderado de las dotaciones que le corresponden a todos los posibles emprendimientos de riego propuestos por La Pampa.

la cuenca del río Colorado, se están realizando esfuerzos institucionales y gubernamentales en pos de atender esta situación. Desde las autoridades nacionales, interjurisdiccionales y provinciales aluden a la problemática actual avalando y promoviendo investigaciones inherentes al desarrollo de estudios eco-eficientes sobre la cuenca. Es necesario generar datos propios, identificando sistemas productivos críticos para definir posibles escenarios futuros para accionar. En La Pampa se evidencia falta de información y experimentación para las actividades productivas existentes y potenciales, ineficiente gestión del agua, balance energético desfavorable, elevado costo energético del riego, errática sostenibilidad en las pequeñas y medianas empresas (PyMES), entre otros (INTA, 2013). Si se considera que menos del 10 % de la superficie susceptible de regar está ocupada, se puede observar el fuerte potencial de desarrollo de toda la ribera pampeana del río Colorado. El cúmulo de esfuerzos pampeanos y nacionales por la causa hace necesario que diferentes profesionales del medio se interesen realizando estudios científicos desde enfoques interdisciplinarios para aportar soluciones a la sociedad local, nacional e internacional sobre estos temas actuales. Resulta necesaria entonces la realización de estudios que pretendan abordar la problemática desde las diversas producciones agrícolas que existen a la vera de la cuenca, para lograr mayores eficiencias en el uso de los recursos naturales. Este estudio centró sus esfuerzos en la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH), en pos de generar información con respecto al mejor uso sustentable del agua, la energía y la superficie para el desarrollo económico y social de la cuenca del río Colorado en la provincia de La Pampa, mientras se protege y mejora el valor ecológico del ambiente.

Como herramientas idóneas para este tipo de análisis, los modelos matemáticos lineales de optimización económica contribuyeron a obtener indicadores que permiten tener un diagnóstico de la situación actual para proyectar y construir escenarios futuros de desarrollo, a través de objetivos y lineamientos estratégicos en el territorio estudiado. Los distintos niveles de toma de decisión (empresas, instituciones, gobierno, entre otros) necesitan metodologías con criterios de base científica y tecnológica que les permitan entender los efectos que sus productos generan en el ambiente, para tomar decisiones en torno al desarrollo de producciones sustentables y eco-eficientes (Manazza, 2012). La eficiencia con la que se utilizan los insumos de agua y energía en las producciones agrícolas de Argentina resulta clave para la optimización de los procesos productivos (Frank, 2010a) actuales y futuros.

1.3 Pregunta de investigación

Establecidos los argumentos de la investigación se plantea una pregunta: ¿cómo condicionan las variables hídricas, energéticas y los resultados económicos el desarrollo de las producciones agrícolas pampeanas² bajo riego del río Colorado?

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

- Evaluar las eficiencias económica, hídrica y energética de las producciones agrícolas pampeanas bajo riego de la cuenca del río Colorado, a través de un modelo económico hidroenergético.

² Se utilizará el término “pampeano/as” haciendo referencia a la localización o emplazamiento dentro de los límites geográficos de la provincia de La Pampa, República Argentina.

1.4.2 Objetivos específicos

- Caracterizar aspectos socioculturales, políticos, institucionales, ambientales, productivos y económicos de la cuenca del río Colorado precisando de manera particular sobre los límites geográficos de la provincia de La Pampa.
- Analizar hidrológicamente la cuenca del río Colorado.
- Desarrollar un modelo económico hidroenergético para evaluar los resultados económicos y la asignación eficiente de agua y energía en las áreas regables agrícolas pampeanas del río Colorado.
- Evaluar prospectivamente las variables que condicionan la evolución futura de las áreas regables pampeanas de la cuenca del río Colorado.

1.5 Hipótesis

- ✓ Las ofertas de agua y energía son las principales variables que limitan los resultados económicos de las actividades agrícolas en las áreas regables pampeanas de la cuenca del río Colorado.
- ✓ Existen producciones alternativas que mejoran las eficiencias de agua y energía y aumentan los resultados económicos regionales en las áreas regables pampeanas de la cuenca del río Colorado.
- ✓ La evolución futura de las áreas regables pampeanas de la cuenca del río Colorado se encuentra condicionada por variables políticas e institucionales.

1.6 Estructura general de la investigación

El ordenamiento estructurante de la investigación se realizó a través de capítulos que se fueron abordando metodológicamente de manera particular y resolviendo en torno a los objetivos específicos planteados. Se desarrollaron siete capítulos que, en conjunto, resuelven el objetivo general de la investigación y mejoran la comprensión del lector:

- El **capítulo I** proporciona la justificación y argumentos de la investigación, el problema investigado, los objetivos que se plantearon y las diferentes hipótesis elaboradas sobre la problemática.
- El **capítulo II** desarrolla aspectos inherentes al marco teórico de la investigación. Comienza con el planteo de los paradigmas ambientales contemporáneos y el debate entre conceptos de sustentabilidad, desarrollo sustentable, intensificación sustentable y ecológica; culminando en la GIRH y los indicadores de gestión. Luego se hace énfasis en las principales corrientes teóricas económicas sobre los aspectos ambientales y los modelos económicos tendientes a la administración de problemas de asignación eficiente de los recursos. De esta revisión se desprenden modelos agroeconómicos e hidroeconómicos como alternativas de procesos para establecer resultados aplicables en la GIRH. De acuerdo con la GIRH y su aplicación se revisan elementos teóricos para la generación de políticas públicas orientadas con el desarrollo sustentable en los territorios.
- El **capítulo III** establece a la cuenca del río Colorado como área de estudio general, particularizando el análisis en el área geográfica de la provincia de La Pampa. Seguidamente se describen las principales características del área de estudio a través de variables socioculturales, políticas, institucionales, ambientales, productivas y económicas. De la misma manera se caracterizó el

análisis particular, seleccionando las tres áreas regables destinadas potencialmente a la producción agrícola bajo riego en La Pampa.

- El **capítulo IV** plantea un análisis hidrológico de la cuenca del río Colorado. En primer lugar, se analizan los diferentes consumos existentes en la cuenca: abastecimiento humano, riego agrícola y consumo ganadero, consumo petrolero e industrial, generación hidroeléctrica y actividades recreativas. Luego se describen las ofertas hídricas en diferentes estaciones de aforos del río Colorado, y se detalla y puntualiza sobre la problemática de escasez. Seguidamente se evalúan diferentes hidrogramas de un modelo hidrológico previo elaborado por una consultora (Halcrow, 2013), los cuales se usaron para estimar el flujo y comportamiento de caudal en el largo plazo, determinando áreas de riesgo hídrico. Por último, se plantean requerimientos hídricos y de riego de cultivos actuales y alternativos en tres áreas regables pampeanas.
- En el **capítulo V** se desarrolló un modelo económico hidroenergético de optimización lineal que incluye la maximización de los resultados económicos como función objetivo y plantea restricciones hídricas, energéticas, de mano de obra y de aptitud edáfica de los suelos. Seguidamente se analizan y comparan los resultados con el estado actual de las áreas regables del río Colorado en La Pampa, y con un posible resultado sin la restricción limitante. Por último, se comparan los resultados económicos del modelo propuesto con diez proyectos bajo riego financiados de provincias argentinas.
- El **capítulo VI** plantea 63 variables de futuro con los actores sociales más relevantes que concluyen en tres posibles escenarios futuros (favorable, tendencial y negativo) de desarrollo para las producciones agrícolas que se establecen en las áreas regables de la cuenca pampeana del río Colorado. Se definieron variables y actores claves para el desarrollo futuro, con objetivos y lineamientos estratégicos a 2030. Por último, se describieron las diferentes planificaciones y estudios de futuros realizados sobre la cuenca del río Colorado.
- Culminando la investigación, el **capítulo VII** aborda las principales discusiones, conclusiones y reflexiones finales sobre cuestiones relacionadas a la GIRH de la Cuenca del río Colorado en general y particularmente en las producciones agrícolas de las áreas regables de la provincia de La Pampa.

La figura 1.1 presenta el diagrama de abordaje para el cumplimiento del objetivo general, donde se expresa una síntesis de la investigación y la clara relación en torno al aporte de los capítulos. El diagrama parte del objetivo general que se desagrega en los cuatro objetivos específicos propuestos. Se procedió a la conceptualización teórica de los objetivos específicos (capítulo II) y luego, los mismos fueron llevados a cabo mediante diferentes herramientas metodológicas compatibles y articuladas entre sí durante el desarrollo de los capítulos III, IV, V y VI. Los resultados parciales de cada capítulo aportan al cumplimiento de los objetivos específicos y la estructura lógica entre los mismos contribuyen a validar o rechazar las hipótesis planteadas.

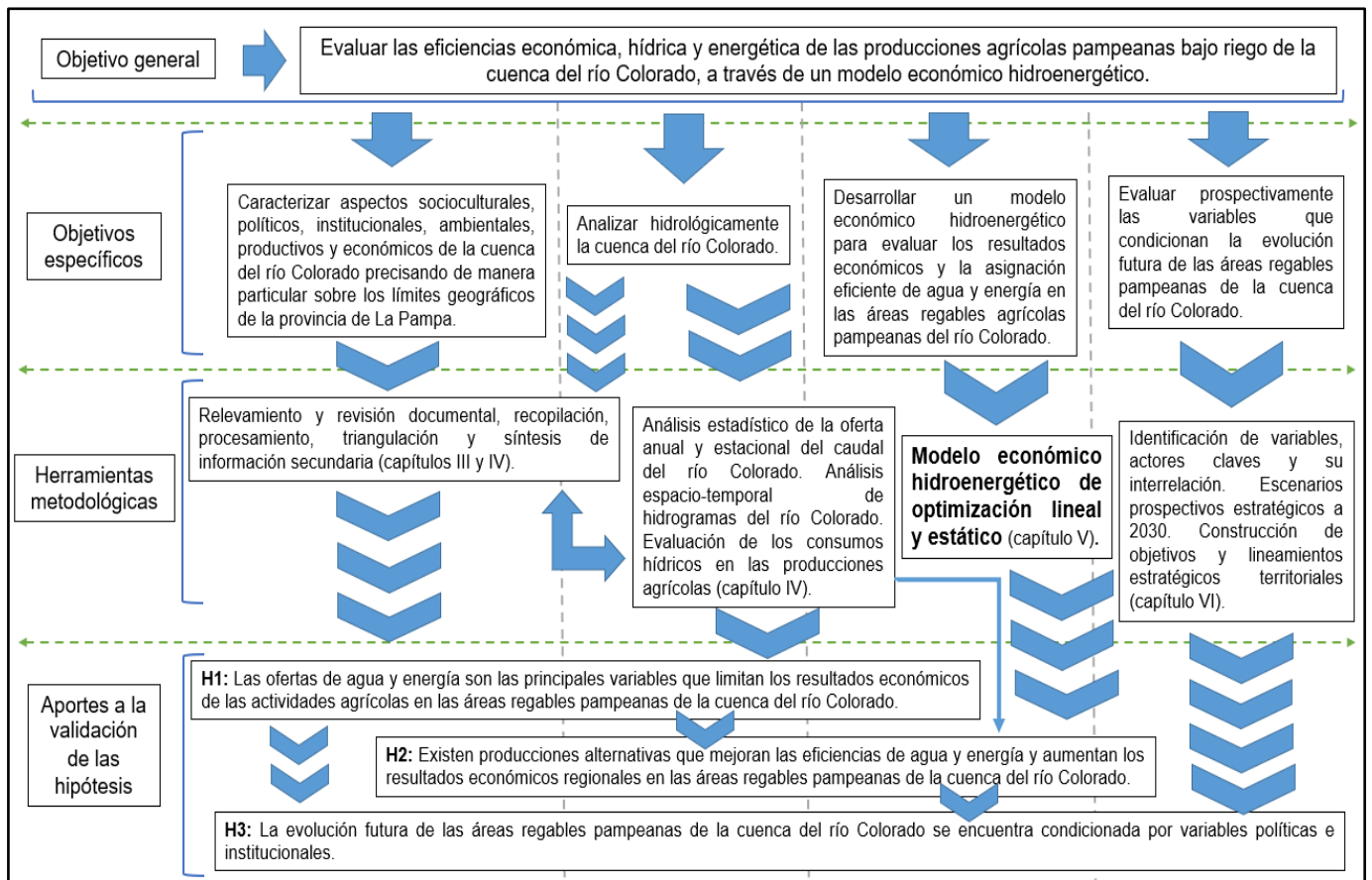


Figura 1. 1: Diagrama de la investigación.
Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO GENERAL

2.1 Estructura general del capítulo y metodología

Se realizó un estudio, recopilación y selección general de antecedentes bibliográficos internacionales, nacionales y provinciales en pos de abordar el marco teórico que a juicio del autor se relacionaron con la pregunta de investigación y los objetivos e hipótesis de la misma. Seguidamente se ordenó el estado del arte de la bibliografía recabada de acuerdo a los paradigmas científicos contemporáneos, las principales corrientes y reflexiones teóricas (Economía de los Recursos Naturales y Medio Ambiente y Nueva Economía Institucional; Economía Ecológica y Agroecología y Gestión Integrada de los Recursos Hídricos), los modelos económicos en el sector agroalimentario y a la prospectiva como disciplina orientada a la gestión de políticas públicas sustentables.

2.2 Paradigmas científicos contemporáneos

2.2.1 Desarrollo sustentable y sustentabilidad

Para Gallopin (2006) la destreza humana y el desarrollo tecnológico permitirán un crecimiento indefinido de la economía y del consumo humano. La pregunta inmediata que surge desde otra perspectiva ante dicha afirmación es: ¿será posible?

El informe Brundtland, realizado en la Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo (CMMAD) en 1987, orientó los debates hacia el concepto de sustentabilidad del desarrollo, invitando a pensar sobre las consecuencias del crecimiento económico y la necesidad de fijar límites sobre el número de bienes y servicios consumidos por una generación (Glave & Escobal, 1995). Luego de largos debates, se llegó a una definición sobre el concepto de desarrollo sustentable, definido como “el desarrollo que satisface las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades” (CMMAD, 1988: 67), una definición un tanto ambigua y genérica, por eso mismo se la ha interpretado de múltiples maneras (Arocena, 2009).

La Cumbre de la Tierra de Río de Janeiro (Conferencia de Río) de 1992 puso en valor la dimensión social y proporcionó otra de las formas de definir el desarrollo sustentable a partir de tres pilares: económico, ambiental y social (Arocena, 2009). Gallopin (2006) sostiene que los conceptos de desarrollo sustentable y sustentabilidad se diferencian claramente: el desarrollo sustentable se define como un proceso de cambio direccional o cualitativo que concreta potencialidades, mediante el cual el sistema mejora de manera sustentable a través del tiempo; mientras que la sustentabilidad es atributo de un sistema abierto en un contexto dado que preserva la identidad esencial del sistema en medio de permanentes cambios.

La vaguedad del concepto de sustentabilidad ha resultado en una amplia variedad de definiciones e interpretaciones sin establecer una definición concisa (Mebratu, 1998; Schaller, 1993). La resolución de incompatibilidades entre enfoques y objetivos sigue siendo un desafío conceptual y analítico para la agricultura sustentable (Yunlong & Smit, 1994). Ni el concepto de desarrollo sustentable ni el de sustentabilidad cuentan con un consenso global, aunque se ha desarrollado bastante la discusión sobre sus componentes (Quiroga Martínez, 2007). “El debate conceptual continúa y las dimensiones operacionales de ambas propuestas permanecen sin quedar claras” (Gaudiano et al., 2015:67).

La definición de desarrollo sustentable es un tema complejo y multidimensional: debe combinar eficiencia y equidad intergeneracional en los terrenos: económico, social y ambiental (Ciegis et al., 2009). El desarrollo sustentable implica el diseño integrado de enfoques capaces de hacer frente a la sustentabilidad del ambiente y de los residuos, al tiempo que garantiza la prosperidad económica y social en el ámbito macroeconómico nacional o incluso mundial (Khalili et al., 2015). El inconveniente crucial para alcanzar el desarrollo sustentable radica en la carencia de información homogénea que permita revisar, analizar y proyectar las distintas realidades, dejando de manifiesto la necesidad de establecer metodologías de trabajo que permitan sistematizar la escasez de información (Gómez & Maldonado, 2015).

Desde la bibliografía se explica que el manejo sustentable depende de la información disponible y del balance consensuado entre los objetivos de los actores en un tiempo determinado, pero ambas variables son condiciones que tienden a cambiar con el tiempo. Tomar decisiones tendientes al manejo de los recursos naturales es una tarea complicada debido a la variedad de intereses (frecuentemente contrarios), a la complejidad de los fenómenos involucrados, tanto sociales como naturales, y a la incertidumbre que muchas veces conllevan las decisiones (Morán Montaña et al., 2006:5) por carencia de información primaria y secundaria. La variedad de técnicas de investigación aplicadas confirma la naturaleza del concepto de desarrollo sustentable y su evaluación.

De acuerdo con Ciegis et al. (2009) se debe proporcionar una visión sistémica de las dimensiones del desarrollo sustentable como un todo integrado. El debate disciplinario se configura como un área emergente que incluye propuestas teóricas, conceptuales y metodológicas, las cuáles tienen como objetivo explicar la evolución de las áreas de conocimiento, que tradicionalmente participan en el análisis del desarrollo sustentable.

2.2.1.1 Dimensiones del desarrollo sustentable

Sobre la base de los estados teóricos se pueden identificar grupos de conceptos del desarrollo sustentable, dichos conceptos son: a) sustentabilidad económica, b) sustentabilidad ambiental y, c) sustentabilidad social (incluyendo la cultura, las relaciones sociales, la política, lo sociodemográfico y las instituciones).

a) Sustentabilidad económica: es el desarrollo asegurando que el ingreso per cápita de las generaciones futuras no sea menor que el de la generación actual. La aplicación de éste principio de sustentabilidad es salvaguardar la cantidad óptima del capital para las generaciones futuras (Ciegis et al., 2009) que motive a continuar con la actividad (Morán Montaña et al., 2006).

b) Sustentabilidad social: se trata de mantener las relaciones sociales en las comunidades cercanas e incrementar la cohesión social. Los costos y beneficios se distribuyen equitativamente entre los diferentes grupos y generaciones (equidad intergeneracional e intrageneracional) y la permanencia de los sistemas se hace posible por la satisfacción de las necesidades sociales (Müller, 1996).

c) Sustentabilidad ambiental: apunta a preservar la diversidad de especies biológicas, los ecosistemas imprescindibles y los procesos ecológicos; la importancia de preservar la diversidad biológica se enfatiza en que no puede ser reemplazada, y asegura el equilibrio de la naturaleza (Ciegis et al., 2009). Para lograr supervivencia en el largo plazo, el ecosistema debe mantener sus características esenciales (Müller, 1996).

Los tres elementos propuestos para el desarrollo sustentable deberían ser evaluados por igual, no tener en cuenta al menos uno de los aspectos significaría una amenaza

para la sustentabilidad de los sistemas y, en consecuencia, para el desarrollo sustentable en general (Ciegis et al., 2009; Abraham et al., 2014; Sarandón & Flores, 2014). Dicha evaluación parece sencilla de plantear, pero en la práctica se torna difícil y compleja, ya que se debe cumplir con objetivos productivos, ambientales, sociales y económicos a través del tiempo y de manera simultánea, lo cual significa un abordaje integral y holístico (Ciegis et al., 2009; Decara et al., 2013).

En consecuencia de las vertientes teóricas y dimensiones que implica el desarrollo sustentable, no resulta tarea sencilla definir prácticas agrícolas sustentables. Según Sarandón & Flores (2014) una agricultura sustentable debería ser suficientemente productiva, económicamente viable a largo plazo, ecológicamente adecuada (que preserve la integridad del ambiente en el ámbito local, regional y global) y cultural y socialmente aceptable.

2.2.2 Intensificación sustentable versus intensificación ecológica

En el ámbito de la agricultura y la producción alimentaria en general, se encuentra actualmente un debate teórico que plantea dos grandes miradas sobre el uso que realizan las personas de los recursos naturales: una intensificación sustentable y una intensificación ecológica. La intensificación sustentable o ecoeficiente, también denominada mirada de sustentabilidad débil, se utiliza para justificar cualquier forma de intensificación sobre el uso (privado o público) de los recursos naturales. En cambio la intensificación ecológica, también denominada mirada de sustentabilidad fuerte, se define como el medio para hacer un uso intensivo e inteligente de las funciones naturales de los agroecosistemas (Tittonell, 2014).

Alineada con la intensificación sustentable o ecoeficiente, la Economía de los Recursos Naturales y del Medio Ambiente surge como respuesta de los economistas neoclásicos al paradigma ambiental contemporáneo. La aparición de esta disciplina se produce alrededor de 1970³, con las ideas precursoras de Malthus, Pigou, Hotelling y Coase. En dicha disciplina, se distinguen Economía Ambiental y Economía de los Recursos Naturales.

La Economía Ambiental desarrolla temas relacionados con la función del medio ambiente como receptor y asimilador de residuos (Labandeira et al., 2007). Aproximadamente un tercio de los alimentos producidos para consumo humano a nivel mundial se pierde o desperdicia (FAO, 2011). Como consecuencia de esto, no sólo se desperdicia alimento sino también la utilización desmedida de energía, gran cantidad de recursos naturales insumidos y emisiones de gases de efecto invernadero que surgen de procesos y productos (FAO, 2011; Martínez et al., 2014). La Economía de los Recursos Naturales gestiona los recursos intentando resolver conflictos entre usos alternativos, el objetivo es alcanzar la porción óptima de agotamiento para los recursos renovables o el uso sustentable para los no renovables (Labandeira et al., 2007).

En ambos casos, la visión se mantiene optimista con respecto a las perspectivas de desarrollo futuro gracias a los procesos compensatorios, tecnológicos y de mercado; para justificar la aplicación del análisis económico se reconoce que los recursos son escasos y multifuncionales (Labandeira et al., 2007). Avances sobre la mirada neoclásica plantean enfoques sobre los recursos naturales desde la Nueva Economía

³ En esta época comienza también la noción de Huella Ecológica, “el concepto de Huella Ecológica es simple: consiste en convertir los flujos de energía y materia que ingresan a, o salen de, un país o región en su equivalencia de tierra y agua utilizada” (Viglizzo, 2010:7). Posteriormente, a principios del siglo XXI, huella hídrica y huella energética se plantearán como indicadores de mayor especificidad temática.

Institucional que destaca la relevancia de las instituciones y su susceptibilidad de ser analizadas (Williamson, 2000).

La intensificación sustentable proviene del paradigma dominante, tratado desde la Economía de los Recursos Naturales, y posee su materialización agroalimentaria en la propuesta conocida como Agricultura Climáticamente Inteligente (CSA, por sus siglas en inglés). CSA posee tres pilares fundamentales: incrementar de forma sostenible la productividad y los ingresos agrícolas, adaptar y desarrollar resiliencia al cambio climático y reducir o eliminar las emisiones de gases de efecto invernadero (FAO, 2013). Esta mirada plantea que la agricultura debe transformarse para alimentar la creciente población mundial y sentar las bases para el crecimiento económico y disminuir la pobreza. FAO (2013) afirma que debido a los sucesos climáticos adversos en la agricultura (efectos del cambio climático), se requerirán esfuerzos de adaptación vertiginosos y costos asociados de mitigación cada vez mayores.

En manifestación crítica a la Economía de los Recursos Naturales y del Medio Ambiente surge la Economía Ecológica. Dicha corriente “ecocentrista” plantea que el proceso económico no produce cambios cualitativos ni es afectado por el cambio cualitativo del medio en que se desenvuelve: es un proceso aislado, independiente y ahistórico, un flujo circular entre producción y consumo sin entradas ni salidas (Georgescu Roegen, 1971). La Economía Ecológica se ocupa de la escala óptima de un sistema económico que puede ser sustentado por la dotación de recursos. El tamaño del sistema impone límites al crecimiento y estaría limitado por las leyes de la termodinámica (Glave & Escobal, 1995).

Generalmente el problema se encuentra en que la economía y la ecología se sustentan en basamentos teóricos que difieren entre sí y, por este motivo, no se precisan con claridad sus diferentes objetos de estudio. La ecología tiene como objeto de estudio la biósfera en su conjunto y todos los recursos existentes formando interrelaciones como un sistema; la economía mantiene relaciones más restringidas entre objetos que son valorables, productibles y apropiables (Rosa, 2016).

2.2.3 Gestión de agua y energía

En las últimas décadas, diferentes autores e instituciones han incorporado a estudios internacionales y nacionales un concepto que interrelaciona el fuerte vínculo entre el agua y la energía (CEC, 2005; Hardy & Garrido, 2010; Cabrera, 2011; FAO, 2011; UNEP, 2011; Hardy et al., 2012; ADB, 2013; WWAP, 2015) con la producción de alimentos. Hardy et al. (2012) consideran dos enfoques distintos para trabajar las interrelaciones entre estos dos recursos: uno denominado “energía para el agua” y el otro “agua para la energía”. Ambos parecen similares, pero se abordan de modos diferentes.

El primer foco sobre “energía para el agua” separa la conexión de las diferentes etapas que consumen energía para hacer funcionar el ciclo integral del uso de agua. En las principales etapas identificadas son evaluados los costos enérgicos por unidad de volumen de agua. En el otro enfoque “agua para energía” se evalúa la oferta de agua que se necesita en las centrales hidroeléctricas por unidad de electricidad producida (Hardy et al., 2012). Estudios relacionados (CEC, 2005) plantean la posibilidad de realizar ambos enfoques a niveles nacionales, regionales y locales.

Relacionando conceptos anteriores y bajo el enfoque “energía para el agua”, se puede ejemplificar la innovación de los regadíos tradicionales en productores locales. La innovación logra aumentos en la productividad del agua y la tierra, mejora la calidad de los productos y la vida de los productores, pero inevitablemente aumenta

considerablemente el consumo de energía (Hardy & Garrido, 2010) y en consecuencia los costos energéticos. Estos seguramente se verán reflejados en detrimento de los resultados económicos del productor y/o en un aumento de precios al consumidor intermedio o final. Según el PNUMA (2011) la energía se destaca por la creciente preocupación vinculada al cambio climático. La eficiencia energética puede jugar un papel catalítico para alcanzar reducciones significativas en las emisiones y las energías renovables aparecen como una opción para reducir las emisiones sin afectar el crecimiento económico, especialmente en los países en desarrollo (PNUMA, 2011).

2.3 Principales corrientes y reflexiones teóricas

2.3.1 Economía de los Recursos Naturales y Nueva Economía Institucional

Siguiendo con el desarrollo teórico neoclásico, dejando de lado la Economía Ambiental y dentro de la Economía de los Recursos Naturales, la base para los recursos no renovables fue formulada por Gray y Hotelling y el análisis surge de la preocupación sobre las tasas excesivas de extracción de estos recursos y su bajo precio de mercado (Labandeira et al., 2007). En este contexto, la ineficiencia se debe a que las relaciones entre los agentes no se encuentran valoradas adecuadamente y toda asignación eficiente requiere necesariamente que cada agente se enfrente con los precios correctos de sus acciones, por lo tanto, el concepto de eficiencia económica resulta clave para la gestión de los recursos naturales (Labandeira et al., 2007).

La teoría de la empresa neoclásica, aplicada muchas veces a las empresas que producen bienes agropecuarios (particularmente a las productoras de *commodities*), se caracterizaba por residir sobre un entorno sin fricciones en el que las empresas (guiadas por las fuerzas del mercado de oferta y demanda en competencia perfecta) serían capaces de llegar a un punto de equilibrio óptimo del mercado donde se ajusta el concepto de eficiencia económica, es decir, lleva a una asignación eficiente de los recursos. El problema reside en que los aportes neoclásicos centran sus estudios en individuos racionales, con información perfecta y plena certidumbre, pero en la realidad toda actividad humana, y en concreto la actividad económica, se desarrolla dentro de un marco institucional⁴ que reduce la incertidumbre al tiempo que limita las alternativas de los individuos (Carrasco Monteagudo & Castaño Martínez, 2012). Por dichas razones, el enfoque neoclásico es difícilmente aplicable a entornos complejos como los actuales.

Las ideas centrales de la nueva economía institucional⁵ se resumen en la importancia y suceptibilidad del análisis de las instituciones, su finalidad se encuentra en explicar el valor de las instituciones en la vida social. Williamson (2000) desarrolla para la gestión de los recursos naturales cuatro niveles de análisis social, donde los niveles más altos necesariamente imponen restricciones en el nivel inferior inmediato:

1) Nivel uno o de integración social: este primer nivel incluye normas, costumbres, cultura, tradiciones, religión, etc. En este nivel las instituciones cambian muy lentamente, en el orden de los siglos o milenios, también denominadas por el autor como “reglas informales”. Dicho nivel de análisis es realizado por historiadores economistas u otros científicos sociales.

⁴ “Las instituciones son las *reglas de juego*, el modo de hacer las cosas en una sociedad, en una empresa en un momento y espacio concreto” (Carrasco Monteagudo & Castaño Martínez, 2012:51).

⁵ Autores destacados y precursores de esta corriente son Coase, North, Williamson y Ostrom (Carrasco Monteagudo & Castaño Martínez, 2012).

2) Nivel dos o entorno institucional: en el segundo se sitúan las decisiones o “reglas formales” tomadas colectivamente y por el Estado (constituciones, leyes, derechos de propiedad, etc.). En este nivel las instituciones cambian lentamente, en décadas o siglos.

3) Nivel tres o entorno de gobernanza: en este nivel se analiza la estructura de gobernanza de las relaciones contractuales, teniendo presente a la gobernabilidad como un esfuerzo para elaborar el orden, con el fin de mitigar conflictos y obtener ganancias mutuas. La posibilidad de reorganizar las transacciones entre las estructuras gubernamentales se examina periódicamente, del orden de un año a una década.

4) Nivel cuatro o análisis marginal: aplica al estudio de la formación de precios en los mercados de recursos, aquí, según el autor se registra el análisis neoclásico. Se emplea el aparato de optimalidad en funciones de producción donde los ajustes se producen más o menos continuamente.

La nueva economía institucional generó desarrollos analíticos y teóricos en el segundo y tercer nivel de análisis social (Williamson, 2000), por lo que estos avances constituyen fundamentos teóricos de mucho interés para la Economía de los Recursos Naturales; el cambio institucional es fundamental para comprender la gestión de los recursos naturales a lo largo del tiempo (Rosa, 2016). El equilibrio al que llega la visión de la empresa neoinstitucionalista es más transitorio. No se pone tanta atención en el ajuste entre entradas y salidas, aceptando que la tecnología y las demás restricciones son fijas (o nivel 4 de análisis), sino que se enfatiza más en la posibilidad de que tales restricciones sociales cambian en el tiempo.

El empresario tratará de buscar fórmulas de inversión que le permitan aumentar los beneficios de la empresa en distintos entornos (económicos, sociales, institucionales, legales) cambiantes; debido a esto, un criterio de eficiencia es la separación entre las actividades más deseables y las menos en un momento del tiempo, o en un período dado. “Una solución eficiente es aquella que permite lograr beneficios respecto a otra que no lo permite; o una solución es más eficiente que otra si permite obtener más beneficios” (Carrasco Monteagudo & Castaño Martínez, 2012:49).

La nueva economía institucional relativiza los equilibrios formulados por la economía neoclásica, advirtiendo que las transacciones se encuentran limitadas por la definición de los derechos de propiedad y de las reglas de juego que impone el marco institucional (Rosa, 2016). En este marco, los efectos que generan las actividades de un individuo o firma se denominan externalidades y necesariamente alteran la estructura de costos y los beneficios privados y públicos de los demás individuos o firmas.

Teóricamente la existencia de pocos individuos posibilita la negociación entre partes, el problema subyace cuando el número de individuos o firmas aumenta, para este tipo de situaciones será el Estado quien deba garantizar la provisión y regulación de los bienes que presentan externalidades. En todos los casos el método que debe adoptar el ente estatal debe estar enmarcado en las regulaciones y perseguir la eficiencia de los recursos, con estrategias tendientes a reducir los niveles de actividad e impactos que generan los sistemas productivos en el ambiente. Debido a esto, los entes estatales generalmente utilizan instrumentos de regulación ambiental que están basados en la propiedad y los mercados. También se utilizan instrumentos de programación que cuantifican el impacto ambiental en marcos lógicos y deben medirse en términos de indicadores que presentan información respecto de calidad y cantidad para determinar justamente los logros esperados (Narodowski, 2011).

Finalizando el apartado, se plantea la necesidad de siempre considerar las externalidades como un “cambio de costos” y una parte integrante de la economía, que está necesariamente abierta a la entrada de recursos y a la salida de residuos (Martinez-Alier, 2001). Por este motivo, la apropiación de recursos y la producción de residuos no controlada por parte del Estado y administrada por actores sociales individuales en pos de su propio beneficio, puede derivar en quejas comunales resultantes de conflictos por la distribución ecológica de recursos y residuos. El análisis institucional necesariamente debe ser aplicado al contexto analizado, donde se valorará cada situación particular desde el punto de vista ecológico, social (Rosa, 2016) y económico.

2.3.2 Economía Ecológica y Agroecología

La Economía Ecológica propone un nuevo campo transdisciplinario e integrador que estudia nuevos temas y aplica métodos como: a) nuevos indicadores e índices de sustentabilidad de la economía; b) macroeconomía ecológica y debates entre nociones débiles y fuertes de sustentabilidad; c) aplicación de nociones ecológicas de capacidad de carga y resiliencia; d) valoración y pago por servicios ambientales, valoración monetaria de las externalidades, pero también la discusión sobre la inconmensurabilidad de los valores; e) evaluaciones de riesgo, incertidumbre, complejidad y ciencia pos normal; evaluación ambiental integrada, incluida la construcción de escenarios, modelado dinámico, métodos multicriterio participativos de toma de decisiones; f) la asignación de los derechos de propiedad y su relación con la gestión de los recursos naturales, antiguas y nuevas instituciones gubernamentales para la gestión ambiental; g) causas y consecuencias del cambio tecnológico en el ambiente; h) teorías de consumo en relación con los impactos ambientales; i) relaciones con la ecología industrial, aplicaciones a la administración de empresas, responsabilidad social corporativa; j) relaciones con campos como la economía feminista; historia económica-ambiental; ética medioambiental; ecología política, urbanismo, estudios campesinos y; k) políticas públicas ambientales, instrumentos de política ambiental a menudo centrados en el “*principio de precaución*”⁶ (Martinez-Alier, 2015).

Sumada al debate actual y particularmente para los sistemas agropecuarios, la Agroecología se presenta como una nueva disciplina científica que surge de los conocimientos, teorías y metodologías de otras disciplinas (agronomía, ecología, economía, sociología, entre otras) que aportaron en los agroecosistemas como su objeto de estudio. El enfoque agroecológico se caracteriza por la participación activa de las comunidades en procesos de investigación y toma de decisiones conjuntas, cuestión que también exige innovación institucional (Tittonell, 2014). Se estudia bajo un enfoque de sistemas complejos, con dos dimensiones: temporal y espacial, dimensiones que se comprenden desde una base transdisciplinaria, donde la aproximación al agroecosistema puede hacerse desde múltiples metodologías (Álvarez-Salas et al., 2014). Muchas de las afirmaciones realizadas por la Agroecología aún no han demostrado ser eficaces, adaptables o escalables, ninguna forma de intensificación ecológica es capaz de ofrecer soluciones rápidas y requieren de un compromiso a largo plazo (Tittonell, 2014).

⁶ También llamado principio precautorio y se define como el respaldo para adoptar ciertas medidas de prevención ante eventuales riesgos graves para la salud humana y el ambiente, sin que todavía haya prueba científica determinante.

2.3.3 Gestión Integrada de los Recursos Hídricos

El agua es por definición un recurso renovable que cumple un ciclo hidrológico de recarga, el problema subyace ante la escasez por la sobreexplotación de su capacidad de recarga natural. “En muchas partes del mundo, los recursos hídricos ya están sujetos a grandes presiones. Sin embargo, seguirá aumentando la demanda de más agua para cubrir la necesidad adicional de alimentos, energía, servicios y agua potable, por lo que la competencia por el recurso hídrico será inevitable y se intensificará” (Beekman et al., 2014:10).

En 1977, la Conferencia Mundial sobre el Ambiente de Mar del Plata, trató por primera vez el tema del agua, demandando una planificación integral del recurso hídrico en los países, que formulen políticas nacionales (CEPAL, 1998). Luego de quince años, se desarrolló la Conferencia Internacional sobre el Agua y el Medio Ambiente, en 1992 en Dublín, una reunión técnica previa a la mencionada Conferencia de Río que se desarrolló en Río de Janeiro en ese mismo año. La Conferencia de Río (también denominada Cumbre de la Tierra) involucró entre sus consideraciones las limitaciones de la oferta del agua y la formulación de algunos principios rectores para orientar su gestión: a) el agua es un recurso finito; b) la gestión y aprovechamiento deben ser participativos, y; c) el agua es un bien económico que tiene valor económico en todos sus usos (Padilla et al., 2013). El documento de la Conferencia de Río (Agenda 21, capítulo dieciocho) tomó algunos de los principios establecidos en Dublín refiriéndose puntualmente a la necesidad de hacer una gestión integrada de los recursos hídricos. En el año 2000 y desde la Asociación Mundial del Agua (GWP, por sus siglas en inglés) es que surge la GIRH definida como “un proceso que promueve la gestión y desarrollo coordinado del agua, el suelo y los recursos asociados para maximizar equitativamente el bienestar social y económico resultante, sin comprometer la sostenibilidad de los ecosistemas vitales” (GWP, 2009:18). La GIRH se considera como un diálogo entre los diferentes sectores consumidores de agua. La gestión y el desarrollo integral de los recursos hídricos buscan asegurar un uso óptimo y sustentable del agua para el desarrollo económico y social, mientras se protege y mejora el valor ecológico del ambiente (GWP, 2000; Henríquez et al., 2011). Entre los retos que plantea la GIRH está la definición de intereses sobre el agua desde una perspectiva equitativa entre los sectores consumidores. Generalmente, estos aspectos no admiten una única solución y requieren de soluciones acordes con cada contexto socioeconómico, similar al enfoque del desarrollo sustentable (Ruiz & Gentes, 2008).

2.3.3.1 Indicadores de gestión.

Los indicadores son un componente esencial en la evaluación del proceso hacia la GIRH. Pueden ser definidos como variables cuantitativas o cualitativas que sintetizan información útil y permiten observar y analizar tendencias sobre cambios en el desarrollo de los sistemas. De esta manera, el objetivo es proveer una base empírica y numérica para el conocimiento de los problemas y el cálculo de los impactos (Tieri et al., 2014). Un indicador cuantitativo se expresa y evalúa en términos de cantidades, números, volúmenes y porcentajes. Un indicador cualitativo se expresa como situación, objeto o proceso, y se evalúa en términos de bueno, suficiente, satisfactorio, sí, no, entre otros (Morán Montaña et al., 2006).

Los indicadores deben ser sensibles a los cambios en tiempo y espacio, es importante que sean objetivos y que reflejen realmente el atributo que se quiere evaluar (Tieri

et al., 2014). La cualidad más importante de un indicador es que sea verificable objetivamente y sistemáticamente replicable (Glave & Escobal, 1995).

Los indicadores de la GIRH, como los de desarrollo sustentable, deben ser fruto de un acuerdo informado y participativo entre los actores sociales sobre los principales problemas, preocupaciones y anhelos relacionados con en el ámbito territorial bajo análisis (Gómez & Maldonado, 2015). En ese sentido, el proceso de selección de indicadores es tan importante como los propios indicadores. Indicadores mal adoptados pueden proveer una apreciación incorrecta del estado de situación del sistema bajo estudio (Glave & Escobal, 1995) y por lo tanto condicionar negativamente la toma de decisiones.

Para determinar los mejores candidatos a convertirse en indicadores de sustentabilidad, Glave & Escobal (1995) sostienen que la literatura ha seguido los siguientes pasos: a) seleccionar un número de indicadores potenciales o posibles, b) evaluar dichos indicadores para garantizar su capacidad de reflejar determinadas características del objeto de estudio, c) desarrollar valores que toman umbrales cuantitativos o cualitativos (para admitir un cambio en el sistema bajo observación), d) realizar una evaluación de sensibilidad del indicador cuando es posible, e) finalmente, tomar en cuenta la relación costo-beneficio del proceso de creación del indicador, como parte fundamental del proceso de selección del mismo.

Quiroga Martínez (2007) divide a los indicadores en tres tipos: a) indicadores de primera generación (1980-presente), que dan cuenta el fenómeno complejo desde la singularidad, reduciendo el número de dimensiones; b) indicadores de segunda generación (1990-presente), que se han fundamentado en metodologías de agregación conmensuralistas, cuyos resultantes son comunicacionalmente potentes pero metodológicamente discutibles y; c) indicadores de tercera generación (por desarrollar), se trata de producir indicadores transversales, que en una o pocas cifras nos permitan incorporar lo económico, social y ambiental en forma transversal, sistemática y sistémica.

Constanza et al. (2016) plantean que los Objetivos para el Desarrollo Sustentable (ODS) acordados por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) ofrecen un panel detallado de objetivos, metas e indicadores que pueden motivar y guiar el proceso de cambio social global. Los autores reflejan que los ODS acordados son un logro importante en el desarrollo de objetivos compartidos para toda la humanidad e incluyen las dimensiones económica, social y ambiental y alertan sobre la necesidad de desarrollar un marco de reformas de políticas y cambios sociales que hagan posible el logro de los ODS tanto a nivel nacional como global.

2.4 Modelos económicos en el sector agroalimentario

Como se planteaba en los apartados anteriores, las decisiones tomadas en el sector agroalimentario se complementan con el medio natural o físico y relacionan a actores sociales que persiguen diferentes objetivos e intereses, por lo tanto, la valoración de los recursos difiere en concordancia con estas percepciones. Generalmente las decisiones tomadas en el sector, deberían ir en pos de beneficiar a todo el sistema para intentar proporcionar sustentabilidad en el largo plazo a todos los actores que intervienen. Por este motivo es que las decisiones políticas de los entes estatales toman relevancia, aunque muchas veces el desarrollo sustentable de un sector o territorio parezca complejo y hasta utópico.

En este contexto toma relevancia la GIRH en las cuencas de los ríos, asegurando el uso óptimo y sustentable del agua promoviendo el desarrollo integral del ambiente en

conjunto con los demás recursos (suelo, energía, biodiversidad, otros) y mejorando el desarrollo económico y social de las regiones.

Los modelos económicos de programación matemática son una herramienta de ayuda a la toma de decisiones entre alternativas factibles (Vitoriano, 2007) en relación a promover el desarrollo sustentable. Dichos modelos, utilizados por la Economía de los Recursos Naturales y por la Economía Ecológica, realizan la maximización o minimización de funciones objetivo (FO) que pueden ser una o varias, establecidas para aclarar el objetivo estratégico de la decisión. Dichas funciones son sujetas a determinadas restricciones de contexto que influyen sobre los objetivos determinados. Luego de abordar los diferentes resultados, habitualmente se realizan análisis de sensibilidad o análisis de escenarios. Éstos analizan comportamientos de las principales variables que influyen en la decisión. De esta manera se enriquece la evaluación de las alternativas factibles. A continuación, se abordarán los principales antecedentes sobre modelos económicos vinculados al sector agroalimentario, particularmente utilizando técnicas matemáticas de programación lineal.

2.4.1 Antecedentes de modelos económicos

Realizando un repaso histórico por los modelos de programación lineal, los primeros estudios a niveles microeconómicos apuntan a los realizados a explotaciones como modelos de planificación a nivel organizacional (Irueta, 1964). Años después se comenzaron a realizar propuestas de análisis multinivel presentando la herramienta como un marco para el desarrollo de políticas en territorios, diferenciando las variables que controlan los responsables políticos de las que no y estableciendo escenarios políticos sólo con dos niveles de análisis (Candler et al., 1981).

Kutcher & Norton (1982) explican que las opciones de producción en la agricultura se encuentran limitadas por las disponibilidades estacionales y la totalidad de los recursos. Según los autores, los gobiernos ya veían la necesidad de instrumentos de apoyo, dando a conocer las principales consecuencias de los programas a adoptar, es por esto que se optaba por modelos de programación matemática para este tipo de decisiones porque se veía el problema de forma más sencilla. Por este motivo y porque los problemas agrícolas se podían resumir en este tipo de programación es que se comienzan a utilizar en la agricultura. Las alternativas incluían diferentes cultivos, diferentes fechas de siembra, números de riegos, fertilizantes, entre otros. Desde el punto de vista de los recursos, los problemas solían implicar una serie de restricciones de desigualdad, que podían incluir, por ejemplo, la disponibilidad agua de riego.

Los modelos de programación matemática agrícolas poseían cinco niveles distintos de agregación: la explotación, el distrito, la región, el sector agrícola y para múltiples países que se dedican al comercio agrícola mutuo, además los modelos podían caracterizarse como normativos o positivos y como estáticos o dinámicos (Kutcher & Norton, 1982). La posibilidad de modelos de optimización positiva sólo se realizaba con la prueba de Samuelson (1952) cuya función de maximización garantizaba la simulación de un mercado competitivo. El realismo de los modelos de programación matemática del sector agrícola depende de la riqueza de la elección y del nivel de detalle incorporado en el conjunto de análisis de actividades.

Bowen & Young (1985) ofrecen una técnica de programación lineal para determinar la asignación óptima de recursos en presencia de múltiples restricciones. Proponen como función objetivo la maximización de beneficios netos anexando a las restricciones relaciones técnicas. Plantean restricciones de agua y restricciones de

superficies cultivables con análisis estacionales. Estiman los beneficios económicos netos del agua de riego bajo condiciones hipotéticas de suministros y realizan diferentes escenarios mediante análisis de sensibilidad.

Mendoza et al. (1986) incluyen una propuesta de planificación de uso de tierras con destino forestal a través de la programación objetiva múltiple (MOP), una técnica matemática relacionada con problemas en los que se deben optimizar simultáneamente varias funciones sujetas a determinadas restricciones. En una continuación del trabajo anterior y llevando la metodología propuesta a un ejemplo agroforestal, Mendoza et al. (1987) utilizan dos FO en el planteo del problema, sujetas a dos restricciones.

Mohamed et al. (2000) profundizan sobre planificación en el uso de la tierra incluyendo un análisis de políticas estableciendo objetivos reales de los actores. Dividen los objetivos en agrotécnicos, agroecológicos y socioeconómicos y describen las políticas analizadas construyendo diferentes escenarios.

Münier et al. (2004) realizan un aporte novedoso de integración entre un modelo ecológico y agroeconómico. La evaluación se basa en un modelo de paisaje que describe la distribución natural y un modelo agroeconómico que evalúa los costos de los cambios en el uso de la tierra agrícola a nivel de explotación. La situación actual se representa como un escenario base y seleccionaron tres escenarios orientados a una mayor producción agrícola.

Bazzani (2005) realiza el DSIRR (*Decision Support System for Irrigation*) iniciando en el marco teórico desde la GIRH aportando sobre las variables que intervienen en las políticas de decisión del agua. El autor sostiene que no sólo se deberían contabilizar las pérdidas de ingresos económicos y bienestar de las personas, sino que contabilizar ahorros e impactos ambientales sobre el agua, podría redundar tomar decisiones positivas para el ambiente (por ej. protección del suelo, creación de paisajes, preservación de la biodiversidad) o negativas (por ej. contaminación). En este contexto, los modelos de soporte de las decisiones (DSS) son adecuados para proveer la información necesaria. El autor plantea las diferencias entre horizontes de tiempo cortos y largos en las decisiones de los agricultores, indicando como base los resultados económicos como el Margen Bruto (MB) para el corto plazo y el Margen Neto (MN) para el largo plazo (Bazzani, 2005).

Henseler et al. (2005) incorporan la PMP (Programación Matemática Positiva - Howitt, 1995) como una herramienta adecuada para los modelos agroeconómicos a niveles regionales. Los autores realizan una revisión de modelos económicos y establecen comparaciones a escala regional (tabla 2.1). Estiman la FO como maximización del MB total del área y establecen la optimización con los cultivos actuales, utilizando cultivos alternativos dentro de las restricciones del modelo.

Scheierling et al. (2006) realizan un modelo agroeconómico de simulación, donde analizan políticas hipotéticas de subsidios de conservación de los recursos físicos con respecto a sus efectos sobre factores hidrológicos y agronómicos (p. ej. suministro de agua de riego, el uso consuntivo y los flujos de retorno, mezcla y uso de insumos, elección de tecnología de riego y rendimientos de agua netos agrícolas).

Tabla 2.1: Comparación de modelos agroeconómicos regionales seleccionados bajo diferentes criterios.

Modelo	Resolución espacial	Resolución temporal	Métodos de optimización	Actividades
RAUMIS	Distrito	Estático	LP	Cultivos
MODAM	20 ha	Estático-comparativo	LP	Forrajes y ganado
ROMEIO	250 m ²	Estático-comparativo	PMP	Forrajes y ganado
Röhm's-Model	Distrito	Estático-comparativo	PMP	Forrajes y producciones intensivas.
ACRE	Distrito	Estático-comparativo	PMP	Forrajes, ganado y producciones intensivas.

Fuente: Extraído de Hanseler et al. (2005); adaptado de Dabbert et al. (1999).

Rossing et al. (2007) realizan una comparación entre los diferentes enfoques de análisis de impacto multifuncionales en la agricultura en los países de Francia, Alemania y Holanda. En los tres países el desarrollo metodológico aparece como el principal objetivo de la investigación y los enfoques estáticos dominaron sobre los dinámicos. Los autores analizan la falta de indicadores sociales a lo largo de todos los estudios. Los indicadores económicos fueron: costos, MB, costeo total, utilidad, liquidez, ratio del retorno de los factores, inversión y en ocasiones aparece el riesgo. Dentro de los indicadores abióticos se encuentran los nutrientes de las plantas, pesticidas, erosión, agua y clima.

Cittadini et al. (2008) plantean un DSS explorando las consecuencias de las diferentes decisiones estratégicas y tácticas de las explotaciones que producen frutas en la Patagonia Argentina, considerando los diferentes actores sociales. En un modelo agroeconómico denominado OPTIFROP se establecen dos FO: una tendiente a maximizar el beneficio económico (privado) y la otra función a maximizar la mano de obra (público). Es un modelo dinámico de optimización y escala de explotación, que asigna en el transcurso del horizonte temporal de la ejecución, actividades de producción a tres explotaciones hipotéticas. El modelo está programado como IMGLP (De Wit et al., 1988), escrito en GAMS y usando el solver de CPLEX (McCarl, 2007). La FO orientada al sector privado, utiliza el indicador del Valor presente del resultado financiero acumulado (VAN) que se define como la función de Valor Bruto menos el Costo de Producción Agrícola en términos anuales. El costo de producción consiste en dos términos separados: el primer término incluye todos los costos de inversión (fijos) requeridos, mano de obra anual y costos de los insumos anuales; el segundo término se refiere a los inevitables costos de erradicación de las actividades de uso de la tierra en dos años consecutivos. El modelo es aplicado a cultivos de cereza, manzana, ciruela, durazno y nogal con horizonte de tiempo a 50 años.

Zimmermann (2008) utiliza la programación multiobjetivo maximizando indicadores en un modelo productivo de leche (tambo). El modelo maximiza el ingreso de la producción y el índice de sustentabilidad (compuesto por indicadores económicos: costos de producción, productividad del trabajo, productividad de la superficie, productividad del capital; sociales: remuneración de la mano de obra, esfuerzo

realizado y; ambientales: energía utilizada, eutrofización, utilización del área disponible, ecotoxicidad territorial y sistemas de viviendas).

Henseler et al. (2009) trabajan con modelos de cambio climático en donde explican que, en la escala a nivel de explotación los resultados son robustos, pero muchas veces se discute la calidad de los datos por eso se apalanca en modelos regionales. Utilizan el modelo ACRE diseñado como *bottom up* (de abajo hacia arriba) a través de un enfoque para simular el uso de la tierra a nivel regional. ACRE es un modelo de optimización estática, que maximiza el MB total a nivel regional de diferentes actividades productivas por cada municipio. De temporalidad anual, crea un solo tipo de explotación por región. El modelo se encuentra sujeto a restricciones de tierra, de cantidades totales de los cultivos y sobre la cantidad de actividades variantes. Para la aplicación de este trabajo se analizan dos escenarios ficticios y contrapuestos, uno con medidas estatales ultra-proteccionistas y otro con medidas ultra-liberales.

Aurbacher y Dabbert (2011) analizan modelos lineales de programación que optimizan la secuencia de la rotación de cultivos intentando modelar las decisiones en el uso de la tierra de los productores. Los autores asumen un comportamiento racional sobre la FO: maximización de la utilidad, bajo las restricciones de área, mano de obra y de rotación de cultivos. Candelaria Martínez et al. (2011) realizan una revisión sobre los modelos de programación matemática de simulación, los cuales representan indicios aproximados de comportamiento entre diferentes comportamientos de variables. Establecen el concepto de modelaje participativo como proceso lento a ejecutarse en el largo plazo y muy susceptibles a la reacción de los actores sociales, sobre todo del productor agropecuario.

Britz et al. (2012) realizan una revisión sobre las evaluaciones integradas (EI) ante la creciente complejidad de los objetivos políticos en el contexto de la toma de decisiones. Plantean la fuerte dependencia de la agricultura con la tierra como factor de producción y explican la importancia de las medidas políticas adoptadas con los agricultores estableciendo el concepto de EI. Caracterizan las explotaciones por sus atributos (estado de naturaleza, mercado y mecanismos institucionales), por su dotación fija y por la tecnología utilizada. También realizan una caracterización de los modelos:

- 1) Nivel micro (escala de explotación): se pueden diferenciar entre no lineales (p. ej. AROPAj; FSSIM, CAPRI) y econométricos (MEG, Hausman-Taylor Model, Métodos Bayesianos).
- 2) Nivel meso (escala subnacional o regional): suelen ser modelos comparativos de suministro estático donde las regiones administrativas típicas son tratadas como casos representativos. Contienen actividades de cultivos agrícolas y ganaderos y producen productos comercializables intersectorialmente. Ejemplos de estos modelos son RAUMIS (Regional Agricultural and Environmental Information System) y DRAM (Dutch Regionalized Agricultural Model).
- 3) Modelos híbridos que integran enfoques micro y meso: CAPRI y SEAMSSLES (System for Environmental and Agricultural Modelling; Linking European Science and Society).

Los autores exponen algunas limitaciones y diferencias en los modelos económicos agropecuarios. En primer lugar, no se encuentran estudios sobre la capacidad de gestión empresarial y se propone la integración de las actividades alternativas en las evaluaciones integradas, en este sentido es importante establecer qué actividades, cuántas y su método de evaluación. Establecen que los impactos de las tres

dimensiones de sustentabilidad dependen en gran medida de atributos que muestran una alta variabilidad en las explotaciones (localización, manejo, tamaño, etc.). Capturar dicha heterogeneidad sigue siendo un reto. No se contempla la posibilidad de plagas y enfermedades y existen incompatibilidades entre las escalas de modelos biofísicos y económicos con resoluciones temporales diferentes. Proponen la calibración y validación del modelado no *ex ante* sino *ex post* y finalizan observando que la EI posee una relevancia social muy importante con muchas cuestiones pendientes.

Michetti (2012) realiza una revisión de los diferentes enfoques de modelización para determinar el uso de la tierra, los cambios en el uso de la tierra y la agroforestación en vistas del Cambio Climático (CC). Particularmente y para los enfoques económicos los clasifica en: a) modelos econométricos y de análisis ricardiano; b) enfoques de optimización (individuales o regionales) y de equilibrio; c) modelos de equilibrio parcial (MEP) y; d) modelos de equilibrio general (MEG).

Cotter et al. (2014) explican cambios en el uso del suelo integrando un modelo ecológico y uno económico con base en la programación lineal a escala de explotaciones. Plantean un escenario “Go-Green” y otro alternativo en los cuales evalúan biodiversidad.

Fathelrahman et al. (2014) analizan los modelos de optimización respecto a los escenarios del CC. Explican que la programación matemática posee una larga historia en las ciencias económicas y de ingeniería ya que el enfoque maximiza una función objetivo frente a limitaciones físicas en los recursos. Presentan un modelo de desplazamiento del equilibrio llamado Colorado EDMP (**E**conomic **D**isplacement **M**athematical **P**rogramming model). Los autores dividen su función objetivo en cinco variables endógenas a optimizar. Analizan también estas variables de acuerdo a tres escenarios posibles de CC (Base, Seco y Húmedo).

Maneta & Howitt (2014) mencionan nuevas herramientas que se deben tener en cuenta a la hora de la obtención de datos para el uso de calibración de modelos agrícolas, como herramientas de teledetección y sensores satelitales, por ejemplo: MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) o Landsat. Manifiestan que se han visto mejoras sustanciales en las estimaciones basadas en satélites, dicha información puede proporcionar estimaciones de rendimientos relativamente simples que pueden ser precisas en escalas municipales o provinciales si se realiza una suficiente parametrización y calibración regional.

Fernández & Blanco (2015) revisan los modelos de impactos económicos del CC en la agricultura europea, haciendo énfasis en los enfoques económicos estructurales. Los autores plantean que existen tres enfoques principales: a) modelos basados en procesos biofísicos; b) modelos agroecosistémicos y; c) análisis estadísticos de datos históricos. Los autores realizan una taxonomía de los modelos clasificándolos en: a) enfoques analógicos-espaciales, analizan con técnicas econométricas los cambios espaciales en los patrones de producción y; b) enfoques estructurales que simulan respuestas de cultivos y agricultores basándose en relaciones estructurales económicas y se dividen en niveles globales, regionales y de explotación.

Fernández et al. (2016) vinculan un modelo de optimización económica con un modelo de simulación hidrológica. El modelado agroeconómico estima la distribución óptima del área del cultivo que satisface las restricciones y produce la utilidad esperada en las explotaciones. La FO se encuentra sujeta a restricciones de no negatividad de tierra (superficie por tipo de explotación y potencial área de riego) y de agua (requerimientos de los cultivos en la explotación y disponibilidad del agua en la

explotación por la eficiencia en su transporte y distribución). Realizan la integración de ambos modelos y estiman diferentes escenarios.

Lema (2016) plantea un modelo multicriterio a nivel predial en explotaciones pertenecientes a CORFO en la cuenca del río Colorado y para la provincia de Buenos Aires. El autor explica la importancia de tener en cuenta factores prediales ambientales en las planificaciones de largo plazo, puntualmente sobre la gestión del recurso hídrico como principal punto a abordar dentro del río Colorado.

Drobnik et al. (2017) realizan un modelo de optimización económica, basado en agentes e integrado con autómatas celulares provenientes de la física computacional. Utilizado en Suiza, ALUAM (**Alpine Land-Use Allocation Model**) es un modelo agroeconómico para la toma de decisiones que combina simultáneamente actividades ganaderas, de uso de suelo y de administración de recursos. ALUAM se contruyó entre agentes y en tres etapas: 1) consultas a grupos de expertos regionales y nacionales mediante la aplicación del método Delphi; 2) discusiones de los principales problemas y resultados preliminares del modelo en un grupo directivo que representaba a las partes interesadas y; 3) finalmente se ensayó en un sistema soporte y se vincularon ONG's, políticos y las administraciones municipales.

A continuación, la tabla 2.2 resume en orden cronológico las ideas, los autores y años y el tipo de antecedentes de modelos económicos. Los tipos de antecedentes se categorizaron en: a) revisiones de modelos económicos, b) modelos económicos realizados a niveles organizacionales, generalmente a escala predial en explotaciones agrícolas y; c) modelos económicos realizados a nivel regional/territorial.

Tabla 2. 2: Resumen de los antecedentes de modelos económicos en orden cronológico.

Ideas resumen	Autor/es (Año)	Tipo de antecedente
Modelo económico de programación lineal a niveles de explotación agropecuaria	Irureta (1964)	b) modelación a niveles organizacionales.
Modelo económico de programación lineal a niveles territoriales. Análisis de escenarios en torno a políticas.	Candler et al. (1981)	c) modelación a nivel territorial.
Los recursos y sus disponibilidades estacionales limitan las opciones de producción. El "realismo" de los modelos en el sector agrícola depende de la elección de la herramienta y del nivel de detalle incorporado.	Kutcher & Norton (1982)	a) revisión de modelos económicos.
Modelo económico de asignación óptima con múltiples restricciones maximizando beneficios netos con análisis de escenarios.	Bowen & Young (1985)	b) modelación a niveles organizacionales.
Modelo económico de programación múltiple con más de una FO.	Mendoza et al. (1986; 1987)	c) modelación a nivel regional.
Políticas mancomunadas con objetivos de actores sociales y análisis de escenarios.	Mohamed et al. (2000)	c) modelación a nivel territorial.
Modelo integrando aspectos ecológicos y agroeconómicos con análisis de escenarios.	Münier et al. (2004)	b) modelación a niveles organizacionales.

Tabla 2.2: Resumen de los antecedentes de modelos económicos en orden cronológico (continuación).

Ideas resumen	Autor/es (Año)	Tipo de antecedente
Modelo soporte para la toma de decisiones agrícolas.	Bazzani (2005)	b) modelación a niveles organizacionales.
Comparación de diferentes modelos agroeconómicos a escala regional.	Henseler et al. (2005)	a) revisión de modelos económicos.
Modelo agroeconómico analizando políticas de conservación de recursos con análisis de escenarios.	Scheierling et al. (2006)	c) modelación a nivel territorial.
Análisis de impactos multifuncionales en la agricultura de 3 países. Se plantea la falta de indicadores sociales en los estudios.	Rossing et al. (2007)	c) modelación a nivel territorial.
Modelo OPTIFROP con dos FO para producciones agrícolas intensivas a nivel de explotación.	Cittadini et al. (2008)	b) modelación a niveles organizacionales.
Modelo económico de programación multiobjetivo en producción de lácteos bovinos.	Zimmermann (2008)	b) modelación a niveles organizacionales.
Modelo ACRE para maximizar actividades productivas por municipio.	Henseler et al. (2009)	c) modelación a nivel territorial.
Modelo económico de optimización de secuencias en la rotación de cultivos.	Aurbacher y Dabbert (2011)	b) modelación a niveles organizacionales.
Conceptualización de modelaje participativo.	Candelaria Martínez et al. (2011)	a) revisión de modelos económicos.
Comparación de las EI en el contexto de políticas públicas. Falta de trabajos en torno a la capacidad de gestión empresarial, a la posibilidad de plagas y enfermedades e incompatibilidades entre escalas. Calibración y validación del modelado <i>ex post</i> .	Britz et al. (2012)	a) revisión de modelos económicos.
Modelos y enfoques económicos en torno al CC (cambios en el uso de la tierra y agroforestación).	Michetti (2012)	a) revisión de modelos económicos.
Modelo económico y ecológico integrado con análisis de escenarios evaluando particularmente la biodiversidad.	Cotter et al. (2014)	b) modelación a niveles organizacionales.
Modelo Colorado EDMP en torno a variables consecuentes con el CC y análisis de escenarios.	Fathelrahman et al. (2014)	c) modelación a nivel territorial.
Importancia de las herramientas de teledetección y sensores satelitales para la calibración y validación de los modelos agrícolas.	Maneta & Howitt (2014)	c) modelación a nivel territorial.

Tabla 2.2: Resumen de los antecedentes de modelos económicos en orden cronológico (continuación).

Ideas resumen	Autor/es (Año)	Tipo de antecedente
Caracterización de modelos económicos y análisis de impactos en torno al CC.	Fernández & Blanco (2015)	a) revisión de modelos económicos.
Modelo integrado de simulación hidrológica en conjunto con optimización económica en diferentes escenarios.	Fernández et al. (2016)	b) modelación a niveles organizacionales.
Modelo multicriterio con predominancia ambiental en la cuenca del río Colorado para la gestión del recurso hídrico.	Lema (2016)	b) modelación a niveles organizacionales.
Modelo ALUAM integrado con autómatas celulares analizando impactos regionales.	Drobnik et al. (2017)	c) modelación a nivel regional.

Fuente: Elaboración propia en base a los antecedentes recabados.

En la caracterización analizada para este apartado se destaca que la mayoría de los antecedentes recabados (diez) pertenecen a modelos económicos realizados a niveles organizacionales (b), ocho para modelos económicos realizados a niveles regionales/territoriales (c), seis revisiones en torno a los modelos económicos (a) y de los modelos económicos realizados a niveles nacionales se encontró sólo un antecedente.

2.4.1.1 Modelos hidroeconómicos

Dentro de los modelos económicos en el sector agroalimentario y más precisamente en áreas de superficie de riego emplazadas en cuencas de ríos, se manifiestan también modelos denominados hidroeconómicos, ya que integran las relaciones entre el agua y la economía. Éstos son herramientas de decisión que combinan las ciencias económicas con modelos hidrológicos que representan sistemas integrados y espacialmente distribuidos de los recursos hídricos, la infraestructura, las opciones de gestión (incluyendo indicadores) y los valores económicos (Harou et al., 2009).

Los modelos hidroeconómicos permiten analizar la complejidad dinámica de las interacciones económicas y ambientales en los sistemas de recursos hídricos (Brouwer & Hofkes, 2008; Bekchanov et al., 2017) a través de modelos matemáticos formales, vinculando procesos hidrológicos y biogeoquímicos con postulados económicos de oferta y demanda subyacentes de la prestación de servicios hídricos escasos (Brouwer & Hofkes, 2008).

Los componentes principales de los modelos que integran el agua y la economía son representaciones matemáticas de las relaciones hidrológicas en el sistema de agua (p. ej. una cuenca hidrográfica) y las relaciones de oferta y demanda de agua de los diferentes sectores que la utilizan (p. ej. consumo humano, agricultura, industria, entre otros). Las relaciones hídricas y económicas son generalmente impulsadas o evaluadas por los resultados económicos que generan (representados por indicadores monetarios comparables); en condiciones de escasez de agua un enfoque económico ayuda a identificar las asignaciones eficientes y a reducir gastos innecesarios por malas prácticas de uso y como tales, son útiles para evaluar políticas de uso de agua (Harou et al., 2009; Bekchanov et al., 2017).

Los modelos hidroeconómicos privilegian la GIRH y se encuentran orientados al descubrimiento de nuevas estrategias de eficiencia y transparencia en el uso del agua (Harou et al., 2009). El modelado de la demanda de agua ha adquirido importancia en la necesidad de comprender el uso de agua y la construcción de evaluaciones en las políticas adoptadas. Los mayores cambios en los modelos hidroeconómicos de políticas han sido la integración de demandas y ofertas individuales, la inclusión de los valores ambientales, la incorporación de la gobernabilidad, las condiciones institucionales (leyes, reglamentos y políticas) y la expansión en la escala de análisis de las cuencas hidrográficas, incluso entre cuencas (Booker et al., 2012).

Enfoques actuales se orientan a revelar y formular políticas innovadoras y dinámicas donde los administradores puedan lograr una mayor eficiencia en el uso del agua con planificaciones de visión compartida (Harou et al., 2009). Los avances en la literatura explican un cambio en torno a las políticas del modelado económico en el mundo debido al aumento de la demanda de agua, a los cambios en las condiciones hidrológicas, económicas, institucionales y a la tecnología informática (Booker et al., 2012).

Bekchanov et al. (2015; 2017) coinciden en una clasificación entre dos grupos de modelos que integran economía y agua: a) modelos de simulación u optimización a nivel de cuencas (SIMOPT) basados en nodos o redes, y; b) modelos de inputs-outputs (IOM) y modelos de equilibrio general computable (ECG), estos operan con el conjunto de las variables económicas, llamados también de “toda la economía” y se vinculan con los procesos del agua. Características particulares de los grupos:

a) Modelos basados en nodos o redes (SIMOPT): los modelos de simulación trabajan con la reproducción del sistema de agua lo más real posible (simulación y calibración) y establecen diferentes escenarios físicos para el manejo, induciendo el cambio de comportamientos. Dichos modelos son los más utilizados para un análisis sobre escenarios base y para la previsión sobre oferta y demanda de agua, asignaciones extras de una tecnología específica, cambios demográficos o socioeconómicos. Los modelos de optimización se fundamentan generalmente en un caso hipotético (el óptimo o mejor) determinado por una función objetivo modelo para una cuenca en particular (p. ej. óptimo resultado en eficiencia de agua, óptima infraestructura, minimización de los costos, maximización de resultados económicos). Dichos modelos son los más utilizados en los estudios de gestión de cuencas.

b) Modelos del conjunto de las variables económicas: estos modelos no solo permiten la evaluación del uso del agua o sus impactos en los mercados primarios, sino que también pretenden estimar como estos cambios en el mercado primario afectan y se transmiten a través de la economía en general (Dinar, 2012; Bekchanov et al., 2017). Generalmente se aplican para estimar el consumo de agua de diferentes *commodities* y se han analizado los flujos de agua virtuales internacionales para evaluar cómo se puede ahorrar agua cambiando patrones de producción (Bekchanov et al., 2017). Los modelos ECG son desarrollados para analizar el conjunto y la distribución de los efectos de políticas de manejo de agua o cambios en la oferta de agua en consonancia con el cambio climático. La principal aplicación sobre éstos modelos se desarrolla en el análisis de políticas en relación con el recurso agua para el sector agropecuario (Bekchanov et al., 2015).

Sintetizando algunos aportes sobre modelos hidroeconómicos aplicados al sector agroalimentario en cuencas de ríos (Carmona et al., 2011; Varela-Ortega et al., 2011; Blanco-Gutiérrez et al., 2013; Esteve et al., 2015 y otros), Ahrends et al. (2008) calculan un modelo hidroeconómico, dividiendo la modelización hidrológica de la

modelización económica. Los autores utilizan un modelo económico de optimización en el cual la función objetivo es maximizar las ganancias de la agricultura de regadío, y los parámetros que se utilizan son los rendimientos de los cultivos, precios y costos. Utilizan un modelo estático de un año de tiempo con una variación mensual y modelizan cuatro cultivos (arroz húmedo y seco, tomates y cebolla) en diferentes escenarios de agua.

2.4.2 Reflexiones sobre los aportes teóricos y metodológicos en modelos económicos en el sector agroalimentario.

Los modelos son métodos eficientes para reducir y entender la complejidad de los sistemas agroalimentarios (Candelaria Martínez et al., 2011). Dentro de los modelos económicos que utilizan la programación lineal (Irureta, 1964; Candler et al., 1981; Bowen & Young, 1985; Bazzani, 2005) o la PMP (Howitt, 1995; Henseler et al., 2005, 2009; Fathelrahman et al., 2014; Maneta & Howitt, 2014; Fernández et al., 2016) una característica importante es que se relaciona la producción agrícola (p. ej. mezcla de cultivos, superficie de cultivo, agua consumida) con variables económicas (MB, MN, VAN, etc.) en base a información primaria o secundaria.

Existe una primera clasificación entre modelos económicos orientados al sector agroalimentario:

a) modelos económicos de simulación (Scheierling et al., 2006; Candelaria Martínez et al., 2011).

b) modelos económicos de optimización (Irureta, 1964; Candler et al., 1981; Bowen & Young, 1985; Mendoza et al., 1987; Mohamed et al., 2000; Bazzani, 2005; Cittadini et al., 2008; Zimmermann, 2008; Aurbacher & Dabbert, 2011) y;

c) modelos económicos de equilibrios parciales y generales (Michetti, 2012; Fathelrahman et al., 2014).

Los modelos económicos muchas veces se encuentran en El con modelos hidrológicos denominados modelos hidroeconómicos (Ahrends et al., 2008; Blanco-Gutiérrez et al., 2013; Carmona et al., 2011; Esteve et al., 2015; Fernández et al., 2016; Varela-Ortega et al., 2011) y con agentes integrados (Drobnik et al., 2017).

Otra clasificación de modelos económicos es por los niveles de escalas de análisis que abordan: a) a escala individual o de explotación (p. ej. Cittadini et al., 2008); b) a escala regional o agregada (p. ej. Henseler et al., 2009) y; c) híbridos (Britz et al., 2012). A pesar de que las explotaciones agropecuarias se consideran la unidad básica de análisis en la agricultura, el modelado de sistemas agrícolas y naturales por lo general presenta la integración de las acciones a escala local con enfoques a escala regional (Henseler et al., 2009). Cuando las decisiones se basan en los mismos criterios (p. ej. la maximización de la utilidad), los tipos de explotación pueden ser modelados por medio de un modelo único y así se adquiere el carácter regional de la modelización (Blanco-Gutiérrez et al., 2013).

En general y para las decisiones políticas gubernamentales a escala regional, no se encuentra sólo el deseo de maximizar los resultados económicos, sino que también pueden encontrarse modelos con funciones multicriterio o multiobjetivos (Cittadini et al., 2008; Zimmermann, 2008) en las cuales toman preponderancia indicadores de sustentabilidad social y ambiental. Con respecto a los horizontes temporales, los modelos también se pueden clasificar en: a) estáticos, se enfocan en un solo momento del tiempo, generalmente un año (p. ej. Henseler et al., 2009) y; b) dinámicos, intentan captar el dinamismo de las variables en el tiempo (p. ej. Cittadini et al., 2008) generalmente más de un año.

Resulta importante la concepción de modelaje participativo o basado en agentes (Candelaria Martínez et al., 2011; Drobnik et al., 2017) para la realización de futuras metodologías de modelado, sobre todo cuando se discuten decisiones políticas que influyen en la dinámica de los territorios. Las consultas a grupos de expertos u actores claves del territorio mediante la aplicación del método Delphi resultan importantes para validar y facilitar el entendimiento de las dinámicas de los grupos sociales (Drobnik et al. 2017).

2.5 Políticas públicas orientadas hacia la gestión sustentable

La apropiación de los recursos ambientales comunes y las cargas desproporcionadas de residuos generan conflictos sociales (Martinez-Alier, 2001) actuales o futuros (a corto, mediano o largo plazo). Generalmente los conflictos son derivados de visiones contrapuestas de la valoración de determinados recursos naturales (Martinez-Alier, 2001) entre los diferentes actores sociales. La valoración depende de las perspectivas, intereses y objetivos que persigan los actores.

Daly (1992) plantea que, la creación de políticas prácticas y sensatas para el aprovechamiento de los recursos y evitar la contaminación, requiere una separación entre los objetivos de:

a) asignación eficiente: se refiere a la división relativa del flujo de recursos entre los usos alternativos del producto; y es eficiente cuando los usos del producto final son conforme a las preferencias que el consumidor se encuentra disponible a pagar. El instrumento político para este caso serán los precios relativos determinados por la oferta y la demanda en los mercados competitivos.

b) distribución equitativa: se refiera a la división relativa del flujo de los recursos entre individuos alternativos (actuales o futuros) y es equitativa en partes similares o dentro de un rango aceptable de desigualdad. El instrumento político son los impuestos y/o subsidios.

c) escala sustentable: se refiere al volumen físico del rendimiento del recurso, se mide en unidades absolutas, pero su importancia es relativa a las capacidades naturales del ecosistema para regenerar los insumos y absorber los productos de desechos de forma sustentable (Daly, 1992).

La resolución y gestión de estos conflictos ecológicos-ambientales, incluso generados por discrepancias de inconmensurabilidad en las valoraciones (Martinez-Alier, 2001) requieren de cooperación entre actores privados, públicos, ONG's y gobiernos. La cooperación e integración se realiza de manera participativa que incluya consensos cuando el análisis de costo-beneficio de la economía neoclásica se converge en disputas con pérdidas de biodiversidad o patrimonio cultural o incluso pérdida de derechos de actores sociales involucrados (Martinez-Alier, 2001).

2.5.1 Prospectiva y escenarios futuros.

La disciplina prospectiva es una expresión creada por Berger (1964) para designar al estudio del futuro lejano y tiene como propósito la exploración del porvenir en el contexto de las Ciencias Humanas y Sociales (Hevia Araujo, 2006); es decir, se propone el estudio riguroso y exhaustivo del futuro para intentar comprenderlo e influir en él (Balestri y Ferro Moreno, 2015). En este sentido la disciplina prospectiva se presenta como proactiva a la construcción del futuro desde un diálogo entre los actores sociales que, por momentos históricos particulares, se interrelacionan entre sí (en cuestiones económico-productivas, comerciales, sociales, ambientales, legales, entre otras) en pos de generar una visión de futuro de largo plazo. Para Medina

Vásquez et al., (2014) la prospectiva en el marco de las políticas públicas, es una actividad de ciclo continuo y de diálogo social permanente (figura 2.1).

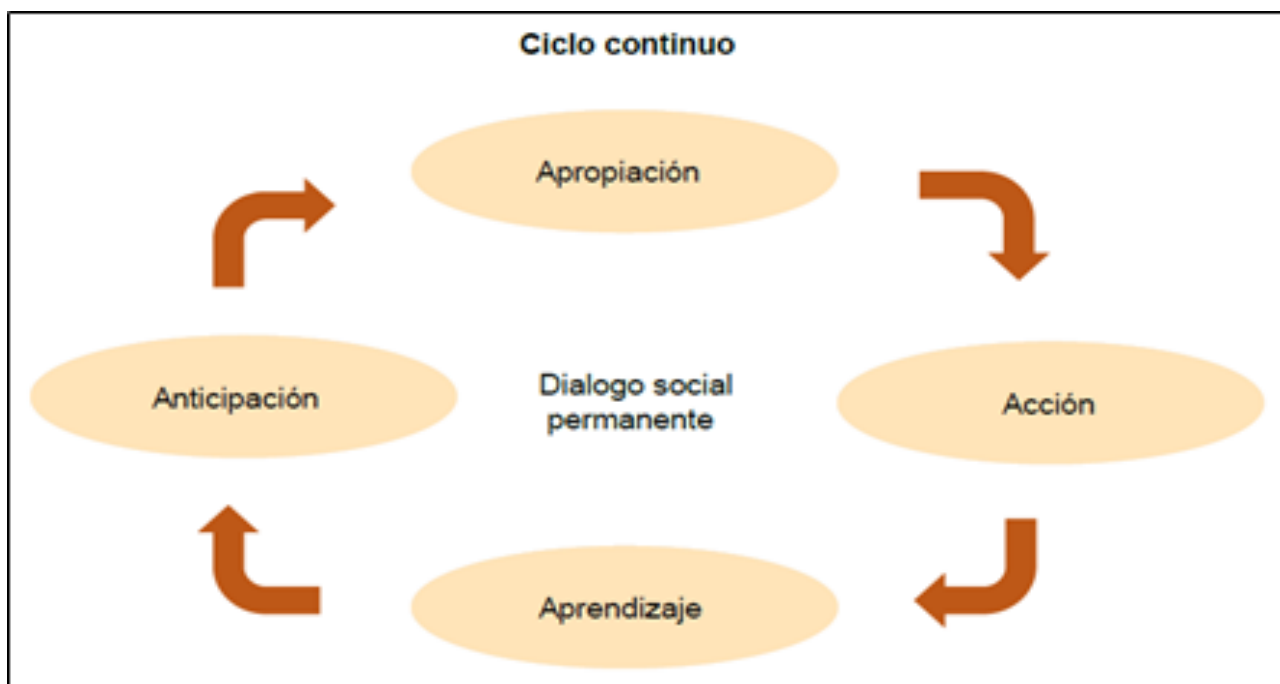


Figura 2.1: Prospectiva en la generación de políticas públicas.

Fuente: Medina Vásquez et al., (2014).

De acuerdo con el PESR (2018) la esencia en la construcción prospectiva debe encontrarse dada por la participación y el involucramiento de los actores intervinientes en el proceso. Es muy importante canalizar las perspectivas, necesidades y estrategias concebidas desde lo social, tomarlas, ordenarlas y jerarquizarlas en torno al mediano y largo plazo.

El consenso y validación del proceso prospectivo aumenta y mejora las posibilidades de apropiación de una parte importante de los actores que intervienen, opinan, brindan sus recursos y su tiempo en pos de su anhelo en obtener mejores resultados de los generados hasta el momento. “La construcción colectiva es fundamental para poder generar un paso importante hacia una política de Estado de mediano y largo plazo” (PESR, 2018:21).

Se distinguen tres tipos de enfoques prospectivos: a) el método extrapolatorio, b) el método exploratorio y c) el método normativo.

a) El método extrapolatorio o extrapolación de tendencias opera sobre datos del pasado y sobre la apreciación del presente para construir una imagen de futuro; en palabras de Hermida y Serra (1989) la extrapolación de tendencias construye un futuro tipo de un mundo “sin sorpresas”.

b) El método exploratorio o “de escenarios” toma el presente como punto de partida para la construcción de imágenes de futuro mediante la extrapolación de dinámicas causales del pasado, formulando hipótesis de determinados acontecimientos o interrupciones que sean ajenas a las tendencias pasadas (Sili, 2011; Balestri y Ferro Moreno, 2015).

c) El método normativo que, a diferencia de los anteriores, parte de uno o varios futuros posibles, que frecuentemente se traducen en modelos deseados o indeseados (Sili, 2011; Hevia Araujo, 2006). El método normativo se sitúa en el futuro para mirar

el presente para ver las posibilidades o caminos a seguir de convertir en realidad los futuros deseados y contrarrestar los indeseados teniendo en cuenta recursos, tecnología y limitaciones existentes (Sili, 2011; Balestri y Ferro Moreno, 2015).

Los escenarios son métodos muy utilizados para procurar administrar el riesgo que conllevan los modelos hidroeconómicos, fundamentalmente en los datos de entrada de agua, los valores de los parámetros y los resultados del modelo, de manera que sean lo más consistente posible en los diferentes enfoques (Brouwer & Hofkes, 2008). Casi la mitad de los estudios de modelización basados en nodos (simulación y optimización) revisados en Bekchanov et al. (2017) consideran los escenarios relacionados con cambios en el suministro de agua.

La técnica de escenarios es muy importante, necesaria y utilizada a la hora de orientar decisiones a largo plazo. Los escenarios ayudan a cambiar la gravedad potencial y la incertidumbre que rodean los impactos del clima, brindan casos de referencia para futuros análisis y pueden respaldar las evaluaciones de riesgos y opciones de políticas (Bekchanov et al., 2017). En modelos hidroeconómicos de optimización, los escenarios apuntan a modificar o incluso eliminar algunas restricciones que impulsan la gestión actual de los sistemas de agua (p. ej. objetivos específicos de suministro de agua o reglas de operación de la infraestructura) en un esfuerzo por identificar potenciales de ganancias de eficiencia (Bekchanov et al., 2017).

Hay variadas definiciones de escenarios, como ejemplo Godet (2007:45) define a un escenario como el “conjunto formado por la descripción de una situación futura y de la trayectoria de eventos que permiten pasar de una situación origen a una situación futura”; Schwartz (1996) manifiesta que es una herramienta para ordenar las percepciones de uno sobre entornos futuros alternativos en los cuales las decisiones de uno podrían ser desarrolladas.

La característica común en las variadas definiciones es la idea de que la creación de escenarios no se centra en hacer predicciones o pronósticos, sino en describir imágenes del futuro que desafían los supuestos y amplían las perspectivas actuales (Duinker & Greig, 2007). Además de describir escenarios, algunos autores (p. ej. Godet & Durance, 2011) mencionan la importancia de describir también el camino recorrido para lograr complementar esa imagen de futuro en un escenario. Los escenarios abren la mentalidad hacia otras opciones diferentes a la extrapolación del pasado y del presente. “No dicen lo que será sino muestran qué cosa puede ser para disminuir el nivel de incerteza, al hacer evidentes las interrelaciones y los impactos que puede tener una situación” (Medina Vásquez, 1996:18). Los escenarios han encontrado aplicación en todas las escalas espaciales (Duinker & Greig, 2007).

En la figura 2.2 se expone una síntesis de la disciplina prospectiva en América Latina y el Caribe. Las cuatro etapas prospectivas se resumen tendiente al desarrollo de políticas públicas territoriales que provienen de la necesidad de los actores de propender a cambios estructurales, para accionar en dirección de objetivos estratégicos que los beneficien mutuamente en el largo plazo.

	Primera etapa, 1950-1980	Segunda etapa, 1980-2000	Tercera etapa, 2000-2012	Hasta 2030
Necesidad de prospectiva de los actores decisores y cultura política	Pensar en el futuro y orientar el desarrollo a largo plazo.	Énfasis en el corto plazo y en la solución a la crisis de la deuda. Disminución del énfasis en pensamiento a largo plazo.	Aumento del interés en la prospectiva a nivel nacional, territorial y sectorial. Desarrollo de visiones nacionales de largo plazo.	Prospectiva orientada a la innovación, el cambio institucional y la gestión de las transformaciones aceleradas de la sociedad.
Desarrollo de conocimientos en prospectiva	Desarrollo de prospectiva exploratoria y normativa.	La prospectiva coexiste con la planificación estratégica corporativa y situacional. Auge de la prospectiva francesa, aplicaciones territoriales y tecnológicas.	La prospectiva interactúa con la inteligencia competitiva, la gestión del conocimiento y la dinámica de sistemas complejos. Auge de la prospectiva.	Desarrollo de sistemas para el seguimiento dinámico del entorno, plataformas de diálogo social.
Desarrollo de instituciones y puntos de referencia	Surgimiento de instituciones pioneras (Fundación Bariloche, Núcleo de Ciencia y Técnica del Brasil, Fundación Javier Barros Sierra).	Desarrollo de capacidades iniciales en las instituciones referentes.	Multiplicación de las instituciones referentes. Surgimiento de programas de formación y aumento de los intercambios, junto con la revalorización y reinstitucionalización de los organismos nacionales de planificación.	Consolidación de instituciones referentes y establecimiento de proyectos de formación colegiados e integrados multinacionalmente. Profesionalización, surgimiento y desarrollo de estándares de calidad, normas técnicas y éticas.
Redes de conocimiento y comunidad prospectiva	Experiencias pioneras. Desarrollo del Modelo de Bariloche como experiencia demostrativa de alcance mundial.	Construcción de redes y proyectos pioneros mediante el apoyo de organismos internacionales (SELA, ONUDI, UNESCO).	Desarrollo de redes internacionales y proyectos colaborativos. Red CYTED, Proyecto del Milenio, ejercicio de América Latina 2030. Eventos Prospecta, videoconferencias de enlace continental.	Consolidación y articulación de redes internacionales y proyectos colaborativos. Colegio Prospectivo Latinoamericano.

Figura 2.2: Etapas que sintetizan la disciplina prospectiva para el fortalecimiento de políticas públicas en América Latina y el Caribe.

Fuente: Extraído de Medina Vásquez et al. (2014) citado por Máttar y Cuervo (2016:77).

CAPÍTULO III: CARACTERIZACIÓN SOCIOCULTURAL, POLÍTICA E INSTITUCIONAL, AMBIENTAL, PRODUCTIVA Y ECONÓMICA DEL ÁREA DE ESTUDIO

3.1 Estructura general del capítulo y metodología

Se realizó una recopilación general de información secundaria en la cuenca del río Colorado a fin de caracterizar aspectos socioculturales, políticos e institucionales, ambientales, productivos y económicos del área de estudio. Seguidamente se puntualizaron los mismos aspectos sobre el espacio geográfico de la cuenca dentro de los límites de la provincia de La Pampa.

En primer lugar, se analizaron cuestiones socioculturales, con variables demográficas y características sociales, luego se procedió a analizar el marco político e institucional que compone la cuenca, así como su proceso histórico e infraestructura actual. En cuanto a las características ambientales se recopiló y procesó información cartográfica de diferentes variables determinantes para el desarrollo de las actividades productivas. Se utilizaron mapas con información geográfica sobre características hídricas, climáticas, edáficas y productivas provenientes de diferentes estudios anteriores realizados en el área de estudio (Cruzate & Panigatti, 2008; Roberto & Martínez Uncal, 2012; Vázquez, 2014).

Por último y para las áreas regables pampeanas, se trabajó sobre una actualización de mapas de aptitud edáfica de suelo de acuerdo con estudios técnicos realizados (CFI, 1982, 2007a; b; Mariano y Roberto, 2018). Se utilizó la técnica de triangulación de datos con información secundaria a través del análisis de documentos (Sautu et al., 2005) a lo largo de todo el capítulo.

3.2 Descripción general de la cuenca del río Colorado

La región del río Colorado se organiza como un eje territorial oeste-este, desde la cordillera de los Andes Sur hasta la desembocadura en el Mar Argentino. La región presenta una superficie de aproximadamente 48.000 kilómetros cuadrados (km²) en diecisiete millones de hectáreas que se corresponden con la superficie de los departamentos de Malargüe en la provincia de Mendoza; Caleu Caleu, Curacó, Lihuel Calel y Puelén en la provincia de La Pampa; Chos Malal y Pehuenches en la provincia de Neuquén; Avellaneda, General Roca y Pichi Mahuida en la provincia de Río Negro y Patagones y Villarino en la provincia de Buenos Aires.

La figura 3.1 presenta un esquema sobre los diferentes usos actuales del agua detallados por tipo de uso y actividad, así como y también de las principales obras realizadas y los diferentes aprovechamientos de la cuenca.

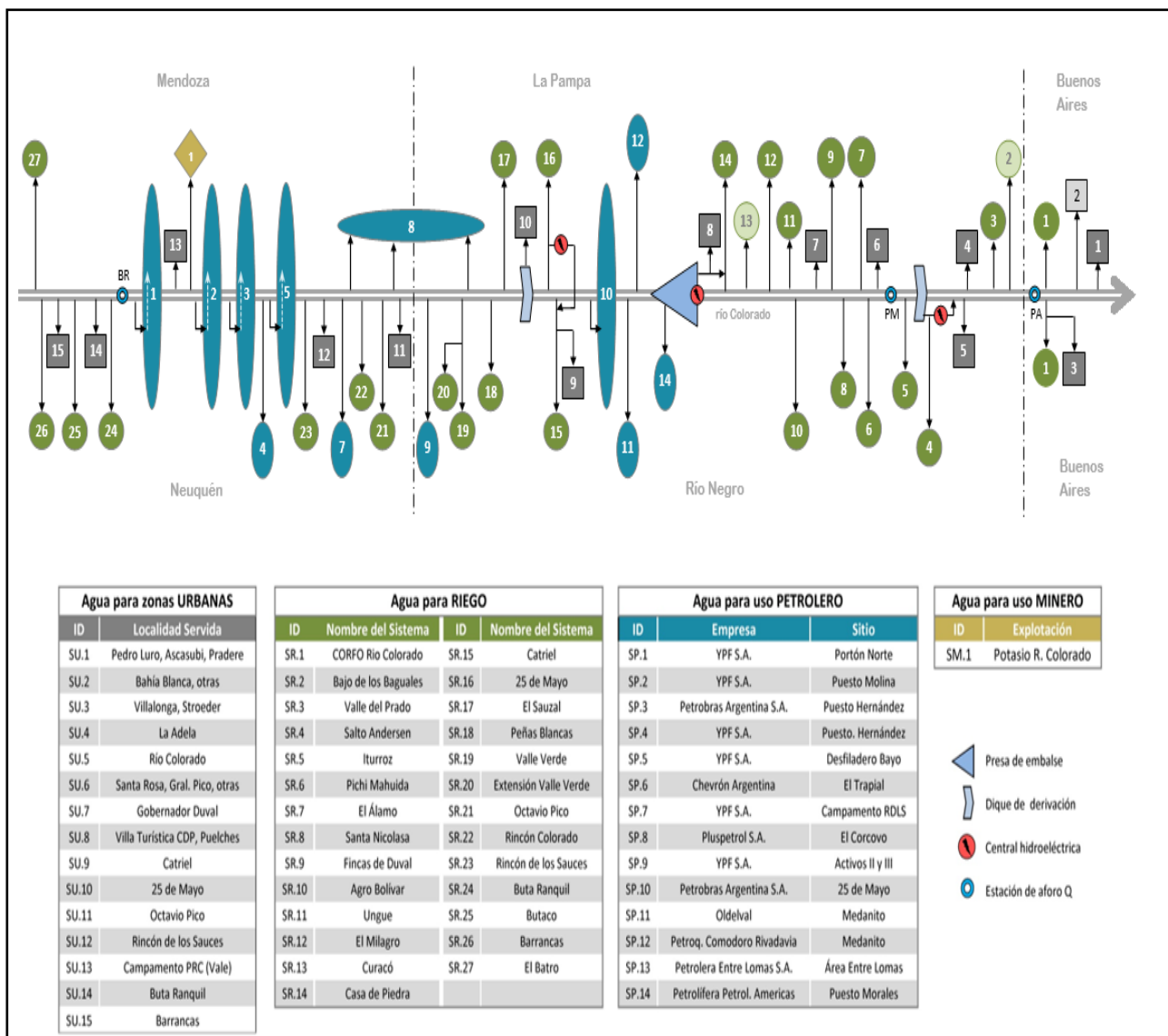


Figura 3.1: Diagrama esquemático actual del río Colorado.

Fuente: Extraído de Díaz (2013).

3.2.1 Características socioculturales

La cuenca del río Colorado posee alrededor de 75.000 habitantes (habs.), sin embargo, si se considera el contexto de la región, la población alcanzaría los 130.000 habs. Las características ambientales, la dotación de agua y el tipo de valorización económica y productiva, han definido una estructura de población de baja cantidad y débilmente estructurada, con dependencia de las áreas de riego y de los sistemas urbanos externos a la región, como el Alto Valle del Río Negro, Neuquén, Santa Rosa y Bahía Blanca (MPFIPS, 2014b).

Desde el punto de vista territorial, la dinámica y organización de la región del río Colorado depende de numerosas variables, las cuáles se conjugan de acuerdo con las características del ambiente natural y de las dinámicas sociales, políticas y culturales. Michelini (2010) plantea dos núcleos poblacionales generales en toda la cuenca, coincidentes con áreas de explotación bajo riego: a) las localidades de 25 de Mayo y Catriel (provincias de La Pampa y Río Negro respectivamente) que constituyen centros de la actividad regional e involucran también una importante actividad petrolera

y; b) cerca del mar Argentino la concentración se da en torno los municipios de Río Colorado y Pedro Luro en la provincia de Buenos Aires. En ambos casos, la actividad petrolera y la realización de cultivos intensivos generan demanda de mano de obra que migra desde otras zonas de Argentina y de países limítrofes. Para el MPFIPS (2014b) dentro de la cuenca se evidencia falta de articulación y conectividad, el arraigo de la población es escaso y se estructura principalmente en torno a dos sectores productivos y sociales muy diferentes: los “petroleros” en el oeste y los “cebolleros” en el este.

En el caso de la actividad petrolera, al ser una actividad que ofrece altos salarios, eleva el costo de vida de las localidades en las cuales se desarrolla, afectando el poder adquisitivo de quienes están fuera de la actividad. El incentivo que generan los altos salarios, provocó un alto crecimiento de las poblaciones que desborda algunas ciudades, colapsando servicios e infraestructuras. *“Estamos frente a una región que no ha podido construir una identidad estable y positiva, que no ha podido revalorizar al río como eje central de dicha identidad y donde las dinámicas productivas no contribuyen a consolidar una trama social sólida y estable a través del tiempo”* (MPFIPS, 2014a:37).

Se pueden identificar en la cuenca microrregiones espaciales, resultantes de diversos factores de integración y cohesión de nivel local (MPFIPS, 2014a; Michelini, 2010). De esta manera, la región del río Colorado se puede estructurar en las siguientes microrregiones: A) la microrregión de la cuenca alta; B) la microrregión Catriel, 25 de Mayo y Casa de Piedra; C) la microrregión de Río Colorado y; D) la microrregión del VBRC. Sili (2015) explica que la microrregión “A” incluye a las localidades de Malargüe, Chos Malal y Rincón de los Sauces, y está integrada también por Barrancas, Buta Ranquil y Octavio Pico; la microrregión “B” está estructurada por las ciudades de 25 de Mayo, Catriel, Casa de Piedra y Gobernador Duval; la microrregión “C” se encuentra conformada por Pichi Mahuida, La Adela y Río Colorado y; por último, la microrregión “D” comprende las localidades de Pradere, Villalonga, Mayor Buratovich, Hilario Ascasubi y Pedro Luro (figura 3.2).

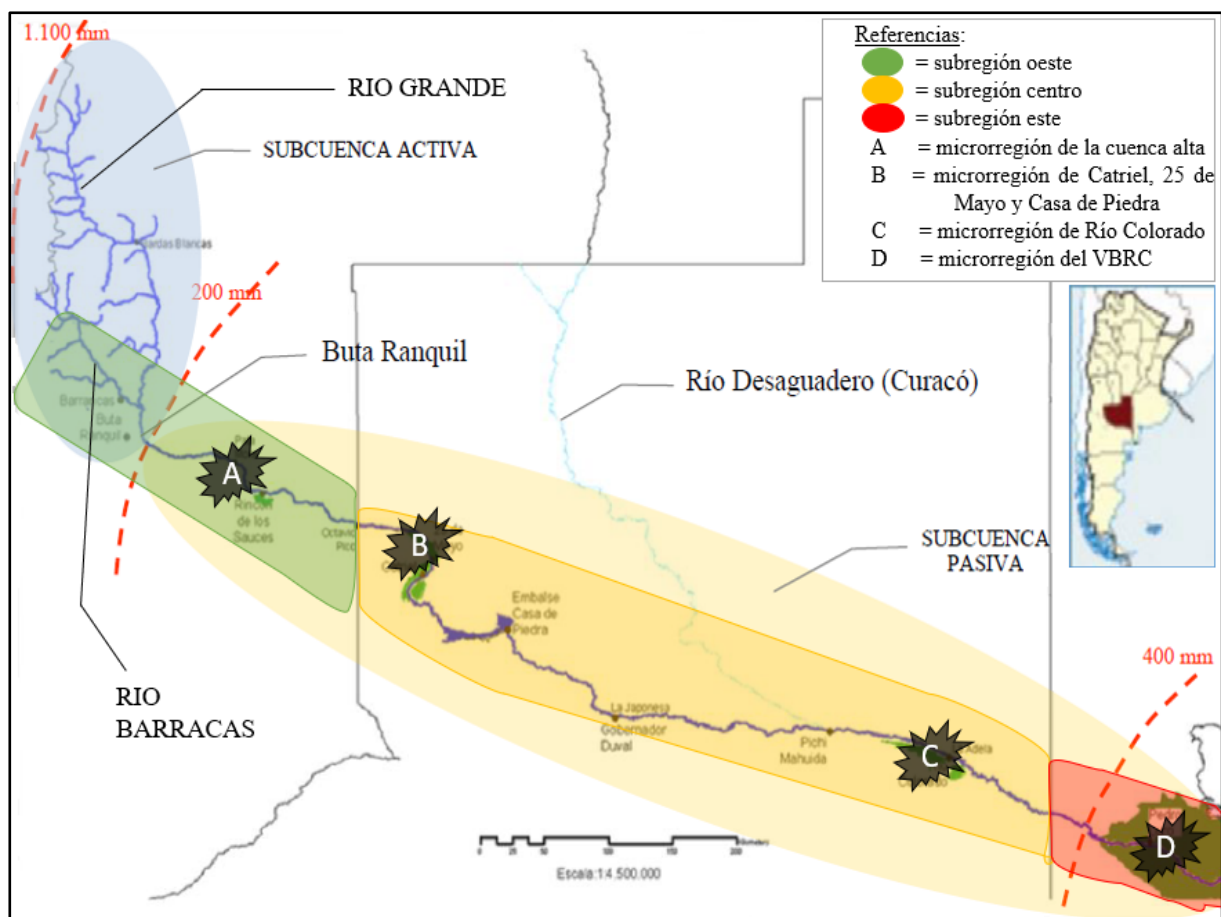


Figura 3.2: Subcuencas, subregiones y microrregiones de la cuenca del río Colorado. Fuente: Adaptado de MPFIPS (2014b).

La demografía las localidades es variada y dispar y se puede clasificar en cuatro tipos (Sili, 2015): 1) localidades que crecieron muy por encima del valor nacional debido a la fuerte migración de población atraída por la actividad petrolera y por la actividad hortícola; 2) localidades que se acercaron al doble del valor nacional de crecimiento que también han sufrido migraciones por la producción petrolera y por nuevas actividades productivas agropecuarias, especialmente horticultura; 3) crecieron al mismo ritmo que el promedio nacional y; 4) localidades que crecieron a valores más bajos que el promedio nacional (tabla 3.1).

Tabla 3.1: Densidad de población y variaciones de crecimiento en el último decenio de las localidades de la cuenca del río Colorado.

Categoría de localidad	Localidad	Población 2001	Población 2010	Variación absoluta	Variación relativa (%)	Dinámica demográfica
Más de 15.000 hab.	Malargüe	18.077	19.162	1.085	5,7	4
	Rincón de los Sauces	10.071	18.691	8.620	46,1	1
	Catriel	14.720	18.032	3.312	18,4	2
Entre 15.000 y 10.000 hab.	Río Colorado	11.314	13.828	2.514	18,2	2
	Chos Malal	11.361	13.092	1.731	13,2	3
	Pedro Luro	6.626	10.714	4.088	38,1	1

Tabla 3.1: Densidad de población y variaciones de crecimiento en el último decenio de las localidades de la cuenca del río Colorado (continuación).

Categoría de localidad	Localidad	Población 2001	Población 2010	Variación absoluta	Variación relativa (%)	Dinámica demográfica
Entre 10.000 y 5.000 hab.	25 de Mayo	5.953	7.878	1.925	24,4	1
	Mayor Buratovich	4.268	6.452	2.184	33,9	1
Entre 5.000 y 2.000 hab.	Hilario Ascasubi	2.533	4.600	2.067	45	1
	Villalonga	3.075	4.517	812	18	2
	Buta Ranquil	1.621	2.443	822	33,6	1
Menos de 2.000 hab.	La Adela	1.607	1.904	297	15,6	2
	Barrancas	813	938	125	13,3	3
	Pradere	413	521	108	20,7	2
	Gobernador Duval	205	413	208	50,3	1
	Casa de Piedra	0	154	0	0	0
	Octavio Pico	107	113	6	5,3	4
	Pichi Mahuida	7	46	39	84,7	0

Fuente: Adaptado de Sili (2015) en base a datos del INDEC (2010).

3.2.2 Características políticas e institucionales

De acuerdo con el marco institucional que rige la cuenca del río Colorado, la primera reunión sobre un tratado conjunto y mancomunado de las cinco provincias se llevó a cabo en Santa Rosa (La Pampa) el 29 y 30 de agosto de 1956 (COIRCO, 2013b). El objetivo de la reunión, llamada “Conferencia del Río Colorado”, fue considerar la utilización del río Colorado. El resultado fue que las provincias tenían pleno derecho a la utilización del río y que la vía material eran los acuerdos interprovinciales. De esta manera, se firmaría el Tratado del río Colorado que proveería la ejecución de estudios y trabajos preliminares necesarios para llegar a una equitativa distribución de las aguas. Por este motivo, se originó a la COTIRC, integrada por representantes de las cinco provincias (Michelini, 2010).

En 1967 y luego de algunos desacuerdos, se reúne la V Conferencia de Gobernadores para gestar un acuerdo definitivo. En 1970, el Poder Ejecutivo Nacional considera de interés nacional la formulación de un Plan de desarrollo integrado del río Colorado y contrata un trabajo de consultoría que realizó el *Massachusetts Institute of Technology* (MIT). Dicho trabajo fue concretado en el año 1975 y da lugar al PURC, que fue aprobado en la VI Conferencia de Gobernadores realizada en 1976. Como resultado de la VI Conferencia se crea el COIRCO, en febrero de 1977, representando la continuidad del COTIRC (Michelini, 2010).

En el acuerdo sobre el río Colorado, se estableció sobre el PURC un programa dinámico de desarrollo regional basado en el aprovechamiento balanceado de los recursos hídricos compartidos por las cinco provincias (Díaz, 2013). El PURC asigna los cupos de agua a cada una de las jurisdicciones, aunque éstos no estén todos

explícitamente escritos en el texto, sino que surgen de la atenta lectura del Acuerdo y sus Anexos I y II. La interpretación de Díaz (2013) en referencia la PURC se puede resumir en:

a) Buenos Aires se encuentra en condiciones de regar 145.900 ha con un caudal de 12.114 metros cúbicos por hectárea por año ($m^3 \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$). Esto es, un volumen anual de 1.767 hm³ o 56 m³·s⁻¹.

b) La Pampa se encuentra en condiciones de regar hasta 85.100⁷ ha con una dotación de 7.478 m³·ha⁻¹·año⁻¹, asimismo el acuerdo prevee también que La Pampa contribuirá un cierto volumen de agua a la provincia de Neuquén para que ésta pueda atender sus necesidades de regadío. Se adjudica un volumen anual a La Pampa de 615 hm³ (19,5 m³·s⁻¹).

c) Para Mendoza se adjudica un caudal de 34 m³·s⁻¹ para una posible derivación a la cuenca del río Atuel. Posee la posibilidad de regar hasta 1.000 ha con una dotación de 7.200 m³·ha⁻¹·año⁻¹. En suma, se le adjudica un volumen anual de 1.079 hm³ (34,2 m³·s⁻¹).

d) Para Neuquén se le otorga la posibilidad de regar 1.000 ha con una dotación de 7.200 m³·ha⁻¹·año⁻¹. El mismo acuerdo prevé incrementar las hectáreas a ser regadas de 1.000 a 7.000, dando lugar a un volumen anual de 50 hm³ (1,6 m³·s⁻¹).

e) Río Negro tiene otorgada la posibilidad de regar hasta 85.100 ha con una dotación de 7.473 m³·ha⁻¹·año⁻¹. El acuerdo prevé que Río Negro contribuirá un cierto volumen de agua a Neuquén para que ésta pueda atender sus necesidades de regadío. Se adjudica un volumen anual de 615 hm³ (19,5 m³·s⁻¹).

Por otro lado, el MPFIPS (2014) asigna, 1.869 hm³ a Buenos Aires, 633 hm³ a La Pampa, 764 Hm³ a Mendoza, 7 hm³ a Neuquén y 625 hm³ a Río Negro. El Tratado suscripto por la VI Conferencia de Gobernadores que derivó en la aprobación del PURC, fue convalidado por el siguiente marco legal (COIRCO, 2013b):

- Ley N° 8.663 de la provincia de Buenos Aires (10 de noviembre de 1976).
- Ley N° 750 de la provincia de La Pampa (10 de noviembre de 1976).
- Ley N° 4.116 de la provincia de Mendoza (10 de noviembre de 1976).
- Decreto N° 982 de la provincia del Neuquén (10 de noviembre de 1976).
- Ley N° 1.191 de la provincia de Río Negro (10 de noviembre de 1976).
- Ley N° 21.611 de la Nación (1 de agosto de 1977).

Este acuerdo se estableció como dinámico y flexible y ajustado al conocimiento de la cuenca del río Colorado. En el año 1980, se aprueba la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos, en 1988 se reconoce el crecimiento de las actividades mineras y petroleras. En 1992 se amplían las facultades al COIRCO para obras hidroeléctricas y proyectos de desarrollo. Por último, en 1997, y por una descontrolada realización de la actividad petrolera, se establecen nuevos controles a cargo de la Comisión Técnica Fiscalizadora (CTF) creada para tal fin y dependiente del COIRCO. El acuerdo establece también las siguientes prioridades actuales de uso del recurso hídrico: 1) Abastecimiento Humano; 2) Ganadero y Riego; 3) Industrial y Petróleo; 4) Generación Hidroeléctrica y; 5) Compatibilizado con las actividades recreativas.

Actualmente en la cuenca se encuentran presentes una multiplicidad de actores institucionales vinculados al desarrollo: los gobiernos provinciales y municipales, organismos científicos y técnicos de nivel nacional (INTA; CONICET) y de la administración de los recursos compartidos (COIRCO). También se encuentran

⁷La dotación de riego se calcula como promedio ponderado de las dotaciones que le corresponden a todos los posibles emprendimientos de riego propuestos por La Pampa.

organismos técnicos provinciales que se ocupan de la administración del desarrollo del área del Colorado en sus respectivas jurisdicciones (p. ej. el EPRC en La Pampa y la CORFO en Buenos Aires).

La gestión compartida a nivel regional se encuentra centrada en el uso del agua a través del COIRCO. El estatuto del COIRCO fue aprobado en 1977 y adjudica al organismo la administración del agua a lo largo de toda la cuenca. EL COIRCO tiene como principal objetivo garantizar el mejor aprovechamiento del agua para la región, principalmente verificar por el cumplimiento de las cuotas de caudales acordadas en el PURC (COIRCO, 2013). Actualmente, las máximas autoridades del COIRCO se integran por los gobernadores de las provincias involucradas y el Ministerio del Interior de la Nación, fijando líneas de acción y políticas del organismo. Mientras tanto, un comité ejecutivo, conformado también por representantes de las cinco provincias y un representante nacional, lleva adelante el funcionamiento cotidiano de la institución. Las tareas del COIRCO consisten básicamente en la administración de los recursos hídricos a través del PURC. Sus principales actividades radican en planificar la ejecución gradual y coordinada del programa, decidir los reajustes, completar estudios de la cuenca y la evaluación de sus recursos hídricos; así como decidir modificaciones en la distribución de los caudales establecidos. El COIRCO ejerce también la tarea de control ambiental, así como de construcción y elaboración de planes de operación y mantenimiento de las obras de regulación, de derivación e hidroeléctricas (Michelini, 2010). Las atribuciones del COIRCO son las siguientes (COIRCO, 2013b):

- a) Fiscalizar el cumplimiento por parte de las provincias y de terceros del régimen de distribución de caudales establecido en el PURC;
- b) Controlar que el proyecto, la construcción y los planes de operación y mantenimiento de las obras de regulación y derivación ejecutadas o a ejecutar sobre la cuenca del río Colorado, así como el caudal y salinidad de los retornos de las obras de regadío, se adecuen a lo previsto en el PURC,
- c) Establecer la ejecución gradual y coordinada del PURC, fijando a tal efecto prioridades en la construcción de las obras;
- d) Centralizar la información que se dispone o se obtenga en el futuro sobre la cuenca y que se refiera a los aspectos meteorológicos, hidrológicos, geológicos y cualquier otro que se relacione con el PURC;
- e) Completar los estudios y la evaluación de los recursos hídricos de la cuenca;
- f) Decidir los reajustes al PURC en conformidad al grado de conocimiento de la cuenca y su comportamiento en las distintas etapas de su ejecución;
- g) Ajustar temporalmente los caudales derivados por las provincias ribereñas cuando las variaciones del derrame así lo impongan;
- h) Decidir las modificaciones a la distribución de caudales establecidas en el PURC siempre y cuando se den las condiciones para que Buenos Aires ceda parte de su alícuota (COIRCO, 2013b).

Desde la firma del Acuerdo en 1976 las Provincias y Nación vienen aunando esfuerzos para materializar el PURC acordado. Varios de los sistemas de riego postulados casi cuatro décadas atrás llegaron a concretarse, aunque no necesariamente en la dimensión prevista originalmente. Las obras de regulación y control de caudales son quizás las más rezagadas de acuerdo a la planificación realizada (Díaz, 2013).

La región cuenta con el embalse Casa de Piedra, ubicado al suroeste de La Pampa, sin éste la capacidad productiva aguas abajo sería muy limitada (MPFIPS, 2014b).

Por último, destacar que en el año 2013 y por resolución 82/2013 SENASA, se prohíbe el comercio hacia el sur del río Colorado por una barrera sanitaria de la denominada

Fiebre Aftosa, sustentada en la protección de la zona “libre sin vacunación” que ostenta la Argentina para los mercados internacionales.

3.2.3 Características ambientales

El clima de la región del Colorado es templado-frío y semi-desértico y con un marcado efecto de precipitación orográfica en su extremo occidental. Ésto genera un fuerte gradiente de precipitación en la zona de alta montaña que alcanza los 1.100 milímetros (mm) anuales en las cumbres para descender hasta los 200 mm anuales en la zona de Buta Ranquil; aguas abajo de la confluencia de los ríos Grande y Barrancas. Ambos ríos, al unirse dan origen al río Colorado ($-36^{\circ} 5'$ de latitud y $-69^{\circ} 4'$ de longitud) a 835 m sobre el nivel del mar (MPFIPS, 2014; Sili, 2015).

El río Colorado es un elemento natural de vital importancia y pertenece al grupo de los sistemas patagónicos de vertiente atlántica. Presenta una extensión de aproximadamente 920 km de longitud desde la cordillera de los Andes hasta el mar Argentino (Weber *et al.*, 2005a) y su principal fuente de alimentación son las aguas de deshielo (Dillon, 2004). Coincidente con su régimen nival, en octubre aumenta su caudal alcanzando sus máximos en diciembre y retornando a niveles menores en marzo. Puede presentar crecidas pluviales ocasionales entre febrero y agosto (Weber *et al.*, 2005a), en las cuales su caudal puede variar entre 40 a 1.000 metros cúbicos por segundo (EPRC, 1998 citado por Dillon, 2004).

Desde el punto de vista hidrológico, la distribución espacial de la precipitación en el río Colorado, permite dividir la cuenca en dos grandes partes: una subcuenca *activa*, aguas arriba de la estación de aforos Buta Ranquil y una subcuenca *pasiva* aguas abajo (figura 3.2). La subcuenca *activa* genera la mayor proporción del recurso hídrico, el cual escurre superficialmente e infiltra en las zonas de recarga; colecta aguas que precipitan (mayormente en forma de nieve) a través de dos grandes cursos de agua, los ríos Grande y Barrancas (Díaz, 2013). El río Grande se encuentra enteramente situado en Mendoza y el río Barrancas como límite interprovincial entre las provincias de Mendoza y Neuquén.

El río Grande se inicia en el macizo central de los Andes, en el límite con Chile. Tiene una longitud de 345 km hasta confluir con el río Barrancas, abarcando un área de drenaje de aproximadamente 10.500 km² y posee alimentación nival casi exclusiva. Su caudal medio anual se calcula en 111 m³·s⁻¹, con caudales medios diarios que oscilan entre 32 y 647 m³·s⁻¹, los máximos se dan en épocas de fuertes deshielos (Díaz, 2013). El río Barrancas también nace en los Andes y tiene una longitud de 131 km hasta unirse con el río Grande, abastecido por un área de drenaje de 3500 km². La alimentación del Barrancas es nival al norte y pluvio nival al sur. Su caudal medio anual se calcula en 36 m³·s⁻¹, variando entre 12 y 134 m³·s⁻¹ en épocas de fuertes deshielos. Aproximadamente tres cuartas partes del caudal del río Colorado son aportadas por el río Grande mientras la cuarta restante es aportada por el río Barrancas (Díaz, 2013).

En la subcuenca *pasiva* cabe distinguir el cruce del Colorado con el río Curacó ($-38^{\circ} 50'$ de latitud; $-64^{\circ} 58'$ de longitud). El Curacó nace en la provincia de La Rioja y se mueve en dirección sureste recorriendo las provincias de San Juan y Mendoza, donde recibe varios aportes hídricos. En La Pampa y debido a la sobreexplotación de sus

ríos aportantes se ha ido secando, apareciendo sólo en temporadas de grandes deshielos⁸ (Díaz, 2013).

Desde el punto de vista físico (figura 3.2), la cuenca se puede dividir en tres grandes subregiones (Michelini, 2010):

I) La subregión oeste: comprende desde que nace el Colorado hasta el límite entre las provincias de Mendoza, Neuquén, Río Negro y La Pampa (37° 58' latitud sur, 68° 24' longitud oeste), el área comienza en las cumbres andinas del oeste y finaliza en las mesetas y valles situados en el límite interprovincial, donde empiezan a aparecer las primeras superficies de agricultura de regadío.

II) La subregión centro: ubicada entre los límites sur de La Pampa y norte de Río Negro. El relieve cuenta con mesetas patagónicas que bajan hacia el Colorado en forma de terrazas escalonadas y la vegetación natural se compone de arbustos. En esta porción del río es donde se encuentra la mayor superficie de valle utilizable para agricultura de regadío.

III) La subregión este: abarca la provincia de Buenos Aires hasta la desembocadura del Colorado en el mar Argentino, también conocida como el VBRC). Está constituida mayormente por una llanura cubierta de un tapiz herbáceo y su superficie es utilizada para la agricultura de regadío. Las características planas de relieve y la escasa altura sobre el nivel del mar, obstaculizan el drenaje de regadío y pone en peligro de salinización el suelo.

3.2.4 Características productivas y económicas

La lógica del funcionamiento territorial ha convertido a la región del Colorado en plataforma de extracción de recursos naturales, afirmada en su gran diversidad; en muchos lugares de la región se sigue profundizando este modelo económico productivo (MPFIPS, 2014b). Catriel y Rincón de los Sauces en torno a la actividad petrolera, 25 de Mayo en torno al petróleo y al sector agropecuario, Río Colorado en torno al sector agropecuario. En tanto, otras áreas como Malargüe, Chos Malal o el VBRC, han podido diversificar sus sistemas productivos, incorporando actividades y actores con una mirada estratégica sobre los recursos naturales que permite pensar escenarios sustentables (MPFIPS, 2014b).

La actividad petrolera se desarrolla en la parte oeste de la cuenca y es una de las más productivas de Argentina, en la zona se realiza la etapa de exploración y producción. La minería se desarrolla en el departamento Malargüe de Mendoza, el norte de Neuquén y existieron emprendimientos en parte de La Pampa; se trata de medianas y pequeñas empresas que se dedican principalmente a la extracción de yeso y sal (MPFIPS, 2014b). Se observa un solo emprendimiento de envergadura para extraer cloruro de potasio y se localiza al sur de Mendoza, el yacimiento Potasio Río Colorado que actualmente se encuentra sin actividad, la extracción del metal se realizaba por disolución y bombeo (Díaz, 2013). La actividad minera en la región del Colorado es mínima, existe una pequeña matriz minera que aún no se encuentra desarrollada plenamente y funcionan como actividades que no están articuladas entre sí (MPFIPS, 2014b). Al igual que la actividad petrolera, actualmente la minería no es un importante usuario de agua.

⁸ Cabe señalar que actualmente La Pampa posee un conflicto judicial en instancias de la Corte Suprema de Justicia de la Nación por la retención de agua de Mendoza en la represa "Los Nihuales", ubicada kilómetros antes del límite jurisdiccional entre las dos provincias al norte de La Pampa y sureste de Mendoza.

La explotación petrolera cubre un área cercana a los 18.000 km², desde la precordillera hasta el Embalse de Casa de Piedra (-38° 12' de latitud; -67° 11' de longitud). El petróleo no es actualmente un gran usuario de agua, pero existen problemáticas debido al impacto que la producción tiene en el ambiente y sobre el río Colorado. Dicho impacto se ocasiona generalmente debido a dos factores: a) roturas de caños o instalaciones, lo cual implica una fuerte contaminación de agua; b) aumento de los niveles de sedimentación, que contribuyen al relleno de canales y embalses, debido al deterioro de los suelos en áreas petroleras (MPFIPS, 2013a). Cabe aclarar que las aguas del río Colorado registran una gran concentración de sedimentos sólidos en suspensión, especialmente durante los meses de mayor caudal. El caudal sólido medio es aproximadamente de 217 kilogramos por segundo (Dillon, 2004).

El sector agropecuario es la principal actividad productiva sobre la cual se estructura la actividad económica de la región del Colorado. De oeste a este, el área cuenta con una alta disparidad en la utilización del riego como recurso productivo. Existen 24 áreas de regadío en la cuenca del río Colorado, a ello se suma un sistema en plena construcción y dos sistemas en etapa de proyecto. En total 27 sistemas distribuidos entre las provincias: diez en La Pampa, nueve en Río Negro, seis en Neuquén, uno en Buenos Aires y uno en Mendoza (MPFIPS, 2014b).

La agricultura que se desarrolla en la cuenca puede ser intensiva bajo riego o extensiva sin riego en zonas de secano. La agricultura de secano se desarrolla en el VBRC y las actividades se encuentran ligadas directamente al régimen de lluvias (entre los 400 y 500 mm anuales). Los productos son básicamente cereales, oleaginosas y verdeos de invierno. La agricultura bajo riego se desarrolla en diferentes modalidades productivas, tres sistemas de riego por gravedad (manto, altos caudales y pulsos) y dos presurizados (pivote central y goteo), sumando un total aproximado de 160.000 ha regadas a lo largo de toda la cuenca (MPFIPS, 2014b). Cabe resaltar que, en los últimos años, se encuentran en la región sistemas productivos con riegos presurizados por aspersión.

En la figura 3.3 se representan las principales actividades y sistemas productivos de la cuenca del río Colorado.

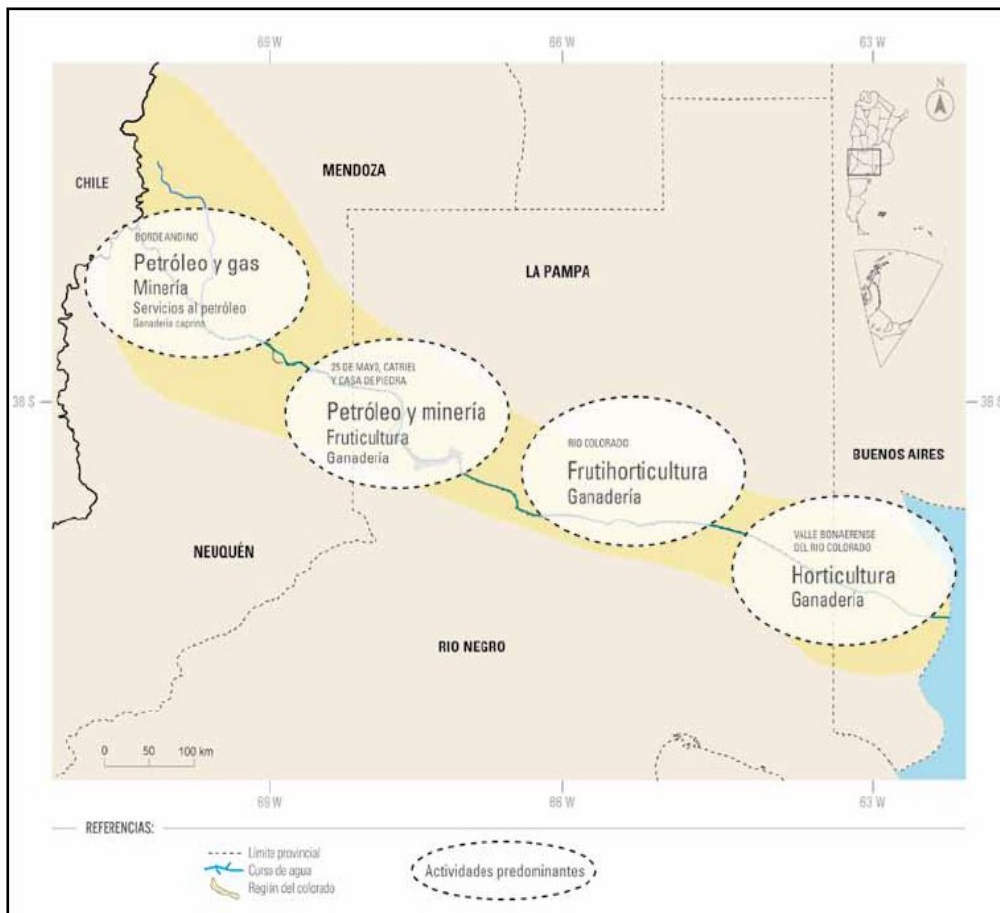


Figura 3.3: Sistemas productivos preponderantes en la cuenca del río Colorado.
Fuente: Extraído de Sili (2015).

Entre las actividades agrícolas de la región se pueden identificar: a) pasturas y forrajes, son los principales cultivares (verdeos de invierno y cultivos de alfalfa); b) semillas, se producen semillas híbridas de girasol, maíz, sorgo, alfalfa, zanahoria, coliflor y papa semilla; c) cereales, maíz, trigo, avena, centeno; d) hortícola, donde se destaca la cebolla y; e) frutícola, manzanas, peras, vid, olivos y frutas de carozo (MPFIPS, 2014b).

En cuanto a las actividades ganaderas son principalmente de cría (MPFIPS, 2013a). En el oeste se encuentran explotaciones con ganado caprino que se caracteriza por ser netamente de cría, bajo la modalidad de pastoreo extensivo, muchas veces realizado como una actividad de subsistencia (MPFIPS, 2014b). A medida que avanzamos hacia el este, es posible pasar a sistemas forrajeros que posibilitan otro tipo de actividad como la recría, la invernada o tambos; por ejemplo, en el VBRC funciona una pequeña cuenca lechera bovina que posee entre diez y doce tambos con un total aproximado de 50 a 700 vientres en ordeño (MPFIPS, 2014b). El riego permite modificar las condiciones productivas redefiniendo esquemas ganaderos y permitiendo integración entre esta actividad y el sistema agrícola.

3.3 Cuenca del río Colorado en la provincia de La Pampa

3.3.1 Características socioculturales

El área pampeana de la cuenca del Colorado comprende los ejidos municipales de Puelén, 25 de Mayo, Gobernador Duval y La Adela⁹. Los ejidos se encuentran repartidos entre los departamentos Puelen, Curacó, Lihuel Calel y Caleu-Caleu. Desde la mirada de los límites catastrales podemos dividir esta parte de la cuenca en 3 grandes porciones: a) ejido de 25 de Mayo, b) ejido de Gobernador Duval y; c) ejido de La Adela. El ejido de 25 de Mayo es el más extenso y comprende alrededor de 349.639 ha, lo sigue el ejido de Gobernador Duval con una superficie de 169.369 ha y el ejido de La Adela con 82.337 ha (figura 3.4).

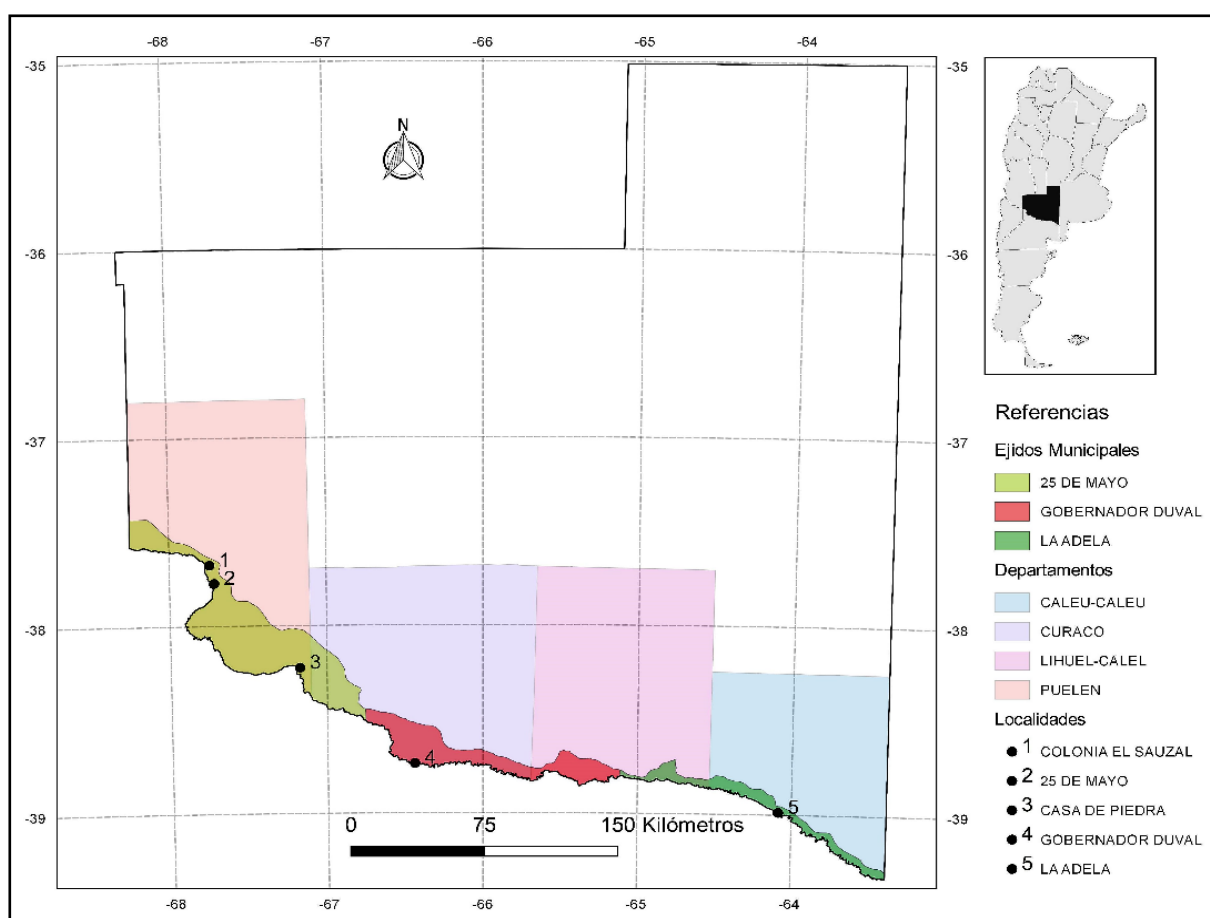


Figura 3.4: Departamentos, ejidos y localidades pampeanas de la cuenca.

Fuente: Elaboración propia en base a Roberto y Martínez Uncal (2012).

De acuerdo con las proyecciones de la DGEC (2017) el ejido de 25 de Mayo contaría con 9.316 hab a diciembre de 2017¹⁰. Este ejido comprende las localidades de Gobernador Ayala, Colonia Chica, Colonia El Sauzal, Colonia 25 de Mayo y Casa de Piedra, todas ubicadas dentro del departamento Puelén. Los ejidos de Gobernador

⁹ Si bien son cuatro ejidos los incluidos dentro del área de la cuenca pampeana, el ejido de Puelén ocupa sólo de 710,5 ha y no presenta superficie bajo riego, por éste motivo se decidió excluirlo del área de estudio.

¹⁰ Los datos son proyecciones de la DGEC (2017) siendo el último censo oficial en el año 2010.

Duval y La Adela, abarcan el área pampeana menos poblada del Colorado. En ambos se encuentra un conjunto de centros urbanos menores, dispersos y distantes entre sí: Gobernador Duval y Puelches (departamento Curacó), Cuchillo Có (departamento Lihuel Calel) y La Adela (departamento Caleu Caleu). La totalidad de habitantes para el ejido de La Adela es de 2.494 y del ejido de Duval con 577 habs (DGEC, 2017).

El sistema de educación en la cuenca se registra de acuerdo a la cantidad de establecimientos educativos y al número de sus participantes. En el departamento Puelén y para el año 2016, se registraron un total de 21 establecimientos educativos, siete pertenecientes a nivel inicial, ocho a nivel primario y seis a nivel secundario (DGEC, 2017). La matrícula de estudiantes para el departamento Puelén en 2016 fue de 384 estudiantes de nivel inicial, 1.347 de nivel primario y 1.190 de nivel secundario, estableciendo un total de 2.921 estudiantes. Como oferta universitaria de pregrado pública, se encuentra la carrera Tecnicatura en Hidrocarburos, dependiente de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de La Pampa. En el departamento Curacó se registran seis establecimientos educativos, dos de nivel inicial, dos de nivel primario y dos de nivel secundario. Posee en nivel inicial 36 estudiantes, 116 en primaria y 84 en secundario, sumando un total de 236 estudiantes. En el departamento Lihuel Calel se registran tres establecimientos educativos (un inicial, un primario y un secundario): 23 estudiantes asisten al nivel inicial, 38 el nivel primario y 44 el secundario (105 en total). En el departamento Caleu Caleu existen seis establecimientos educativos, dos nivel inicial, tres nivel primario y un de nivel secundario; 124 estudiantes en nivel inicial, 238 en primaria y 204 en secundaria, sumando un total de 566 estudiantes (DGEC, 2017).

En cuanto al sistema de salud, el departamento Puelén contiene tres centros asistenciales, dos en Puelén y Casa de Piedra de baja complejidad y uno en Colonia 25 de Mayo de complejidad media¹¹. El departamento Curacó cuenta con dos centros asistenciales de salud de baja complejidad, en Puelches y Gobernador Duval. Lihuel Calel cuenta con un centro asistencial de salud de baja complejidad en la localidad de Cuchillo Có y Caleu Caleu cuenta con dos centros asistenciales de baja complejidad en las localidades de La Adela y Anzoategui. El total de los centros asistenciales de salud en la cuenca pampeana son ocho, de los cuales siete son de nivel uno y dos (baja complejidad) salvo el ubicado en la localidad de 25 de Mayo, que es de nivel cuatro (media complejidad) (DGEC, 2017).

Como eventos culturales en Colonia 25 de Mayo se destaca la “Fiesta Pampeana de la Alfalfa y el Petróleo” donde se muestran las costumbres locales, la cultura y producción de la zona, el desarrollo y trabajo en la tierra, el riego, las empresas petroleras, artesanos, y la música de todas las colectividades. El evento cultural por excelencia en la localidad de La Adela es la “Fiesta de La Barda” en la que se presentan artistas provinciales, nacionales e internacionales y es un evento de interés regional y nacional.

Según Michelini (2010) La Pampa ocupa el cuarto lugar de aporte demográfico a la cuenca del Colorado por detrás de Río Negro, Buenos Aires y Neuquén, “algo que resulta llamativo si se atiende al hecho de que ha sido la provincia que más activamente ha actuado con sus políticas públicas sobre la misma” (Michelini, 2010:131).

¹¹ Los centros asistenciales de salud de baja complejidad corresponden a servicios de enfermería y atención ambulatoria médica general y los centros asistenciales de complejidad media cuentan con internación clínica médica, cirugía y pediatría.

3.3.2 Características políticas e institucionales

Como resultado del PURC aprobado en 1976, La Pampa realizó su Programa Provincial de Aprovechamiento del Río Colorado y quedó conformada con cinco perímetros de regadío abarcando unas 85.000 ha (figura 3.5).

La distribución de los perímetros de regadío a lo largo de la ribera pampeana del Colorado responde a la reformulación efectuada del PURC entre 1979 y 1981 (Michellini, 2010) y son los siguientes: a) Sistema de Aprovechamiento Agrícola El Sauzal (4.000 ha asignadas); b) Sistema de Aprovechamiento Múltiple 25 de Mayo (46.000 ha asignadas); c) Sistema de Aprovechamiento Agrícola Planicie Curacó (12.000 ha asignadas); d) Sistema de Aprovechamiento Agrícola Valle de Prado y Valles Menores (3.000 ha asignadas) y; e) Sistema de Aprovechamiento Agrícola Bajo de los Baguales (20.000 ha asignadas).

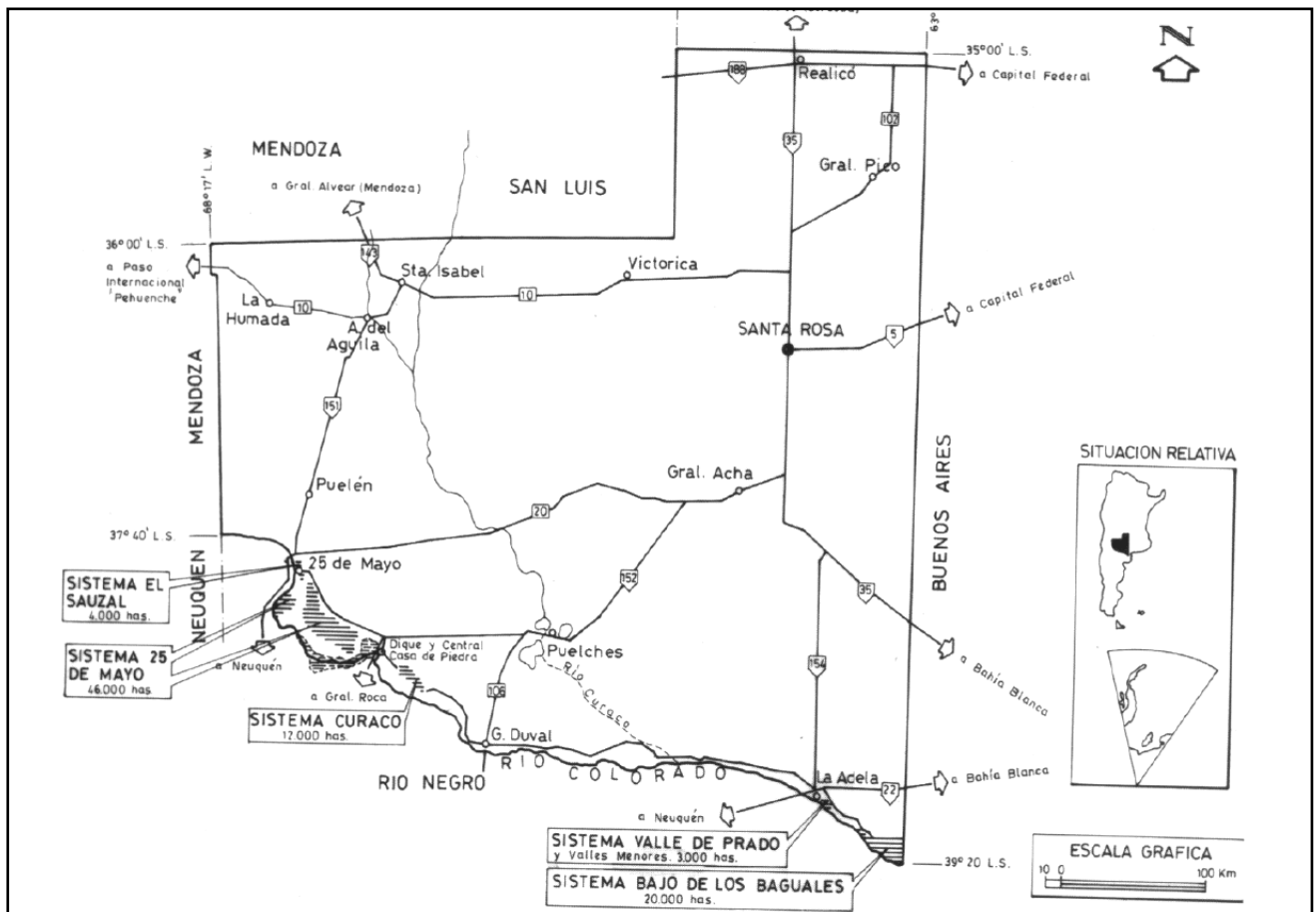


Figura 3.5: Sistema de aprovechamiento provincial.
Fuente: Dillon (2009) extraído de EPRC (2001).

a) Sistema de Aprovechamiento Agrícola El Sauzal (SAA El Sauzal): se ha concebido en sus orígenes como un proyecto de desarrollo agropecuario con la visión de recrear una configuración similar al entramado productivo del Alto Valle del Río Negro. El Estado fue el gestor de los procesos productivos, tecnológicos y comerciales de los actores económicos, con objetivo de lograr una colonización social. Se alentaron ciertas actividades y se definieron escalas productivas, en función de una racionalidad técnica y económica definida, experimentando un desarrollo productivo particular. Dichas producciones están compuestas por pequeños productores.

b) Sistema de Aprovechamiento Múltiple 25 de Mayo (SAM 25 de Mayo): la localidad de 25 de Mayo ha tenido históricamente una dinámica basada en la actividad agropecuaria bajo riego, marcada por una colonización social e importante inversión pública en infraestructura de riego y desarrollo urbano. La localidad fue históricamente planificada al ritmo de la producción agropecuaria bajo riego. En los últimos años, con la llegada de la actividad petrolera se intensificó un crecimiento espontáneo que tiende a desbordarse generando problemas sociales, urbanísticos y ambientales. En este nuevo contexto, las tradicionales actividades agropecuarias se encuentran en pleno proceso de reestructuración, con grandes dificultades para definir un modelo sostenible en términos de productos, escalas y tecnologías de uso de agua (Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios -MPFIPS-, 2014b).

c) Sistema de Aprovechamiento Agrícola Planicie Curacó: a la vera del Embalse Casa de Piedra, en el año 2006 fue creada la villa turística Casa de Piedra con el fin de conjugar un ordenamiento urbano y ambiental novedoso (MPFIPS, 2014b). Actualmente se han realizado obras de infraestructura de riego y se encuentran en expansión cultivos agrícolas, especialmente vides.

En año 2005, se comienza con la puesta en producción de una chacra experimental de cultivos intensivos de frutales, vides y hortalizas en la localidad de Gobernador Duval, que sirve a los pobladores de autoabastecimiento y de salida laboral. “Fincas del Duval” es un desarrollo compartido del gobierno local y provincial y no se encuentra contemplado en el Sistema de Aprovechamiento Provincial. Se percibe como enclave estratégico productivo en la ribera del Colorado que denota un marcado interés por el ejecutivo provincial de seguir alentando este tipo de proyectos. Gobernador Duval constituye un modelo reciente de desarrollo local en base a la producción intensiva bajo riego, con fuerte presencia del Gobierno municipal.

d) Sistema de Aprovechamiento Agrícola Valle de Prado y Valles Menores (3.000 ha asignadas) y; Sistema de Aprovechamiento Agrícola Bajo de los Baguales: La Adela se encuentra prácticamente en conjunto con Río Colorado (Río Negro) presentando un modelo estabilizado de desarrollo con sistemas productivos ganaderos y un sector agrícola bajo riego en crisis, pero con alto potencial de desarrollo. Dichas localidades funcionan generalmente en forma conjunta, articulada y poseen una identidad propia. El modelo urbano tiene un crecimiento moderado (MPFIPS, 2014b).

De la totalidad del Sistema de Aprovechamiento Provincial se ocupa el EPRC (figura 3.6), un organismo dependiente del Ministerio de Producción del Gobierno de La Pampa. Desde su creación¹² el EPRC ha desarrollado tareas para transformar tierras improductivas en uno de los sectores de mayor interés de La Pampa, siguiendo su objetivo general de programar, coordinar, ejecutar y administrar el plan de desarrollo de la ribera pampeana del Colorado. El EPRC posee una estrecha relación con las políticas públicas provinciales que desarrolla cada gobierno de turno para el área. Por este motivo, la dirección del organismo se conforma y se mantiene integrada por personas cercanas al gobierno provincial, en palabras de Michelini (2010:338) “su función principal termina siendo la de mecanismo de articulación entre las decisiones políticas del Ejecutivo provincial, la realidad local y las necesidades y dinámicas concretas del organismo”.

¹² Según Michelini (2010) el EPRC fue fundado hasta seis veces a través de las siguientes instituciones: Comisión Provisoria del río Colorado en 1959, Comisión Técnica del río Colorado en 1960, Ente Provincial del río Colorado en 1962, Secretaría de Planificación y Desarrollo de la Cuenca del Colorado en 1966, Administración provincial del río Colorado en 1968 y finalmente Ente Provincial del Río Colorado en 1973.



Figura 3.6: Organigrama de Ente Provincial del Río Colorado.
Fuente: Extraído de MINP (2015).

En sus comienzos, el EPRC se ocupaba de actividades de investigación, laboratorio de suelos y riego, estación experimental, granja, investigaciones forestales y; de extensión, relacionadas con el fin social de interactuar con actores sociales, para llevar a cabo el desarrollo de las áreas El Sauzal y 25 de Mayo. Durante la década de 1960 y 1970, la zona de El Sauzal y 25 de Mayo, experimentaron la puesta en marcha de políticas públicas orientadas a poner en valor la cuenca del río Colorado (Michelini, 2010). El objetivo del gobierno provincial era crear allí un polo de desarrollo que, una vez funcionando, fuera complementado por otro localizado en el extremo opuesto de la cuenca, en el límite con Buenos Aires (Michelini, 2010).

A principios de 1990 se realizó una fuerte reestructuración del ente que inició un proceso de cambio profundo en la política pública del área. Proceso que culminaría en 1995 con la sanción de la “Ley de Colonización Privada” (Ley N° 1670 de La Pampa) la cual hizo explícitas las nuevas funciones pensadas en atraer la inversión privada y crear las condiciones para que la misma se instalase en la zona (Michelini, 2010), funciones que se desarrollan hasta en la actualidad.

A partir del año 2000, el Estado provincial decidió retomar proyectos vinculados a la ribera del río Colorado. A efectos también de poner en marcha el desarrollo del área que integra el Programa de Aprovechamiento Agrícola de Bajo de los Baguales, en la localidad de La Adela. Con respecto a esto, los gobiernos de las provincias de La Pampa y Río Negro y el Consejo Federal de Inversiones (CFI) firmaron un convenio de concreción del Estudio de Factibilidad del Aprovechamiento Integral Multipropósito Salto Andersen - Bajo de Los Baguales (Dillon, 2004). El mencionado estudio se ha concretado y en conjunto con el “Proyecto Productivo Integral Casa de Piedra” (en concordancia con el desarrollo de la Planicie Curacó y realizado también en convenio con el CFI) han sido presentados como proyectos en el Programa de Nuevas Áreas de Riego¹³ implementada por la Subsecretaría de Recursos Hídricos de Nación

¹³ El Programa de Nuevas Áreas de Riego se centra en el desarrollo de nuevas áreas basadas en el esquema de corporaciones y alianzas público-privadas a fin de incorporar, al menos, 280.000 ha

Argentina¹⁴. La Pampa presentó el proyecto “Aprovechamiento Integral Multipropósito Salto Andersen- Bajo de los Baguales- Río Colorado” y “Proyecto Productivo Integral Casa de Piedra”. Ambos proyectos se encuentran entre los primeros a realizarse o por orden de importancia (categoría “a”).

Acompañando a la labor del EPRC, en el año 2011 el INTA inauguró su Agencia de Extensión Rural (AER) en 25 de Mayo que cuenta con infraestructura, servicios, personal altamente calificado y el equipamiento necesario para la articulación con los agentes del territorio vinculados a temas de desarrollo agropecuario y agroindustrial. En abril de 2014 se formó la Cámara de Productores del Área Bajo Riego de 25 de Mayo tomando como prioridad fortalecer lazos de comunicación con todas las instituciones que de forma directa o indirecta, puedan estar relacionadas con las actividades agropecuarias, a los fines de trabajar en el desarrollo de la región, y en defensa de los intereses del sector.

De acuerdo con la legislación vigente, la ley sobre el fraccionamiento de predios rurales (Ley N° 468 y su modificación, Ley N° 982) establece un total de 2.500 ha como unidad económica mínima en los departamentos Caleu Caleu y Lihuel Caleu, en parte del departamento Curacó 3.750 ha, y en lo restante del departamento Curacó y Puelén un total de 5.000 ha (figura 3.7).

En el año 2016 se aprueba en La Pampa, la creación de la Ley 2.870 también llamada “Ley de Promoción Económica”, que expresa sus particularidades a través del Decreto 266/16¹⁵. La legislación vigente, explica el régimen de promoción de las actividades económicas en conjunto con sus correspondientes beneficios según la característica del proyecto. Los beneficios se corresponden con extensión en los períodos de gracia para el pago reembolso de los préstamos, bonificaciones en las tasas de interés (de acuerdo a los habitantes de las localidades en donde se emprendan los proyectos, diversificación de actividades, la propuesta en *clústers* productivos), exenciones y beneficios tributarios. La ley también alcanza a un financiamiento especial otorgado a proyectos presentados desde los municipios.

Conforme a la infraestructura vial, la ruta provincial (RP) 34 recorre el área de la cuenca pampeana desde la localidad de 25 de Mayo en el oeste hasta que finaliza el ejido de La Adela, siendo el único canal de comunicación vial entre los ejidos municipales. En el trayecto de la RP 34 se intersectan otras rutas, por ejemplo: a) en ejido de 25 de Mayo: las rutas nacionales (RN) 151, 152, 154, 22 y RP 20, 23 y 26; b) en ejido de Gobernador Duval, RP 19, 106 y 107 y; c) en ejido de La Adela con RP 11 y 9.

nuevas correspondientes al 30 % de un potencial total de 915.000 ha nuevas posibles durante el período 2016-2019 (<https://www.mininterior.gov.ar/plan/programa-areas-riesgo.php>).

¹⁴ La Secretaría de Recursos Hídricos actúa como organismo nacional responsable de la inversión pública en el mejoramiento y ampliación de la infraestructura hídrica para el riego y manejo del agua.

¹⁵https://desarrolloterritorial.lapampa.gob.ar/images/Archivos/Legislacion/Decretos/Reglamentacion_Ley_2870.pdf

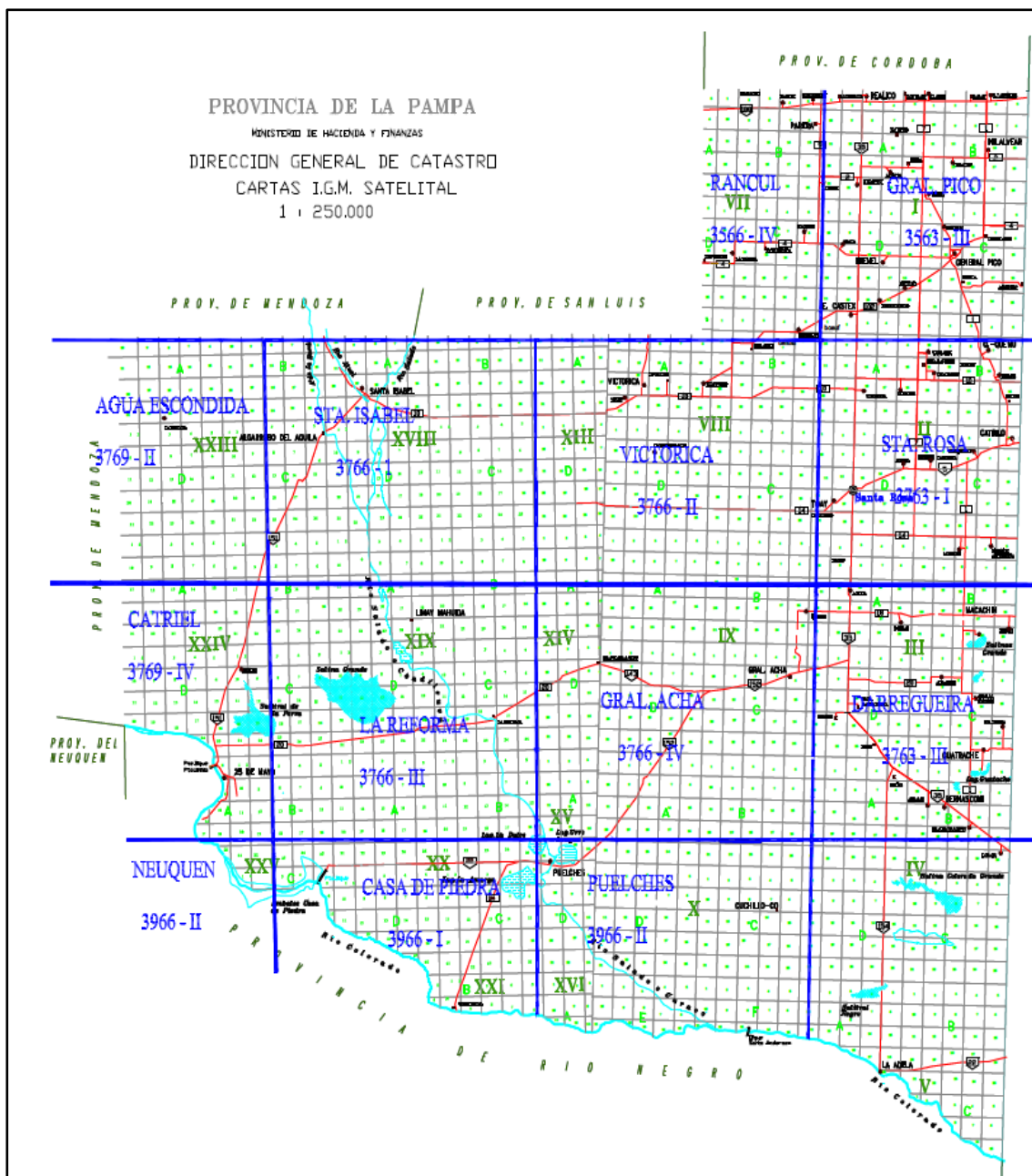


Figura 3.7: Mapa del fraccionamiento de parcelas en La Pampa.
 Fuente: Extraído de DGC (2018).

Caracterizando la energía eléctrica en La Pampa, la distribución se encuentra a cargo de la Administración Provincial de Energía (APE), organismo gubernamental, provincial y público que distribuye la energía proveniente del mercado eléctrico mayorista de la Empresa de Energía de Río Negro (EDERSA). Dentro de la Provincia también se genera energía eléctrica en la central hidroeléctrica “Los Divisaderos” y cuenta con generación eólica provenientes de los parques eólicos que posee la Cooperativa Eléctrica de General Acha (DGEC, 2017).

El servicio de distribución y comercialización de energía eléctrica se encuentra concesionado a 29 cooperativas eléctricas provinciales, que adquieren la energía de las estaciones y subestaciones transformadoras propiedad de APE (figura 3.8).

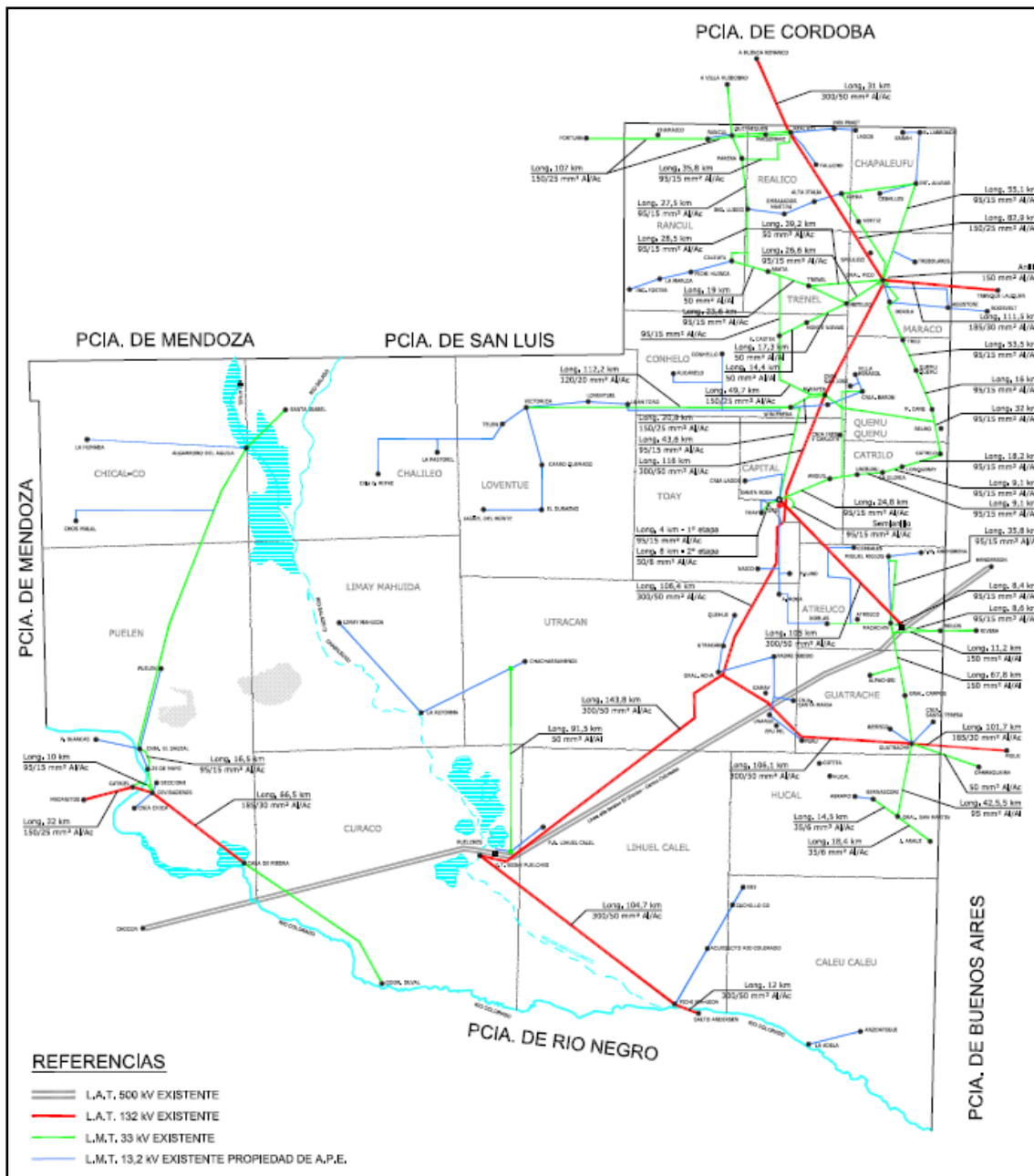


Figura 3.8: Red eléctrica de La Pampa.

Fuente: Extraído de APE (2018).

Las instituciones cooperativas concesionarias prestan el servicio a 158.913 usuarios discriminados en las categorías Residencial, Comercial, Industrial, Oficial, Asociaciones Civiles, Grandes Usuarios, Usuarios Rurales, Grandes Usuarios (33 kV), Otros y Alumbrado Público (DGEC, 2017). El sistema interconectado provincial ha tenido la disponibilidad de energía eléctrica que se muestra en la tabla 3.2.

Tabla 3.2: Energía utilizada en el sistema eléctrico interconectado provincial.

Año	Comprada (MWh)	Disponible (MWh)	Entregada (MWh)	Pérdidas (%)	Crecimiento Interanual (%)
2007	615016,82	654779,9	621793,4	5,04	
2008	700066,7	703959,7	667049,2	5,24	7,3
2009	709625,5	716835,8	683676,1	4,63	2,5
2010	726150	737080,2	697903,4	5,32	2,1
2011	763132,5	764336,4	735924,7	3,72	5,4
2012	797264,9	802114,7	768225,5	4,22	4,4
2013	848384,2	850340,7	814639	4,20	6
2014	851546	850340,7	823027,8	3,21	1
2015	892421,7	901234,6	867884,2	3,70	5,5
2016	897201,3	901004,3	865850,3	3,90	-0,2

Fuente: Elaboración propia en base a DGEC (2017).

Particularmente en la zona geográfica de la cuenca del río Colorado, en la localidad de 25 de Mayo se encuentra la Cooperativa de Servicios Públicos Ltda. (COOSPU) que brinda el servicio de electricidad a los usuarios. En Casa de Piedra y Gobernador Duval el servicio no se encuentra concesionado a ningún ente, por lo cual lo administra APE directamente. En el caso de La Adela, el servicio se encuentra concesionado a la Cooperativa de Electricidad Obras y Servicios Públicos de la Adela Ltda. (CEOSPLA). En ambas cooperativas, la cantidad de usuarios, desde el 2011 al 2016 ha sido ascendente (tabla 3.3).

Tabla 3.3: Cantidad de usuarios de energía eléctrica por cooperativa.

Cooperativa/Año	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Coospu	3121	3274	3470	3589	3805	3910
Ceospla	880	909	941	985	0	1069

Fuente: Elaboración propia en base a datos de DGEC (2017).

3.3.3 Características ambientales

En la cuenca pampeana del río Colorado las condiciones áridas y semiáridas dominan la zona. El clima es templado continental, con bajas temperaturas en invierno y altas en verano. Dicha región se ha delimitado como una de las cuencas hídricas de la provincia de La Pampa (Roberto & Martínez Uncal, 2012) con el río Colorado como principal eje (figura 3.9). Dicha superficie comprende alrededor de 602.000 ha.

El régimen térmico de 25 de Mayo se caracteriza por una temperatura media anual de 15,4 °C, con elevadas amplitudes térmicas diarias y anuales. La amplitud térmica media anual es de 17,5 °C. La temperatura media mensual del mes de enero, es de 24,2 °C y la media mensual de julio es de 6,7 °C. Los vientos predominantes provienen del suroeste, sur y noroeste y su intensidad es mayor en los meses de agosto y septiembre.

El promedio de precipitaciones en el área es de 250 mm anuales, produciéndose los mayores registros durante los meses de octubre a marzo. Las precipitaciones se caracterizan por su marcada irregularidad y por la intensidad de ocurrencia arrojando un déficit hídrico anual en torno a los 550 mm. La evapotranspiración potencial se encuentra en torno a los 750 mm y la evapotranspiración real es del orden de los 300

mm (Cano, 2004). El pico de mayor precipitación anual se produjo en 1985 con 413,2 mm, mientras que el menor registro se produjo en 1995, con 96,7 mm (Dillon, 2004). El período libre de heladas se encuentra entre el 15/11 y el 1/04.

El ejido pertenece a la región occidental de La Pampa y se caracteriza por tener un clima de árido a semiárido (Cano, 2004). El paisaje se compone de planicies recortadas y sedimentos consolidados cubiertos por una capa arenosa que constituye el material originario de los suelos. Los suelos son poco desarrollados (Aridisoles) sin diferenciación entre sus horizontes; la vegetación se compone de arbustales abiertos bajos y matorrales semidesérticos (Cano, 2004).

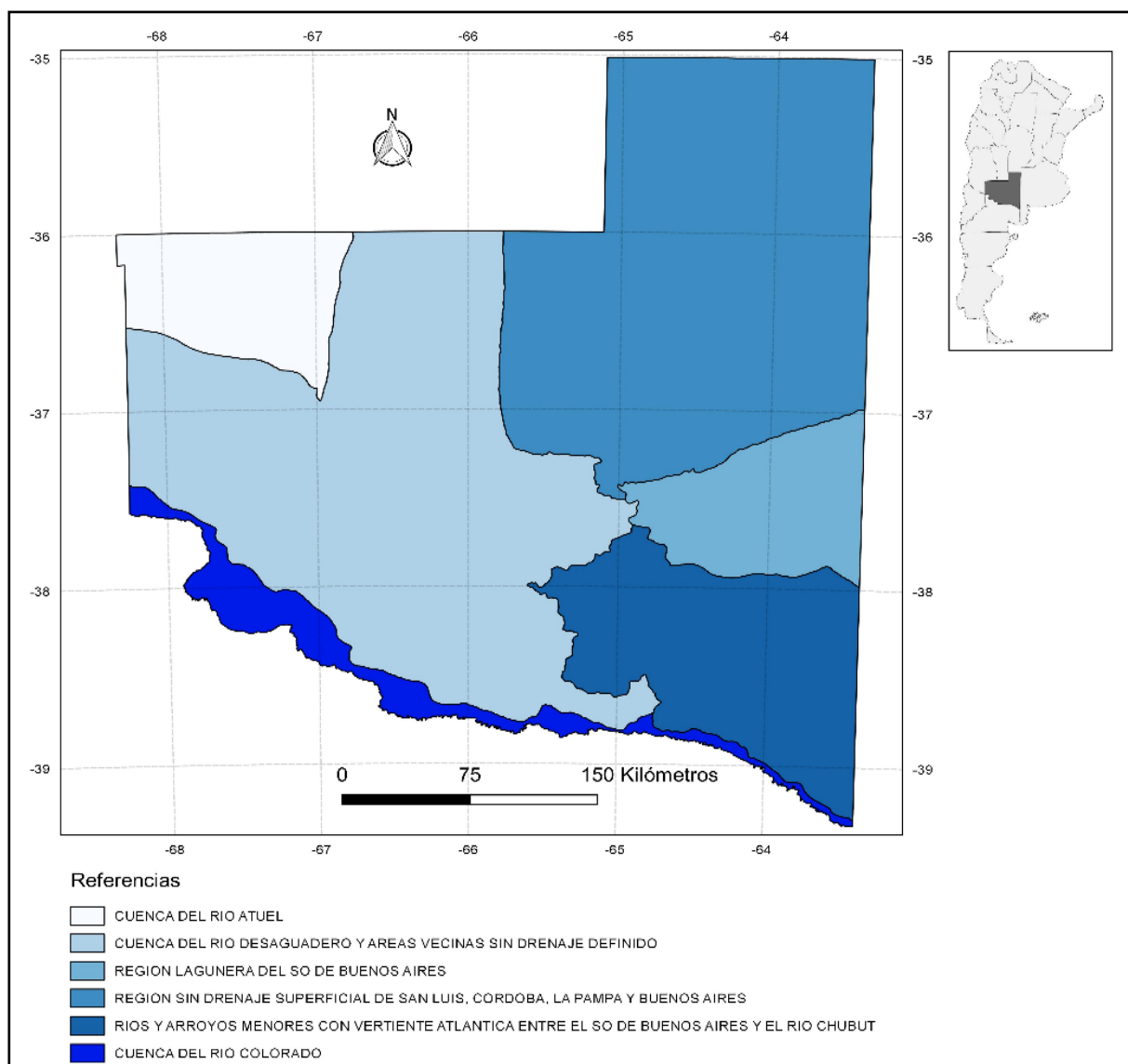


Figura 3.9: Cuencas hídricas de La Pampa.

Fuente: Elaboración propia en base a Roberto y Martínez Uncal (2012).

En Gobernador Duval y La Adela la temperatura media anual ronda los 15 °C, con medias de 24 °C para el mes de enero y 7 °C para el mes de julio. Obteniendo un régimen promedio de heladas en Gobernador Duval que va desde el 1/11 hasta el 11/4 y en La Adela desde el 20/10 hasta el 21/4. Las precipitaciones van aumentando de oeste a este, el promedio de precipitaciones en Gobernador Duval se aproxima los

300 mm anuales y en La Adela a los 400 mm anuales. La evapotranspiración potencial en ambos ronda los 750 mm y la evapotranspiración real se encuentra alrededor de los 350 mm, registrando un déficit hídrico promedio anual del orden de los 400 mm (Cano, 2004).

En cuanto a las características fisiográficas, el oeste del ejido de Gobernador Duval presenta similares características que las de 25 de Mayo, respondiendo a la región occidental de La Pampa (Cano, 2004). El este del ejido de Gobernador Duval, junto con el ejido de La Adela pertenecen a la región Meridional, con clima semiárido y paisaje heterogéneo: se presentan mesetas, pendientes, depresiones y salitrales o lagunas. En el centro-oeste son comunes los afloramientos rocosos y en el sureste predominan mesetas y bajos. Los suelos están asociados entre los poco evolucionados (Entisoles) con evolucionados (Molisoles) y la vegetación se compone fundamentalmente de arbustales, pastizales bajos y bosque abierto (Cano, 2004).

En la figura 3.10 se observa la vegetación predominante de la región que se puede dividir en cinco diferentes tipos: Arbustal Bajo (*Larrea cuneifolia*), Arbustales Intermedios (Arbustal mixto y *Larrea divaricata*), Arbustal, Matorral y Pastizal Halófilo; Pastizal Bajo (*Piptochaetium napostaense* y *Stipa tenuis*) y Pastizal y Arbustal Orófilo.

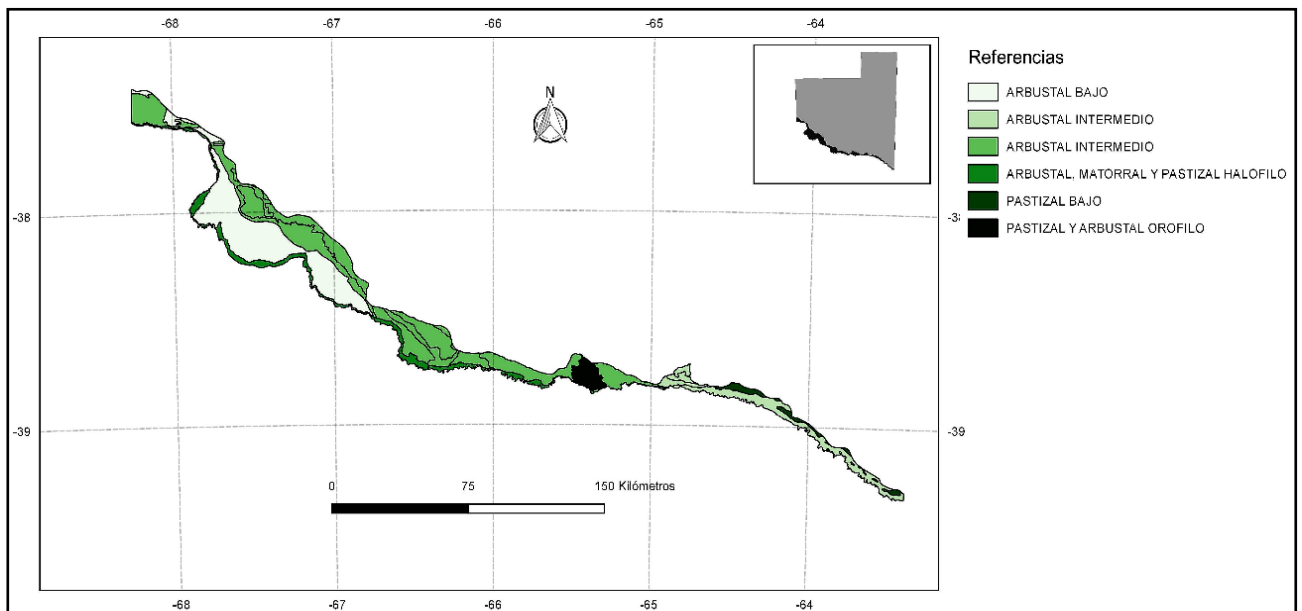


Figura 3.10: Clasificación de la vegetación predominante de la región.

Fuente: Elaboración propia en base a Roberto y Martínez Uncal (2012).

En ejido de 25 de Mayo predomina el Arbustal Bajo e Intermedio (*Larrea divaricata*). ejido de Gobernador Duval presenta en su mayoría Arbustales, matorrales y pastizales halófilos con Pastizal y Arbustal Orófilo, así como también Arbustales intermedios (*Larrea divaricata*). En ejido La Adela predominan Arbustales intermedios (mixtos) y en menor superficie pastizales bajos (*Piptochaetium napostaense* y *Stipa tenuis*). En la tabla 3.4 se presentan las características predominantes de la vegetación.

Tabla 3.4: Características de la fisonomía vegetal regional.

Vegetación	Descripción
Arbustal Bajo	Arbustal muy abierto de jarilla macho en aéreas altas del sector de las coladas lávicas.
Arbustales Intermedios (<i>Larrea divaricata</i>)	Arbustal de jarilla hembra con gramíneas intermedias en planicies disectadas.
Arbustales Intermedios (mixtos)	Complejo de bosque abierto en depresiones y salitrales. Arbustal mixto en pendientes de drenajes dendríticos. Incluye pastizales de gramíneas bajas con arbustos en áreas planas y cabeceras de drenaje. Arbustal mixto en alta pendiente de mesetas, cerros testigos y bajos sin salidas del SE. En ocasiones presencia de Caldén.
Arbustal, Matorral y Pastizal Halofilo	Complejo de vegetación (arbustal, matorral, pastizal halofilo).
Pastizal Bajo	Pastizal bajo con arbustos y herbáceas rastreras en mesetas y cerros al SE de la provincia. En depresiones presencia de bosque de caldén y algarrobo.
Pastizal y Arbustal Orófilo	Matorral serrano en crestas rocosas.

Fuente: Roberto y Martínez Uncal (2012).

La geomorfología del terreno regional (figura 3.11) que se puede dividir en cinco subregiones: De la pediplanicie con coladas lávicas; Llanuras aluviales del Atuel-Salado; Mesetas alargadas con bajos sin salida cubiertas con sedimentos arenosos y rodados de vulcanita; Planicies y lomas recubiertas por tosca y afectadas por un diseño dendrítico; De las terrazas y paleocauces con rodados de vulcanitas.

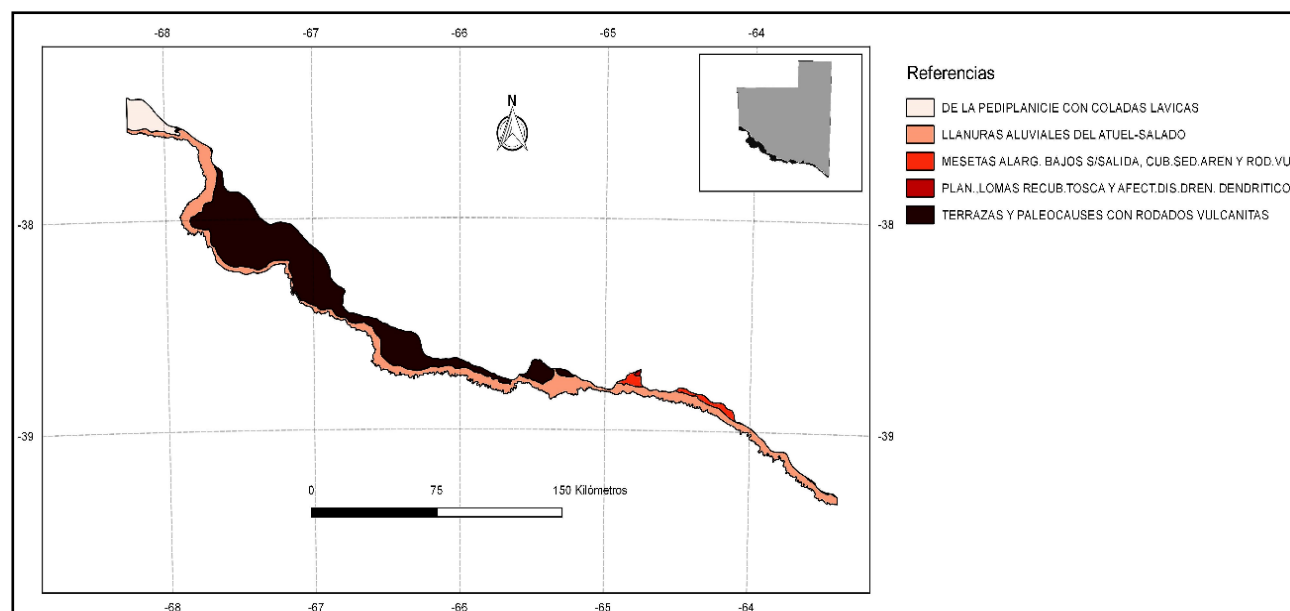


Figura 3.11: Geomorfología regional.

Fuente: Elaboración propia en base a Roberto y Martínez Uncal (2012).

En el ejido de 25 de Mayo predominan las terrazas y paleocauces con rodados de vulcanitas y en menor medida las llanuras aluviales del Atuel-Salado y la pediplanicie con coladas lávicas hacia el oeste. En ejido Gobernador Duval, la geomorfología es similar a la de 25 de Mayo, con terrazas y paleocauces con rodados de vulcanitas y llanuras aluviales del Atuel-Salado. En ejido de La Adela predominan llanuras aluviales del Atuel-Salado con mesetas alargadas con bajos sin salida cubiertas con sedimentos arenosos y rodados de vulcanita y; Planicies y lomas recubiertas por tosca y afectadas por un diseño dendrítico en menores áreas. En la tabla 3.5 se presentan las principales características de la geomorfología de la cuenca.

Tabla 3.5: Características de la geomorfología regional.

Subregión	Altimetría	Relieve	Litología	Drenaje	Sectorización
Llanuras aluviales del Atuel - Salado	Entre los 200 y 300 m.	Plano	Predominan sedimentos arenosos. Es frecuente encontrar sedimentos limosos a arcillosos.	Los arroyos son de tipo divagante, la mayoría tiene sus cauces discontinuos.	El sistema del Atuel- Salado tiene diferentes sectores, caracterizados por algún tipo de drenaje.
Terrazas y paleocauces con rodados vulcanitas	Menor a 400 m.	Planicie elaborada y cortada por la acción hídrica.	Rodados de vulcanita – Arenas (sedimentos modernos) Costras calcáreas silicificadas.	Zona N, drena hacia los salitres; zona S hacia el río Colorado y zona E hacia el río, lagunas y salitres.	Mesetas aisladas y depresiones con salitres - Mesetas - Paleocauces - Terrazas con rodados.
Plan., lomas recub. tosca y afect. dis. dren. dendrítico	Entre los 100 y los 300 m.	Plano, subnormal con algunas elevaciones	En las partes convexas del relieve aflora una capa calcárea. Depresiones y planicies: sedimentos arenosos y arenos limosos.	Escaso gradiente asociado a las características climáticas de tipo árido	Sector de divisorias - Sector afectado por la acción hídrica.
De la pediplanicie con coladas lavicas	Entre los 400 y los 800 m.	Plano, uniforme; interrumpido por áreas plano concavas alargadas	Predominan dos elementos litológicos: el basalto y una cubierta arenosa de poco espesor.	Endorreico - Drenaje conectado a vías de desagüe mayores	Coladas lavicas - Depresiones bajos y manantiales.

Tabla 3.5: Características de la geomorfología regional (continuación).

Subregión	Altimetría	Relieve	Litología	Drenaje	Sectorización
Mesetas alarg.bajos s/salida, cub.sed.aren y rod.vul.	Entre los 0 y los 100 m.	Mesetas alargadas suavemente onduladas y depresiones	Capa arenosa con rodados de vulcanitas - Costra calcarea - Sedimentos limo arenosos.	Representado por lagunas y salitrales	Areas altas de mesetas - Areas bajas de pendientes y depresiones.

Fuente: Roberto y Martínez Uncal (2012)

En cuanto a la profundidad de la superficie freática regional se observa que en el ejido de 25 de Mayo los datos son limitados y no se encuentran disponibles. En el ejido de Gobernador Duval, gran parte de la superficie oeste no presenta datos y hacia el este se observan profundidades predominantes de entre 50 a 100 m (figura 3.12). En La Adela se encuentra la mayor variedad de profundidades, desde menores de 10 m en el oeste, hasta profundidades de 100 m al este.

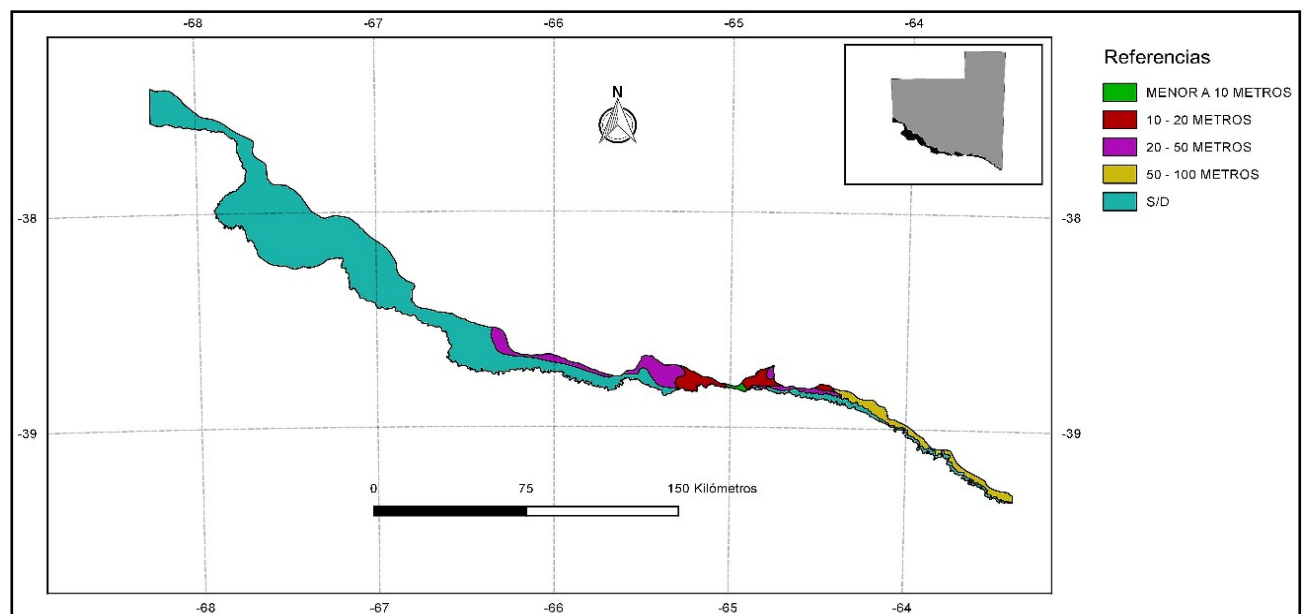


Figura 3.12: Profundidad de la superficie freática regional.

Fuente: Elaboración propia en base a Roberto y Martínez Uncal (2012).

La calidad de agua (figura 3.13) en 25 de Mayo posee valores de entre 4.000 y 12.000 miligramos de sales totales por litro ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) en el oeste, en el este el valor supera los 12.000 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$. Nuevamente existen muchas áreas en que no se presentan datos disponibles.

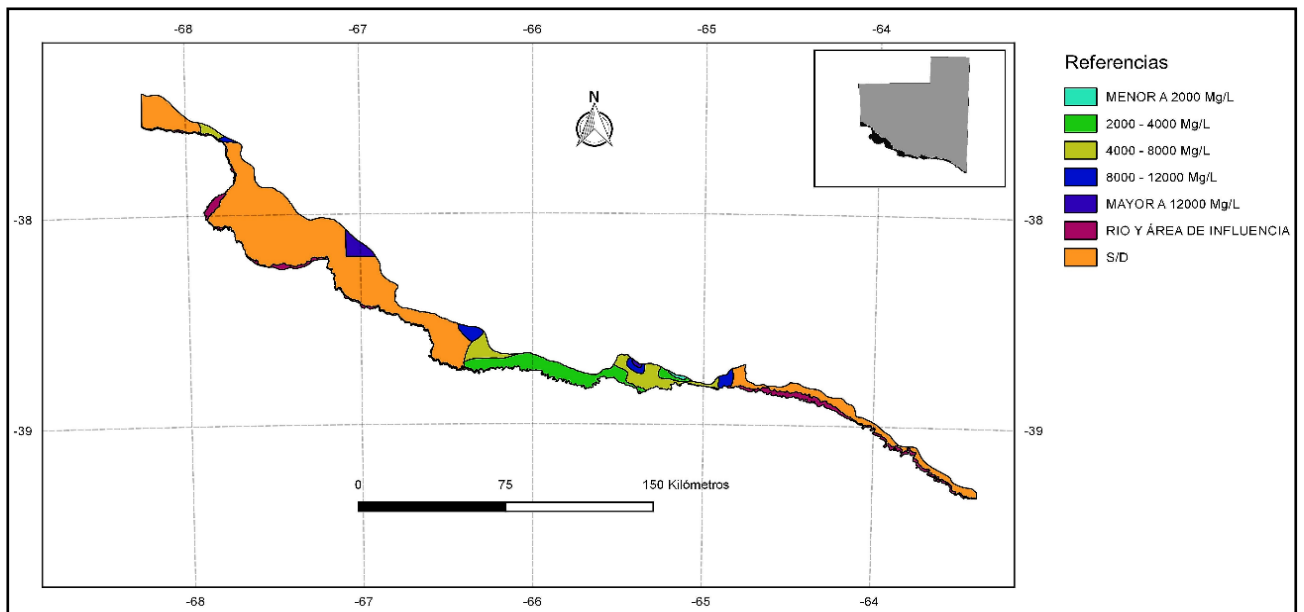


Figura 3.13: Calidad de agua regional.

Fuente: Elaboración propia en base a Roberto y Martínez Uncal (2012).

En el ejido de Gobernador Duval, la mayoría de la superficie presenta agua con valores de entre 2.000 y 4.000 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$. En el oeste de ejido de La Adela los valores se encuentran entre los 4.000 y 12.000 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de acuerdo a la zona, también es importante el área influenciada por el río Colorado. Cabe destacar que la mayor parte de la superficie de los ejidos de 25 de Mayo y La Adela se encuentran sin datos disponibles.

Por último, se describirán las características de los suelos pampeanos del río Colorado. Según Vázquez (2014) éstos se pueden dividir en un total aproximado de dieciocho unidades taxonómicas diferentes (figura 3.14).

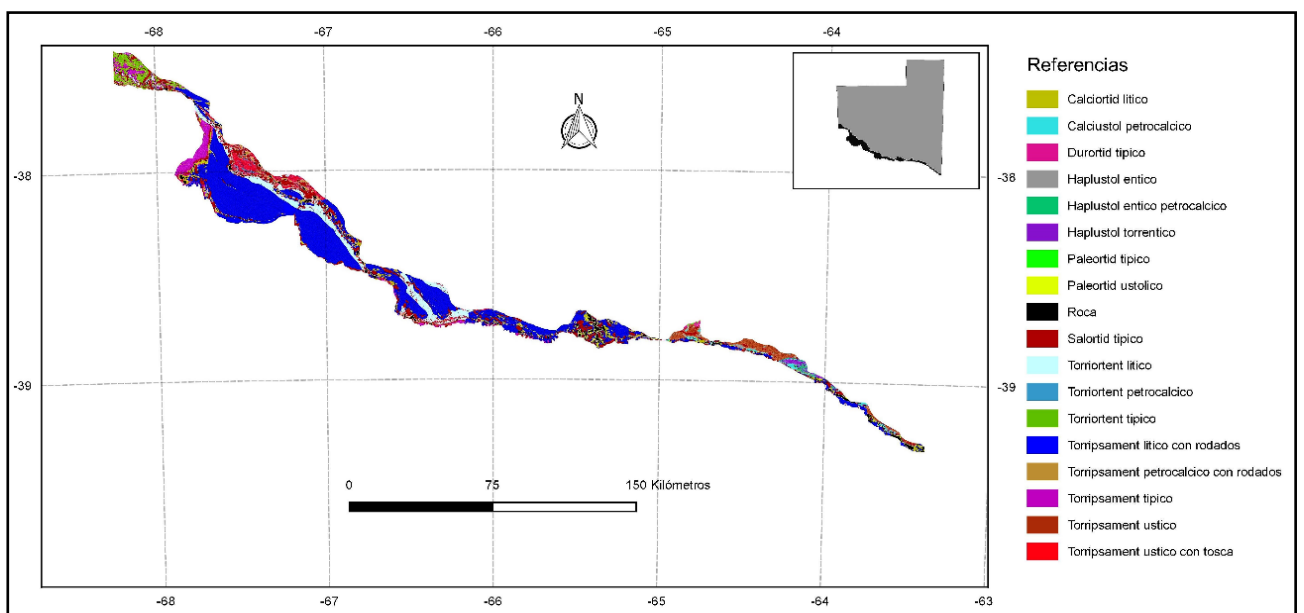


Figura 3.14: Unidades taxonómicas en la región del río Colorado en La Pampa.

Fuente: Elaboración propia en base a Vázquez (2014).

En el ejido de 25 de Mayo se encuentran suelos Torriortent y Torripsament, predominando el lítico con rodados en toda el área sudoeste de la cuenca. En el centro y este de la cuenca (ejidos de Gobernador Duval y La Adela) comienzan las mexturas con suelos Calciortid lítico, Calciustol petrocalcico y diferentes tipos de Torrisament, más precisamente el ustico y ustico con tosca. En la tabla 3.6 se encuentran las diferentes características por unidad taxonómica de suelo.

Tabla 3.6: Unidades taxonómicas en la región del Colorado en La Pampa.

Unidad Taxonómica	Textura	Carbono orgánico (%)	Profundidad de la tosca (cm)	Agua en saturación (% p·p ⁻¹)	Agua a capacidad de campo (% p·p ⁻¹)	pH Pasta (pH)
Calciortid lítico	Franco	1,6	50	44	23	7,4
Torripsament lítico con rodados	Arcilloso	0,3	25	13	9	7,9
Torripsament ustico	Arcilloso-Franco	0,4	100	30	11	8,2
Calciustol petrocalcico	Franco-Arcilloso	1,5	50	38	21	7,9
Torripsament ustico con tosca	Arenoso	0,2	25	31	5	7,8
Salortid típico	Arenoso	0,3	400	60	34	7,8
Torriortent lítico	Arenoso	0,2	50	33	10	8,4
Torripsament típico	Arenoso-Franco	0,4	75	29	10	8
Torriortent típico	Arenoso	0,3	100	32	7	7,5
Torripsament lítico con rodados	Arenoso	0,3	25	13	9	7,9
Torripsament petrocalcico con rodados	Arenoso-Franco	0,3	75	31	8	8
Torriortent petrocalcico	Arenoso-Franco	0,3	75	31	8	8
Haplustol entico	Franco-Arenoso	0,7	75	30	17	7,3
Durortid típico	Arenoso-Franco	0,4	50	27	8	7
Paleoortid típico	Arenoso-Franco	0,6	25	35	10	8
Hplaustol torrentico	Franco-Arenoso	1	75	32	18	7,3
Haplustol entico petrocalcico	Franco-Arenoso	0,7	75	30	17	7,3
Roca	Roca	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia en base a Vázquez (2014).

Como otro antecedente relevante sobre uso y aptitud de suelo, Cruzate & Panigatti (2008) establecen tres aptitudes de suelo (figura 3.15). De acuerdo a los autores, la

mayor parte de región posee aptitudes ganaderas y poca superficie es destinada a riego.

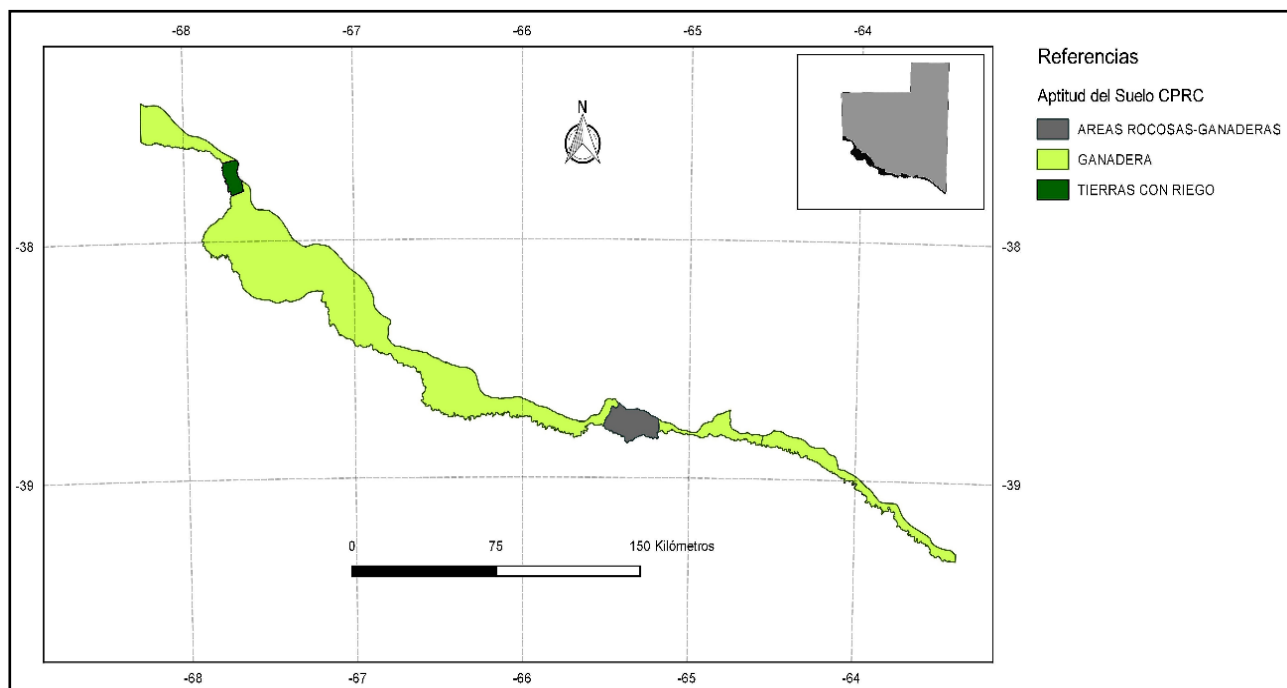


Figura 3.15: Uso y aptitud regional del suelo.

Fuente: Elaboración propia en base a Cruzate y Panigatti (2008).

En un trabajo más reciente Mariano y Roberto (2018) procedieron a la digitalización de las variables edáficas de suelo (profundidad, salinidad, textura y drenaje) en 3 de las áreas regables planificadas para de La Pampa: a) SAM 25 de Mayo (CFI, 1982); b) Casa de Piedra (CFI, 2007a) y; c) Bajo de los Baguales - La Adela (CFI, 2007b). Dichos mapas aportaron las diferentes mediciones de las variables edáficas que proporciona el suelo; por lo que se estableció su aptitud para cada área regable. Las variables edáficas fueron reclasificadas de los mapas originales aportados por el CFI en las siguientes categorías que se expresan en la tabla 3.7.

Tabla 3.7: Reclasificación de las variables edáficas.

Variable/Clasificación	1	2	3	4
Profundidad (cm)	< 25	Entre 25 y 50	Entre 50 y 100	> 100
Textura	Franco Arcilloso	Franco	Franco Arenoso	Arenoso Franco
Drenaje	Pobrementemente Drenado	Imperfectamente Drenado	Bien Drenado	Excesivamente Drenado
Salinidad (mmhos·cm⁻¹)	> 12	Entre 4 y 12	Entre 2 y 4	< 2

Fuente: Elaboración propia en base a CFI, 1982, 2007a; b.

Los autores originalmente consideraron dieciséis cultivos recabados de producciones actuales y alternativas realizadas en la ribera del Colorado en La Pampa (DGE, 2016). La tabla 3.8 detalla los cultivos analizados con los requerimientos edáficos particulares demandados y adaptados a la clasificación de la tabla 3.5. La información

de los requerimientos edáficos de los cultivos fue obtenida de información secundaria (Sánchez, 1999; Amico, 2002; Basigalup, 2007; Ruiz et al., 2013). Cabe aclarar que no se tuvieron en cuenta en el análisis las actividades forestales (en el área se producen salicáceas -álamos-) por poseer tiempos productivos únicos¹⁶ que difieren de los modos y la naturaleza de las actividades agrícolas anuales y plurianuales analizadas.

Tabla 3.8: Requerimientos edáficos demandados por los cultivos.

Cultivo/Variable	Código de clasificación de las variables edáficas			
	Profundidad	Textura	Drenaje	Salinidad
Ajo	3 y 4	1, 2 y 3	3 y 4	3 y 4
Alfalfa	4	1, 2 y 3	3 y 4	2, 3 y 4
Almendro	3 y 4	0	3 y 4	3 y 4
Cebolla	2, 3 y 4	0	3 y 4	3 y 4
Ciruelo	3 y 4	0	2, 3 y 4	3 y 4
Frambuesa	3 y 4	1, 2 y 3	3 y 4	4
Frutilla	2, 3 y 4	2, 3 y 4	3 y 4	4
Maíz	4	0	2, 3 y 4	3 y 4
Manzano	4	0	2, 3 y 4	3 y 4
Nogal	4	0	3 y 4	3 y 4
Olivo	3 y 4	1, 2 y 3	3 y 4	3 y 4
Papa	2, 3 y 4	0	3 y 4	3 y 4
Peral	4	1, 2 y 3	2, 3 y 4	4
Vid	4	0	3 y 4	3 y 4
Zanahoria	2, 3 y 4	0	3 y 4	3 y 4
Zapallo (Calabaza)	2, 3 y 4	0	3 y 4	3 y 4

Fuente: Mariano y Roberto (2018) en base a Sánchez (1999); Amico (2002); Basigalup (2007); Cazanga et al. (2013) y Ruiz et al. (2013).

Los autores superpusieron los mapas individuales de cada cultivo en pos de once grupos de aptitud de cultivos (tabla 3.9 y figura 3.16) con la finalidad de determinar los diferentes usos para una misma área.

¹⁶ Las producciones de álamos se “cortan/cosechan” una única vez al momento de la tala para obtener los productos forestales.

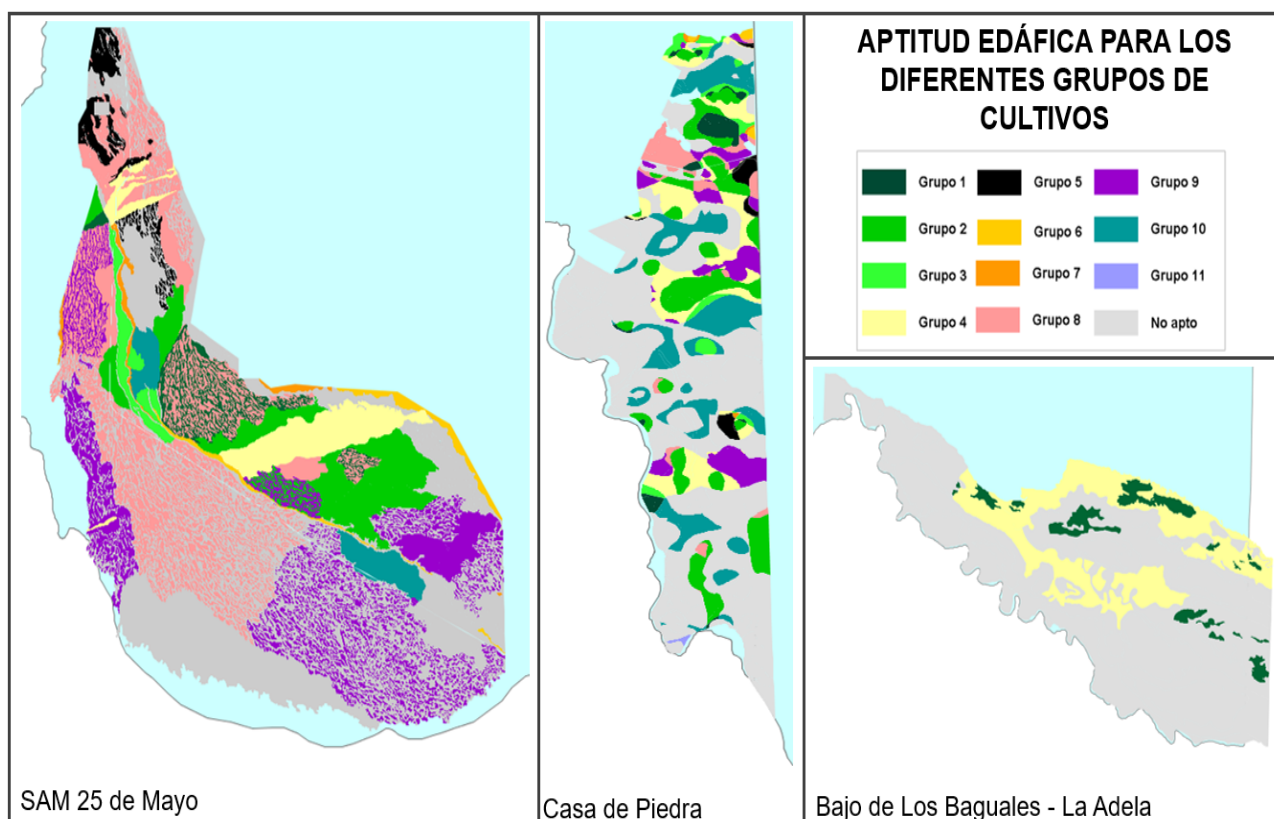


Figura 3.16: Aptitud edáfica para los diferentes grupos de cultivos.
Fuente: Extraído de Mariano y Roberto (2018).

Tabla 3.9: Grupos de cultivos para las áreas regables.

Grupos	Cultivos
1	Cebolla - Zanahoria - Papa - Zapallo - Ajo - Maíz - Alfalfa - Frambuesa - Vid - Frutilla - Almendro - Nogal - Ciruelo - Manzano - Olivo - Peral
2	Cebolla - Zanahoria - Papa - Zapallo - Ajo - Frambuesa - Frutilla - Almendro - Ciruelo - Olivo
3	Cebolla - Zanahoria - Papa - Zapallo - Ajo - Maíz - Alfalfa - Vid - Almendro - Nogal - Ciruelo - Manzano - Olivo
4	Cebolla - Zanahoria - Papa - Zapallo - Ajo - Almendro - Ciruelo - Olivo
5	Cebolla - Zanahoria - Papa - Zapallo - Frutilla - Almendro - Ciruelo
6	Cebolla - Zanahoria - Papa - Zapallo - Ciruelo - Vid - Frutilla - Almendro - Nogal - Ciruelo - Manzano
7	Cebolla - Zanahoria - Papa - Zapallo - Maíz - Vid - Almendro - Nogal - Ciruelo - Manzano
8	Cebolla - Zanahoria - Papa - Frutilla
9	Cebolla - Zanahoria - Papa
10	Alfalfa
11	Alfalfa - Ciruelo - Manzano

Fuente: Mariano y Roberto (2018).

3.3.4 Características productivas y económicas.

En la dinámica social, cultural, política y ambiental pampeana de los tres ejidos se desarrollan actividades agrícolas bajo riego, petroleras y ganadería extensiva (orientada a la producción de bovinos y caprinos). En La Pampa de las 85.000 ha asignadas por el PURC para la explotación del recurso hídrico, sólo se encuentran en uso 5.721 ha bajo sistemas de riego (DGEC, 2016). La decisión política del Gobierno Provincial de autorizar solamente los sistemas de riego presurizados para todos los proyectos futuros hace prever que el área a regar se podría triplicar, considerando la eficiencia en el uso del agua de estos sistemas (INTA, 2012).

Como se ha mencionado en el apartado político e institucional (3.3.2), el Sistema Provincial de Aprovechamiento del Río Colorado se encuentra conformado por cinco perímetros de regadío que funcionan independientemente. La distribución actual de los perímetros de regadío responde a la reformulación efectuada del Sistema Provincial entre 1979 y 1981 (Michelini, 2010). Fuera de esta planificación, se encuentran actualmente diferentes emprendimientos no contemplados inicialmente, como por ejemplo Fincas del Duval, realizado como emprendimiento público. En la tabla 3.10 se mencionan y realiza una separación entre los sistemas de regadío planificados y actuales, así como también su superficie productiva y las producciones para la campaña 2014-2015 (DGEC, 2016). Cabe señalar que todos los sistemas de riego son administrados por el EPRC.

Tabla 3.10: Perímetros de regadío del Sistema Provincial de Aprovechamiento del río Colorado.

Perímetros de regadío	Superficie disponible (ha)	Superficie en uso para la campaña 2014-2015 (ha)	Producciones para la campaña 2014/2015.
SAA El Sauzal (*)	4.000	504	Pera, manzana, membrillero, vid, nogal, cebolla, maíz, alfalfa y forestal (álamo).
SAM 25 de Mayo (*)			
Sección I		2.888	Peras, vides, papa, cebolla, zanahoria, pasturas varias, maíz, alfalfa y forestal (álamo).
Sección II	46.000	133	
Sección III		0	
Sección IV		0	
Sección V		2.111	
Casa de Piedra (**)	9.746	38,3	Vid y olivo.
SAA Planicie Curacó (*)	12.000	0	N/C
El Milagro (**)	300	0	N/C
Unge (**)	50	0	N/C

Tabla 3.10: Perímetros de regadío del Sistema Provincial de Aprovechamiento del río Colorado (continuación).

Perímetros de regadío	Superficie disponible (ha)	Superficie en uso para la campaña 2014-2015 (ha)	Producciones para la campaña 2014/2015.
Fincas del Duval (**)	N/C	29	Pera, vid, ciruela, cereza, almendro, frutilla, frambuesa, olivo, zapallo, cebolla, ajo y alfalfa.
El Álamo (**)	90	0	N/C
SAA Valle del Prado (**)	1.200	18	Zapallo y almendro.
Valles menores (**)	1.800	0	N/C
SAA Bajo de Baguales (**)	20.700	0	N/C
TOTALES	95.886 (**)	5.721,3	
	85.000 (***)		

(*) Pertencientes a la reformulación realizada entre 1979 y 1981.

(**) Agregados recientemente.

(***) Acordados en el PURC.

N/C: No corresponde.

Fuente: DGEC (2016) en base a datos del EPRC (2014-2015).

Principales características productivas de los Sistemas de Aprovechamiento:

a) El Sauzal posee aproximadamente el 98 % de la superficie sistematizada. Posee gran cantidad de regantes junto con una densa red de distribución, el regadío se encuentra constituido por un núcleo original y su ampliación (40 km²). La producción registrada para El Sauzal en la campaña 2014-2015 reporta un total de 4.000 Tn en 504 ha y las producciones registradas son cebolla, pera, manzana, membrillo, vid, nogal, maíz, alfalfa y forestal (álamos). En pleno corazón del SAA se encuentra un parque industrial cuyos edificios se encuentran actualmente ocupados por algunas empresas agroindustriales que se encuentran en la zona, se destacan en la actualidad un aserradero de álamos y una bodega (Michelini, 2010) y se observan también edificios abandonados.

El 69 % de las explotaciones supera las 15 ha de superficie. Las chacras incorporan mano de obra familiar y asalariada. En cuanto a la mano de obra asalariada, puede ser temporaria o permanente. La mano de obra familiar es característica de las explotaciones más pequeñas (hasta 10 ha) y sólo contratan personal en momentos de labores intensivas como en poda o cosecha. En parcelas con más superficie (entre 10 y 30 ha) se registra frecuentemente la contratación de mano de obra temporaria para poda o cosecha. Los productores en este rango de superficie, contratan mano de obra permanente (Michelini, 2010).

Michelini (2010) elabora una tipología de valoración de los productores del SAA El Sauzal, en la cual describe cinco tipos (tabla 3.11).

Tabla 3.11: Tipología de las explotaciones frutícolas en el SAA El Zauzal¹⁷

Tipo	Superficie total (ha)	%	Superficie promedio de las parcelas (ha)
1	387	15	20,3
2	129	5	12,8
3	610	24	14,8
4	1369	53,5	17,7
5	62	2,5	15,4
Total	2557	100	16,8

Fuente: adaptado de Michelini (2010).

Las cuatro primeras tipologías predominan la zona (los tipos 3 y 4 con los más representativos con la realidad del SAA El Zauzal) y el tipo 5 posee escasa representación. Cabe señalar que la tipología construida permite obtener una imagen estática del estado productivo de El Zauzal¹⁸. En sondeos realizados sobre el área de estudio, pero sin relevamiento específico de superficie, se pudo constatar un nuevo tipo de productor (productor tipo 6) que incluiría las parcelas de las áreas subrurales.

- **Productor tipo 1:** se trata de chacras con superficies de algo más de 20 ha promedio (aproximadamente el 15 % de las chacras). Entre el 60 y 70 % de su producción se orienta hacia el mercado de fruta fresca. Predominan las plantaciones tradicionales por conducción por espaldera, con rendimientos que superan a las producciones medias de las demás explotaciones. El ingreso extrapredial representa un soporte de la actividad en la chacra, asegurando un funcionamiento normal en momentos de fuertes caídas del mercado.

- **Productor tipo 2:** son chacras de dimensiones similares a las anteriores (unas 17 ha promedio) y la orientación de la producción es mayormente la fruta para industria. Generalmente la cura de los montes, podas o fertilización, se realiza mediante la presencia de planes específicos de ayuda estatal. El personal contratado es esencialmente temporario y se producen volúmenes más reducidos que en las lideradas por los productores tipo 1. El trabajo es familiar y la obtención de un ingreso extrapredial se ha convertido en el sustento familiar. Presentan cierto grado de mecanización.

- **Productor tipo 3:** son chacras que presentan superficies más reducidas (14,6 ha promedio). La superficie de las parcelas sin utilizar alcanza un 62 %. Generalmente trabaja la familia y solo un 36 % contrata mano de obra de carácter temporal (para poda o cosecha). En su mayoría son plantaciones de manzanas y peras y es el productor el encargado de las labores culturales, con ayuda de subsidios estatales. El mercado preponderante es la fruta para industria. El sustento familiar suele ser el empleo público o trabajos temporarios.

- **Productor tipo 4:** son parcelas de grandes superficies (más de 22 ha promedio) y constituyen el grupo mayoritario de explotaciones, alrededor del 53,5 %. Los montes frutales se encuentran muy degradados, abandonados o en proceso de abandono y, en su mayoría, son irrecuperables. La fruta recolectada es vendida para industrializar en plantas jugueras. A pesar de contar con un ingreso

¹⁷ No se incluyen las parcelas subrurales (quintas), de instituciones ni aquellas que no guardan relación con la tipología descrita (Michelini, 2010).

¹⁸ Datos correspondientes al trabajo de campo de Michelini (2010), realizado en el año 2005.

extrapredial, los productores no han solventado el funcionamiento de la explotación.

- **Productor tipo 5:** su presencia en el área es testimonial (2,4 % de la superficie y 2,6 % de las parcelas). Se trata de empresarios que aprovechan la posibilidad circunstancial de alquilar y utilizar ciertas parcelas improductivas, abandonadas y ociosas (Michelini, 2010).

- **Productor tipo 6:** se trata de pobladores con altos ingresos provenientes de la actividad petrolera, que han decidido invertir en chacras/quintas, iniciándose con incipientes producciones hortícolas bajo riego en la modalidad de invernáculos.

b) El SAM 25 de Mayo es el sistema pampeano más importante y único de “Aprovechamiento Múltiple” planificado en cinco secciones (Secciones I, II, III, IV y V). Se trata de un sistema público que se alimenta en el Dique Punto Unido. El agua derivada tiene tres destinos: una extensa red de canales de riego que conducen agua hacia las secciones I, II y V; la central hidroeléctrica Los Divisaderos y el sistema de riego de Catriel.

El riego en 25 de Mayo es mayormente por gravedad aunque temporada a temporada se observan avances importantes de riego presurizado (mayoritariamente el sistema de pivot central y en menor medida por goteo y aspersión) lo que permite alcanzar elevadas eficiencias en el uso del agua. El reducido número de parcelas regadas actualmente, permiten realizar un seguimiento de las 5.132 ha en producción. Se encuentran en producción peras, vides, zanahoria, papa semilla, cebollas, pasturas varias, maíces, alfalfas y álamos.

De las cinco secciones planificadas para este sistema (figura 3.17), sólo tres se hallan actualmente con producción agropecuaria. Se realiza un breve resumen de las 3 secciones que presentan producciones agrícolas en el SAM 25 de Mayo.

- La Sección I presenta explotaciones de superficies que oscilan las 150 y 800 ha, dedicadas tradicionalmente a la producción de forrajeras (cubos, *pellets* y heno de alfalfa). De las 5.514 ha planificadas para la sección, se encuentran en uso sólo 2888 ha;
- Sección V en la que se desarrollan emprendimientos agroindustriales que producen cereales, álamos, vides, peras y alfalfa. De las 7.600 ha planificadas para la sección, se encuentran en uso 2.111 ha, y;
- Sección II, ha comenzado a producir recientemente con un total de 133 ha para la producción de papa, zanahoria y cebolla. Actualmente, también el EPRC se encuentra realizando producciones agrícolas de maíz y alfalfa y realizando investigaciones sobre un sistema de riego por pivote central. Las secciones III y IV no registran producción agropecuaria, pero si producción petrolera con diversa cantidad de pozos petroleros.

En el SAM operan mayormente un grupo pequeño de establecimientos con grandes extensiones. El sistema propició diferentes producciones que consolidaron nuevos tipos de inversiones y agentes económicos distinguidos por su gran escala, el uso intensivo de capital y caracterizados por criterios de eficiencia económica y racionalidad productiva (Michelini, 2010); a este tipo de productor se lo denomina productor agroindustrial. La mano de obra utilizada no suele ser importante en relación con los volúmenes producidos y generalmente contratan mano de obra permanente y calificada para tareas de administración y temporaria para los trabajos que no requieren dicha especialización (Michelini, 2010). Actualmente en el área se

encuentran instaladas grandes firmas como AB Agro, Zille S.R.L, Alto Valle del Río Colorado S.A, Curacó S.A, Arceo Agropecuaria, entre otras.

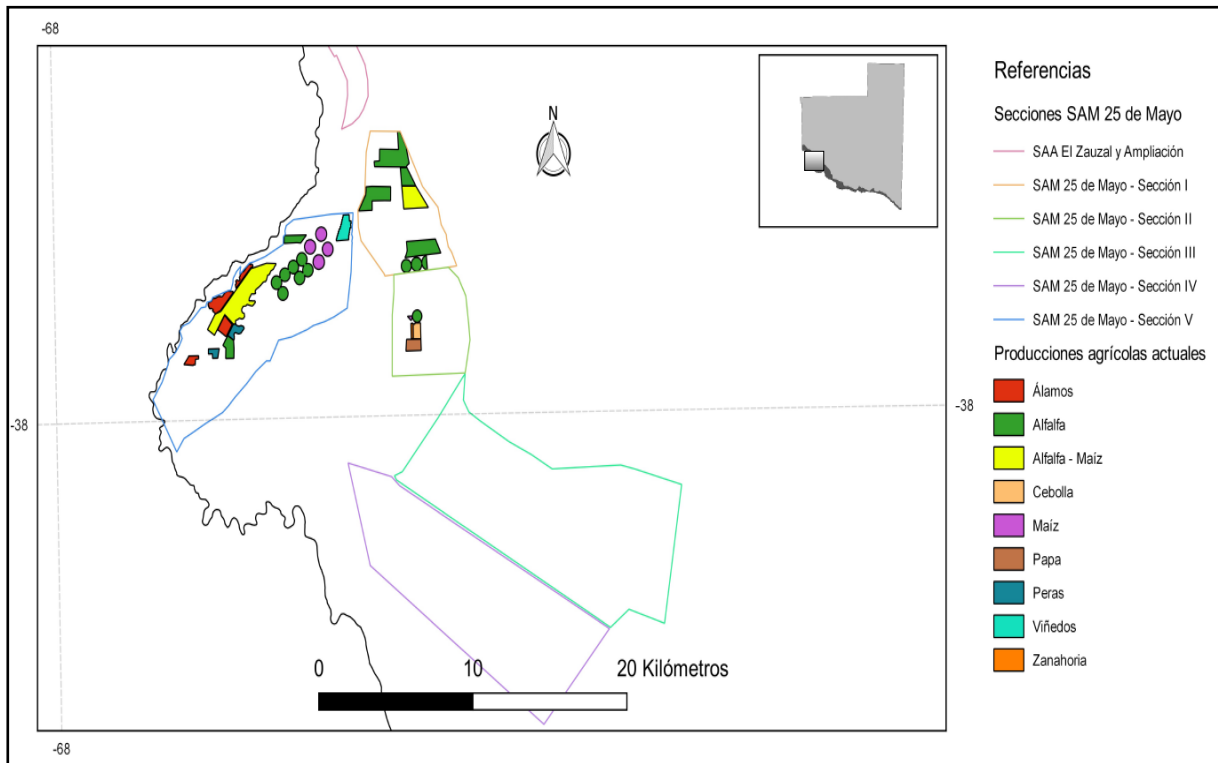


Figura 3.17: Sistema de Aprovechamiento Múltiple 25 de Mayo y sus producciones actuales.

Fuente: Elaboración propia.

c) Casa de Piedra es un mega emprendimiento que toma agua del Embalse Casa de Piedra para la puesta en producción un área total de 9.746 ha. El proyecto se encuentra pensado en dos etapas: en la primera se regarían 1.000 ha en lotes de 50 y en la segunda se regaría la diferencia en superficie. El proyecto contempla la entrega estatal de agua presurizada y filtrada y alternativas productivas diversas: horticultura a campo e invernáculo, fruticultura y vitivinicultura (MPFIPS, 2014). Se realizan estudios y ensayos a campo en una chacra experimental. El EPRC tiene a su cargo el desarrollo del proyecto y la búsqueda de inversores privados que adquieran las parcelas y dispongan del capital para poner productivamente en marcha el proyecto. En la campaña 2014-2015 se encontraban produciendo 38,3 ha de vid y olivos arrojando una producción de 11 Tn (DGEC, 2014).

Actualmente, se encuentran bodegas nacionales con prestigio internacional que se encuentran realizando estudios, proyectos e inversiones sobre viñedos. En este sentido, el desarrollo de Casa de Piedra parecería ser auspicioso.

Planicie Curacó es un proyecto lindante a Casa de Piedra ubicado 20 km aguas abajo del Embalse Casa de Piedra. Prevé una superficie de 12.000 ha a regar que podría ampliarse en virtud de la introducción de riego presurizado con alta eficiencia. Es posible que el desarrollo del área de riego Casa de Piedra haga perder relevancia a este proyecto (MPFIPS, 2014).

d) Fincas de Duval es una chacra experimental gerenciada por el municipio de Gobernador Duval, con apoyo técnico y financiero del Gobierno Provincial. Dos unidades de bombeo captan agua del río Colorado; una de mayor dimensión para alimentar el sistema de riego por gravedad, y otra de menor potencia para alimentar las parcelas regadas por goteo (MPFIPS, 2014). La chacra experimental posee una producción diversificada que industrializa en sus propias instalaciones y comercializa regionalmente. Posee una extensión de 42 ha distribuidas en 12 ha con plantaciones de ciruelas, cerezas, almendros, nogales, avellanos y olivos; 10 ha con ajo, cebolla, zanahoria, tomates, ajíes, berenjenas y; 15 ha para cultivos de alfalfa. Además se han incorporado especies como frambuesas y frutillas. Para la campaña 2014-2015 se encontraban en producción 29 ha con una producción de 351 toneladas (DGEC, 2016).

e) Valle del Prado es un sistema de 1.200 ha que alcanzan las 3.000 ha junto a otros los demás Valles menores y se encuentran próximos a la localidad de La Adela. Durante la campaña 2014-2015 se registró la producción de unas 18 ha, las cuales produjeron un total de 158 Tn de almendros y zapallos (DGEC, 2016). La distribución de agua se realiza en forma presurizada (MPFIPS, 2014).

f) Bajo de los Baguales es un proyecto de riego de 20.700 ha en cercanías de la localidad La Adela. En 2005, los gobernadores de las provincias de La Pampa y Río Negro firmaron un convenio con el Consejo Federal de Inversiones (CFI) con el propósito de estudiar la factibilidad del aprovechamiento; estudio que se concretó en 2007.

De acuerdo a un informe actualizado de la Agencia de Extensión Rural INTA Colonia 25 de Mayo (Aumassanne & Fontanella, 2018)¹⁹ sobre la evolución del área regada a través de sistemas presurizados en el SAM 25 de Mayo; se confirma que el inicio del riego mediante pivote central fue en el año 2002 con seis equipos en un total de 680 ha, y actualmente se cuenta con 40 equipos en producción (figura 3.18).

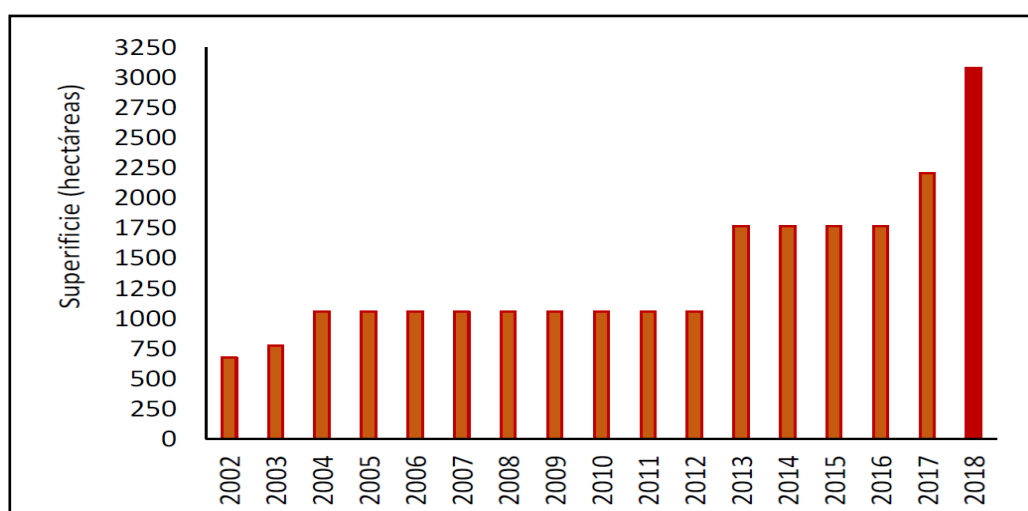


Figura 3.18: Evolución de la superficie regada en el SAM 25 de Mayo (2002-2018). Fuente: Extraído de Aumassanne y Fontanella (2018).

¹⁹ Informe técnico inédito presentado a Ministerio de Producción de la provincia de La Pampa para enero de 2018.

Respecto a los datos del informe, la superficie total de riego presurizado en el SAM 25 de Mayo al mes de abril de 2018 corresponde a 3.085 ha donde el principal cultivo es alfalfa con destino henificación. En La Pampa el riego presurizado se aplica al 68 % de la superficie bajo riego (figura 3.19).

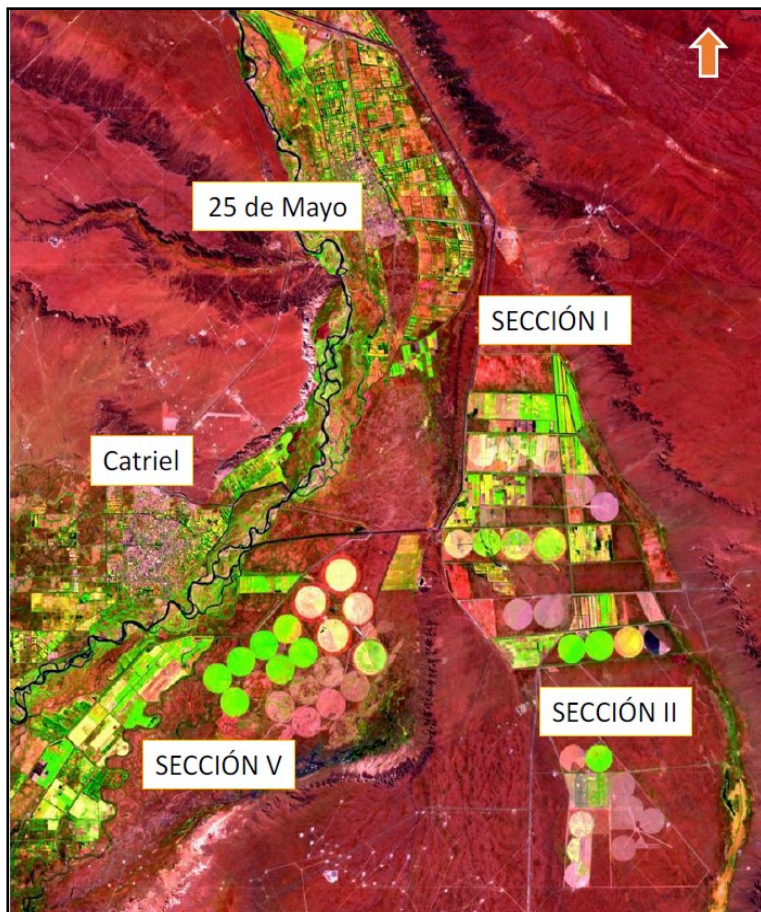


Figura 3. 19: Superficie regada en el SAM 25 de Mayo a abril de 2018.
Fuente: Extraído de Aumasanne y Fontanella (2018).

En cuanto a la ganadería en la ribera pampeana del río Colorado se desarrollan actividades productivas bovinas, caprinas y ovinas. Son actividades de predominancia extensiva de cría sin utilización de riego, donde se produce principalmente la ganadería bovina, la cual contribuye con terneros para su posterior recría y engorde en zonas de secano. En el SAM 25 de Mayo, existen algunos emprendimientos de engorde bovino a corral o *feed lots* en emprendimientos bajo riego y un proyecto de actividad tambera en ovinos y caprinos. En cuanto a la actividad caprina es generalmente de cría extensiva para subsistencia.

La ganadería bovina muestra una marcada concentración geográfica sobre los departamentos de Caleu Caleu y Lihuel Caleu, donde conviven distintos tipos de establecimientos: cría muy extensiva, cría, y combinación de cría con recría. Dicha zona es exportadora de terneros a zonas de internada del centro de la *pampa húmeda* (MPFIPS, 2014). El total de bovinos en el departamento Caleu Caleu se ha incrementado de 61.235 cabezas (año 2009) a 84.235 (año 2013); es el único departamento de la región en que la existencia de ganado bovino ha registrado

aumentos. En el departamento Curacó y para los mismos años, se ha registrado una disminución del 27 %. En Lihuel Calel la merma es de alrededor del 12 % y; en Puelén la disminución es alarmante, el *stock* pasó de 44.301 (año 2009) a 13.475 (año 2013) registrando una merma del 70 %. Para el año 2013, Lihuel Calel poseía la mayor existencia de ganado bovino (95.645 cabezas), seguido por Caleu Caleu, Curacó (44.357 cabezas) y por último Puelén (DGEC, 2014).

La ganadería caprina muestra una elevada concentración geográfica sobre los departamentos Puelén y Curacó, donde generalmente se trata de establecimientos de cría extensiva. El comportamiento del *stock* caprino en el departamento Curacó se ha incrementado de 6.658 cabezas (año 2009) a 7.588 (año 2013). De la misma manera ha ocurrido en el departamento Lihuel Calel para los mismos años, en el cual se ha registrado un aumento de aproximadamente un 34 %. En los departamentos Caleu Caleu y Puelén se han registrado bajas en los caprinos. En Puelén el *stock* bajó de 30.091 (año 2009) a 17.568 (año 2013) registrando una baja aproximada del 41 %, en Caleu Caleu el *stock* caprino bajó de 177 (año 2009) a 107 (año 2013). Para el año 2013, Puelén es el departamento con mayor existencia de ganado caprino, seguido por Curacó (7.588), Lihuel Calel (2.076 cabezas) y por último Caleu Caleu (DGEC, 2014).

En cuanto a la ganadería ovina se concentra mayormente en los departamentos Puelén y Caleu Caleu, pero con menores volúmenes que los bovinos. El departamento con mayoría de ovinos, en el año 2013, fue Puelén con 5.723 cabezas, vale decir que el *stock* ovino para el mismo departamento en el año 2009 había sido de 10.396, registrando una disminución de un 45 %. El comportamiento ovino en el departamento Caleu Caleu ha disminuido de 4.733 cabezas (año 2009) a 4.449 (año 2013). Lo mismo ocurrió en el departamento Lihuel Calel para los mismos años, en el cual se ha registrado una disminución de 92 cabezas. En Curacó el *stock* aumentó de 821 (año 2009) a 2.013 (año 2013) registrando un aumento aproximado del 245 %. Este último es el porcentaje más alto de aumento en ganadería registrado a lo largo del período 2009-2013 para los cuatro departamentos ribereños (DGEC, 2014).

Actualmente, existen dos *feed lots* o engorde a corral bovino a partir del aprovechamiento productivo de cultivos forrajeros bajo riego (mayormente desde alfalfa y maíz), que van orientando el negocio ganadero de los productores agropecuarios en el SAM 25 de Mayo, con grandes inversiones de capital, pero con proyección de importancia futura en los próximos años. Muchos de los esfuerzos y propuestas de inversiones en sistemas por pivote central tienen como objetivo final ampliar el área de producción de forraje para elevar la cantidad de novillos producidos para faena, el destino de los bovinos es generalmente empresas frigoríficas que se encuentran por fuera de la provincia de La Pampa (generalmente provincia de Buenos Aires).

3.4 Consideraciones finales del capítulo

A lo largo de todo el capítulo se analizó la caracterización sociocultural, política e institucional, ambiental, productiva y económica de la cuenca del río Colorado de manera general y particular de la cuenca ubicada dentro de los límites catastrales de la provincia de La Pampa.

Como puntos centrales de la caracterización general se destacan: la división en cuatro microrregiones particulares de análisis (MPFIPS, 2013a); la polarización entre dos realidades sociales y culturales diferentes (los cebolleros al este y petroleros al oeste)

y la rápida expansión (explosión) en cantidad de habitantes de las ciudades petroleras en los últimos años. Se estima la importante organización interjurisdiccional materializada en el COIRCO, así como los acuerdos y estudios generados en la institución interjurisdiccional, destacándose el PURC. Es muy importante la diversificación de actividades agropecuarias actuales y alternativas desarrolladas y por desarrollar en la zona, teniendo como cultivo principal la cebolla. El turismo se presenta como una actividad incipiente y con mucho potencial en la región.

Ubicando la cuenca sobre los límites del territorio pampeano, se pueden identificar la participación directa de tres ejidos con protagonismo político, productivo y económico. Si bien existe poca densidad de población las localidades cabeceras de los ejidos (25 de Mayo, Gobernador Duval y La Adela) llevan a cabo el potencial de desarrollo que manifiestan las áreas regables por la disponibilidad de los recursos. El EPRC es la institución por excelencia en la generación de políticas públicas orientadas hacia las áreas regables pampeanas, y sus vaivenes políticos han afectado directamente el desarrollo bajo riego del sur pampeano. La falta de conectividad vial que existe entre las localidades de la cuenca y la importancia de instituciones como INTA, CONICET, CFI y UNLPam con estudios generales y particulares desarrollados en las áreas regables. Por último, se exponen las particularidades y problemáticas concretas de cada sistema de riego que componen las áreas regables; la expansión en los últimos años de los sistemas de riego presurizados (particularmente en el SAM 25 de Mayo con sistemas de riego de pivot central) y la variedad de producciones agrícolas existentes y alternativas, sumadas a la potencialidad productiva agropecuaria disponible de las áreas regables pampeanas. En este sentido se destaca la ganadería, principalmente bovina, a través de los sistemas de confinamiento o engorde a corral, como una opción de producción con potencial de producción en el área regable del SAM 25 de Mayo.

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS HIDROLÓGICO DE LA CUENCA DEL RÍO COLORADO

4.1 Estructura general del capítulo y metodología

En el presente capítulo se realizó una revisión documental de diferentes publicaciones que fueron de insumo para poner de manifiesto la situación hidrológica actual en que se encuentra la Cuenca del río Colorado. En primer lugar, se analizó la disponibilidad de agua estableciendo los diferentes usos y consumos que se desarrollan a lo largo de la cuenca y sus respectivas divisiones definidas por el COIRCO (abastecimiento humano, riego agrícola y consumo ganadero, petrolero e industrial, generación hidroeléctrica y actividades recreativas).

Seguidamente se trabajó un análisis de la oferta anual y estacional del caudal del río Colorado (publicado en Mariano et al., 2018), así como también, la problemática de escasez que atraviesa la cuenca en estudio. La validación se sustentó en base a registros históricos oficiales. Se analizaron y compararon las series históricas de datos provenientes de la estación de aforos Buta Ranquil (BR) (-37° 04' de latitud; -69° 44' 48" de longitud), Pichi Mahuida (PM) (-38° 49' de latitud; -64° 58' de longitud) y Paso Alsina (PA) (-39° 41' de latitud; -63° 11' longitud) de manera anual y estacional. Para el presente análisis estacional, el invierno comprendió los meses de julio, agosto y septiembre; la primavera, los meses de octubre, noviembre y diciembre; el verano, los meses de enero, febrero y marzo y el otoño, los meses de abril, mayo y junio. Finalmente, se realizó un análisis particular en BR respecto de las varianzas con el *software* INFOSTAT (Di Rienzo et al., 2008) contemplando la variabilidad de los caudales anuales durante los períodos 1997-2007 y 2008-2017.

En tercer lugar, se elaboró un análisis espacio-temporal de hidrogramas del río Colorado de un trabajo generado por la consultora Halcrow (2013). Los hidrogramas expuestos se modelizaron a través del modelo de simulación hidrodinámico HEC-HMS (*Hydrologic Engineering Center's - Hydrologic Modeling System*)²⁰ sobre las diferentes estaciones de aforos que comprenden la cuenca del río Colorado. Este estudio se realizó de acuerdo con modelaciones hidrológicas e hidrodinámicas en dos tramos diferentes de la cuenca (figura 4.1):

- a) primer tramo o tramo no regulado, “aguas arriba” del Embalse Casa de Piedra, que comienza en los afluentes del Colorado (río Grande y Barrancas) y;
- b) segundo tramo o tramo regulado, “aguas abajo” del Embalse Casa de Piedra y se extiende hasta el Atlántico.

Halcrow (2013) determina áreas de riesgo hídrico para todo el cauce principal de la cuenca del río Colorado (río Grande, Barrancas y Colorado) y establece modelaciones para tiempos de retorno de 2, 10, 25, 50, 100 y 1000 años, en sus diferentes probabilidades de ocurrencia. Para la calibración del modelo se ajustaron progresivamente los parámetros empleados, para obtener la mayor concordancia entre los datos observados y los calculados por el modelo.

Para seleccionar los eventos de calibración y validación del modelo “aguas arriba”, se utilizó información hidrométrica de tres estaciones de aforos: a) Barrancas; b) BR y; c) Pasarela Medanito.

²⁰ Disponible en: <http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-hms/>

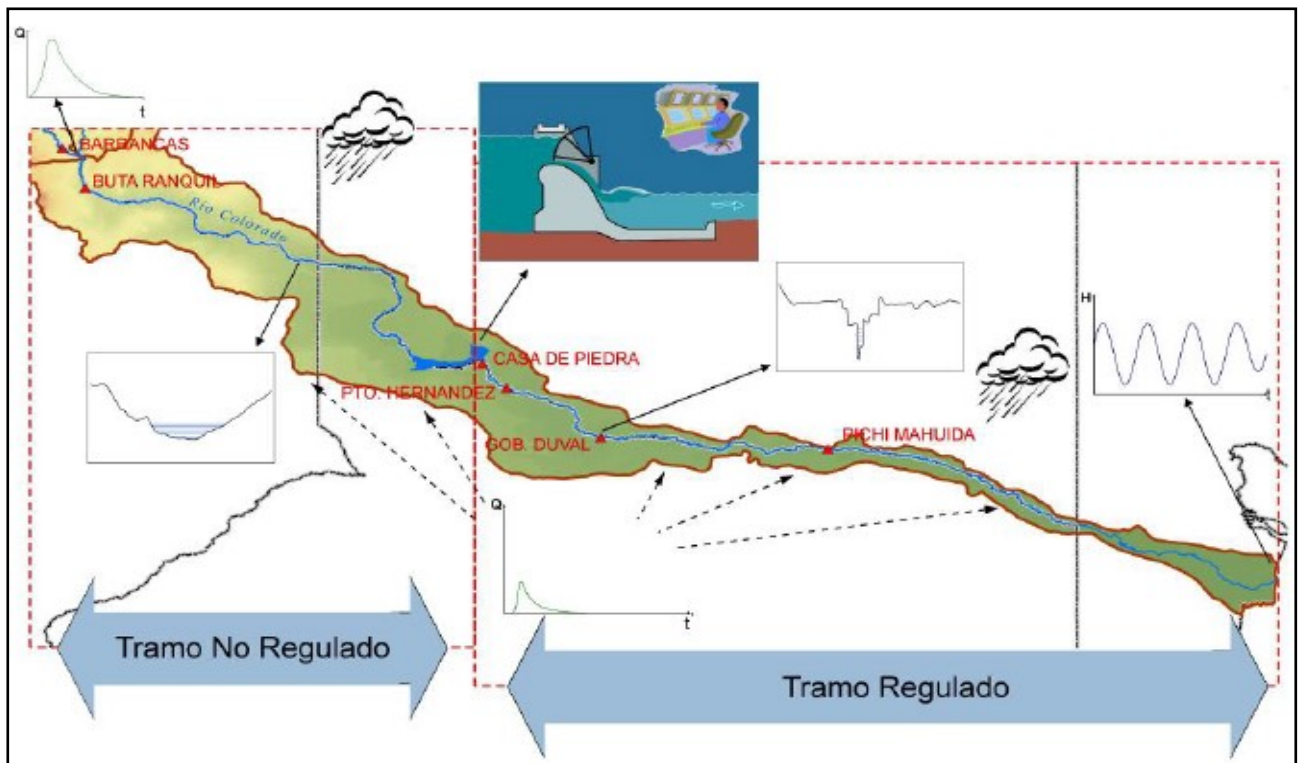


Figura 4. 1: Esquema de la modelación hidrológica e hidrodinámica.

Fuente: Extraído de Halcrow (2013).

Para seleccionar los eventos de calibración y validación del modelo “aguas abajo” se analizó la información hidrométrica de seis estaciones de aforos: a) Casa de Piedra; b) Puesto Hernández; c) PM; d) Colonia Gualicho; e) PA y; f) Escala ARSA RC. Las fuentes de información de los caudales históricos de las diferentes estaciones se obtuvieron de: a) Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación; b) COIRCO; c) Departamento Provincial de Aguas de Río Negro y; d) CORFO.

Se adaptaron los valores del coeficiente de rugosidad (n de Manning), tanto en el canal principal como en la llanura de inundación. El proceso fue iterativo, y se aplicó hasta lograr un ajustes aceptables de los hidrogramas (niveles y caudales) simulados respecto de los observados, principalmente en la zona de los niveles y caudales máximos (Halcrow, 2013). La evaluación del grado de ajuste o correlación entre las series simuladas y observadas se efectuó en base al indicador Error Cuadrático Medio o RMSE (*Root Mean Square Error*), además se tuvieron en cuenta indicadores como el SPEDS (*Special Direccional Symmetry*) y/o Error Volumétrico (Halcrow, 2013).

Por último, se analizó la oferta y demanda mensual de agua en la cuenca del río Colorado en la provincia de La Pampa. Para analizar la oferta mensual, se elaboraron tablas y gráficos a partir de datos de caudales medios mensuales y disponibilidad específica mensual del río Colorado, de acuerdo con información de los últimos 10 años de las estaciones BR, Casa de Piedra (caudal medio erogado), PM y PA como complemento al trabajo publicado por Mariano et al. (2018).

Seguidamente y para evaluar la demanda actual y potencial se cuantificaron los consumos agrícolas o requerimientos hídricos de los cultivos actuales y alternativos analizados en las tres áreas regables de la provincia de La Pampa: a) SAM 25 de Mayo; b) Casa de Piedra y; c) Bajo de los Baguales. Las áreas de riego analizadas son coincidentes con los estudios edáficos analizados en el capítulo III (Mariano & Roberto, 2018).

Para estimar uso de agua se aplicó la huella hídrica (HH), indicador que tiene en cuenta el uso directo e indirecto por parte de un consumidor o productor; por ejemplo, cuando este indicador es aplicado a un producto, se define como el volumen de agua utilizada para producir un producto, medida a lo largo de la cadena de suministro (Hoekstra, 2003). Todos los componentes de una HH total se especifican geográfica y temporalmente.

Para cuantificar la HH regional se calcula la huella hídrica agrícola (HHA) particular de cada producción y luego se suman todas las HHA calculadas. La HHA cuantificó el volumen total de agua usado para la producción de los productos agrícolas (Hoekstra, et al., 2011). Para la determinación de la HHA, se calculó el uso de agua del cultivo o requerimiento de agua del cultivo (RAC), que expresa el volumen total de agua utilizada para producir una cantidad determinada de toneladas de un cultivo. Además, el RAC equivale a la cantidad de agua necesaria para el crecimiento y desarrollo de la planta, y se determina por la acumulación de datos de evapotranspiración diaria del cultivo a lo largo del periodo de crecimiento. El RAC se calculó aplicando el *software* CROPWAT 8.0©²¹ (Smith, 1992) un programa informático de la FAO.

Particularmente, el *software* requiere datos climáticos (temperatura, humedad relativa, heliofanía, viento), datos de precipitaciones y edáficos que se recolectaron por medio de diferentes fuentes de información locales y regionales para las tres áreas regables bajo estudio (tabla 4.1).

Tabla 4.1: Fuentes de información locales y regionales.

Áreas regables/VARIABLES climáticas y edáficas	Datos climáticos y precipitaciones				Datos de Suelo
	Estaciones meteorológicas	Período	Ubicación (Latitud-Longitud)	Cota (m.s.n.m)	
SAM 25 de Mayo	Estación meteorológica del EPRC (*) (**) (***)	1971-2009	-37,51; -67,31.	344	Estudio de Revisión y Actualización del SAM del Río Colorado en Colonia 25 de Mayo - La Pampa (CFI, 1982).
Casa de Piedra	Estación Evaporimétrica de Casa de Piedra (Convenio UNLPam-COIRCO) (*) (**) (***)	2014-2018	-38,14; -60,2.	287	Proyecto Productivo Integral Casa de Piedra (CFI, 2007a)

²¹ Disponible en: <http://www.fao.org/land-water/databases-and-software/cropwat/en/>

Tabla 4.1: Fuentes de información locales y regionales (continuación).

Áreas regables/VARIABLES climáticas y edáficas	Datos climáticos y precipitaciones				Datos de Suelo
	Estaciones meteorológicas	Período	Ubicación (Latitud-Longitud)	Cota (m.s.n.m)	
Bajo Los Baguales	Estación Meteorológica Río Colorado (DPA) (*)	1990-2011	-38,9; -64,1	76	Aprovechamiento Integral Multipropósito Salto Andersen – Bajo de los Baguales Río Colorado (CFI, 2007b)
	Estación Automática Río Colorado - EEA Alto Valle (***)	2012-2017	-39,02; -64,08	79	
	Estudio de posibilidades de diversificación productiva para el Valle del Río Colorado (CFI, 2001) (**)				

(*) Datos de temperaturas y precipitaciones.

(**) Datos de viento e insolación.

(***) Datos de humedad.

Fuente: Elaboración propia.

El *software* CROPWAT 8.0© utiliza el método de Penman-Monteith para la estimación de la tasa de evapotranspiración del cultivo estándar de referencia (ET_o). ET_o expresa el poder de evaporación de la atmósfera en un lugar y tiempo específico del año y no tiene en cuenta las características del cultivo y los factores del suelo (Allen et al., 1998). Dado el mejor comportamiento y consistencia del método Penman-Monteith en el ámbito global, este es el único que se recomienda como método estándar de cálculo, debido a que existe una elevada probabilidad de que este método prediga correctamente los valores de ET_o en una amplia gama geográfica y climática, y cuenta con previsiones para su uso en situaciones de falta de datos (Allen et al., 2006). La ecuación de FAO Penman-Monteith se explica a través de la integración de la ecuación original de Penman (1948) y de las ecuaciones de resistencias aerodinámica y de cultivo, para el cálculo de ET_o:

$$ET_o = \frac{0,408 \Delta (R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0,34 u_2)}$$

Referencias:

ET_o = evapotranspiración de referencia (mm día⁻¹)

R_n = radiación neta en la superficie del cultivo (MJ m⁻² día⁻¹)

R_a = radiación extraterrestre (mm día⁻¹)

G = flujo del calor de suelo (MJ m⁻² día⁻¹)

T = temperatura media del aire a 2 m de altura (°C)

u₂ = velocidad del viento a 2 m de altura (m s⁻¹)

e_s = presión de vapor de saturación (kPa)

- e_a = presión real de vapor (kPa)
- $e_s - e_a$ = déficit de presión de vapor (kPa)
- Δ = pendiente de la curva de presión de vapor (kPa °C⁻¹)
- γ = constante psicrométrica (kPa °C⁻¹)

Para este capítulo, se utilizó la diferencia entre ET_c (Evapotranspiración del cultivo bajo condiciones estándar) y ET_o, conocida como Coeficiente del cultivo (K_c). El mismo permite calcular ET_c de manera que ET_c = K_c x ET_o.

- El K_c se define como la diferencia de evaporación y transpiración estableciendo que: K_c = ET_c - ET_o. Algunos factores que afectan el valor de K_c son: tipo de cultivo (características de estomas, hojas, altura, propiedades aerodinámicas, espaciamiento de plantación); clima (velocidad del viento y humedad relativa); evaporación del suelo (nivel de cobertura); etapas de crecimiento del cultivo durante el desarrollo (inicial, de desarrollo, mediados de temporada y final de temporada) (Allen et al., 2006). El valor de K_c será mayor en condiciones de aridez, en los casos en que el cultivo agrícola posea una mayor área foliar y una mayor rugosidad que el cultivo de referencia (Fontanella y Aumassanne, 2015).
- Para el cálculo ET_c se considera que no existen limitaciones en el desarrollo del cultivo debido a estrés hídrico o salino, densidad del cultivo, plagas y enfermedades, presencia de malezas o baja fertilidad. El valor de ET_c es calculado a través del enfoque del coeficiente del cultivo, donde los efectos de las condiciones del tiempo atmosférico son incorporados en ET_o y las características del cultivo son incorporadas en el coeficiente K_c (Fontanella y Aumassanne, 2015 en base a Allen et al., 2006).

En cuanto a los datos de los diferentes cultivos se obtuvieron: las fechas de siembra y períodos, el K_c y la función de crecimiento para las tres áreas regables. Se determinaron los K_c en función de bibliografía internacional, nacional, regional (Luque et al., 1970; Manavella et al., 2005; Allen et al., 2006; Fontanella y Aumassanne, 2015; SMI, 2015; Requena et al., 2016) y se consultaron a varios agentes calificados especialistas en los diferentes cultivos. La tabla 4.2 sintetiza la recolección de la información de los datos utilizados.

Tabla 4.2: Información relevada para establecer los RAC de los diferentes cultivos analizados.

Cultivos	Fechas de siembra	Etapas de los cultivos (días)					Coeficientes K _c		
		Inicial	Desarrollo	Media	Fin	Total	Inic	Med.	Fin.
Ajo	14-Mar	25	40	95	20	210	0,7	1	0,7
Alfalfa (*)									
1° Corte	10-Ago	10	20	20	10	60	0,6	1,2	0,8
2° a 5° Corte	10-Oct	5	15	10	10	40	0,6	1,2	0,8
6° Corte	22-Mar	5	20	10	10	45	0,6	1,2	0,8
Almendra	30-Jul	20	10	130	30	190	0,4	0,95	0,65
Cebolla	02-Ago	20	35	110	45	210	0,7	1,05	0,75
Cerezo	30-Sep	45	45	60	35	185	0,45	1,05	1

Tabla 4.2: Información relevada para establecer los RAC de los diferentes cultivos analizados (continuación).

Cultivos	Fechas de siembra	Etapas de los cultivos (días)					Coeficientes Kc		
		Inicial	Desarrollo	Media	Fin	Total	Inic	Med.	Fin.
Ciruelo	06-Sep	20	70	120	60	270	0,5	0,95	0,7
Frambuesa	30-Jul	50	40	90	50	230	0,4	0,8	0,65
Frutilla	30-Ago	30	50	100	30	210	0,3	0,75	0,7
Maíz	15-Oct	45	50	50	30	175	0,65	1,25	0,35
Manzano	26-Jul	30	50	120	30	230	0,5	0,9	0,65
Membrillero	10-Oct	30	50	70	45	195	0,6	1,1	0,85
Nogal	01-Sep	20	10	130	30	190	0,5	1,1	0,65
Olivo	04-Jul	20	90	60	90	260	0,65	0,75	0,7
Papa	02-Nov	25	30	45	30	130	0,5	1,2	0,75
Peral	25-Jun	20	70	90	30	210	0,5	0,9	0,65
Vid	06-Oct	30	60	40	80	210	0,5	0,75	0,45
Zanahoria	02-Nov	20	30	50	30	130	0,7	1,1	0,95
Zapallo	15-Oct	25	35	35	25	120	0,5	1	0,8

(*) se realizó un tratamiento diferencial por seis cortes destinados a la producción de heno.

Fuente: Elaboración propia en base a diferentes autores (Luque et al., 1970; Manavella et al., 2005; Allen et al., 2006; Fontanella y Aumassanne, 2015; SMI, 2015; Requena et al., 2016).

Los resultados se establecieron a nivel de superficie y temporal en el plazo de un año ($\text{mm. ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$) y desagregado mensualmente para las tres áreas regables de La Pampa: a) SAM 25 de Mayo; b) Casa de Piedra y; c) Bajo los Baguales. Al finalizar se plantearon y discutieron estimaciones de la demanda actual agrícola en los límites pampeanos de la ribera del río Colorado.

4.2 Análisis de la disponibilidad de agua en la Cuenca del río Colorado.

La cuenca del Colorado posee condiciones climáticas semidesérticas y cuenta con toda la potencialidad de utilización del agua para el desarrollo de la región. Si bien el agua posee variada cantidad de usos a lo largo de toda la cuenca, es utilizada principalmente para riego de producciones agropecuarias (Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios (MPFIPS), 2014b). Los demás usos actuales, aunque minoritarios, pueden tornarse cada vez más importantes (agua para consumo humano, uso petrolero, minero, hidroeléctrico y recreativo). Además de los consumos actuales, los procesos naturales incluyen por infiltraciones y percolación en el cauce, además existe la evaporación en embalses y en el curso del río (Díaz, 2013). Se consideró también la estimación en la medición del caudal ecológico.

Como se cita en el capítulo III, de acuerdo al PURC y a legislación vigente, a La Pampa se le adjudica un volumen anual de entre 615 hm^3 (Díaz, 2013) y 633 hm^3 (Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios (MPFIPS), 2014b) de acuerdo con las diferentes interpretaciones de los autores. Las normas de manejo del agua son establecidas por el COIRCO (2015) y definen los siguientes usos prioritarios:

1. Abastecimiento humano.
2. Riego agrícola y consumo ganadero.

3. Petrolero e industrial.
4. Generación hidroeléctrica.
5. Actividades recreativas.

4.2.1 Agua para abastecimiento humano

El agua de la cuenca del río Colorado usada para abastecimiento humano es de 24,37 hm³ anuales. Actualmente existen diecisiete centros poblados a lo largo de toda la cuenca que captan agua a través de quince sistemas de suministro (Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios -MPFIPS-, 2014b) con una cantidad estimada de 275.000 habS que consumen agua (Díaz, 2013).

La ciudad de Santa Rosa, provincia de La Pampa, se encuentra fuera de la cuenca y utiliza el 43,2 % del volumen anual de agua para consumo humano. El consumo se realiza a través del Acueducto del Río Colorado, una obra de 263 km de recorrido del canal principal y 268 km de canales secundarios y aún el proyecto no ha concluido (Díaz, 2013). Con respecto a la estacionalidad de la demanda urbana, los consumos son mayores en los meses de verano (particularmente diciembre, enero y febrero) producto de las altas temperaturas, la mayor actividad recreativa y el riego de parques y jardines (Díaz, 2013).

Actualmente, la provincia de La Pampa capta el 51,4 % para abastecimiento humano (12,53 hm³), 20 % para Río Negro, 13,3 % para Neuquén, Buenos Aires con el 10,4 % y Mendoza el 4,9 % (Díaz, 2013). La localidad de Santa Rosa es la que mayor proporción de uso actual presenta y podría generar un salto brusco de suministro en el mediano plazo. Además, se encuentra en etapa de proyección la realización de un acueducto desde Pedro Luro hasta la ciudad de Bahía Blanca (provincia de Buenos Aires) que cuenta con una población de aproximadamente 300.000 habS (MPFIPS, 2014b).

De acuerdo a la Subsecretaría de Planificación Territorial de la Inversión Pública de Nación (2014) en referencia al desarrollo petrolero Formación Vaca Muerta en la ribera del Colorado en la provincia de Neuquén, en cualquier escenario prospectivo de crecimiento demográfico significativo, debe ser motivo de preocupación prever con anticipación las formas en que se resolverá el abastecimiento de agua potable. Díaz (2013) estima que podría triplicarse el uso de agua para abastecimiento humano en pocos años de concretarse las obras de infraestructura sobre la cuenca.

4.2.2 Agua para riego agrícola y consumo ganadero

En la cuenca del río Colorado se desarrollan 24 sistemas de regadío: diez se localizan en la provincia de La Pampa, nueve en Río Negro, seis en Neuquén, uno en Buenos Aires y uno en Mendoza (MPFIPS, 2013a). Los 24 sistemas de regadío se encuentran desarrollando principalmente producciones agrícolas y poseen un uso consuntivo estimado anual entre 1.704 hm³ (Sili, 2015) y 1.888 hm³ (MPFIPS, 2013a). Sin embargo, según Díaz (2013) y MPFIPS (2014a), el agua que ingresa a los 24 sistemas de riego es de 2.529 a 2.662 hm³. Actualmente, en la cuenca se riegan 158.161 ha para producir diferentes cultivos (MPFIPS, 2014b). La tabla 4.3 muestra la superficie regada, el consumo total anual y por hectárea y la cantidad de regantes por provincia.

Tabla 4.3: Uso anual del agua para riego agrícola y consumo ganadero por Provincia.

Provincia/ Variables	Superficie regada (ha)	Consumo total neto ²² (hm ³ ·año ⁻¹)	Consumo por hectárea (hm ³ ·año ⁻¹)	Cantidad de regantes
Buenos Aires	140.000	1.102	0,0078	1365
La Pampa	7.411	191	0,025	242
Mendoza	25	1	0,04	1
Neuquén	875	60	0,068	275
Río Negro	9.850	350	0,035	1.280
Total	158.161	1.704	0,010	3.163

Fuente: Elaboración propia en base a Díaz (2013) y MPFIPS (2014a).

Es importante señalar que sólo CORFO (provincia de Buenos Aires) y Fincas del Duval (provincia de La Pampa) miden el caudal que consumen con instrumental de campo. Existen mediciones parciales, pero la mayoría de los sistemas de riego no miden los caudales consumidos (Díaz, 2013; MPFIPS, 2014b). El total promedio estimado en consumo por hectárea aproximado es de 10.000 m³. ha⁻¹. año⁻¹.

4.2.3 Agua para consumo petrolero e industrial

La extracción petrolera y minera poseen la menor utilización de agua de toda la cuenca. Según Sili (2015) los hidrocarburos utilizan anualmente 13,4 hm³ y actualmente la minería no se encuentra utilizando agua. Es importante mencionar que la minera Potasio Río Colorado se encuentra realizando inversiones en la zona y es un proyecto que podría utilizar alrededor de 30 hm³ anuales sin tener en cuenta el riesgo de salinización. Seguidamente, en Neuquén se encuentra en plena expansión el proyecto de desarrollo de la Formación Vaca Muerta, con proyecciones productivas de hidrocarburos con métodos de extracción no convencionales, que requieren del uso de mayor cantidad de agua, comparada con el sistema tradicional o convencional (López Anadón, 2015).

De acuerdo con López Anadón (2015), el consumo de agua en éste tipo de producciones es significativamente menor respecto de las cantidades requeridas para la generación de energía, a partir de otras fuentes, o de las utilizadas por otro tipo de producciones como la industria o las producciones agropecuarias. El autor estima que la explotación intensiva y en plenitud de la Formación Vaca Muerta requeriría de menos del 1 % del recurso hídrico disponible para la provincia de Neuquén, frente a un 5 % que se requiere para la población, la industria y el agro. El 94 % del remanente queda disponible para diferentes usos (abastecimiento humano, agropecuario, industrial, entre otros) en otras jurisdicciones (López Anadón, 2015). Respecto a dichas afirmaciones y de acuerdo al PURC, La Pampa no le debería ceder parte de su caudal a Neuquén.

4.2.4 Agua para generación hidroeléctrica

La obra de infraestructura represa Embalse Casa de Piedra (inaugurada en 1996) tuvo como objetivo regular el caudal del río, controlar y atenuar sus crecidas, generar energía hidroeléctrica y aprovechar el agua para habilitar áreas de riego. El Embalse posee una capacidad de volumen de agua por 3.600 hm³ (COIRCO, 2015) aunque el MPFIPS (2014a) estima una capacidad real de 3.100 hm³. De acuerdo con Sili (2015)

²² Al caudal ingresado anualmente al sistema de riego se le restan los retornos.

la evaporación anual del Embalse es de aproximadamente $440 \text{ hm}^3 \cdot \text{año}^{-1}$. El lago que genera el Embalse, tiene una longitud de 55 km de costa y se extiende sobre unas 36.000 ha (GLP, 2013). La producción hidroeléctrica se realiza a través de dos grupos generadores de 30 megavatios (MW) cada uno, con una capacidad de generación media anual de 240 gigavatios-hora (GWh).

El régimen hídrico se encuentra sometido a variaciones que la represa ha podido regular, reduciendo los conflictos por escasez aguas abajo, especialmente con el VBRC. La central hidroeléctrica Casa de Piedra es la obra más importante a nivel de cuenca (Michelini, 2010). El manejo y la regulación del Embalse son realizados por el COIRCO. El estatuto²³ del COIRCO en su capítulo dos, artículo cinco establece controlar los proyectos, la construcción y los planes de operación y mantenimiento de las obras de regulación, derivación e hidroeléctricas ejecutadas o a ejecutar sobre la cuenca del río Colorado. También prevé el control del caudal y salinidad de los retornos de las obras de regadío se adecuen a lo previsto en el PURC (COIRCO, 2013).

El Embalse de Casa de Piedra posee normas de manejo de agua, de protección ambiental y de seguridad. Las normas de manejo de agua y las de protección ambiental las regula el COIRCO, como autoridad de aplicación, mientras que las normas de seguridad son atribución del Ente Ejecutivo Presa Embalse Casa de Piedra. Otra obra de infraestructura en la zona es el dique derivador "Puente Unido" que une las provincias de La Pampa y Río Negro en la RN 151. De esta derivación, surge el canal matriz del SAM 25 de mayo con un caudal aproximado de $2 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$; el caudal matriz recorre 22 km hasta la central hidroeléctrica "Los Divisaderos". La central puede generar hasta 10 MW de energía y abastece a la localidad de 25 de Mayo y poblaciones aledañas.

Otra obra hidroeléctrica sobre la cuenca es la Central hidroeléctrica Salto Andersen, ubicada en Río Negro que deriva caudales para regadío y energía hidroeléctrica. La obra dispone de dos turbinas de generación hidroeléctrica con una potencia máxima de 3,93 MW cada una, con una producción media anual de 52,5 megavatios-hora (MWh) que aporta al sistema interconectado nacional.

Actualmente se encuentra en la agenda política del ejecutivo nacional el proyecto de obra de la central hidroeléctrica Portezuelo del Viento, a realizarse sobre el río Grande en las altas cumbres mendocinas de la cuenca del río Colorado, con una capacidad de embalse de 1.940 hm^3 (MPFIPS, 2014a). En consecuencia, se está llevando a cabo un "Estudio de Impacto Ambiental Regional" (EIAR) denominado Aprovechamiento Multipropósito Portezuelo del Viento, a cargo de una UTE compuesta por la Universidad Nacional de La Plata (Facultad de Ingeniería) y la Universidad Nacional del Litoral (Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas) y auditado por la Consultora de la Universidad Nacional de La Pampa. Dicho estudio posee el siguiente plan de trabajo: a) revisión de la Manifestación General de Impacto Ambiental de la Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo) y el Dictamen Técnico provisto por la Universidad Tecnológica Nacional (UTN - Regional Mendoza); b) relevamiento de normativas ambientales de las provincias involucradas y del COIRCO; c) análisis de algunas hipótesis de responsabilidad por daño ambiental y; d) análisis interpretativo de la normativa que resulte aplicable a los efectos del estudio.

²³ El Estatuto de COIRCO fue aprobado por Acta de la reunión de fecha 2 de febrero de 1977.

4.2.5 Agua para actividades recreativas

Con respecto a las actividades recreativas de la cuenca del río Colorado, en general se presenta un bajo nivel de desarrollo turístico y recreativo, pero con ánimos de expansión, sobre todo el La Pampa. Se manifiesta la Villa Turística Casa de Piedra, en las orillas del Embalse Casa de Piedra, como oferta de balneario para los habitantes de la zona de influencia y para turistas de paso. Además del balneario, los visitantes pueden disfrutar de la práctica de deportes náuticos, la pesca deportiva (p.ej. pejerrey y truchas) y de los miradores panorámicos a los cuales se accede con caminatas de mediana intensidad.

La comarca La Adela - Río Colorado también ofrece un destino turístico a considerar en la Cuenca, con opciones diversas como balneario en las orillas del Colorado, servicios de camping, *trekking*, deportes náuticos (p. ej. kayaks) y cabalgatas. Existen actividades recreativas también en el VBRC, pero actualmente ninguna de ellas establece un uso consuntivo del agua total disponible. Se presentan eventuales usos potenciales sobre la proyección de creación sitios turísticos, pero con consumos insignificantes.

4.3 Oferta hídrica y problemática de escasez.

Mariano et al. (2018) analizaron la oferta anual hídrica del río Colorado de tres estaciones de aforos (BR, PM y PA), de acuerdo a la disponibilidad de los datos y con sus respectivos promedios históricos. En primer lugar, se realizó la comparación de las variaciones anuales para los caudales medios (Q) de BR y PM dentro del período 1941-2014, del mismo modo se procedió para BR, PM y PA en el período 1983-2000 de acuerdo con la disponibilidad de datos para PA. En la figura 4.2 se presenta la variación anual de los caudales del río Colorado.

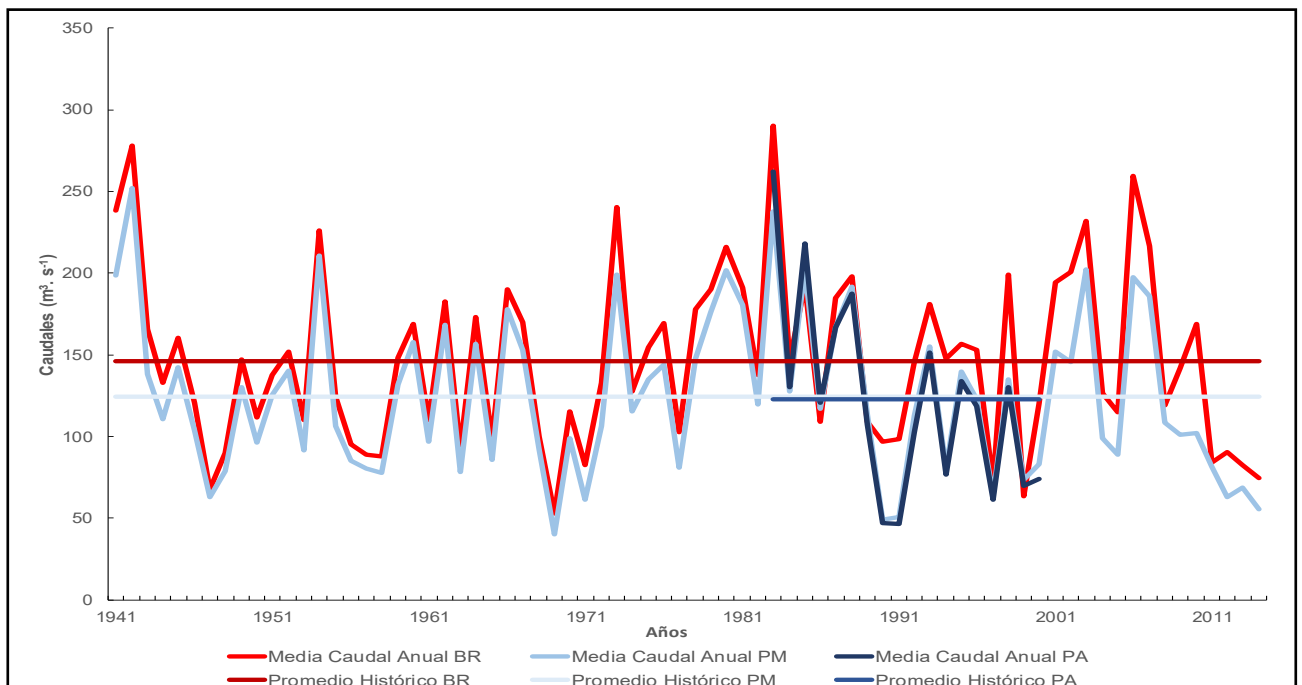


Figura 4.2: Variación anual de los caudales medios del río Colorado.

Fuente: Extraído de Mariano et al. (2018).

Se observa que las mediciones en las estaciones de aforos han seguido un comportamiento variable a través del tiempo con oscilaciones esperables para las series analizadas. En la tabla 4.4 se presentan las variables analizadas de los Q de BR y PM para el periodo 1941-2014. Comparando los resultados alcanzados en ambas estaciones de aforos, BR registró un caudal de $21,9 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ superior a PM con una oferta hídrica superior de $690 \text{ hm}^3 \cdot \text{año}^{-1}$.

Tabla 4.4: Variación anual de los caudales medios del río Colorado (1941-2014).

ESTACIONES DE AFOROS/ VARIABLES	BR	PM
Número de datos	74	74
Caudal anual ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)	146,3	124,4
Oferta hídrica anual promedio ($\text{hm}^3 \cdot \text{año}^{-1}$)	4.614,6	3.925,3
Q máximos ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)	290,3	252
Q mínimos ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)	52,6	39,9
Desvío estándar	53,1	48,4
Coef. de variación	36,3	38,9

Fuente: Extraído de Mariano et al. (2018).

El análisis estadístico de las series muestra distribuciones simétricas, se observa que BR presenta mayor dispersión que PM, pero menor distancia entre la media y mediana (figura 4.3).

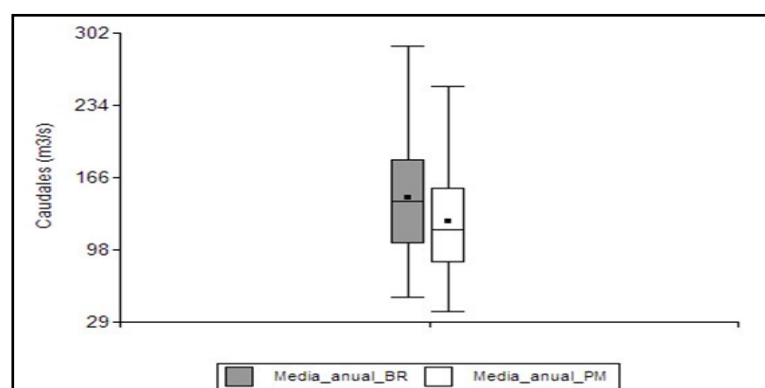


Figura 4.3: Dispersión de los caudales anuales del río Colorado (1941-2014).

Fuente: Extraído de Mariano et al. (2018).

La tabla 4.5 presenta las mismas variables analizadas, incorporando la estación de aforos PA para el periodo 1983-2000. En los resultados alcanzados, BR registró un Q anual de $147,9 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, siendo superior en $24,4$ y $25,4 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ a PM y PA, respectivamente. La oferta hídrica anual promedio de BR fue de $770,8 \text{ hm}^3 \cdot \text{año}^{-1}$ superior respecto a PM y de $802,4 \text{ hm}^3 \cdot \text{año}^{-1}$ a PA. Entre PM y PA la diferencia fue de $37,6 \text{ hm}^3 \cdot \text{año}^{-1}$ a favor de PM.

Tabla 4.5: Variación anual de los caudales del río Colorado (1983-2000).

ESTACIONES DE AFOROS/ VARIABLES	BR	PM	PA
Número de datos	18	18	18
Caudal anual ($m^3 \cdot s^{-1}$)	147,9	123,5	122,5
Oferta hídrica anual promedio ($hm^3 \cdot año^{-1}$)	4666,4	3895,6	3864
Q máximos ($m^3 \cdot s^{-1}$)	290,3	237,9	262,2
Q mínimos ($m^3 \cdot s^{-1}$)	63,3	49,1	46,5
Desvío estándar	55,2	53	58,9
Coef. de variación	37,3	42,9	48,1

Fuente: Extraído de Mariano et al. (2018).

El análisis de dispersión de las series muestra distribuciones simétricas. Puede observarse que BR presenta similar dispersión que PA, y ambas mayores dispersiones que PM. BR y PA indican menor distancia entre la media y mediana que PM reflejando simetría en los datos (figura 4.4).

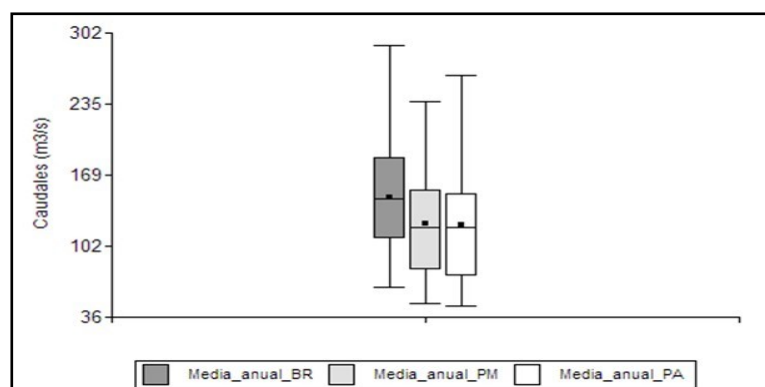


Figura 4.4: Dispersión de los Q anuales del río Colorado (1983-2000).

Fuente: Extraído de Mariano et al. (2018).

Se realizó además una comparación y análisis de la oferta hídrica estacional de los Q, de la misma manera en que se analizaron las variaciones de los caudales (mismos aforos y periodos), pero a través de las diferentes estaciones del año. En la figura 4.5, se compara la oferta hídrica estacional entre BR, PM para el periodo 1941-2014 y PA para el periodo 1983-2000.

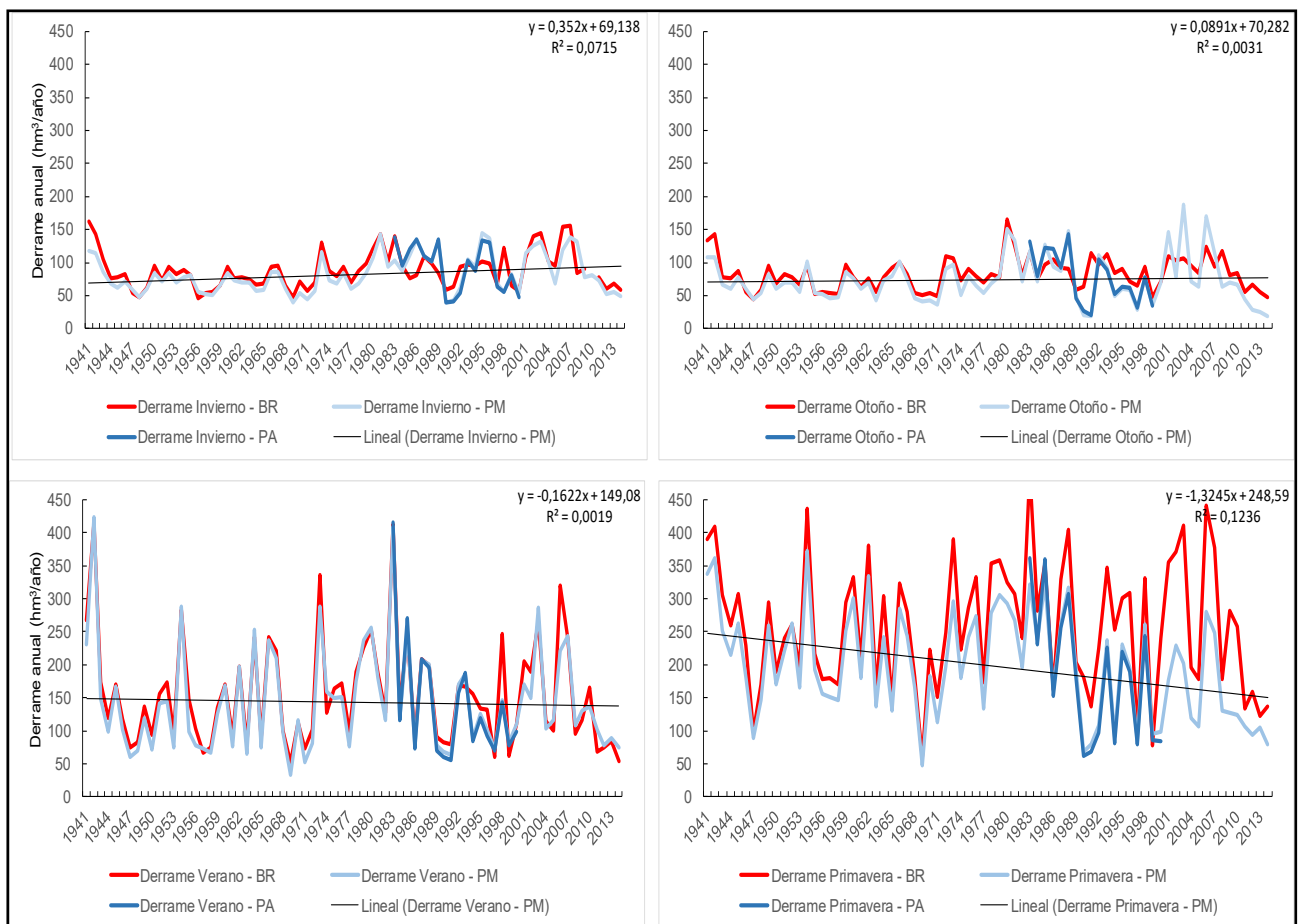


Figura 4.5: Comparación y tendencia de la oferta hídrica estacional.

Fuente: Extraído de Mariano et al. (2018).

En la figura 4.5 se observan situaciones particulares, como ejemplo, la ganancia del derrame anual de PM con respecto a BR, en otoño y durante el período 2001-2006, debido a la regulación en el Embalse Casa de Piedra. Esta situación que no ocurre frecuentemente en las demás estaciones, excepto en invierno de 2008. Los picos de caudal otoñales en PM ocurren con funcionamiento del Embalse. Cabe señalar que, en invierno de los años 1995 y 1996, los derrames de PM y PA superaron ampliamente los caudales registrados por BR.

Se incluyen las tendencias lineales del aforo PM a lo largo de las diferentes estaciones puesto que, según COIRCO (2013:39): “La serie de caudales de Pichi Mahuida es la más larga, estable y confiable de toda la cuenca y ha servido de eje a todos los estudios realizados”. Se registran tendencias de derrame negativas en las estaciones de primavera y verano y tendencias positivas en invierno y otoño.

En la tabla 4.6 se observa la variabilidad y distribución de los caudales medios estacionales en el periodo 1941-2014 para las estaciones BR y PM. De acuerdo con las características de régimen nival que posee el Colorado, se observan los mayores derrames de caudal en los meses de primavera. El mayor coeficiente de variación se presentó en verano. Los caudales mínimos predominan en otoño. La oferta hídrica estacional promedio es menor en otoño, aumentando hacia la primavera. En relación a los extremos mínimos y máximos de caudal, se visualiza una amplitud anual de entre el 8,3 % (verano) y 38,9 % (invierno).

Tabla 4.6: Variación estacional de los caudales medios (1941-2014).

ESTACIONES DE AFOROS/ VARIABLES	INVIERNO		PRIMAVERA		VERANO		OTOÑO	
	BR	PM	BR	PM	BR	PM	BR	PM
Caudal promedio (m ³ . s ⁻¹)	88,4	82,3	258,7	198,9	154,2	143	82,9	73,6
Oferta hídrica estacional promedio (hm ³)	693,2	654,5	2056,3	1581,1	1199,8	1111,9	651,8	578,4
Q máximos (m ³ . s ⁻¹)	161,7	144	493,3	373,3	416,3	423,6	164,6	188,5
Q mínimos (m ³ . s ⁻¹)	45,3	39	59,3	47,6	51,7	32,6	43,8	18,5
Amplitud (m ³ . s ⁻¹)	116,4	105	434	325,7	364,6	391	120,8	170
Amplitud (%)	38,9	37,1	13,6	14,6	14,1	8,3	36,2	10,8
Desvío estándar	27,6	28,3	96,8	81	80,3	79,1	24,6	34,5
Coef. de Variación	31,2	34,3	37,4	40,7	52	55,4	29,6	46,9

Fuente: Extraído de Mariano et al. (2018).

En la tabla 4.7 se observa la variación estacional entre 1983-2000 para BR, PM y PA para poder comparar con la tabla 4.6. Los mayores derrames de caudal se presentan en primavera al igual que en la tabla 4.6. La mayor variabilidad se plantea en verano, con coeficientes de variación que oscilan entre los 56,3 % y 66,2 %. Los caudales mínimos se registran en otoño y los desvíos son menores en las estaciones de otoño e invierno y aumentan en primavera y verano. Del mismo modo sucede con los coeficientes de variación, excepto en otoño, que se mantiene similar a verano y primavera. Los menores caudales se observan en otoño. En relación a los extremos de caudal se visualiza una amplitud anual de entre el 69,9 % y 14,9 %.

Tabla 4. 7: Variación estacional de los caudales medios (1983-2000).

ESTACIONES DE AFOROS/ VARIABLES	INVIERNO			PRIMAVERA			VERANO			OTOÑO		
	BR	PM	PA	BR	PM	PA	BR	PM	PA	BR	PM	PA
Caudal promedio (m³. s⁻¹)	89,1	92,4	93	262,6	187,1	182,6	154,2	141,7	138,8	85,9	72,9	76,3
Oferta hídrica estacional promedio (hm³. año⁻¹)	723,2	752,8	760,4	2.097,6	1528,8	1497,6	1219,7	1116,3	1097	682,1	574,5	599,8
Q máximos (m³. s⁻¹)	140	144,1	138,4	493,3	322,7	362,3	412	409,7	416,6	115,7	147,7	143,1
Q mínimos (m³. s⁻¹)	57,6	40	39,3	78,5	68,3	61,7	59,5	63,1	56	47,2	19,2	20,6
Amplitud (m³. s⁻¹)	82,4	104,1	99,1	414,8	254,4	300,6	352,5	346,6	360,6	68,5	128,5	122,5
Amplitud (%)	69,9	38,4	39,6	18,9	26,8	20,5	16,8	18,2	15,5	68,9	14,9	16,8
Desvío estándar	22,4	33,4	35,6	109	90,8	100	86,8	86,8	91,9	20	37,4	38,8
Coef. de Variación	25,1	36,1	38,3	41,5	48,5	54,8	56,3	61,3	66,2	23,3	51,3	50,9

Fuente: Extraído de Mariano et al. (2018).

Finalmente se realizó un análisis particular en BR contemplando los caudales anuales durante las últimas dos décadas hasta el año 2017. Se identificó un déficit hídrico continuo en los últimos 7 años (2011-2017). Este déficit expresa una pérdida acumulada de 13.167,5 hm³. El caudal promedio histórico del período 1941-2014 arrojó un valor de 4.614,6 hm³ que comparado con el promedio del período 1997-2017 (4.251,6 hm³) expresó un déficit promedio anual de 363 hm³, reflejando un déficit total de 7.260 hm³ en los últimos 20 años (figura 4.6).

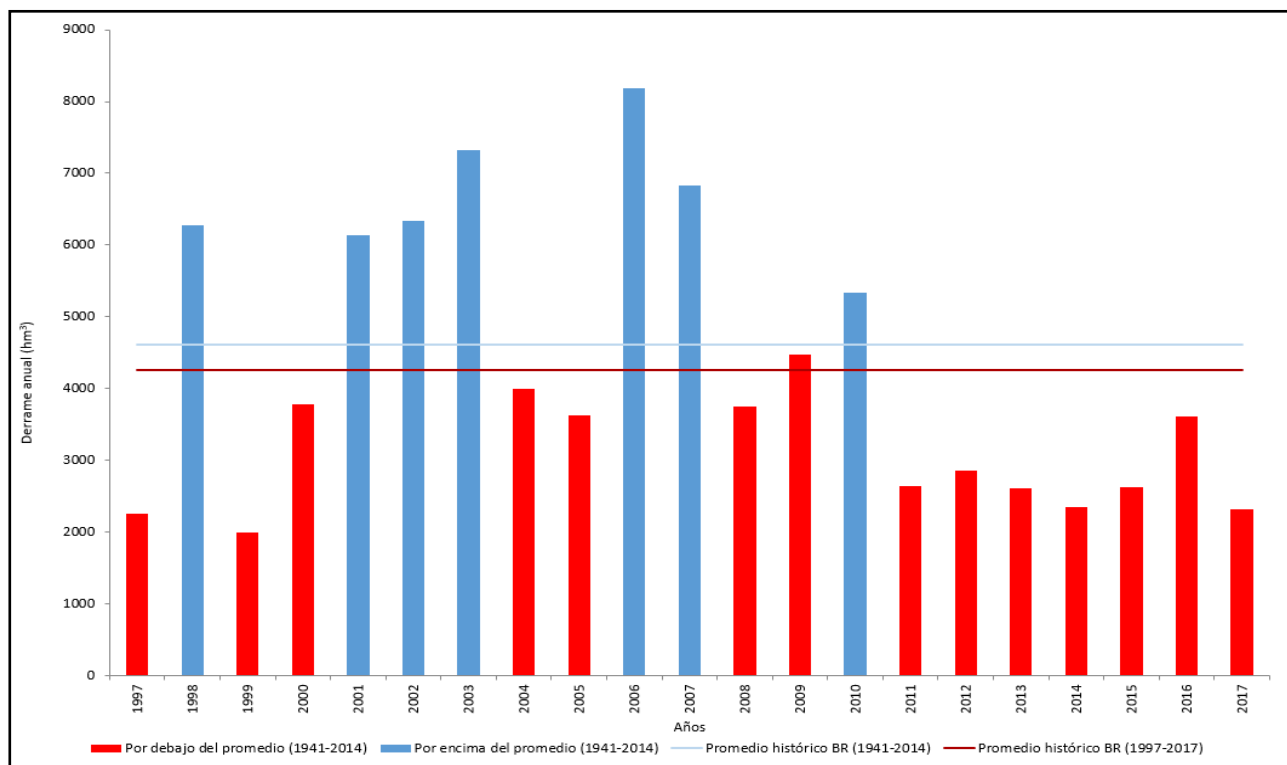


Figura 4.6: Oferta hídrica del río Colorado en Buta Ranquil en las últimas dos décadas. Fuente: Extraído de Mariano et al. (2018).

De acuerdo con los datos observados en la figura 4.6, Mariano et al. (2018) realizaron un análisis estadístico de las varianzas de los Q mensuales y en el total de derrame anual (1997-2017). Los resultados, analizados por periodos separados (1997-2007/2008-2017), establecieron que las poblaciones de datos son distintas con un p-valor de 0,0097 en el total de derrame anual y con un p-valor de 0,0108 para los Q mensuales (tabla 4.8). Lo que concluyen los autores es que el déficit es significativo en un 90 % de confianza y con un error del 10 %.

Tabla 4.8: Análisis de la Varianza SC III para la oferta hídrica del río Colorado en Buta Ranquil.

	N	R ² Aj	CV	gl (total)	F	p-valor
Oferta hídrica anual (hm³. año⁻¹)	20	0,28	36,97	19	8,37	0,0097
Caudal medio mensual anual (m³. s⁻¹)	20	0,27	36,56	19	8,07	0,0108

Fuente: Extraído de Mariano et al. (2018).

4.4 Análisis espacio-temporal de los hidrogramas en la Cuenca del río Colorado.

En este apartado se analizó hidrológicamente el estado general de la cuenca y determinó las áreas de riesgo hídrico en base al estudio de Halcrow (2013).

La figura 4.7 presenta las áreas inundables para La Pampa en eventos con tiempos de recurrencia (TR) a 2, 10, 25, 50, 100 y 1000 años. Puntualmente, explica los efectos de inundación mediante la expansión de la línea de ribera para los TR en las diferentes progresivas determinadas para cada estación de aforos (tabla 4.9).

Tabla 4.9: Ubicación, progresivas y caudales para los diferentes TR.

Ubicación	Progresiva (m)	TR 2 años	TR 10 años	TR 25 años	TR 50 años	TR 100 años
		Q total (m ³ ·s ⁻¹)	Q total (m ³ ·s ⁻¹)	Q total (m ³ ·s ⁻¹)	Q total (m ³ ·s ⁻¹)	Q total (m ³ ·s ⁻¹)
SAM 25 de Mayo - Dique Derivador y obra de toma	842,4	449,2	744,3	874,9	962,5	1045,1
SAM 25 de Mayo - Obra de toma	836	448,8	743,6	874,9	962,2	1037,5
SAM 25 de Mayo - Pasarela Medanito	791	446,1	739,5	872	957,6	1044,5
Casa de Piedra - Presa Casa de Piedra y Central Hidroeléctrica	703,2	343,4	714,7	764,2	803,4	820,1
Bajo de los Baguales - Puente RN 22	284,2	342,8	710,4	761,1	803,3	820,2

Fuente: Elaboración propia en base a Halcrow (2013)

Los sitios identificados en la figura 4.7 fueron analizados mediante hidrogramas de diseño para los TR en Buta Ranquil y en el Embalse Casa de Piedra (figuras 4.8 y 4.9). Los datos aportados por el modelo hidrológico e hidrodinámico (Halcrow, 2013) fueron corroborados mediante filtros realizados a las series de datos históricas para las estaciones de aforos de BR, PM y PA.

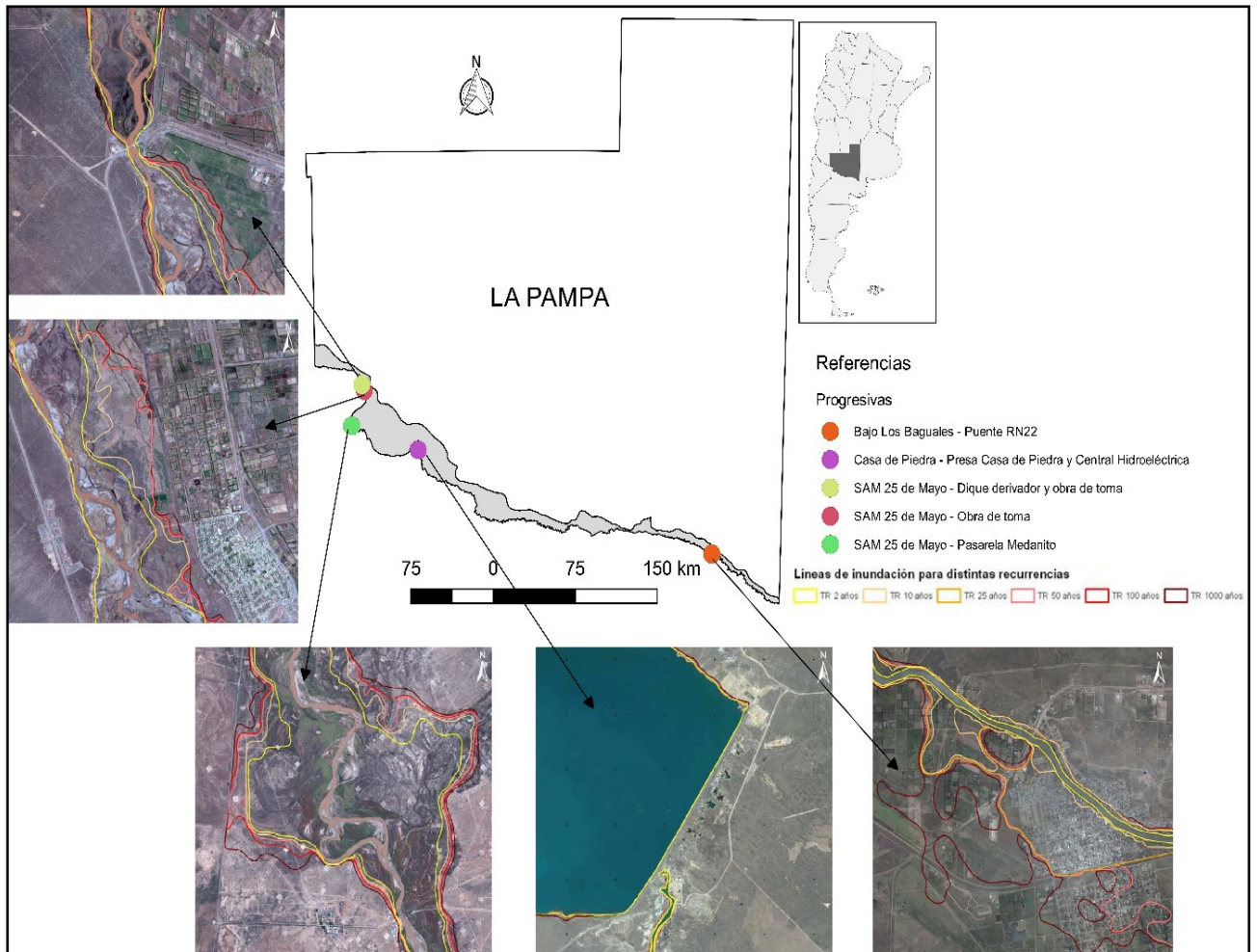


Figura 4.7: Progresivas y líneas de inundación para la ribera del río Colorado en La Pampa.

Fuente: Elaboración propia en base a Halcrow (2013).

La figura 4.8 muestra los hidrogramas de diseño para TR de 2, 10, 25, 100 y 1000 años en BR. Como ejemplo el hidrograma de 100 años presenta un caudal máximo de $1.044 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ y un volumen total de 6.772 hm^3 . Al ingreso del Embalse Casa de Piedra y para una recurrencia de 100 años se modelizó un caudal de $1.033 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ y un volumen total de 6.778 hm^3 .

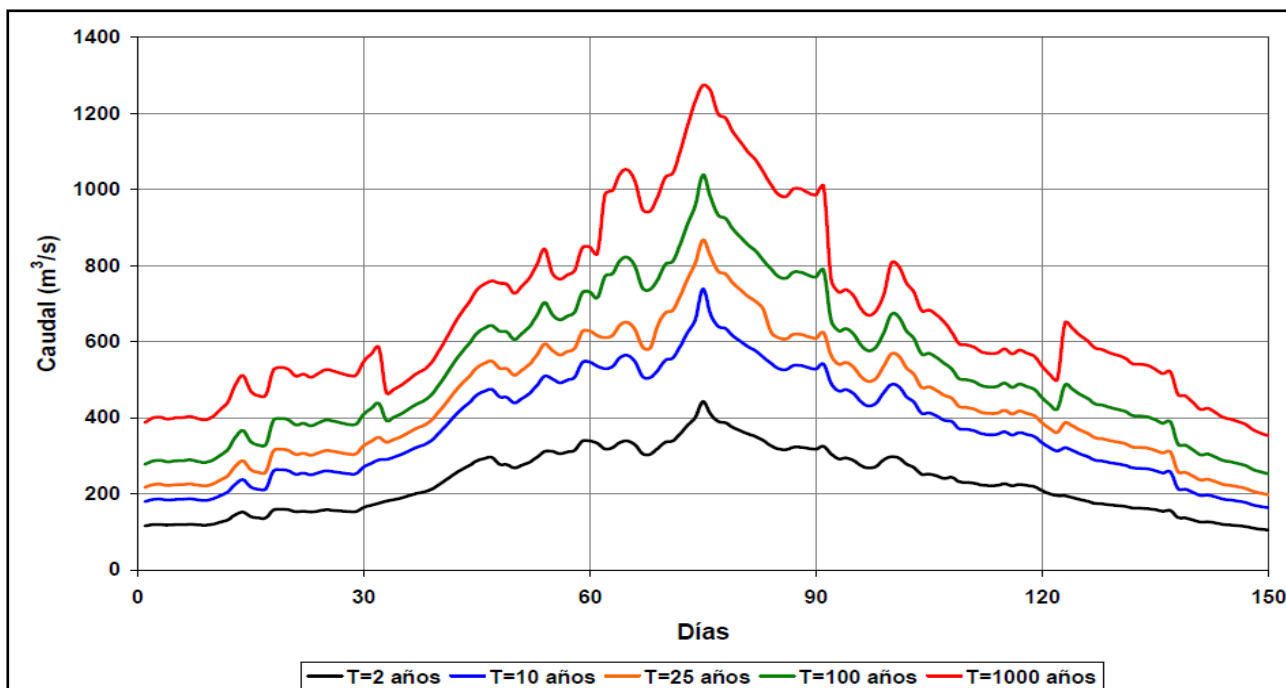


Figura 4.8: Hidrogramas de diseño para las diferentes recurrencias en Buta Ranquil. Fuente: Extraído de Halcrow (2013).

Con respecto a caudales máximos erogados por Casa de Piedra, la figura 4.9 simula hidrogramas con TR a 2, 10, 25, 50, 100 y 1000 años. Los hidrogramas en las distintas recurrencias presentan un comportamiento similar, predominando por los picos de crecidas entre la segunda quincena de diciembre y la primera quincena de enero.

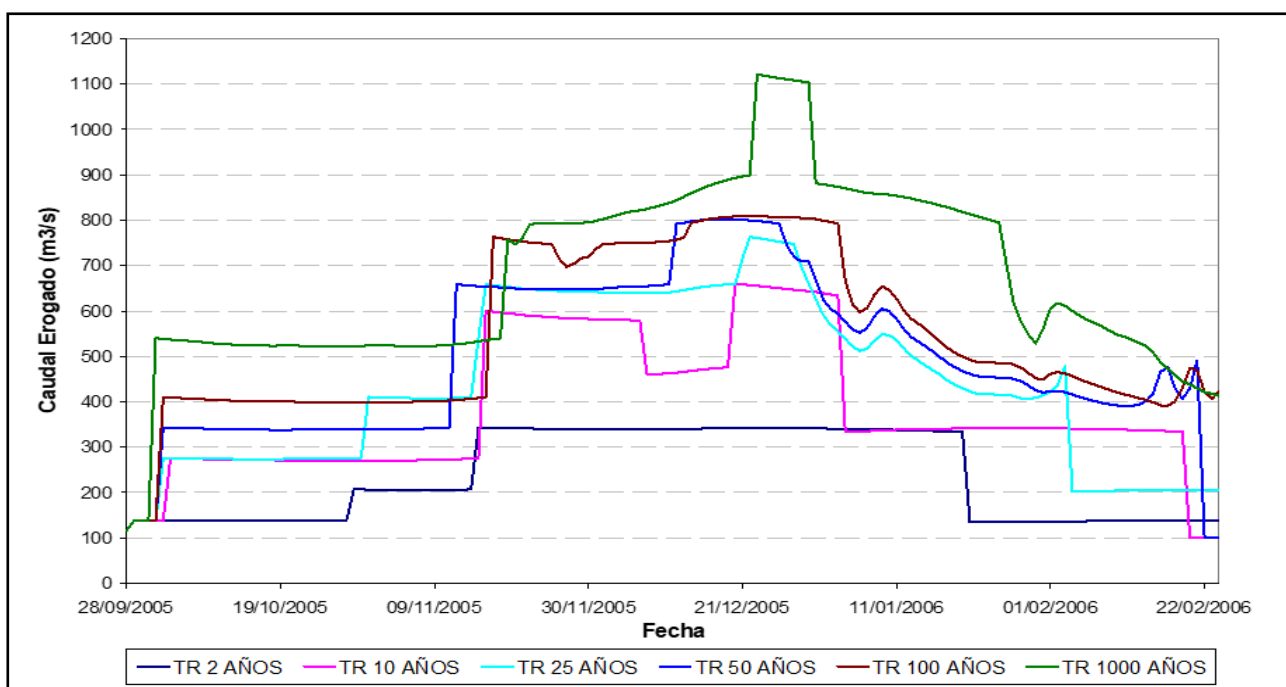


Figura 4.9: Simulaciones de hidrogramas de caudales erogados con tiempos de recurrencia a 2, 10, 25, 50, 100 y 1000 años en el Embalse Casa de Piedra. Fuente: Extraído de Halcrow (2013).

La figura 4.10 expresa los niveles de cota del Embalse para el mismo período temporal y mismos TR que en la figura 4.9.

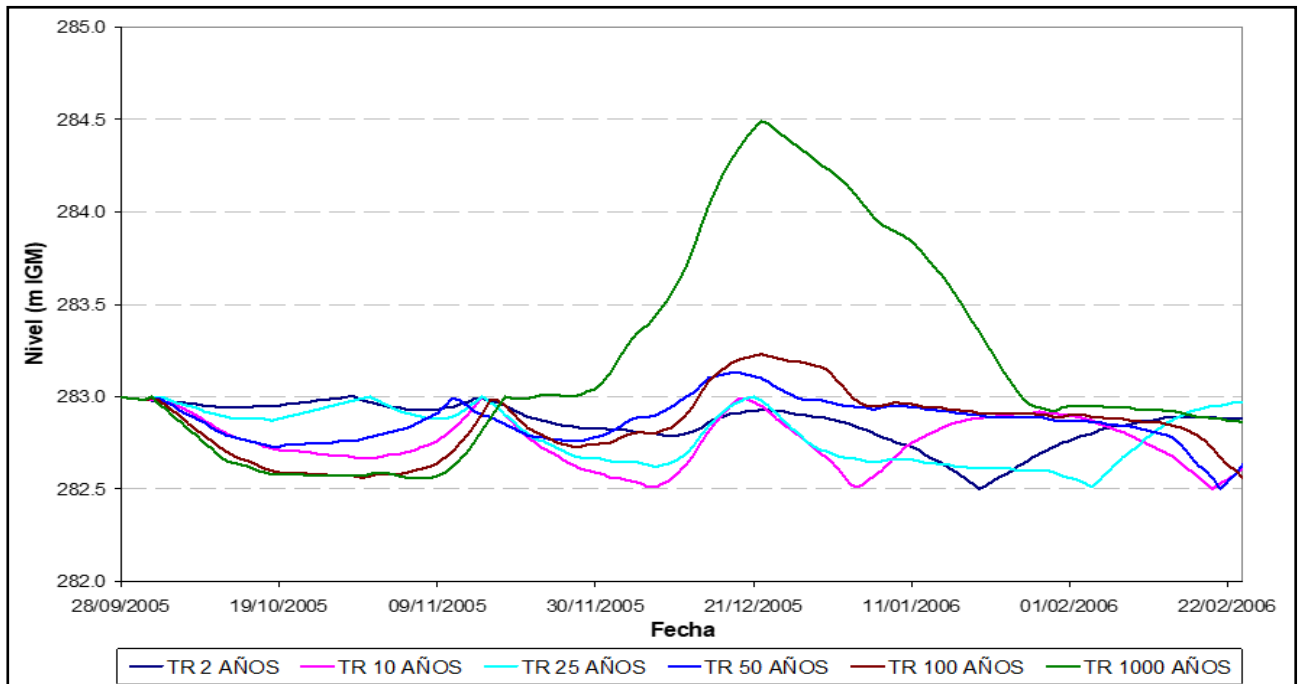


Figura 4.10: Simulaciones de niveles de cota para eventos de explotación a 2, 10, 25, 50, 100 y 1000 años en el Embalse Casa de Piedra.

Fuente: Extraído de Halcrow (2013).

Finalizando con el análisis en las diferentes estaciones de aforos que comprenden el modelo, se destacan las figuras 4.11 y 4.12 con resultados para eventos de tránsito de crecidas de las estaciones de aforos de BR, Pasarela Medanita, Casa de Piedra, PM y PA con 2 y 100 años de recurrencia.

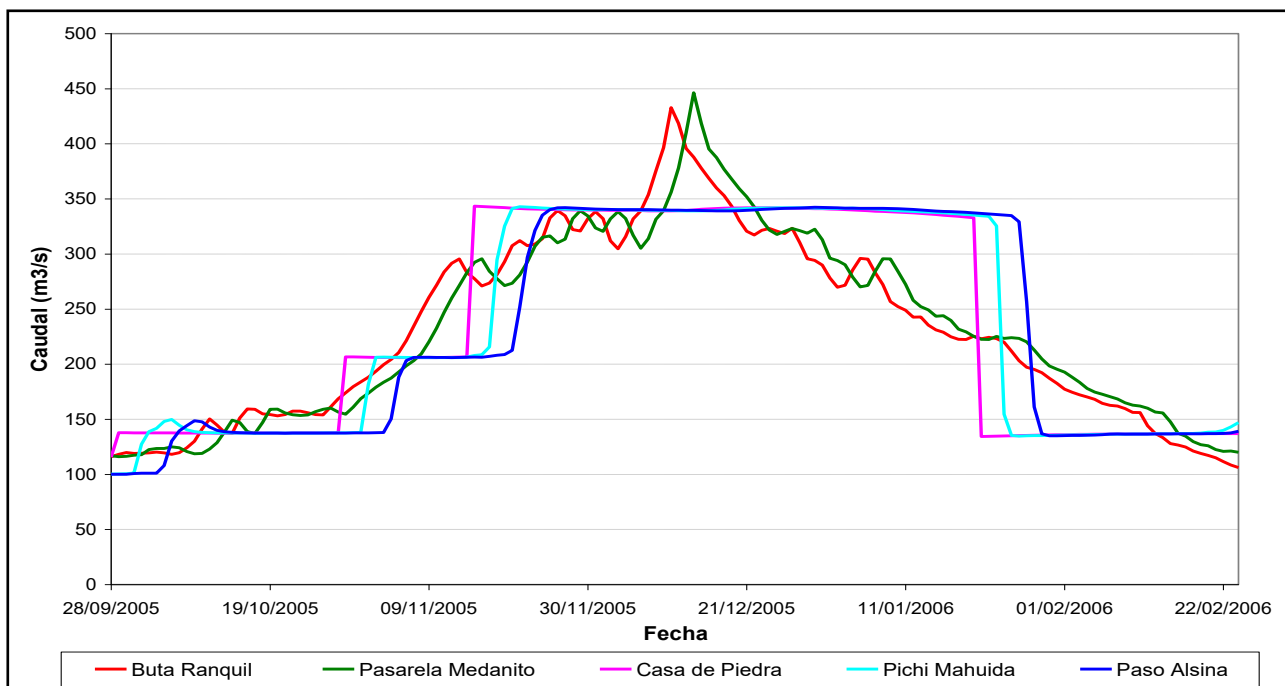


Figura 4.11: Tránsito de la crecida para el evento de 2 años de recurrencia.
Fuente: Extraído de Halcrow (2013).

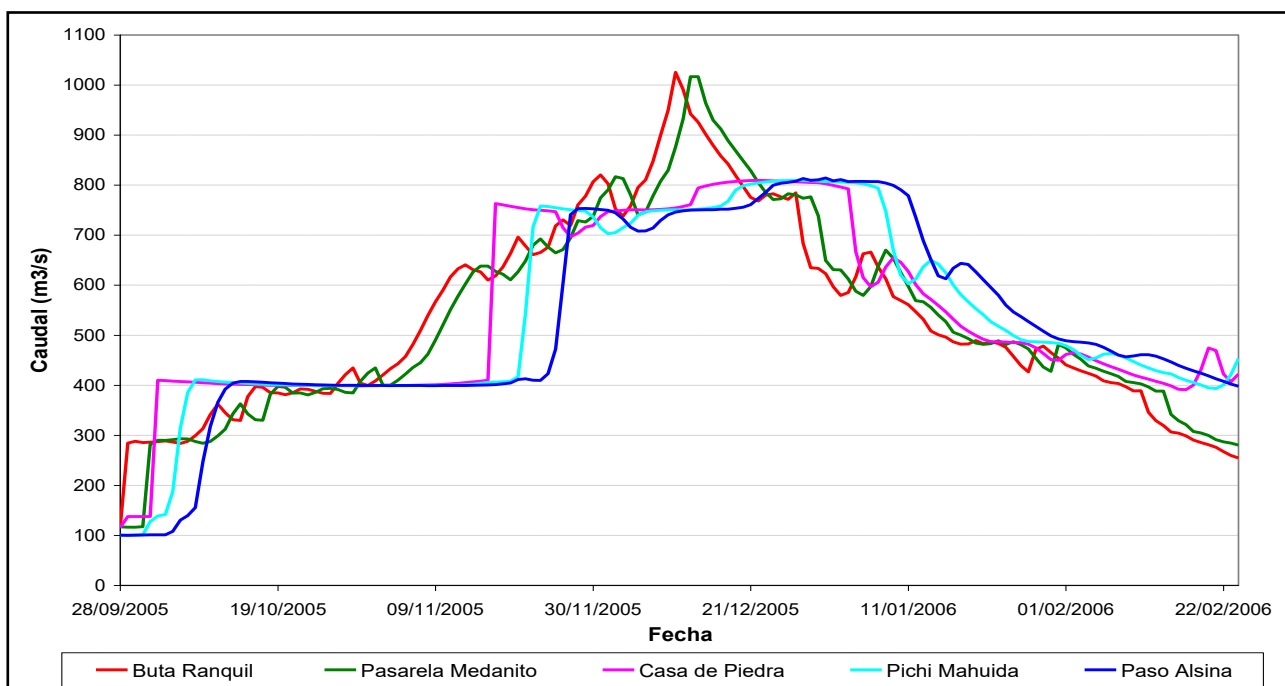


Figura 4.12: Tránsito de la crecida para el evento de 100 años de recurrencia.
Fuente: Extraído de Halcrow (2013).

En las figuras 4.11 y 4.12 se observó la atenuación del tránsito de las crecidas por efecto del Embalse Casa de Piedra. Como dato no esperable, en ambas figuras se puede apreciar que la estación de aforos Pasarela Medanito, contiene una progresiva de cuenca mucho menor a BR y posee valores semejantes e incluso superiores, para eventos de crecidas de 2 años de recurrencia.

4.5 Evaluación de la situación hidrológica de la cuenca del río Colorado en La Pampa.

En el presente apartado se evaluó la disponibilidad y demanda actual de agua de la cuenca del río Colorado dentro de los límites de la provincia de La Pampa, a modo de balance hídrico de producciones actuales y alternativas de la cuenca del río Colorado.

4.5.1 Esquema general de la disponibilidad mensual de agua en la cuenca del río Colorado.

A partir de los datos analizados para las estaciones de aforos BR, Casa de Piedra (CdP), PM y PA, se realizó la tabla 4.10 que expresa en valores medios y para los periodos 2001-2016 (BR, CdP, PA) y 2001-2015 (PM), los caudales y la disponibilidad de agua mensual que posee la ribera pampeana de la cuenca del río Colorado.

Tabla 4.10: Caudal medio mensual ($m^3 \cdot s^{-1}$) y disponibilidad media mensual (hm^3) en BR, CdP, PA y PM.

Meses/ Aforos	BR (2001-2016)		CdP (2001-2016)		PM (2001-2015)		PA (2001-2016)	
	Q ($m^3 \cdot s^{-1}$)	Disp. Agua (hm^3)	Q ($m^3 \cdot s^{-1}$)	Disp. Agua (hm^3)	Q ($m^3 \cdot s^{-1}$)	Disp. Agua (hm^3)	Q ($m^3 \cdot s^{-1}$)	Disp. Agua (hm^3)
Jul	89,8	240,4	66,2	177,2	65,9	176,5	58,6	156,9
Ago	92,0	246,3	89,4	239,5	88,3	236,5	70,3	188,2
Sep	105,3	272,8	115,0	298,1	112,9	292,7	95,1	246,6
Oct	168,0	449,9	128,4	343,8	133,5	357,5	111,4	298,4
Nov	268,5	695,9	148,1	383,8	147,9	383,4	126,8	328,8
Dic	285,6	764,9	165,3	415,1	159,2	426,4	133,0	356,2
Ene	203,8	546,0	164,8	441,4	157,6	422,1	130,1	348,5
Feb	127,7	311,2	137,0	342,6	138,1	336,3	129,2	315,2
Mar	89,9	240,7	117,6	324,6	116,0	310,7	107,1	270,0
Abr	78,6	203,8	96,4	258,9	96,2	249,4	97,5	223,0
May	84,8	227,1	70,8	189,6	77,8	208,4	76,2	192,0
Jun	89,6	232,4	60,1	155,9	65,6	170,0	60,8	139,1

Fuente: Elaboración propia en base a COIRCO, SRH y CORFO.

La tabla 4.10 muestra que los meses de primavera y verano poseen la mayor disponibilidad de agua. Los máximos disponibles se presentan en el mes de diciembre, a excepción de la estación de aforos CdP, que presenta sus máximos en el mes de enero. Comparando las cuatro estaciones de aforos, en la figura 4.13 se observa que BR posee la mayor disponibilidad entre los meses de octubre y enero y el mes de agosto; no así en los meses de septiembre, febrero, marzo y abril, donde los aforos de CdP y PM son los de mayor disponibilidad. En agosto, BR establece diferencias mínimas, compartiendo disponibilidades similares con CdP y PM. PA ha mostrado caudales y disponibilidades menores al resto de las estaciones de aforos para todos los meses, a excepto del mes de abril presentando valores similares con las estaciones de CdP y PM.

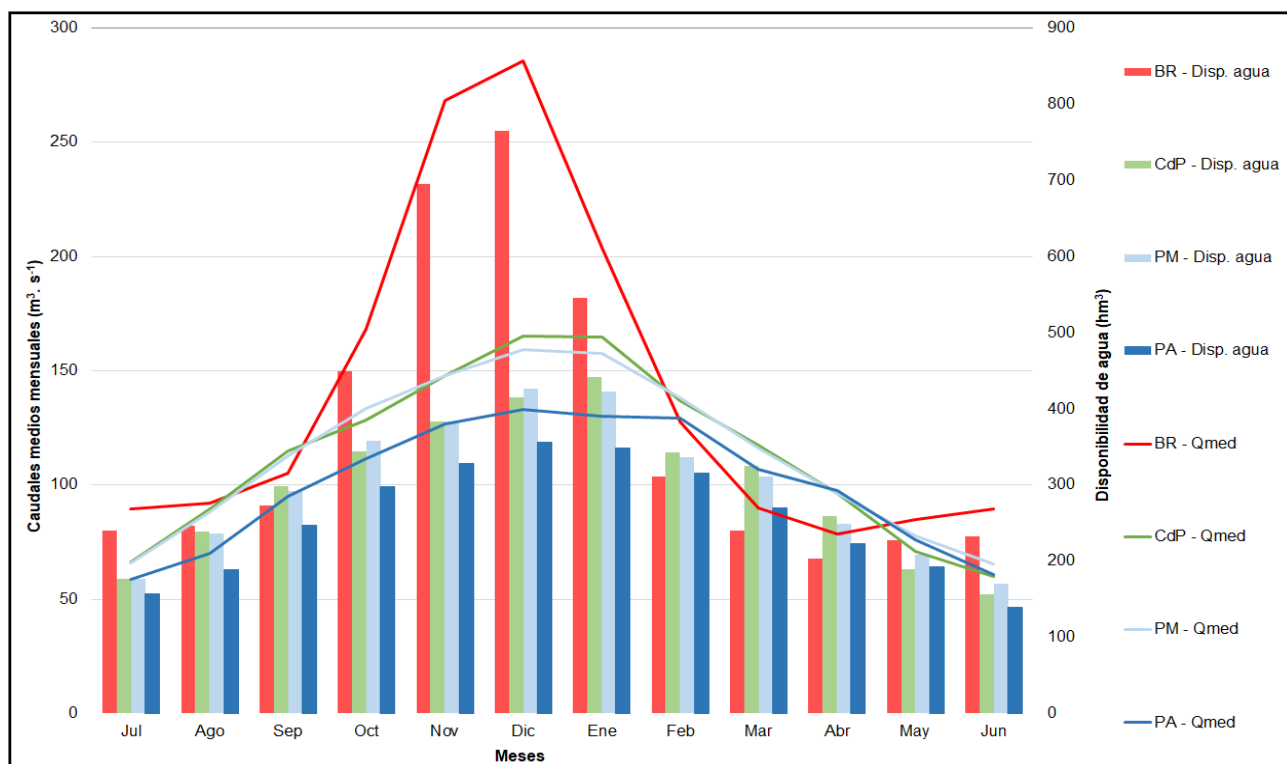


Figura 4.13: Hidrogramas de caudal medio mensual y disponibilidad de agua mensual en BR, CdP, PA y PM.

Fuente: Elaboración propia en base a COIRCO, SRH y CORFO.

4.5.2 Esquema general de los usos consuntivos en la cuenca del río Colorado.

Las demandas actuales de la cuenca del río Colorado son diversas y se comparten alrededor de las cinco provincias condóminas del recurso hídrico. La tabla 4.11 realiza un resumen de los usos y consumos actuales de la cuenca del río Colorado (MPFIPS, 2014a; Sili, 2015).

Tabla 4.11: Usos actuales de agua por provincia.

Límites/ Uso	Uso actual de agua (hm ³ ·año ⁻¹)				Total	
	Abastecimiento humano	Riego agrícola y consumo ganadero	Consumo petrolero e industrial	Otros	(hm ³ ·año ⁻¹)	%
Buenos Aires	2,5	1102	0	665	1.769,5	37,7
La Pampa	12,5	191	1,8	0	205,4	4,4
Mendoza	1,2	1	5,8	0	8	0,2
Neuquén	3,2	60	4,3	0	67,5	1,4
Río Negro	4,9	350	1,5	0	356,4	7,5
Cuenca				2.286	2.286	48,8
Total	24,4	1704	13,4	2.951	4.693	100

Fuente: Elaboración propia en base a MPFIPS (2014a) y Sili (2015).

La mayor proporción de uso del recurso se explica mediante “Otros” usos de la cuenca, entre los cuáles se miden los retornos al mar (665 hm³); la evaporación del

Embalse Casa de Piedra (440 hm³), infiltración y evaporación del cauce (844 hm³) y el caudal ecológico (1.002, 2 hm³); que suman el 62 % de la cantidad total de agua. Fuera de “Otros” usos, la provincia que mayor cantidad de agua consume es Buenos Aires con el 37,7 % del recurso. Es necesario aclarar que a Buenos Aires se le asignan, además de su consumo por riego agrícola y consumo ganadero y abastecimiento humano, los retornos al mar. En total de consumo le siguen la provincia de Río Negro (356 hm³), La Pampa (205,4 hm³), Neuquén (67,5 hm³) y Mendoza (8 hm³). Es importante mencionar que no existen datos de consumo de agua disponible a niveles provinciales de generación hidroeléctrica y usos recreativos. En términos generales y de acuerdo con el PURC, los usos actuales para cada una de las provincias se presentan en la tabla 4.12. Se observa que la única provincia que se ha excedido en su uso actual de acuerdo al PURC, es la de Neuquén, con un exceso de 60,5 hm³ (864 %) por encima de lo acordado. En contraposición, se encuentra la provincia de Mendoza con un uso actual de 8 hm³ (1 %) en la cantidad de agua asignada.

Tabla 4.12: Composición de usos actuales con relación al PURC.

Provincias	Uso actual (hm ³ ·año ⁻¹)	Uso habilitado (hm ³ ·año ⁻¹)	Uso actual (%)	Uso habilitado (%)
Buenos Aires	1.769,5	1.869	94,7	5,3
La Pampa	205,4	633	32,4	67,6
Mendoza	8	764	1	99
Neuquén	67,5	7	964,3	0
Río Negro	356,4	625	57,2	42,8

Fuente: Elaboración propia en base a MPFIPS (2014a).

4.5.3 Esquema de usos consuntivos por las producciones agrícolas en la cuenca del río Colorado de la provincia de La Pampa.

Se calculó el uso consuntivo o RAC de las producciones agrícolas actuales y alternativas para la ribera pampeana del río Colorado, aplicando el *software* Cropwat 8.0© (Smith, 1992). En la tabla 4.13 se observa que los cultivos y plantaciones con mayor uso consuntivo de agua en el SAM 25 de Mayo son alfalfa, ciruelo, nogal y cebolla, todos por encima de los 1.100 mm·ha⁻¹. Alfalfa consumió agua sobre 10 meses del año, en seis cortes diferentes con la finalidad de producir heno de alta calidad y cebolla consumió agua sobre 7 meses del año. Las plantaciones de ciruelo y nogal consumieron sobre 10 y 7 meses respectivamente. Tanto alfalfa, ciruelo, nogal y cebolla manifestaron sus picos de consumo hídrico en los meses de mayores exigencias climáticas. Sus valores de Kc variaron de acuerdo a los períodos fisiológicos de cada cultivo o plantación.

Por otra parte, los cultivos y plantaciones que demandaron menor consumo de agua fueron ajo, zapallo, viñedos, frutilla y papa. Los cultivos hortícolas (como zapallo y papa) generalmente poseen ciclos más cortos de desarrollo por lo que consumieron agua sobre 5 meses. Por el contrario, ajo consumió agua sobre 8 meses, pero las diferencias en el consumo de agua se explican por la fecha de siembra y desarrollo del cultivo en períodos con baja a moderada demanda atmosférica (marzo a octubre), por esto es que registra los menores usos consuntivos (495,8 mm·ha⁻¹) del SAM 25 de Mayo. Para el caso de frutilla y viñedos, ambos consumieron agua por un período de 8 meses, siendo sus valores de Kc relativamente bajos en comparación con los demás cultivos y plantaciones.

Analizando el conjunto de producciones en el SAM 25 de Mayo se observa que el mes de enero es el que mayor demanda hídrica posee, seguido por diciembre, febrero y noviembre, situación que es de esperarse por la elevada demanda atmosférica que presenta el SAM 25 de Mayo en dichos meses. Los meses de menor demanda atmosférica y consecuentemente con menor demanda de evapotranspiración, fueron los meses de mayo, junio y julio.

Tabla 4.13: Requerimientos hídricos anuales de las producciones agrícolas actuales y alternativas en el SAM 25 de Mayo.

Cultivos	SAM 25 de Mayo (mm·ha ⁻¹)											
	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun
Ajo	50,6	80,2	100,1	31,1	0	0	0	0	54,3	67,1	56,6	55,8
Alfalfa	0	42,7	139,9	138,8	166,1	226,6	215,6	143,1	153,5	105,7	10,4	0
Almendro	1,4	46,4	114,4	157	183,9	215	191,5	19,3	0	0	0	0
Cebolla	0	54,2	108,6	164,7	192,9	225,5	218,9	149,1	0	0	0	0
Cerezo	0	0	1,8	67,8	93,5	195,6	234,3	198	152,7	7,7	0	0
Ciruelo	0	0	47,1	99,5	156,7	210,9	212,1	179,3	146,9	90,7	50,9	2,8
Frambuesa	1,4	30,8	48,1	110,7	151,5	177,1	177,5	139,7	58,3	0	0	0
Frutilla	0	0	18,8	52,9	109,3	162,1	163	137,8	111,7	31,2	0	0
Maíz	0	0	0	0	114,8	183,7	260,4	230,5	151	11,2	0	0
Manzano	5,3	39,4	79,6	145	173,9	203,3	204,2	164	47,8	0	0	0
Membrillo	0	0	0	66,1	123,6	214,6	244,6	206,8	162,8	70,9	0	0
Nogal	0	0	70,2	178,6	209,2	244,7	245,7	186,8	37,1	0	0	0
Olivo	28,8	54,2	84,1	124,5	148,2	172,9	170,4	140,8	77,4	0	0	0
Papa	0	0	0	0	86,9	202,8	256,4	199,8	49	0	0	0
Peral	26,2	57,2	103,4	149,5	175	201,3	109,4	***	0	0	0	5,1
Vid	0	0	13,3	48,6	94,5	158,2	167,1	129,7	90,8	31	0	0
Zanahoria	0	0	0	0	123,3	214,2	235,2	193,1	57,2	0	0	0
Zapallo	0	0	0	31,5	93,9	182,6	190,6	51,7	0	0	0	0
Total	114	405,1	929,4	1622,4	2397	3391,1	3496,9	2469,5	1350,5	415,5	117,9	63,7

Fuente: Elaboración propia en base a Cropwat 8.0©.

En la tabla 4.14 se observa que los cultivos y plantaciones con mayor consumo hídrico en Casa de Piedra fueron alfalfa, cebolla, maíz, membrillero, ciruelo y nogal. En concordancia con el SAM 25 de Mayo (tabla 4.13) para Casa de Piedra se presentan los mismos cultivos y plantaciones con demandas hídricas elevadas, pero se incluye el cultivo de maíz y la plantación de membrilleros. Los cultivos con menores demandas hídricas en Casa de Piedra fueron ajo, peral, viñedos, zapallo, almendro y olivo.

Al igual que en la tabla 4.13, en la tabla 4.14 se presentan ajo, viñedos y zapallo como cultivos con menores demandas, pero a éstos se le suman las plantaciones de perales, almendros y olivos. Tanto perales como almendros consumen agua por un período anual de 8 meses y olivares consumen durante 9 meses.

Sumando el conjunto de las producciones actuales y alternativas para Casa de Piedra, se observa que el mes de enero es el que mayor demanda de agua posee, seguido por diciembre, febrero y noviembre. Los meses de menor demanda fueron mayo, junio y julio, de igual manera ocurre en el SAM 25 de Mayo.

Tabla 4.14: Requerimientos anuales de las producciones agrícolas actuales y alternativas en Casa de Piedra.

Cultivos	Casa de Piedra (mm·ha ⁻¹)											
	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun
Ajo	30,8	50,8	64	19,8	0	0	0	0	61,6	60,2	35,3	27,9
Alfalfa	0	30,4	91,8	106,6	148,7	236,6	239,5	151,4	138,4	84,9	3,7	0
Almendro	1	29,2	62,9	92,3	130,6	182,7	162,6	13,6	0	0	0	0
Cebolla	0	40	74,6	117,8	166,7	233,2	225	137,3	0	0	0	0
Cerezo	0	0	1,4	55,8	87,7	183,1	209,8	163,9	134,2	5,6	0	0
Ciruelo	0	0	36,2	71,7	120,5	184	184,7	144,2	122,6	59,1	23,6	1
Frambuesa	1	23	35,6	73,9	116,9	163,4	163,4	115,7	48,8	0	0	0
Frutilla	0	0	14,5	42,1	94,6	161,6	162,3	126,8	106,2	25,1	0	0
Maíz	0	0	0	47,6	114,1	198,5	257,6	208,7	144,8	10,6	0	0
Manzano	3,9	29	50,2	86,2	123,6	172,9	173,7	125,7	34,5	0	0	0
Membrillo	0	0	0	55,3	114,8	203,4	221,7	173,1	165,4	46,9	0	0
Nogal	0	0	49,2	111,9	158,5	221,6	222,3	150,3	26,9	0	0	0
Olivo	20,6	35,8	49,9	69,6	97,3	135,9	132,5	100,2	57,4	0	0	0
Papa	0	0	0	0	86,4	220,2	271,2	192,9	46,6	0	0	0
Peral	17,9	34,3	57,3	86,6	122,6	167,8	86,3	0	0	0	0	3,1
Vid	0	0	10,3	39	78,1	143,1	149,3	103,1	69,1	17,8	0	0
Zanahoria	0	0	0	0	122,2	231,3	248,7	187,7	56,8	0	0	0
Zapallo	0	0	0	36,6	106,2	215,2	216	58,9	0	0	0	0
Total	75,2	272,5	597,9	1112,8	1989,5	3254,5	3326,6	2153,5	1213,3	310,2	62,6	32

Fuente: Elaboración propia en base a Cropwat 8.0©.

En la tabla 4.15 se representa al área regable de Bajo de los Baguales. Los cultivos y plantaciones de mayor uso consuntivo de agua son alfalfa, ciruelo y nogal que se encuentran por encima de los 925 mm·ha⁻¹, siendo éstos los que repiten su podio en las tres áreas regables analizadas. Por otra parte, los cultivos que demandaron menor uso consuntivo de agua en Bajo de los Baguales fueron ajo, viñedos, zapallo (en equivalencia con el SAM 25 de Mayo y Casa de Piedra), peral (en equivalencia con Casa de Piedra), y frutilla (en equivalencia con el SAM 25 de Mayo). Para las producciones de Bajo de los Baguales, se observa a enero como el que mayor demanda hídrica posee, seguido por diciembre, febrero y noviembre. Los meses de menor demanda hídrica fueron mayo, junio y julio. Esta situación se repite en las tres áreas regables analizadas.

Tabla 4.15: Requerimientos anuales de las producciones agrícolas actuales y alternativas en Bajo de los Baguales.

Cultivos	Bajo de los Baguales (mm·ha ⁻¹)											
	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun
Ajo	30,5	48,4	63	19,9	0	0	0	0	42,1	46,6	34,5	27,8
Alfalfa	0	27	89,2	96,3	135	204,3	200	128,5	110	71,2	3,7	0
Almendro	0,9	28,6	70,9	103,1	143,2	179,4	165	15,3	0	0	0	0
Cebolla	0	34,7	71	113,5	157,5	197,2	197,3	119,1	0	0	0	0
Cerezo	0	0	1,2	48,1	78	168,4	206	155,2	117	5,2	0	0
Ciruelo	0	0	31,6	69	125,8	179,3	186	140,1	109	59	29	1,3
Frambuesa	0,9	19,8	32	76	121,9	152,7	157,7	109,4	43,4	0	0	0

Tabla 4.15: Requerimientos anuales de las producciones agrícolas actuales y alternativas en Bajo de los Baguales (continuación).

Cultivos	Bajo de los Baguales (mm·ha ⁻¹)											
	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun
Frutilla	0	0	12,6	37,4	89,7	141,2	146,3	110,2	84,5	21,4	0	0
Maíz	0	0	0	41	96,7	162,2	231,9	182,6	115	8,1	0	0
Manzano	3,4	25,1	51,2	96,9	137,4	172	178,2	126,6	34,5	0	0	0
Membrillo	0	0	0	47,7	102,8	184,6	215	161,9	120	45,7	0	0
Nogal	0	0	46,2	120,1	166,7	208,8	216,2	145,1	26,9	0	0	0
Olivo	18,4	33,8	53,5	82,2	115,5	144,3	146,1	107,2	56,6	0	0	0
Papa	0	0	0	0	73,3	180,2	233,4	161,6	37,7	0	0	0
Peral	16,6	34,7	64,3	98,2	136,2	168	95,8	0	0	0	0	2,8
Vid	0	0	8,9	34,5	77,4	136,9	148,8	101,6	65,6	19,6	0	0
Zanahoria	0	0	0	0	104,1	189,9	214,1	156,4	44,4	0	0	0
Zapallo	0	0	0	43,2	111,8	206,4	209,6	62,8	0	0	0	0
Total	70,7	252,1	595,6	1127	1973	2976	3147,4	1984	1006	277	67,2	31,9

Fuente: Elaboración propia en base a Cropwat 8.0©.

A modo de síntesis, la tabla 4.16 realiza la comparación de los requerimientos de agua anuales de las diferentes producciones actuales y alternativas. La comparación se realiza por especie productiva y para las tres áreas regables analizadas; en el total se observa la suma del consumo hídrico para un año promedio.

Tabla 4.16: Requerimientos anuales de las producciones agrícolas actuales y alternativas comparadas entre las tres áreas regables.

Cultivos/ Áreas regables	SAM 25 de Mayo RAC (mm·ha ⁻¹)	Casa de Piedra RAC (mm·ha ⁻¹)	Bajo de los Baguales RAC (mm·ha ⁻¹)
Ajo	495,8	350,4	312,8
Alfalfa	1342,4	1231,7	1064,9
Almendro	928,9	674,9	706,4
Cebolla	1113,9	994,6	890,3
Cerezo	951,4	841,5	778,7
Ciruelo	1196,9	947,6	930,2
Frambuesa	895,1	741,7	713,8
Frutilla	786,8	733,2	643,3
Maíz	1007,7	981,9	837,1
Manzano	1062,5	799,7	825,3
Membrillo	1089,4	980,6	878
Nogal	1172,3	940,7	930
Olivo	1001,3	699,2	757,6
Papa	794,9	817,3	686,2
Peral	827,1	575,9	616,6
Vid	733,2	609,8	593,3
Zanahoria	823	846,7	708,9
Zapallo	634,1	633,6	551,5

Fuente: Elaboración propia en base a Cropwat 8.0©.

4.6 Consideraciones finales del capítulo

Concluyendo el capítulo se afirma que la demanda antrópica actual de agua cuantificada en la cuenca del río Colorado, pertenece a tres grandes rubros: riego agrícola y consumo ganadero, abastecimiento humano y consumo petrolero e industrial. De los tres rubros se destaca el consumo para riego agrícola y ganadero como el de mayor aprovechamiento con 1.704 hm³, seguido del abastecimiento humano con 24,4 hm³ y el consumo petrolero e industrial con 13,4 hm³ (figura 4.14).

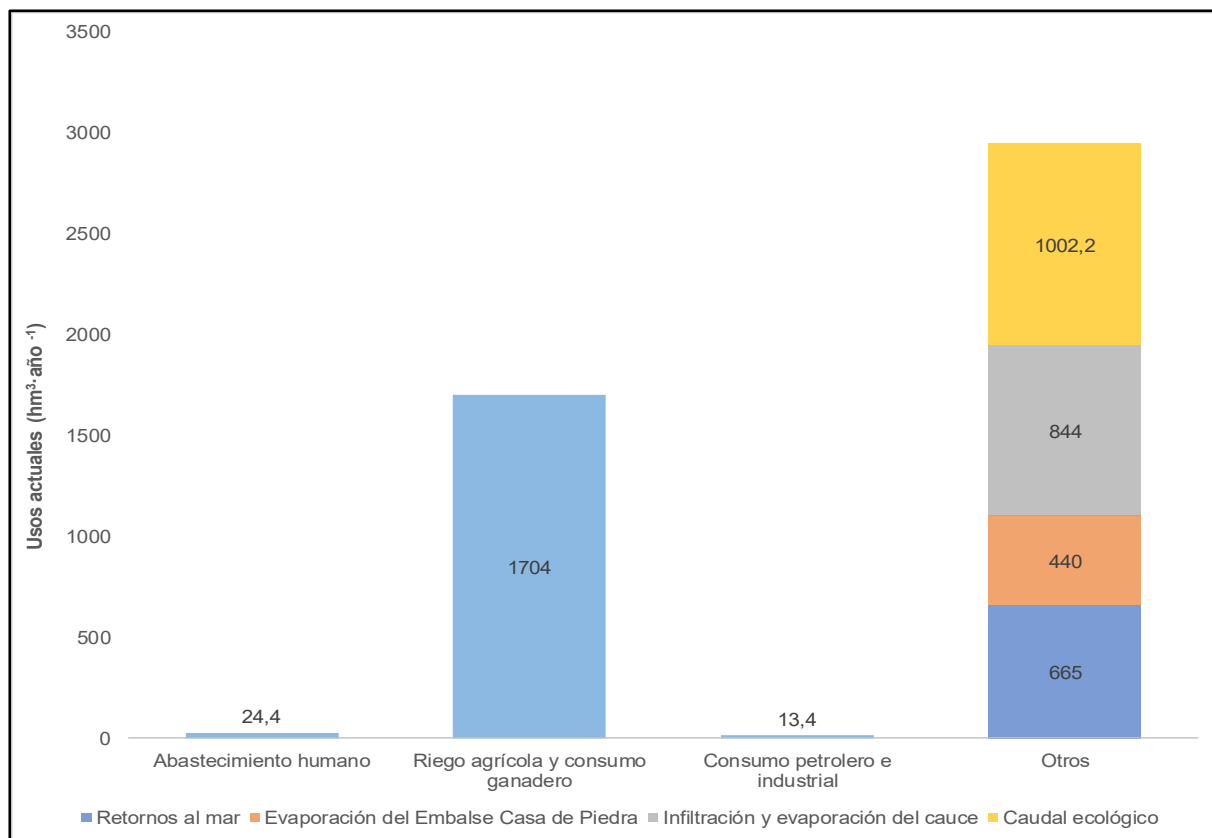


Figura 4.14: Usos actuales del agua en la cuenca del río Colorado.

Fuente: Elaboración propia en base a MPFIPS (2014a) y Sili (2015).

Se observa que tanto la generación hidroeléctrica como las actividades recreativas (contempladas como usos potenciales por el COIRCO) no poseen consumos cuantificables debido a que las aguas utilizadas para dichos fines vuelven al caudal del Colorado en su totalidad. De acuerdo con el consumo antrópico de mayor envergadura de la cuenca (consumo para riego agrícola y consumo ganadero) el total promedio estimado en consumo por hectárea, expresados por MPFIPS (2014b) y Sili (2015), arroja aproximadamente 10.000 m³·ha⁻¹·año⁻¹.

Para estimar posibles impactos futuros en los consumos hídricos antrópicos en la cuenca del río Colorado se debe considerar que, actualmente se encuentra en agenda política del poder ejecutivo nacional el proyecto de obra Central Hidroeléctrica Portezuelo del Viento, a realizarse sobre el río Grande en las altas cumbres mendocinas de la cuenca, con una capacidad de embalse de 1.940 hm³.

Por otra parte, es de suma importancia considerar los impactos provenientes de la plena expansión del proyecto de desarrollo petrolero de la Formación Vaca Muerta, con proyecciones productivas de hidrocarburos con métodos de extracción no

convencionales. Dichos métodos requieren de mayor cantidad en el uso de agua y actualmente la provincia de Neuquén excede en un 864 % su consumo de agua de acuerdo a los valores establecidos por el PURC. Valores que se contradicen con los mencionados por López Anadón (2015) quien manifiesta una utilización de sólo el 7 % del recurso.

En concordancia con Mariano et al. (2018) se establece que las distribuciones anuales de los datos en las estaciones de aforos de BR, PM y PA se corresponden con distribuciones simétricas. Se observan los mayores derrames de caudal del río Colorado en los meses de primavera, y los menores caudales se registran en los meses de otoño. Las mayores variabilidades de caudales medios se registran en las estaciones de primavera y verano. De acuerdo con Mariano et al. (2018) entre los años 1997-2007 y 2008-2017 en la estación de aforos Buta Ranquil se registra una diferencia significativa (al 10 %) con una variación deficitaria de la oferta hídrica anual en la última década. Se concluye que el Embalse Casa de Piedra es una obra de infraestructura importante para la atenuación de las crecidas hídricas, la regulación hídrica y estabilidad en los aforos de PM y PA. Los caudales de PM y PA han visto alterados sus valores y distribuciones temporales a partir del funcionamiento del Embalse Casa de Piedra (Cazenave, 2011; Mariano et al., 2018).

Los hidrogramas modelizados explican y ponen en consideración las líneas de ribera ante eventos a 2, 10, 25, 50, 100 y 1000 años. Estos resultados son determinantes para futuros estudios de escenarios hídricos, así como también para las diferentes superficies agrícolas potenciales de las tres áreas regables bajo estudio (SAM 25 de Mayo, Casa de Piedra y Bajo de los Baguales) de La Pampa. Particularmente en La Pampa, se observa que Bajo de los Baguales sería el área de mayor riesgo de inundación ante eventuales crecidas del río Colorado, por la cota de la planicie de inundación y la topografía que la conforma. En todos los casos analizados, la recurrencia para 25 años expresa niveles de inundación críticos en relación a las urbanizaciones de la ribera pampeana del río Colorado.

El SAM 25 de Mayo es el área regable de La Pampa con mayores demandas atmosféricas y por lo tanto, con mayores usos consuntivos hídricos de los cultivos y plantaciones actuales y alternativas de la ribera del río Colorado. Alfalfa, ciruelo y nogal repitieron los mayores RAC en las tres áreas regables de La Pampa, por este motivo se afirma que son, de las especies actuales o alternativas analizadas, las de mayor uso consuntivo de agua a lo largo de la ribera pampeana del río Colorado. Los cultivos y plantaciones de ajo, viñedos y zapallo repiten los menores RAC en las tres áreas regables. Frutilla encuentra el menor uso consuntivo en el SAM 25 de Mayo y en Bajo de los Baguales, mientras que los perales encuentran su menor uso consuntivo en Casa de Piedra y Bajo de los Baguales.

A nivel general en la ribera pampeana del río Colorado se observa que, en el conjunto de las producciones actuales y alternativas analizadas para las tres áreas regables, el mes de enero es el que mayor demanda hídrica posee, seguido por diciembre, febrero y noviembre. Asimismo, y también para las tres áreas regables, los meses de mayo, junio y julio fueron los meses en que se registraron menores usos consuntivos hídricos. A modo de balance hídrico, se multiplicó la cantidad de producciones actuales en las tres áreas regables de La Pampa (DGEC, 2016) por los resultados arrojados de RAC por cada uno de los cultivos y plantaciones. Esto arrojó como resultado una demanda actual de agua agrícola en La Pampa de 43,4 hm³ (tabla 4.17).

Tabla 4.17: Estimación de la demanda actual de agua agrícola en la ribera pampeana del río Colorado.

Cultivos	RAC (mm·ha⁻¹)	Superficie actual (ha)	RAC (hm³·año⁻¹)
Alfalfa	1.342,4	2.055	27,6
Cebolla	1.113,9	100	1,1
Maíz	1.007,7	1.241	12,5
Papa	794,9	6	0,03
Peral	827,1	45	0,4
Vid	733,2	170	1,2
Zanahoria	823	27	0,2
Subtotal SAM 25 de Mayo			43,03
Vid	609,1	38	0,23
Olivo	699,2	0,3	0,02
Subtotal Casa de Piedra			0,25
Almendra	706,4	10	0,07
Zapallo	633,8	8	0,05
Subtotal Bajo de los Baguales			0,12
Total			43,4

Fuente: Elaboración propia.

Si bien para el cálculo completo se necesitarían incorporar 504 ha de cultivos y plantaciones del SAA El Sauzal, 523 ha de Álamos, 859 ha de mezclas de pasturas que no se contemplan en el SAM 25 de Mayo y 29 ha de cultivos y plantaciones en Gobernador Duval; la suma de las tres áreas regables calculadas nos arroja un total mucho menor de los 191 hm³ calculados por Sili (2015), MPFIPS (2014b) y Díaz (2013). Es importante señalar que los cálculos en este trabajo fueron estimados con una eficiencia de aplicación en el riego del 70 % y sumando la precipitación efectiva de las áreas regables.

CAPÍTULO V: MODELACIÓN ECONÓMICA HIDROENERGÉTICA

5.1 Estructura general del capítulo y metodología

En el presente capítulo se desarrolló un modelo matemático de optimización utilizando la técnica de programación lineal aplicada a las producciones agrícolas bajo riego de la cuenca del río Colorado en la provincia de La Pampa. La estructura del capítulo se organiza expresando los pasos y metodología que se ha llevado a cabo en el desarrollo del modelo. En primer lugar, se describió la técnica de programación lineal y los pasos de acuerdo con Hillier & Hillier (2008) para el desarrollo de la herramienta. Se procedió como parte de la metodología a desarrollar la definición del problema, la metodología de análisis y recopilación de información (paso 1) para luego formular el problema, identificando las variables, la función objetivo y las restricciones establecidas en la formulación del problema (paso 2).

Seguidamente se estableció una función objetivo de maximización de resultados económicos, expresando al indicador MB (Ghida Daza et al., 2009; Van den Bosch et al., 2011) como medida global del desempeño de dieciocho actividades agrícolas actuales y alternativas, desarrolladas en las tres áreas regables establecidas en el capítulo III para la provincia de La Pampa (SAM 25 de Mayo, Casa de Piedra y Bajo de los Baguales). Se establecieron cuatro restricciones a la maximización de los resultados económicos, tendientes a los recursos agua, energía, mano de obra y la aptitud de los cultivos por grupo y área de riego.

Para el desarrollo del modelo se utilizó la herramienta *Open Solver* (Mason, 2011) desde el software *Microsoft Excel*®. Para responder a el problema inicial (apartado 5.2.1.1) se elaboró y ejecutó un modelo de optimización lineal, estático (un año) y regional. El modelo se resolvió en base a la función objetivo propuesta y para grupos de cultivos con la metodología establecida en el trabajo de Mariano y Roberto (2018) para generar 21 grupos de cultivos de acuerdo con la aptitud edáfica a lo largo de las tres áreas regables. Dicho análisis se realizó por grupos de cultivos, pero también por actividad individual. Se validaron las ecuaciones y resultados mediante entrevistas semiestructuradas a productores regionales, profesionales, técnicos e investigadores que ejercen sus actividades en la función pública y privada, así como también con funcionarios del EPRC. Las entrevistas fueron elaboradas de acuerdo con la competencia de cada actor entrevistado (Ver Anexo 1).

En el paso 5, se plantearon resultados y consideraciones de superficie potencial del modelo para los 21 grupos de cultivos en las tres áreas regables. Se analizaron también las demandas y disponibilidades de los recursos (agua, energía, mano de obra, superficie con aptitud edáfica) analizados para las restricciones. Se simulan resultados omitiendo la restricción en la mano de obra, la única limitante del desarrollo potencial de las áreas regables. Por último, se verifican empíricamente los resultados económicos del modelo propuesto con diez proyectos bajo riego ejecutados o en ejecución de diferentes provincias argentinas, evaluados por el Ministerio de Producción y Trabajo de la República Argentina a través de la Secretaría de Agroindustria.

Desarrollando el marco metodológico, la programación lineal es una herramienta poderosa para resolver problemas que ayuden a los tomadores de decisiones a elegir entre varias opciones y aplica tanto a niveles de políticas gubernamentales como así también a organizaciones lucrativas como a no lucrativas (Hillier & Hillier, 2008). La aplicación de dicha técnica siempre incluye diferentes tipos de actividades y trabaja sobre la necesidad de encontrar la “mejor mezcla” de actividades: cuáles fomentar y

a qué niveles (Hillier & Hillier, 2008). La programación lineal utiliza siempre un modelo matemático para representar el problema bajo estudio.

Las tres preguntas claves que se deben plantear para formular el modelo matemático de programación lineal son: a) ¿cuáles son las decisiones a tomar?; b) ¿cuáles son las restricciones para estas decisiones?, y; c) ¿cuál es la medida de desempeño global para estas decisiones? Por esta razón, los cuatro componentes de un modelo de programación lineal son: los datos, las variables o decisiones, las restricciones y la medida del desempeño y los pasos conceptuales para la elaboración del modelo son los siguientes (Hillier & Hillier, 2008):

- 1) Paso 1: Definición del problema y recopilación de la información. Se redacta el problema en lenguaje coloquial y se recolectan los datos exhaustivamente.
- 2) Paso 2: Formulación de un modelo para la representación del problema. Pasar del lenguaje coloquial al lenguaje matemático por medio de un sistema de ecuaciones y expresiones matemáticas que, relacionadas entre sí, deben describir la esencia del problema.
- 3) Paso 3: Resolución. Desarrollar un procedimiento basado en computadora para derivar posibles soluciones al problema a partir del modelo matemático, la resolución es metódica, puramente matemática y se desarrolla generalmente a través de un *software*.
- 4) Paso 4: Prueba del modelo y afinación del mismo: comprobación y verificación exhaustiva para asegurar que el modelo represente el problema real con suficiente precisión; este proceso de prueba se lo conoce como validación y calibración del modelo.
- 5) Paso 5: Aplicación del modelo para analizar el problema y desarrollar reflexiones y/o recomendaciones. Volvemos la resolución al lenguaje coloquial y generamos conclusiones a partir de los resultados obtenidos comprobados y verificados bajo los supuestos adoptados.

Los autores incluyen un paso 6 que consiste en colaborar en la instrumentación de las recomendaciones a los tomadores de decisiones, aspecto que no se tendrá en cuenta para este estudio académico. Para los autores, en un estudio de modelado de programación lineal, y desde la academia, sólo se proporciona un análisis y recomendaciones en base a aspectos cuantitativos implícitos en el problema, por lo dicho, la toma de decisiones siempre queda a criterio del designado o designados para cumplir ese rol (gerentes de organizaciones, entes gubernamentales territoriales, instituciones interprovinciales, entre otros).

El problema de asignación y eficiencia de los recursos en la toma de decisiones que se desarrolla, es un problema que se resolvió mediante la programación lineal e implicó asignación de los recursos a las diferentes actividades agrícolas. La característica predominante de este problema fue que las restricciones funcionales del modelo se expresaron de la siguiente forma: cantidad de recurso utilizado menor o igual a cantidad de recurso disponible.

Se realizó una adaptación a la consecución de pasos. Dicha adaptación, abordó un modelo de programación lineal agroeconómico que ayuda a mejorar la eficiencia en la utilización de los recursos (agua, energía, mano de obra y superficie) de las producciones actuales y alternativas de la cuenca pampeana del río Colorado distribuidas a lo largo de las tres áreas regables provinciales objeto de estudio.

5.1.1 Definición del problema, metodologías de análisis y recopilación de la información (Paso 1)

5.1.1.1 Definición del problema

En la cuenca del río Colorado y sobre los límites de La Pampa, se encuentran tres áreas regables (SAM 25 de Mayo; Casa de Piedra y Bajo de Los Baguales) estudiadas y en desarrollo por el Gobierno de La Pampa a través de EPRC. Actualmente se desarrollan en ribera de La Pampa alrededor 5.721 ha bajo riego (DGEC, 2016) y las áreas regables poseen mucho potencial de tierras aptas disponibles (aptitud edáfica). Las tierras cuentan con la disponibilidad de los recursos agua y energía para el desarrollo de la producción agropecuaria. El Gobierno provincial históricamente ha intentado desarrollar el área bajo riego con políticas públicas de mediano y largo plazo a través del EPRC, pero por diferentes cuestiones sociales, políticas-institucionales y económicas no se han tenido los resultados esperados.

En el capítulo III se observó desplazamiento y fuerte competencia de la mano de obra de las actividades agrícolas hacia las petroleras, así como también políticas orientadas a propiciar la eficiencia del agua a través de la promoción del riego presurizado por sobre el gravitacional (fomento, créditos, habilitaciones, capacitaciones, entre otras). Políticas que orientan el aumento del consumo energético en la región para actividades productivas implicando en ocasiones una errática sostenibilidad económica de las PyMES, debido a la escalada actual de precios energéticos. Del mismo modo en el capítulo IV se evaluó una disminución de agua en el caudal del río Colorado entre los años 1997-2007 y 2008-2017 (Mariano et al., 2018). Por las características desarrolladas, resultó necesaria la elaboración de un modelo de optimización que intente responder a la problemática de la región del río Colorado en la provincia de La Pampa a través de la siguiente pregunta:

¿Cuál es la mejor distribución de la superficie que se podría realizar, maximizando los resultados económicos de las actividades agrícolas actuales y alternativas, teniendo en cuenta la disponibilidad de agua, energía, mano de obra y aptitud edáfica del suelo de las tres áreas regables analizadas en la cuenca del río Colorado en La Pampa?

El problema se clasifica como un problema de asignación de recursos para el cual se deben recolectar tres tipos de datos (Hillier & Hillier, 2008): la cantidad disponible de cada recurso, la cantidad de cada recurso que se requiere para cada actividad y la contribución por unidad de cada actividad a la medida global de desempeño. Para la realización de este modelo se seleccionó como medida global de desempeño el indicador de resultado económico MB de dieciocho cultivos agrícolas y como restricciones el consumo de agua de riego y la disponibilidad total de agua (adaptado del capítulo IV); la energía eléctrica consumida y disponible utilizada por los sistemas de riego; la mano de obra regional demandada y disponible para las diferentes actividades agrícolas y la aptitud edáfica de la superficie y la aptitud por cultivo por área de riego dividida por grupos de cultivos. Las tres áreas regables determinadas para el desarrollo de este capítulo fueron: SAM 25 de Mayo, Casa de Piedra y Bajo de los Baguales.

5.1.1.2 Criterios metodológicos y recopilación de la información

a) Medida global de desempeño del problema: indicador Margen Bruto.

El cálculo del indicador Margen Bruto se realizó a través de información primaria y secundaria triangulada por medio de entrevistas a productores y consultas a agentes calificados de los diferentes cultivos agrícolas actuales y alternativos analizados (Ver Anexo 1.1). En lo que respecta al cálculo del MB, se utilizaron las propuestas metodológicas del INTA para cultivos anuales (Ghida Daza et al., 2009) y plurianuales (Van Den Bosch et al., 2011). La fórmula de cálculo es la siguiente:

$$MB = IB - CD$$

Siendo:

MB: Margen bruto.

IB: Ingreso bruto (precio por cantidad).

CD: Costos directos.

La secuencia de la determinación del MB para los cultivos agrícolas se determina en la figura 5.1. El cálculo del MB representa en todos los casos analizados para esta investigación un análisis parcial *ex post* para el año 2017 de cada actividad agrícola, dejando de lado los costos de estructura que dependen, en gran medida, de los factores productivos comprometidos.

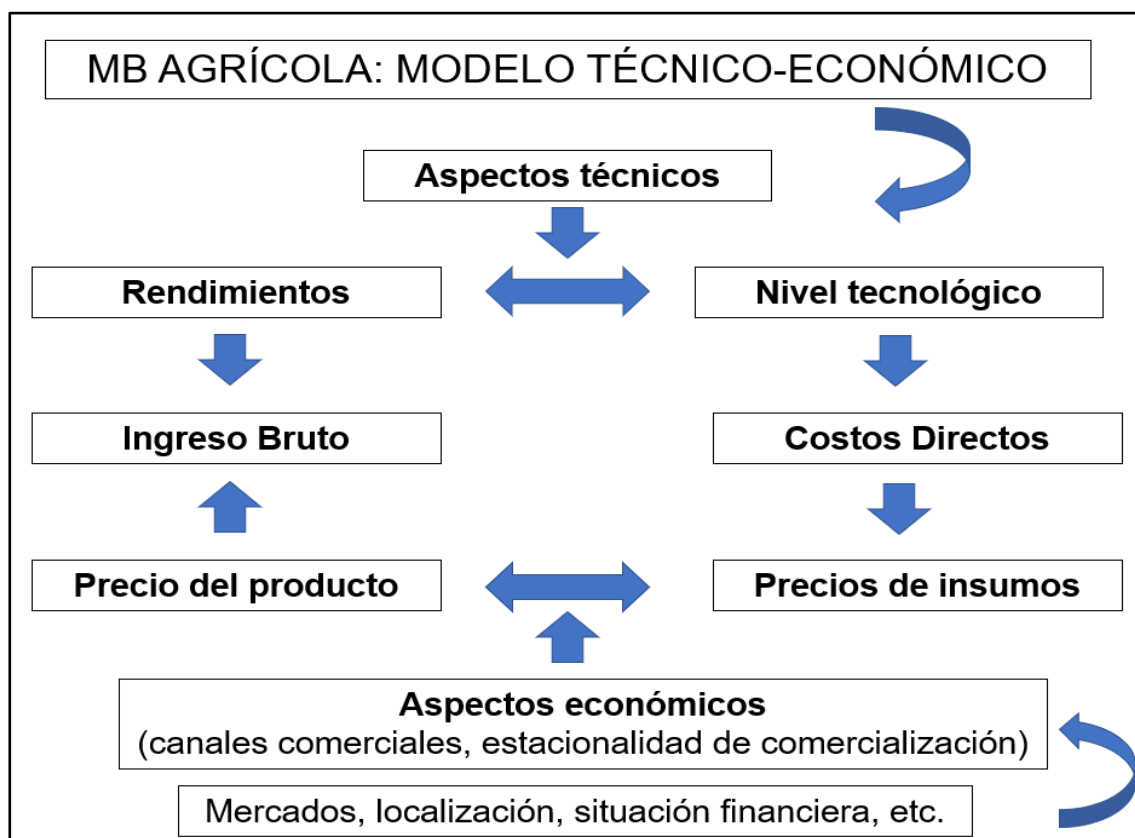


Figura 5.1: Secuencia para la determinación del Margen Bruto en cultivos agrícolas. Fuente: Adaptado de Ghida Daza et al. (2009) citado de Iorio (2005).

Como se mencionó anteriormente se seleccionaron dieciocho actividades agrícolas actuales y alternativas de la ribera pampeana del río Colorado con sus respectivos “paquetes tecnológicos” de producción por unidad de superficie (ha). Cabe señalar que se recortó el análisis de las actividades forestales (en el área se producen salicáceas con fines forestales) por poseer manejos y tiempos productivos diferentes que las actividades agrícolas anuales y plurianuales analizadas. En el caso de las actividades ganaderas bovinas, ovinas y caprinas cabe señalar que no se tuvieron en cuenta la cría y/o engorde a corral propiamente dichos. La cría extensiva ganadera no se tuvo en cuenta por no llevarse a cabo bajo la tecnología de sistemas de riego. En el caso del engorde a corral bovino, se consideraron entre las actividades agrícolas analizadas, los dos principales cultivos forrajeros: alfalfa y maíz.

Para la obtención de los costos de adquisición de insumos, productos y relaciones técnicas se consultaron durante septiembre y octubre de 2017 las siguientes bases de datos: a) Mercosur©; b) MercadoLibre S.R.L.©, c) Agroads©, d) Revista Márgenes Agropecuarios©, e) series de precios del Boletín Económico “Márgenes brutos de los principales productos agropecuarios de la provincia de La Pampa” (INTA Anguil), f) Bolsa de Comercio de Mendoza; g) series de precios (período 2007-2017) del Instituto de Desarrollo Rural (provincia de Mendoza), h) Observatorio Vitivinícola Argentino (OVA) y, i) series de precios (período 2007-2017) del Mercado Central de Buenos Aires (MCBA).

Los ingresos se deflactaron mediante el Índice de Precios al Productor (IPP) a octubre del año 2017, mientras que los costos directos se valoraron en moneda extranjera (dólar estadounidense) al tipo cambio establecido por el Banco Central de la República Argentina (BCRA) el 31 de octubre de 2017 (17,67 pesos argentinos por dólar estadounidense). La principal diferencia entre los costos directos de los cultivos anuales y plurianuales es la computación de las amortizaciones a través del VRACi²⁴ (principalmente equipos de riego, refrigeración, labores culturales únicas y plantaciones) calculados mediante la metodología para mejoras ordinarias (lineal).

De las dieciocho producciones agrícolas analizadas cinco son anuales y trece plurianuales. A continuación, se detallan las estructuras de costos analizadas y la bibliografía de referencia utilizada para los precios de los insumos y productos. Cabe señalar que, para los cultivos plurianuales, se analizó la estructura de costos del año donde se estabiliza la mayor producción (Van Den Bosch *et al.*, 2011; MAGRAMA, 2014; 2015; MAPAMA, 2015) y no se consideró el total de los RAC para el cálculo de los gastos de agua y energía, sino sólo los requerimientos de riego, dejando de lado los milímetros acumulados por precipitaciones efectivas.

a1) Actividades agrícolas actuales realizadas en las diferentes áreas regables.

De acuerdo con (DGEC, 2016) se seleccionaron diez producciones actuales presentes en cada una de las áreas regables:

I) SAM 25 de Mayo (secciones I, II y V): Cebolla, Maíz, Alfalfa, Viñedos, Papa, Zanahoria y Pera.

II) Casa de Piedra: Olivo (Viñedos se contemplan en el SAM 25 de Mayo).

III) Bajo de Los Baguales – La Adela: Almendro y Zapallo.

²⁴ “Es el valor de un bien en un determinado momento de su vida útil, es decir es el valor de un bien usado. V.R.A.C.I. significa Valor Residual (porque no es nuevo), Activo (todavía es útil) y Circunstanciado (depende de cuando se calcula, por los años de uso y estado). Es un concepto aplicable a bienes que duran más de un ejercicio productivo” (Ghida Daza *et al.*, 2009:14).

Dichas producciones se tomaron como producciones actuales y se determinó el MB de la siguiente manera:

- Cebolla (anual): estructura de costos de paquete de híbridos de alta tecnología con siembra convencional en el SAM 25 de Mayo. Para fertilización se aplica potasio, foliar y fertilizante nitrogenado mientras que para control de malezas se utilizan insecticidas, bactericidas y fungicidas. Se aplica una lámina de riego de 1.085 milímetros por hectárea por año ($\text{mm}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{año}^{-1}$) con sistema de riego por aspersión. Se obtuvieron valores de rendimiento de acuerdo con FUNBAPA (2014). El precio se determina a través del promedio de los valores diarios registrados en la serie de precios del MCBA. El flete se estima a 400 km.
- Maíz (anual): estructura de costos de producción de granos en el SAM 25 de Mayo con destino al mercado local. La fecha de siembra es octubre con sistema de siembra directa y fertilización nitrogenada (fertirriego) y fosforada. Se utiliza híbrido de primeras marcas con control de malezas mediante barbecho químico, control pre emergente y post emergente. El sistema de riego es por pivote central aplicando una lámina de riego de $973 \text{ mm}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{año}^{-1}$. Se establece un rendimiento promedio de 11 Tn por hectárea ($\text{Tn}\cdot\text{ha}^{-1}$) y un precio promedio de los últimos 5 años indexado en concordancia con INTA (2017).
- Papa (anual): estructura de costos de un paquete de alta tecnología con siembra convencional de variedad *Spunta* en el SAM 25 de Mayo. Los fertilizantes aplicados son fosfato diamónico y fertilizante nitrogenado. El control de las malezas se realiza con barbecho químico. Se aplica una lámina de riego de $770 \text{ mm}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{año}^{-1}$ con sistema de riego por aspersión. Se establecieron valores de rendimiento consultados con el INTA, EEA Hilario Ascasubi, y en concordancia con Huarte y Capezio (2013). El precio se determinó a través del promedio de los valores diarios registrados en la serie de precios del MCBA. El flete se estima en 400 km.
- Zanahoria (anual): estructura de costos de variedad *Chantenay* en el SAM 25 de Mayo fertilizada con fosfato diamónico y fertilización nitrogenada. El control de malezas se realiza con barbecho químico y se aplica una lámina de riego de $798 \text{ mm}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{año}^{-1}$ con el sistema de riego por aspersión. Los valores de rendimiento y relaciones técnicas se encuentran en concordancia con Gaviola (2013) y fueron triangulados con entrevistas a agentes calificados. El precio se determina a través del promedio de los valores diarios registrados en la serie de precios del MCBA. El flete se estima en 400 km.
- Zapallo (anual): estructura de costos de la variedad *Anquito* (Paunero, 2003) en el área de Bajo los Baguales, fertilizada con fosfato diamónico y fertilización nitrogenada. El control de malezas se realiza con herbicidas, insecticidas y fungicidas y se aplica una lámina de riego de $614 \text{ mm}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{año}^{-1}$ con el sistema de riego por goteo. El precio se determina a través del promedio de la especie de los valores mensuales registrados en la serie de precios del MCBA. El flete se estima en 250 km.
- Alfalfa (plurianual): estructura de costos del segundo año de producción en el SAM 25 de Mayo. Se plantea la producción de forraje henificado en formato de “megafardos” (aproximadamente 380 kg). Se realiza un sistema de siembra directa con fertilización fosforada. El control de malezas se realiza con barbecho químico, control de pulgones e isoca. El servicio de henificación es contratado. No se computan costos de acondicionamiento, comercialización y flete (generalmente a cargo del comprador). El sistema de riego es por pivote

central, aplicando una lámina de riego de $1.300 \text{ mm}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{año}^{-1}$. Se establece un rendimiento de 13 Tn de materia seca por hectárea ($\text{Tn}\cdot\text{MS}^{-1}\cdot\text{ha}^{-1}$) y un precio de referencia indexado de acuerdo con INTA (2017).

- Almendros (plurianual): plantación de variedad *Guara* de 416 plantas por hectárea ($\text{pl}\cdot\text{ha}^{-1}$) con picos de producción en el año 10 en el área de riego de Bajo de los Baguales. Se estiman rendimientos promedio de la zona y las series de precios pagados al productor fueron consultadas al Instituto de Desarrollo Rural (IDR, 2017). El sistema de riego por goteo y anti heladas se amortiza linealmente promediando 15 años de uso y un VRACi del 15 %, la plantación y los tutores de la misma, no poseen VRACi y se amortizan utilizando el mismo criterio a 20 años. Se aplica una lámina de riego de $619 \text{ mm}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{año}^{-1}$. La plantación se fertiliza con fosfato diamónico, nitrato de potasio y fertilizante nitrogenado y se utilizan herbicidas, insecticidas y fungicidas.
- Olivo (plurianual): plantación de sistema intensivo con $600 \text{ pl}\cdot\text{ha}^{-1}$ de variedad *Arauco* con picos de producción en el año 6. El sistema de riego es por goteo en el área regable de Casa de Piedra. Se aplican herbicidas, insecticidas y fertilizantes. Las aceitunas se empaquetan con destino a la elaboración de aceite, el precio pagado al productor se establece conforme al IDR (2017). Se aplicó una lámina de riego de $675 \text{ mm}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{año}^{-1}$. El sistema de riego por goteo se amortiza linealmente promediando 15 años de uso y un VRACi del 15 %, las plantas y labores culturales no poseen VRACi y se amortizan utilizando el mismo criterio a 20 años.
- Perales (plurianual): producción de la variedad *Packham's* en el año 6 de producción y sistema de riego por goteo con $1.250 \text{ pl}\cdot\text{ha}^{-1}$. Los precios de referencia se obtuvieron de las series de precios del MCBA. Se incluyeron en los costos tratamientos sanitarios, fertilizantes, labores culturales anuales, entre otros (Villarreal y Santagni, 2004). El sistema de riego por goteo y anti heladas se amortiza linealmente promediando 15 años de uso y un VRACi del 15 %, los platines y tutores utilizados no poseen VRACi y se amortizan utilizando el mismo criterio a 20 años. Se aplicó $805 \text{ mm}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{año}^{-1}$ y la comercialización se plantea con un flete de 400 km.
- Viñedos (plurianual): producción de uvas con $1.600 \text{ pl}\cdot\text{ha}^{-1}$ de varietal tipo *Malbec* para vinificar con pico de producción en el año 6 y aplicación de una lámina de riego por goteo de $694 \text{ mm}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{año}^{-1}$. Los rendimientos promedio de la zona fueron consultados a agentes calificados y las series de precios se obtuvieron del OVA. El sistema de riego por goteo se amortiza linealmente promediando 15 años de uso y un VRACi del 15 %, los varietales utilizados y la construcción de los espalderos no poseen VRACi y se amortizan utilizando el mismo criterio a 50 y 20 años respectivamente.

a2) Actividades agrícolas alternativas para las diferentes áreas regables.

En tanto para las producciones alternativas se tomó como criterio la selección de actividades ya realizadas en la ribera pampeana del río Colorado, ya sea a modo experimental o como emprendimientos productivos privados particulares o abandonados en otras áreas regables (p. ej. Sistema de Aprovechamiento “El Sauzal” o Gobernador Duval). Es así que, según la DGEC (2016), se establecieron ocho producciones alternativas, todas determinan su precio mediante la serie de precios del MCBA, con un flete de 400 km a un centro de consumo y en el área regable de Casa de Piedra.

- Ajo (anual): se plantea la variedad de ajo *Colorado* en Casa de Piedra con densidad de 1.650 pl·ha⁻¹. Los costos se elaboraron en base a INTA (2005) e IDR (2016). Se supuso una relación de una ristra de ajo equivale a un kg de ajo. El sistema de riego es por goteo con un consumo de agua de 300 mm·ha⁻¹·año⁻¹.
- Cerezo (plurianual): se consideró la variedad *Bing* con una densidad de 888 pl·ha⁻¹ en el año de producción 7, con sistema de conducción tatura y riego por goteo. Los precios se triangularon en base a series históricas del MCBA y costos de acuerdo con Claps (2008) y Villarreal et al. (2006). El consumo hídrico se estableció en el orden de los 820 mm·ha⁻¹·año⁻¹. El sistema de riego por goteo se amortiza linealmente promediando 15 años de uso y un VRACi del 15 %, los plantines utilizados, así como la construcción de los espalderos, las labores culturales iniciales y las cortinas de vientos artificiales no poseen VRACi y se amortizan utilizando el mismo criterio a 20 años.
- Ciruelo (plurianual): plantación de 500 pl·ha⁻¹ de variedad *D'agen* con destino a consumo fresco con picos de producción en el año 6 del cultivo. Los costos directos se establecieron en base a IDR (2015) triangulado con ODEPA (2015). El consumo hídrico se estableció en el orden de los 882 mm·ha⁻¹·año⁻¹. El sistema de riego por goteo se amortiza linealmente promediando 15 años de uso y un VRACi del 15 %, los plantines y tutores utilizados no poseen VRACi y se amortizan utilizando el mismo criterio a 20 años.
- Frambuesa (plurianual): plantación de frambuesa variedad *Autumn Bliss* con una densidad de plantación de 6.000 pl·ha⁻¹ con riego por goteo y equipo de refrigeración. El año 4 es el de mayor producción y consume agua por un total de 718 mm·ha⁻¹·año⁻¹. Los costos se establecieron en base a Martínez (2009) triangulados con San Martino et al. (2014). El sistema de riego por goteo y el equipo de refrigeración se amortizan linealmente promediando 15 años de uso y un VRACi del 15 %, los plantines y la construcción del espaldero no poseen VRACi y se amortizan utilizando el mismo criterio a 20 años.
- Frutilla (plurianual): plantación de 50.000 pl·ha⁻¹ de la variedad *Albión* con sistema de riego por goteo y el tercer año como el de mayor producción. Se utiliza la técnica de *mulching* y los costos fueron analizados en base a EEAO (2017). Frutilla consumió 733 mm·ha⁻¹·año⁻¹. El sistema de riego por goteo se amortiza linealmente promediando 15 años de uso y un VRACi del 15 %, los plantines no poseen VRACi y se amortizan utilizando el mismo criterio a 20 años.
- Manzano (plurianual): producción de la variedad *Red Delicious* con pico de producción en el año 6 y sistema de riego por goteo con 1.250 pl·ha⁻¹. Se incluyeron los principales costos (INTA, 2004, 2010). El consumo de agua estuvo en el orden de los 776 mm·ha⁻¹·año⁻¹. El sistema de riego por goteo se amortiza linealmente promediando 15 años de uso y VRACi del 15 %, plantines y tutores no poseen VRACi y se amortizan utilizando a 20 años de uso.
- Membrillero (plurianual): producción de variedad *Champion* con pico de producción en el año 9 y sistema de riego por goteo con 500 pl·ha⁻¹. Se incluyeron los principales costos (Albá, 2013; Cólica, 2017). El consumo de agua estuvo en el orden de los 912 mm·ha⁻¹·año⁻¹. El sistema de riego por goteo se amortiza linealmente promediando 15 años de uso y VRACi del 15 %, plantines y tutores no poseen VRACi y se amortizan utilizando 20 años de uso.

- Nogales (plurianual): producción de la variedad *Chandler* con pico de producción en el año 8 y sistema de riego por goteo con 320 pl·ha⁻¹. La estructura de costos se resolvió de acuerdo con Cólica (2015). El consumo de agua estuvo en el orden de los 918 mm·ha⁻¹·año⁻¹. El sistema de riego por goteo se amortiza linealmente promediando 15 años de uso y VRACi del 15 %, plantines y tutores no poseen VRACi y se amortizan utilizando 20 años de uso.

b) Restricciones del problema.

En concordancia con la problemática planteada se establecieron cuatro recursos restrictivos claves para ser asignados a las actividades agrícolas: el consumo y disponibilidad de agua por hectárea de cada actividad, el consumo y disponibilidad de energía eléctrica de un sistema de riego presurizado estándar (70 % de eficiencia), la cantidad de jornales necesarios y disponibles para desarrollar la producción en una hectárea y; por último, se estableció como limitante la aptitud edáfica del suelo por cultivo/grupo y por cada una de las tres áreas regables. Se trabajó bajo el supuesto de que las áreas regables son independientes, es decir un área regable no condiciona la disponibilidad de agua, de energía ni de mano de obra de las demás áreas regables. Debido a las características demandas estacionales de las producciones agrícolas, se determinó la diferencia entre la demanda y disponibilidad de los recursos de acuerdo con las estaciones del año: a) Verano (Ene-Feb-Mar); b) Otoño (Abr-May-Jun); c) Invierno (Jul-Ago-Sep) y; d) Primavera (Oct-Nov-Dic). Del mismo modo que con las áreas regables, se supuso independencia con las estaciones del año incluidas en el modelo, esto es que una estación no condiciona las asignaciones de disponibilidad de agua o energía ni la mano de obra de otras estaciones.

b1) Restricción en torno al recurso agua.

La metodología y el cálculo del consumo de agua o RAC se encuentra detallada y en concordancia con lo expuesto en el capítulo IV. Cabe señalar que para este capítulo y en esta restricción en particular no se tuvieron en cuenta los aportes hídricos generados en las áreas regables por precipitación efectiva, por lo que se consideró sólo los requerimientos de agua para riego de cada cultivo. Para definir el límite de disponibilidad de agua, el PURC adjudica un volumen anual de agua a La Pampa de aproximadamente entre 615 Hm³ (Díaz, 2013) y 633 Hm³ (MPFIPS, 2014). El carácter estacional se manifestó de acuerdo con un promedio ponderado de disponibilidad estacional de agua (ver tabla 4.10) donde se determinó un porcentaje de asignación de acuerdo con un prorrateo de los disponibles históricos para cada estación de aforos correspondiente: para el SAM 25 de Mayo se utilizó la estación de aforos BR, para Casa de Piedra se utilizó la estación de aforos de los caudales erogados del Embalse y para Bajo de los Baguales se utilizó la estación de aforos PM (tabla 5.1).

Tabla 5.1: Porcentajes de asignación del agua en las áreas regables por estación.

Área regable/ Estación	SAM 25 de Mayo (%)	Casa de Piedra (%)	Bajo de los Baguales (%)
Verano	25 %	31 %	30 %
Otoño	15 %	17 %	18 %
Invierno	17 %	20 %	20 %
Primavera	43 %	32 %	33 %

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del capítulo IV.

En primer lugar, los porcentajes establecidos en la tabla 5.1 se multiplicaron por los 633 hm³ disponibles para La Pampa (MPFIPS, 2014) en el SAM 25 de Mayo. Los resultados de esos valores se restaron de las siguientes áreas regables (primero Casa de Piedra y luego Bajo de los Baguales) con el criterio de que se consume el cupo a medida que el agua ingresa a La Pampa.

b2) Restricción en torno al recurso energía.

Para el cálculo del consumo energético de las producciones la medida que se utilizó fueron los Kilowatt-hora (KWh) por m³ de agua consumido, que luego se multiplicaron por los RAC para las hectáreas de cultivo respectivas y se obtuvo el indicador en KWh·ha⁻¹·año⁻¹. Corominas (2010) explica que los regadíos españoles requieren como media el orden de 1560 KWh·ha⁻¹·año⁻¹ y 0,24 KWh·m⁻³. El riego localizado o por goteo consume un valor de 0,18 Kwh·m⁻³ y el riego por aspersión o pivote central se encuentra en el orden de los 0,23 Kwh·m⁻³ (Corominas, 2010). Estos valores se tomaron como referencia para el cálculo de la energía demandada anualmente por hectárea por cada cultivo y por estación, ya que se triangularon con datos empíricos validados a campo (Ver Anexo 1.1) y se obtuvieron similares resultados. Se supuso que se tenía acceso a la energía eléctrica en todas las hectáreas de las tres áreas regables.

Para realizar el cálculo de la máxima disponibilidad energética, y según los analizado en el capítulo, las áreas regables del SAM 25 de Mayo y Casa de Piedra poseen líneas de alta (132 kilovoltio - kV) y mediana tensión (33 kV y 13,2 kV). De acuerdo a las entrevistas con los proveedores de energía (Ver Anexo 1.2) e ingenieros y técnicos de APE (Administración Provincial de Energía de La Pampa) la disponibilidad total de energía eléctrica se encuentra limitada por la cantidad de estaciones de rebaje.

Actualmente las líneas cuentan con transformadores de 15 MW y 1,4 MW para el SAM 25 de Mayo y de 14,5 MW y 2,7 MW para Casa de Piedra. Para el caso de Bajo de los Baguales la disponibilidad se encuentra limitada a un tendido eléctrico de 13,2 kV en el que actualmente existe sólo un transformador de 10 MW que abastece esta área regable. Se debe tener en cuenta que esta última línea se comparte con las producciones registradas en la localidad de Río Colorado (provincia de Río Negro) y con el consumo de las poblaciones.

Por los números establecidos anteriormente, se calculó el límite de disponibilidad de energía de acuerdo con la tabla 5.2. Dichos valores se obtuvieron de la multiplicación de la cantidad de MW establecida por los tranformadores pasando a la medida a KW (miltiplicado por 1000) y por las horas de funcionamiento en el año (2160 horas promedio). Los cálculos realizados supusieron nulas pérdidas por transmisión y distribución de energía eléctrica.

Tabla 5.2: Límites de disponibilidad de energía eléctrica para las áreas regables.

Área regable/ Estación	SAM 25 de Mayo (KWh)	Casa de Piedra (KWh)	Bajo de los Baguales (KWh)
Verano	35424000	37152000	21600000
Otoño	35424000	37152000	21600000
Invierno	35424000	37152000	21600000
Primavera	35424000	37152000	21600000

Fuente: Elaboración propia en base a consultas con técnicos de APE.

b3) Restricción en torno al recurso mano de obra.

El Instituto Nacional de Educación Tecnológica (INET, 2016) marca al rubro agropecuario con una dificultad baja para conseguir mano de obra a niveles nacionales, cabe señalar que existe una mayor dificultad en la región patagónica para cubrir puestos laborales tendientes al sector agropecuario. Las principales falencias que se registran en el sector de la región patagónica a la hora de contratar la mano de obra son la falta de competencias técnicas, la falta de experiencia y la falta de candidatos disponibles (INET, 2016).

Los jornales por hectárea generalmente se tienen cuantificados por los productores y son de fácil acceso bibliográfico, por el contrario, el problema subyace para cuantificar la disponibilidad de mano de obra regional para un período dado y en los meses de mayor demanda. De acuerdo con Bendini et al. (2011), es importante señalar que existen limitaciones estadísticas para cuantificar la mano de obra migrante estacional, dada particularmente en las áreas regables del norte de la región patagónica, que generalmente arriban para cubrir la demanda de la cosecha. Se debe recurrir a la interrelación de fuentes de datos para realizar una estimación confiable (Bendini et al., 2011). Por los motivos expuestos, para establecer la cantidad de recurso disponible en pos de estimar la disponibilidad total por área regable de mano de obra en La Pampa, se realizó un paralelismo con la zona del Valle Medio de Río Negro. Se consultó bibliografía específica sobre la mano de obra transitoria proveniente de otras provincias argentinas e incluso países limítrofes en los meses de la cosecha y labores culturales más demandantes.

El Valle Medio del Río Negro, incluye siete comunidades rurales regantes con un total de 32.308 hab, una superficie de 170.000 ha potenciales, 42.728 ha en producción y 9.468 cultivadas con frutas y hortalizas (Bendini y Steimbregger, 2010). Trpin et al. (2015) explican que el Valle Medio del Río Negro es un área caracterizada por un alto grado de diversificación, cultivándose aproximadamente 6.000 ha de frutales de pepita, 1.000 ha de frutas de carozo, 350 ha de frutos secos, 300 ha de vid, 4.000 ha de hortalizas y 7.000 ha de forrajeras (SFRN, 2009). Dichos números reflejan un paralelismo con las áreas regables analizadas en esta investigación.

La mano de obra *golondrina*²⁵ en la región se da con la mayor demanda en la época estival (verano), en el Valle de Río Negro se contabilizan 3.700 trabajadores rurales en tareas de cosecha de fruta. En los meses invernales (junio y julio) la mano de obra transitoria o golondrina se reduce a niveles que rondan las 30 personas ocupadas (Bendini y Steimbregger, 2010). Otros informantes calificados (técnicos, funcionarios, entre otros) aproximan datos de entre 2.000 y 2.500 trabajadores migrantes que llegan al Valle Medio del Río Negro en cada temporada (Bendini y Steimbregger, 2010).

Teniendo en cuenta la mano de obra local y migrante (de acuerdo a Bendini y Steimbregger, 2010) para las tres áreas regables pampeanas se estima una disponibilidad total de jornales por estación (tabla 5.3).

²⁵ Se describe como el trabajador temporario que migra y se desplaza durante el año por el país o países limítrofes en busca de ejecutar labores en las producciones que son mano de obra dependiente.

Tabla 5.3: Límites de disponibilidad de mano de obra para las áreas regables.

Área regable/ Estación	SAM 25 de Mayo (Jor)	Casa de Piedra (Jor)	Bajo de los Baguales (Jor)
Verano	333000	150000	150000
Otoño	225000	112000	112000
Invierno	90000	45000	45000
Primavera	90000	45000	45000

Fuente: Elaboración propia en base a Bendini y Steimbregger (2010).

b4) Restricción en torno a la aptitud edáfica de la superficie.

Con los mapas de aptitud de suelo mencionados en el capítulo III (Mariano y Roberto, 2018) se procedió nuevamente a la superposición de los mapas de aptitud generados debido a la inclusión de las plantaciones de cerezo y membrillero. Se generaron así, 21 grupos de aptitud de cultivos que se distribuyeron por área regable de acuerdo a lo expresado en la Tabla 5.4. Cabe señalar que el grupo once no se tuvo en cuenta en los resultados generales del modelo, ya que la superficie no es apta para ningún cultivo.

Tabla 5.4: Agrupamiento de aptitud edáfica por grupo de cultivo y por área regable.

Grupo	Cultivos	Área regable
1	Cebolla - Zanahoria - Papa - Zapallo - Ajo - Frambuesa - Frutilla - Almendro - Ciruelo - Olivo	SAM 25 de Mayo Casa de Piedra
2	Cebolla - Zanahoria - Papa - Zapallo - Ajo - Almendro - Ciruelo - Olivo	SAM 25 de Mayo Casa de Piedra Bajo de los Baguales
3	Cebolla - Zanahoria - Papa - Zapallo - Ajo - Maíz - Alfalfa - Vid - Almendro - Nogal - Ciruelo - Manzano - Olivo - Membrillo	SAM 25 de Mayo Casa de Piedra
4	Cebolla - Zanahoria - Papa - Zapallo - Ajo - Maíz - Alfalfa - Vid - Frambuesa - Almendro - Nogal - Ciruelo - Manzano - Olivo - Peral	SAM 25 de Mayo
5	Cebolla - Zanahoria - Papa - Zapallo - Frutilla - Almendro - Ciruelo	SAM 25 de Mayo Casa de Piedra
6	Cebolla - Zanahoria - Papa - Zapallo - Frutilla - Vid - Cerezo - Almendro - Ciruelo - Manzano - Membrillo	SAM 25 de Mayo
7	Cebolla - Zanahoria - Papa - Zapallo - Vid - Almendro - Ciruelo - Manzano - Membrillo	SAM 25 de Mayo
8	Cebolla - Zanahoria - Papa - Frutilla	SAM 25 de Mayo Casa de Piedra
9	Cebolla - Zanahoria - Papa	SAM 25 de Mayo Casa de Piedra
10	Alfalfa	SAM 25 de Mayo Casa de Piedra
11	No Apto para ningún cultivo analizado	SAM 25 de Mayo Casa de Piedra Bajo de los Baguales
12	Apto para todos los cultivos analizados	Casa de Piedra
13	Cebolla - Zanahoria - Papa - Zapallo - Almendro - Ciruelo	Casa de Piedra

Tabla 5. 4: Agrupamiento de aptitud edáfica por grupo de cultivo y por área regable (continuación).

Grupos	Cultivos	Área regable
14	Cebolla - Zanahoria - Papa - Zapallo - Maíz - Almendro - Nogal - Frutilla - Vid - Cerezo - Ciruelo - Manzano - Membrillo	Casa de Piedra
15	Cebolla - Zanahoria - Papa - Zapallo - Maíz - Almendro - Nogal - Vid - Ciruelo - Manzano - Membrillo	Casa de Piedra
16	Cebolla - Zanahoria - Papa - Zapallo - Ajo - Maíz - Alfalfa - Almendro - Nogal - Vid - Ciruelo - Manzano - Olivo	Casa de Piedra
17	Cebolla - Zanahoria - Papa - Zapallo - Ajo - Almendro - Frambuesa - Frutilla - Ciruelo - Manzano - Olivo	Casa de Piedra
18	Manzano	Casa de Piedra
19	Maíz - Ciruelo - Manzano - Membrillo	Casa de Piedra
20	Maíz - Cerezo - Ciruelo - Manzano - Membrillo	Casa de Piedra
21	Cebolla - Zanahoria - Papa - Zapallo - Ajo - Maíz - Alfalfa - Almendro - Nogal - Vid - Frambuesa - Frutilla - Ciruelo - Manzano - Olivo - Peral	Bajo de los Baguales

Fuente: Elaboración propia.

La superposición de mapas digitales originó los mapas de aptitud utilizados para este capítulo (figura 5.2).

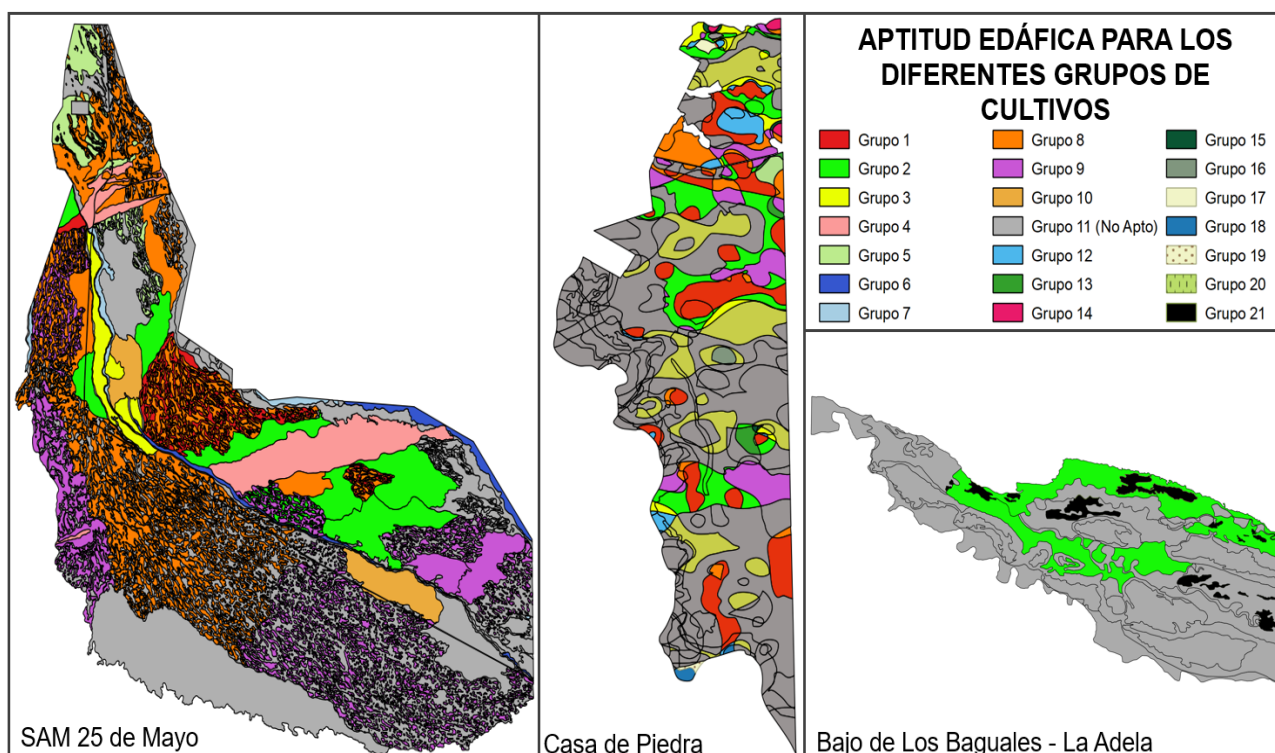


Figura 5. 2: Aptitud edáfica para los diferentes grupos de dieciocho cultivos.

Fuente: Elaboración propia.

5.1.2 Formulación del problema (Paso 2)

Para comenzar con la formulación del problema fue necesario identificar las variables que se tomaron en cuenta para su resolución:

5.1.2.1 Identificación de las variables

- ✓ X1 = Superficie (ha) potencial a producir en SAM 25 de Mayo.
- ✓ X2 = Superficie (ha) potencial a producir en Casa de Piedra.
- ✓ X3 = Superficie (ha) potencial a producir en Bajo de Los Baguales.

5.1.2.2 Función objetivo

La función objetivo maximiza el Margen Bruto Regional (Z), compuesto por dieciocho cultivos y plantaciones agrícolas actuales y alternativas de las tres áreas regables de La Pampa (SAM 25 de Mayo, Casa de Piedra y Bajo de los Baguales). La función objetivo se encuentra explicada por la siguiente ecuación:

$$\text{Máx } Z = \sum_{\forall i} \sum_{\forall g} \sum_{\forall j} C_{igj} x_{igj}$$

Donde:

C_{igj} = Márgen bruto de asignar 1 ha del cultivo i al grupo g de la zona j .

x_{igj} = Actividad agrícola i en la zona j del grupo g .

i = Actividades agrícolas ($i = 1, 2, 3, \dots, 18$).

g = Grupos de cultivos ($g = 1, 2, 3, \dots, 20$).

j = Áreas regables ($j = 1, 2, 3$).

5.1.2.3 Restricciones

El conjunto de las cuatro restricciones se agregó el subíndice ($k = 4$) que representa el consumo y la disponibilidad de las restricciones (agua, energía y mano de obra) en las diferentes estaciones del año (verano, otoño, invierno, primavera).

✓ Agua:

$$\sum_{\forall i} \sum_{\forall j} a_{ijk} \sum_{\forall g} x_{igj} \leq A_{jk}$$

✓ Energía eléctrica:

$$\sum_{\forall i} \sum_{\forall j} e_{ijk} \sum_{\forall g} x_{igj} \leq E_{jk}$$

✓ Mano de obra:

$$\sum_{\forall i} \sum_{\forall j} m_{ijk} \sum_{\forall g} x_{igj} \leq M_{jk}$$

✓ Aptitud edáfica por grupos de cultivos y área de riego:

$$\sum_{\forall i} x_{igj} \leq X_{gj}$$

Donde, aparte de las referencias anteriores, se tuvieron en cuenta:

a = requerimiento de agua de riego de cultivo por hectárea.

A = disponibilidad de agua de río en las áreas regables;

e = requerimiento de energía eléctrica de riego por hectárea;

E = disponibilidad de energía en el sistema eléctrico de las áreas regables;

m = jornales por hectárea requeridos por cultivo;

M = disponibilidad total de la mano de obra en la región;

X = disponibilidad de hectáreas por área regable.

k = subíndice estacional.

5.1.3 Constatación empírica del modelo económico con datos de proyectos reales ejecutados en diferentes provincias argentinas

Finalizando con la metodología del capítulo y con el propósito de comparar los resultados brindados por el modelo económico hidronegético, se revisaron proyectos financiados por el Programa de Servicios Agrícolas Provinciales (PROSAP) en Argentina consultando las bases de datos en la Dirección de Gestión y Monitoreo de Programas y Proyectos Sectoriales y Especiales (DGMPPSE); Secretaría de Agroindustria, Ministerio de Producción y Trabajo. Se recolectaron diez proyectos de diferentes provincias argentinas desde el año 2006 al 2017 (PROSAP, 2006; 2011a; 2011b; 2011c; 2014; 2016; 2017), los cuales ya finalizaron o se encuentran en ejecución y/o formulación (tabla 5.5).

Tabla 5.5: Título de los proyectos y estado de situación particular.

Nº	Año	Título del Proyecto	Provincia	Estado de Situación	Modelos de cultivo
1	2006	Modernización del Sistema de Riego de Canal Socavón - Frugoni Marco.	Mendoza	Finalizado	Viñedos, ciruelo y alfalfa.
2	2007	Programa de Riego y Transformación Productiva (PRTP) desarrollado en Tafí del Valle y San Isidro de Lules.	Tucumán	Finalizado	Papa, maíz y frutilla.
3	2010	Desarrollo de Áreas Bajo Riego en Margen Sur del Río San Juan - Canal Céspedes-Sarmiento	San Juan	Finalizado	Cebolla, zanahoria, alfalfa, olivo, viñedo, zapallo.
4	2011	Modernización de la Red Terciaria del Tramo Inferior del Río Mendoza.	Mendoza	Finalizado	Viñedos, ajo, cebolla, zapallo, ciruelo y olivo.
5	2011	Aportes al Desarrollo de los Distritos de Riego de Belén y Pomán.	Catamarca	En ejecución	Nogal, viñedos y olivo.

Tabla 5.5: Título del proyecto y estado de situación (continuación).

Nº	Año	Título del Proyecto	Provincia	Estado de Situación	Modelos de cultivo
6	2014	Ampliación del Área de Riego y Drenaje Margen Norte del Valle Medio del Río Negro – 1ª Etapa	Río Negro	Formulado	Cebolla, maíz, alfalfa, peral, viñedo, cerezo, manzano y nogal.
7	2014	Modernización y Ampliación del Sistema de Riego del Valle de Sarmiento.	Chubut	Finalizado	Alfalfa, maíz, frambueso, viñedos y papa.
8	2016	Electrificación Rural Para el Desarrollo Agropecuario en Provincia de Buenos Aires – Zona Sur I.	Buenos Aires	Formulado	Cebolla y maíz.
9	2016	Mejora del Sistema de Riego del Canal Benavidez - Gral. 9 De Julio. Departamentos de Rivadavia, Chimbas, Santa Lucía y 9 De Julio.	San Juan	En ejecución	Viñedos, ajo, cebolla, zanahoria, olivo y alfalfa.
10	2017	Optimización de la Infraestructura de Riego del Valle Bonaerense del Río Colorado, 2º Etapa: Revestimiento de Canales.	Buenos Aires	En ejecución	Cebolla

Fuente: Elaboración propia en base a la DGMPPSE.

Se revisaron los anexos económicos-financieros de todos los proyectos que tuvieron como resultado exponer los MB de distintos Modelos de Cultivo (MC)²⁶ que se presentan en las diferentes zonas de los proyectos. Los MC se elaboran en base a encuestas a productores y a información recogida durante entrevistas realizadas a referentes técnicos de las diferentes zonas de los proyectos.

Se realizó una comparación entre los promedios de MB ponderados por las hectáreas resultado del modelo económico hidroenergético de las producciones actuales y alternativas y los MB obtenidos por la DGMPPSE durante los mencionados diez proyectos diversificados y establecidos bajo riego en siete provincias argentinas. Cabe señalar que todos los MB se deflactaron con el IPP (INDEC, 2017) a octubre del año 2017, realizando un paralelismo con las pautas metodológicas establecidas para los cálculos obtenidos de las producciones actuales y alternativas. Además, se estableció la comparación entre los MB multiplicando el valor promedio anual indexado por la cotización deflactada anual promedio del tipo de cambio del dólar estadounidense al año 2017 en los diferentes años analizados²⁷.

²⁶ Se denomina MC a los costos operativos anuales los cuales varían de acuerdo al nivel tecnológico derivado de los escenarios situación actual, situación sin proyecto y situación con proyecto.

²⁷ La tasa de inflación promedio de Estados Unidos entre los años 2006 y 2017 fue del 1,91 % anual. En total, la moneda presentó un aumento del 23 % entre estos años. Esto quiere decir que 1 dólar estadounidense de 2006 equivale a 1,23 dólares estadounidenses de 2017. Fuente de datos: <https://data.oecd.org/price/inflation-cpi.htm>

5.2 Resultados del capítulo

5.2.1 Resolución del modelo de programación lineal (Pasos 3 y 4).

Se menciona nuevamente que, para responder el problema inicial (apartado 5.2.1.1), se elaboró y ejecutó un modelo de optimización lineal, estático (un año) y regional sobre la base de la herramienta *Open Solver* (Mason, 2011) desde el software *Microsoft Excel*©,

5.2.1.1 Contribución a la medida global de desempeño.

Como primer resultado se plantea la contribución individual a la medida global de desempeño de las diferentes actividades agrícolas a partir de la tabla 5.6. Los resultados elaborados para los diferentes MB (Ver Anexo 2. Capítulo V: Márgenes brutos de los cultivos actuales y alternativos) se obtuvieron de Mariano y Ferro Moreno (en revisión).

Tabla 5.6: Contribución a la medida global de desempeño de las actividades agrícolas actuales y alternativas en la ribera del río Colorado de La Pampa.

	Cultivos/ Variables	Margen Bruto (\$/ha) por área regable
Producciones Actuales	Cebolla	43.677
	Maíz	663
	Papa	7.224
	Zanahoria	8.085
	Alfalfa	403
	Almendro	101.425
	Olivo	1.172
	Peral	120.215
	Viñedo	2.868
	Zapallo	74.345
Producciones Alternativas	Ajo	177.051
	Cerezo	22.287
	Ciruelo	160.564
	Frambuesa	201.209
	Frutilla	143.518
	Manzano	361.872
	Membrillero	151.134
	Nogal	126.472

Fuente: Elaboración propia en base a Mariano y Ferro Moreno (en revisión).

5.2.1.2 Identificación de recursos que deben asignarse a las actividades.

La tabla 5.7 muestra los datos de la restricción de consumo de riego de agua por cultivos agrícolas, por grupos seleccionados y por estación de cada área regable. Cabe señalar que a diferencia del capítulo IV se tomaron los requerimientos de riego de los cultivos, restándole en todos los casos las precipitaciones efectivas por cultivo y por estación. La tabla 5.8 muestra los datos de la restricción de consumo energía eléctrica por cultivos agrícolas y por estación de cada área regable.

Tabla 5.7: Requerimientos de riego anuales de los cultivos agrícolas por estación.

Cultivos/ Variables		Requerimientos de riego anuales de los cultivos por estación (m ³ ·ha ⁻¹)														
		SAM 25 de Mayo					Casa de Piedra					Bajo de los Baguales				
		Verano	Otoño	Invierno	Primavera	Total	Verano	Otoño	Invierno	Primavera	Total	Verano	Otoño	Invierno	Primavera	Total
Producciones Actuales	Cebolla	3.586	0	1.597	5.674	10.857	3.558	0	1.128	5.032	9.718	2.772	0	861	4.194	7.827
	Maíz	6.241	89	0	3.402	9.732	6.046	4	0	3.528	9.578	4.637	16	0	2.577	7.230
	Papa	4.932	0	0	2.767	7.699	5.043	0	0	3.064	8.107	3.848	0	0	2.184	6.032
	Zanahoria	4.734	0	0	3.248	7.982	4.868	0	0	3.533	8.401	3.671	0	0	2.588	6.259
	Alfalfa	4.945	1.104	1.797	5.159	13.005	5.227	499	1.205	4.770	11.701	3.728	578	979	3.867	9.152
	Almendro	2.065	0	1.592	5.403	9.060	1.671	0	913	3.910	6.494	1.611	0	809	3.771	6.191
	Olivo	3.735	0	1.641	4.300	9.676	2.838	0	1.036	2.882	6.756	2.526	0	861	2.931	6.318
	Peral	1.071	267	1.836	5.101	8.275	848	31	1.064	3.625	5.568	858	26	960	3.535	5.379
	Viñedo	3.699	50	122	2.854	6.725	3.149	19	86	2.456	5.710	2.507	78	41	2.001	4.627
Zapallo	2.672	0	0	3.470	6.142	2.709	0	0	3.506	6.215	2.196	0	0	2.659	4.855	
Producciones Alternativas	Ajo	502	1.727	2.276	302	4.807	615	811	1.425	156	3.007	293	872	1.220	153	2.538
	Cerezo	5.732	77	18	3.409	9.236	5.012	56	14	3.120	8.202	4.124	52	12	2.454	6.642
	Ciruelo	5.206	1.387	446	4.514	11.553	4.449	414	344	3.616	8.823	3.698	686	198	3.254	7.836
	Frambuesa	3.618	0	772	4.242	8.632	3.212	0	579	3.396	7.187	2.578	0	330	3.019	5.927
	Frutilla	3.948	290	171	3.086	7.495	3.887	149	128	2.837	7.001	2.757	149	53	2.196	5.155
	Manzano	4.038	0	1.212	5.065	10.315	3.269	0	810	3.682	7.761	2.914	0	603	3.575	7.092
	Membrillero	5.965	667	0	3.896	10.528	5.275	215	0	3.631	9.121	4.319	339	0	2.907	7.565
Nogal	4.576	0	672	6.169	11.417	3.930	0	474	4.774	9.178	3.405	0	323	4.467	8.195	
Total		71.265	5.658	14.152	72.061	163.136	65.606	2.198	9.206	61.518	138.528	52.442	2.796	7.250	52.332	114.820

Fuente: Elaboración propia en base a Cropwat 8.0©.

Tabla 5.8: Requerimientos energéticos anuales para riego de los cultivos agrícolas por estación.

Cultivos/ Variables		Requerimientos energéticos de riego anuales de los cultivos por estación (Kwh·ha ⁻¹)														
		SAM 25 de Mayo					Casa de Piedra					Bajo de los Baguales				
		Verano	Otoño	Invierno	Primavera	Total	Verano	Otoño	Invierno	Primavera	Total	Verano	Otoño	Invierno	Primavera	Total
Producciones Actuales	Cebolla	825	0	367	1.305	2.497	818	0	259	1.157	2.235	638	0	198	965	1.800
	Maíz	1.435	20	0	782	2.238	1.391	1	0	811	2.203	1.067	4	0	593	1.663
	Papa	1.134	0	0	636	1.771	1.160	0	0	705	1.865	885	0	0	502	1.387
	Zanahoria	1.089	0	0	747	1.836	1.120	0	0	813	1.932	844	0	0	595	1.440
	Alfalfa	1.137	254	413	1.187	2.991	1.202	115	277	1.097	2.691	857	133	225	889	2.105
	Almendro	372	0	287	973	1.631	301	0	164	704	1.169	290	0	146	679	1.114
	Olivo	672	0	295	774	1.742	511	0	186	519	1.216	455	0	155	528	1.137
	Peral	193	48	330	918	1.490	153	6	192	653	1.002	154	5	173	636	968
	Viñedo	666	9	22	514	1.211	567	3	15	442	1.028	451	14	7	360	833
Zapallo	481	0	0	625	1.106	488	0	0	631	1.119	395	0	0	479	874	
Producciones Alternativas	Ajo	90	311	410	54	865	111	146	257	28	541	53	157	220	28	457
	Cerezo	1.032	14	3	614	1.662	902	10	3	562	1.476	742	9	2	442	1.196
	Ciruelo	937	250	80	813	2.080	801	75	62	651	1.588	666	123	36	586	1.410
	Frambuesa	651	0	139	764	1.554	578	0	104	611	1.294	464	0	59	543	1.067
	Frutilla	711	52	31	555	1.349	700	27	23	511	1.260	496	27	10	395	928
	Manzano	727	0	218	912	1.857	588	0	146	663	1.397	525	0	109	644	1.277
	Membrillero	1.074	120	0	701	1.895	950	39	0	654	1.642	777	61	0	523	1.362
Nogal	824	0	121	1.110	2.055	707	0	85	859	1.652	613	0	58	804	1.475	
Total	14.050	1.078	2.717	13.983	31.828	13.046	421	1.774	12.070	27.310	10.372	533	1.397	10.190	22.493	

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 5.9 muestra los datos de la restricción de mano de obra por cultivos agrícolas, por grupos seleccionados y por estación de cada área regable.

Tabla 5.9: Requerimientos de mano de obra anuales de los cultivos agrícolas por estación.

Cultivos/ Variables		Estacionalidad de Mano de obra contratada (Jor/ha)				
		Áreas Regables				
		Verano	Otoño	Invierno	Primavera	Total
Producciones Actuales	Cebolla	70	0	0	3	73
	Maíz	0	0	0	2	2
	Papa	47	0	0	0	47
	Zanahoria	49	0	0	0	49
	Alfalfa	0	0	0	1	1
	Almendra	27	0	10	2	39
	Olivo	25	0	5	3	33
	Peral	65	0	35	2	102
	Viñedo	3	12	0	4	19
	Zapallo	61	0	0	18	79
Producciones Alternativas	Ajo	56	0	5	60	121
	Cerezo	0	412	0	36	448
	Ciruelo	0	25	20	31	76
	Frambuesa	401	0	60	0	461
	Frutilla	0	160	10	12	182
	Manzano	77	0	14	25	116
	Membrillero	0	57	0	7	64
	Nogal	25	0	20	0	45
Total		906	666	179	206	1957

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 5.10 muestra la restricción de aptitud de superficie edáfica por grupos seleccionados.

Tabla 5.10: Aptitud edáfica disponible para los grupos seleccionados por área regable.

Grupos	Aptitud edáfica del área regable (ha)		
	SAM 25 de Mayo	Casa de Piedra	Bajo de los Baguales
1	7.299	1.269	0
2	4.571	958	8.698
3	1.420	198	0
4	2.502	0	0
5	2.097	68	0
6	1.089	0	0
7	651	0	0
8	17.572	379	0
9	12.608	627	0

Tabla 5.10: Aptitud edáfica disponible para los grupos seleccionados por área regable (continuación).

Grupos	Aptitud edáfica del área regable (ha)		
	SAM 25 de Mayo	Casa de Piedra	Bajo de los Baguales
10	2.235	1.492	0
11	37.699	5.872	31.499
12	0	224	0
13	0	92	0
14	0	32	0
15	0	16	0
16	0	40	0
17	0	23	0
18	0	34	0
19	0	12	0
20	0	0,65	0
21	0	0	2.148
Total	52.044	5.464,65	10.846

Fuente: Elaboración propia.

5.2.1.3 Resultados de las variables, de la función objetivo y de las restricciones

Antes de ver los resultados del modelo se presenta un diagnóstico de la situación actual (tabla 5.11) de acuerdo con los datos de superficie presentados a través de la DGE (2016) utilizados también para el desarrollo de los capítulos III y IV.

Tabla 5.11: Diagnóstico de la situación actual para la medida global de desempeño y las variables restrictivas analizadas.

Cultivos/ Variables	SAM (ha)	Casa de Piedra (ha)	Bajo de los Baguales (ha)	Req. Agua (hm ³)	Req. EE (MWh)	MO (Jor)	Pesos argentinos (\$)	Dólares estadounidenses (u\$u)
Cebolla	100	0	0	1,086	0,250	7.300	4.367.700	247.182
Maíz	1.241	0	0	12,077	2,778	2.482	822.783	46.564
Papa	6	0	0	0,046	0,011	282	43.344	2.453
Zanahoria	27	0	0	0,216	0,050	1.323	218.295	12.354
Alfalfa	2.055	0	0	26,725	6,147	2.055	828.165	46.868
Almendro	0	0	10	0,062	0,011	390	1.051.360	59.500
Olivo	0	0,3	0	0,003	0,001	10	352	20
Peral	45	0	0	0,372	0,067	4.590	5.409.675	306.150
Viñedo	170	38	0	1,293	0,233	3.952	962.208	54.454
Zapallo	0	0	8	0,039	0,007	632	594.760	33.659
Totales	3.644	38	18	41,919	9,553	23.016	14.298.642	809.204

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, en la tabla 5.12 se presentan los resultados de la modelación de programación lineal para los dieciocho cultivos agrícolas y para las variables analizadas.

Tabla 5.12: Resultados del modelo económico hidroenergético.

Áreas regables pampeanas/ Estaciones		Restricciones									FO		
		Ha	Agua (hm ³)			Energía Eléctrica (MWh)			Mano de Obra (Jor)				
			Uso	Disp. Total	Utilización (%)	Uso	Disp. Total	Utilización EE (%)	Uso	Disp. Total	Utilización MO (%)	(\$)	(u\$u)
SAM 25 de Mayo	Verano	11293	40	157	25,6	7	35	20,4	333.000	333.000	100	1.884.853.532	106.669.696
	Otoño		2	95	2,2	0	35	1,1	180.120	225.000	80,1		
	Invierno		12	108	11,1	2	35	6,2	90.000	90.000	100		
	Primavera		56	273	20,3	10	35	28,2	90.000	90.000	100		
Casa de Piedra	Verano	3973	12	149	7,9	2	37	6,0	150.000	150.000	100	583.289.665	33.010.168
	Otoño		0	93	0,4	0	37	0,2	112.000	112.000	100		
	Invierno		3	104	2,8	1	37	1,5	44.238	45.000	98,3		
	Primavera		15	263	5,8	3	37	7,8	45.000	45.000	100		
Bajo de los Baguales	Verano	3832	9	149	6,0	2	22	7,5	150.000	150.000	100	765.321.862	43.311.933
	Otoño		0	93	0,1	0	22	0,1	112.000	112.000	100		
	Invierno		2	104	2,1	0	22	1,9	45.000	45.000	100		
	Primavera		13	262	5	2	22	11,0	45.000	45.000	100		
Totales		19097	165	7	30	8	1.396.358	98	3.233.465.059	182.991.797			

Fuente: Elaboración propia.

Las tablas 5.13, 5.14 y 5.15 presentan la cantidad de hectáreas óptimas que arroja el modelo en las áreas regables pampeanas analizadas. Cabe señalar que los grupos que no se encuentran, arrojaron resultados nulos en el modelo.

Tabla 5.13: Resultados óptimos de las variables en el modelo para grupos de cultivos agrícolas en el SAM 25 de Mayo.

Cultivos/ Grupos	SAM 25 de Mayo (ha)							Total
	2	3	4	5	6	7		
Cebolla	30	0	0	0	0	0	30	
Maíz	0	0	0	0	0	0	0	
Papa	0	0	0	0	0	0	0	
Zanahoria	0	0	0	0	0	0	0	
Alfalfa	0	0	0	0	0	0	0	
Almendro	4.541	0	0	1.319	0	0	5.860	
Olivo	0	0	0	0	0	0	0	
Peral	0	0	0	0	0	0	0	
Viñedo	0	0	0	0	0	0	0	
Zapallo	0	0	0	0	0	0	0	
Ajo	0	0	0	0	0	0	0	
Cerezo	0	0	0	0	0	0	0	
Ciruelo	0	0	0	0	0	0	0	
Frambuesa	0	0	0	0	0	0	0	
Frutilla	0	0	0	0	0	0	0	
Manzano	0	0	2.243	0	0	0	2.243	
Membrillero	0	1.420	0	0	1.089	651	3.160	
Nogal	0	0	0	0	0	0	0	
Total	4.571	1.420	2.243	1.319	1.089	651	11.293	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.14: Resultados óptimos de las variables en el modelo para grupos de cultivos agrícolas en Casa de Piedra.

Cultivos/ Grupos	Casa de Piedra (ha)															Total
	1	2	3	5	8	9	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Cebolla	0	0	0	0	0	627	0	0	0	0	0	0	0	0	0	627
Maíz	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Papa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zanahoria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alfalfa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Almendro	467	958	0	0	0	0	0	92	0	0	0	0	0	0	0	1.517
Olivo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Peral	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Viñedo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zapallo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ajo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cerezo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ciruelo	522	0	0	68	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	590
Frambuesa	51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51
Frutilla	229	0	0	0	379	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	608
Manzano	0	0	198	0	0	0	224	0	32	16	40	23	34	12	1	580
Membrillero	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nogal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	1.269	958	198	68	379	627	224	92	32	16	40	23	34	12	1	3.973

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.15: Resultados óptimos de las variables en el modelo para grupos de cultivos agrícolas en Bajo de los Baguales.

Cultivos/ Grupos	Bajo de los Baguales (ha)		
	2	21	Total
Cebolla	0	0	0
Maíz	0	0	0
Papa	0	0	0
Zanahoria	0	0	0
Alfalfa	0	0	0
Almendro	1.674	0	1.674
Olivo	0	0	0
Peral	0	0	0
Viñedo	0	0	0
Zapallo	0	0	0
Ajo	0	0	0
Cerezo	0	0	0
Ciruelo	10	0	10
Frambuesa	0	0	0
Frutilla	0	698	698
Manzano	0	1.319	1.319
Membrillero	0	0	0
Nogal	0	131	131
Total	1.684	2.148	3.832

Fuente: Elaboración propia.

Con la “mejor mezcla de actividades” para cada una de las áreas regables, la función objetivo arroja **un valor de 3.233.465.059 pesos argentinos** para los productores bajo riego de la ribera del río Colorado en la provincia de La Pampa, estos valores pasados al tipo de cambio utilizado para el desarrollo de la medida global de desempeño (\$ 17,67 pesos argentinos por dólar estadounidense) arrojan un total de **182.991.797 dólares estadounidenses**.

5.3 Constatación empírica del modelo económico con datos de proyectos reales ejecutados en diferentes provincias argentinas

Con el propósito de comparar los resultados obtenidos durante este capítulo, se revisaron proyectos financiados por el Programa de Servicios Agrícolas Provinciales (PROSAP) en Argentina consultando las bases de datos en la Dirección de Gestión y Monitoreo de Programas y Proyectos Sectoriales y Especiales (DGMPPSE); Secretaría de Agroindustria, Ministerio de Producción y Trabajo. En la tabla 5.16 se expone la comparación realizada con los resultados alcanzados.

Los resultados establecidos mediante la comparación con la variación porcentual relativa (tanto en pesos como en dólares) arroja variaciones del 100 % entre los MB de los diez proyectos. Las variaciones más importantes se registran entre los valores en pesos argentinos, sin embargo, cuando los valores se comparan en términos de dólares estadounidenses a 2017 la variación porcentual relativa disminuye. En términos de MB promedios en dólares estadounidenses a 2017 quedarían ordenados de acuerdo con la tabla 5.17.

Tabla 5.16: Comparación de MB de la investigación con los MB de los diferentes proyectos.

Nº de Proyecto	MB ponderado Modelo económico hidroenergético propuesto		MB de los proyectos ponderados e indexado (Oct-2017)	MB promedio en dólares (2017)	Variación porcentual relativa (%)	
	\$/ha	US\$/ha	\$/ha	US\$/ha	\$/ha	US\$/ha
1	169.324	9.583	18.916	5.112	89%	47%
2	169.324	9.583	44.939	12.145	73%	-27%
3	169.324	9.583	15.706	3.490	91%	64%
4	169.324	9.583	4.931	1.120	97%	88%
5	169.324	9.583	33.423	7.427	80%	22%
6	169.324	9.583	10.258	1.323	94%	86%
7	169.324	9.583	66.194	8.541	61%	11%
8	169.324	9.583	23.548	2.882	86%	70%
9	169.324	9.583	26.160	3.201	85%	67%
10	169.324	9.583	41.464	2.592	76%	73%

Fuente: Elaboración propia en base a la DGMPPSE.

Tabla 5.17: Comparación de MB promedios.

Orden	Año	Título del Proyecto	US\$/ha
1	2007	Programa de Riego y Transformación Productiva (PRTP) desarrollado en Tafí del Valle y San Isidro de Lules.	12.145
2	2017	Modelo económico hidroenergético en producciones agrícolas actuales y alternativas de la ribera del río Colorado en La Pampa	9.583
3	2014	Modernización y Ampliación del Sistema de Riego del Valle de Sarmiento.	8.541
4	2011	Aportes al Desarrollo de los Distritos de Riego de Belén y Pomán.	7.427
5	2006	Modernización del Sistema de Riego de Canal Socavón - Frugoni Marco.	5.112
6	2010	Desarrollo de Áreas Bajo Riego en Margen Sur del Río San Juan - Canal Céspedes-Sarmiento	3.490
7	2016	Mejora del Sistema de Riego del Canal Benavidez - Gral. 9 De Julio. Departamentos de Rivadavia, Chimbab, Santa Lucía y 9 De Julio.	3.201
8	2016	Electrificación Rural Para el Desarrollo Agropecuario en Provincia de Buenos Aires –Zona Sur I	2.882
9	2017	Optimización de la Infraestructura de Riego del Valle Bonaerense del Río Colorado, 2º Etapa: Revestimiento de Canales	2.592

Tabla 5.17: Comparación de MB promedios (continuación).

Orden	Año	Título del Proyecto	US\$/ha
10	2014	Ampliación del Área de Riego y Drenaje Margen Norte del Valle Medio del Río Negro – 1ª Etapa	1.323
11	2011	Modernización de la Red Terciaria del Tramo Inferior del Río Mendoza.	1.120

Fuente: Elaboración propia en base a la DGMPPSE y PROSAP (2011a).

La variación entre los diferentes proyectos se explica, en términos generales, por la diversidad de cultivos o plantaciones y los diferentes MC en cada uno de los proyectos. La tecnología, variedades, sistemas de riego, mano de obra, son diferentes en el marco de la regionalidad de la Argentina, por lo que varían también los resultados económicos.

5.4 Consideraciones finales del capítulo

Concluyendo el capítulo (paso 5 de la metodología) se planificó, organizó y ejecutó un modelo de programación matemática lineal de optimización para las producciones agrícolas de la cuenca del río Colorado en la provincia de La Pampa en la cual se consideró la maximización del MB como medida global de desempeño del modelo. El modelo se llevó a cabo bajo las restricciones de agua, energía eléctrica, mano de obra y aptitud edáfica de los cultivos por área de riego a través de 21 grupos de cultivos elaborados en base a una reconfiguración de la publicación de Mariano y Roberto (2018). Los resultados ejecutando el modelo lineal muestran que, en busca de la maximización de la función objetivo, la propuesta concreta de los resultados es la realización de la siguiente distribución por hectáreas de las siguientes producciones agrícolas (tabla 5.18).

Tabla 5.18: Distribución óptima de hectáreas analizadas por área regable y por cultivo.

Área regable/ cultivo	SAM 25 de Mayo (ha)	Casa de Piedra (ha)	Bajo de los Baguales (ha)
Cebolla	30	627	0
Almendo	5.860	1.517	1.674
Manzano	2.243	580	1.319
Membrillero	3.160	0	0
Ciruelo	0	590	10
Frambuesa	0	51	0
Frutilla	0	608	698
Nogal	0	0	131
Total	11.293	3.973	3.832

Fuente: Elaboración propia.

Dicha distribución arrojaría un resultado económico de **3.233.465.059 de pesos argentinos** para los productores de La Pampa, estos valores pasados al tipo de cambio utilizado para el desarrollo de la medida global de desempeño (17,67 pesos argentinos por dólar estadounidense) arrojan un total de **182.991.797 dólares estadounidenses**.

Los resultados implican necesariamente contar con los recursos hídricos, energéticos y de mano de obra que se utilizarían. Se puede concluir en base a la figura 5.12 que

el principal recurso limitante que se observa es la mano de obra con una utilización promedio del 98 %, el agua necesaria para esta combinación de actividades rondaría el 7 % de la disponibilidad total y la energía un 8 %. Hay que tener en cuenta que se obviaron restricciones de capital y de inversiones de producción sobre las áreas regables.

Contrastando la situación arrojada en el modelo con la situación actual de la región, la propuesta sería el aumento de la cantidad de hectáreas producidas de 3.700 ha actuales a 19.098 ha potenciales pasando de especies forrajeras (actualmente en desarrollo en la ribera pampeana) a plantaciones de frutales de carozo o pepita como podrían ser el almendro, manzano, membrillero y ciruelo. Cabe señalar que, según los cálculos y a valores de octubre de 2017, el MB regional rondarían los 800.000 dólares estadounidenses y podría aumentar en un 22.225 %. En este caso las restricciones pasarían de un consumo de agua de riego que ronda los 42 hm³·año⁻¹ a uno de alrededor de 165 hm³·año⁻¹ y de un consumo eléctrico estimado en 9,5 MWh pasar a uno de 30 MWh. Por lo que también los jornales aumentarían de un aproximado de 23.016 a casi 1.400.000 jornales·año.

De acuerdo a estos resultados arrojados por el modelo se simuló también sin la restricción de mano de obra, única restricción limitante en el modelo original (tabla 5.19). Sin la restricción de mano de obra, se aumentan a 598.767.784 de dólares estadounidenses la cantidad de resultado económico en la región, pasando de la potencial producción de 19.098 a 65.212 ha. En este sentido dicho número se encontraría todavía lejano al número de las 85.000 ha asignadas planteadas por el PURC para La Pampa. Cabe señalar que en este punto y de acuerdo a los criterios fijados para esta investigación, comenzarían a limitar el desarrollo el recurso agua, más específicamente en el período estival en el área regable del SAM 25 de Mayo (100 % de la utilización en verano), seguido de cerca por la energía con el 95 % de su utilización en primavera. Para esta situación simulada, se consumirían alrededor de 504 hm³ de agua, 98,5 MWh de energía eléctrica y 8.500.000 de jornales·año.

En cuanto a los recursos agua y energía, la fuerte demanda en los meses de verano para las producciones agrícolas analizadas se observó particularmente en el SAM 25 de Mayo y para el modelo planteado sin restricciones de mano de obra. Las entrevistas realizadas en pos de validar los datos manifestaron la importancia de tener en cuenta la valoración de la generación y fijación de biomasa y cobertura vegetal de los cultivos estudiados, así como también el balance de nitrógeno, potasio y fósforo dentro de posibles rotaciones en los cultivos anuales analizados.

Por último, se realizó una comparación de los resultados abordados por el modelo económico propuesto y diferentes proyectos evaluados favorablemente desde la DGMPPSE de Argentina para financiamiento internacional. Se evaluó la variación relativa en pesos (indexada a octubre de 2017) y en dólares estadounidenses constantes. Esta comparación económica con 10 proyectos de riego financiados y estableciendo parámetros sólo para la variación relativa en dólares estadounidenses a 2017, el modelo propuesto se ubica en el segundo lugar. La variación entre los diferentes proyectos se explica por la diversidad de cultivos o plantaciones y los diferentes MC particulares.

Tabla 5.19: Resultados del modelo económico hidroenergético simulados sin la restricción de mano de obra.

Áreas regables pampeanas/ Estaciones		Restricciones							FO	
		Ha	Agua (hm ³)			Energía Eléctrica (MWh)				
			Uso	Disp. Total	Utilización Agua (%)	Uso	Disp. Total	Utilización EE (%)	(\$)	(u\$u)
SAM 25 de Mayo	Verano	11293	156,8	100	100	30,4	35,4	85,8	7.520.157.590	425.588.998
	Otoño		29,8	31	31	5,4	35,4	15,2		
	Invierno		57,8	53	53	11,4	35,4	32,1		
	Primavera		168,3	62	62	33,7	35,4	95,1		
Casa de Piedra	Verano	3973	19,1	13	13	3,9	37,2	10,6	742.778.501	42.036.135
	Otoño		2,7	3	3	0,6	37,2	1,5		
	Invierno		5,3	5	5	1,1	37,2	2,9		
	Primavera		19,2	7	7	4,0	37,2	10,7		
Bajo de los Baguales	Verano	3832	11,0	7	7	2,0	21,6	9,1	2.317.290.654	131.142.652
	Otoño		9,5	10	10	1,7	21,6	7,9		
	Invierno		14,1	13	13	2,5	21,6	11,7		
	Primavera		10,5	4	4	1,9	21,6	8,7		
Totales		65212	503,9		26	98,5		24,3	10.580.226.745	598.767.784

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO VI: PROSPECTIVA, ESCENARIOS Y POLÍTICAS PÚBLICAS. Aplicación en las producciones agrícolas de la cuenca del río Colorado en La Pampa²⁸.

6.1 Estructura general del capítulo y metodología

La elaboración de este capítulo parte desde los aportes de Williamson (2000) entendiendo que para la gestión de los recursos naturales se pueden describir cuatro niveles de análisis social, donde los niveles más altos necesariamente imponen restricciones en los niveles inferiores. En el capítulo V, se analizaron cuestiones tendientes al análisis marginal de cuestiones económicas, ambientales y sociales (nivel cuatro de análisis); en el presente capítulo analizaremos una conjunción entre los niveles dos y tres tendientes al desarrollo del entorno institucional y de gobernanza en las áreas regables en que se desarrollan las producciones agrícolas pampeanas en la ribera del río Colorado. Para el desarrollo de este análisis se estableció como marco teórico-metodológico de referencia la disciplina prospectiva.

La prospectiva es una disciplina que surge con el fin de controlar la incertidumbre y reducir el riesgo ante el futuro (Gobert et al., 2016). Godet & Durance (2011) explican que la prospectiva constituye un instrumento privilegiado para contribuir a comprender las dinámicas territoriales, en contextos actuales que exigen autonomía en las propias decisiones colectivas y cooperación.

La disciplina prospectiva enumera las posibilidades y confronta grandes tendencias con hechos portadores de futuro, dicha disciplina no pretende enunciar lo seguro, sino ofrecer un método para perseguir lo deseable: “su dinámica es la de incitar a la sociedad a escoger entre las opciones fundamentales” (Godet & Durance, 2011: 89). Una mirada prospectiva ayuda a entender los cambios, presentes o futuros, del contexto en el que se desenvuelven los territorios y ponen de manifiesto diferentes objetivos estratégicos comunes para la sociedad y determinadas pistas o ejes de acción para poder alcanzarlos (Godet & Durance, 2011); en un determinado plazo u horizonte de planeamiento. Este periodo debe garantizar la utilidad de los resultados, y debe recoger un periodo mínimo como para que se den cambios sustantivos (Gobert et al., 2016) en el territorio. Godet & Durance (2011) explican que el trabajo prospectivo permite remover datos ignorados o menospreciados y enunciar temas que no son de necesidad urgente para los tomadores de decisiones pero que si revisten mucha importancia para el territorio en el futuro.

Una de las herramientas de la prospectiva es planear diversos futuros a los cuáles se los denomina escenarios; dichos escenarios son historias del futuro posibles, coherentes, pertinentes y alternativas entre sí y el propósito de estas imágenes de futuro es ayudar a los beneficiarios a prepararse para el futuro (Gobert et al., 2016). La construcción de escenarios para los territorios se basa en tres elementos: a) la base o informe descriptivo de la situación inicial del sistema considerado; b) un camino, explicando la evolución del sistema como un todo, y c) una imagen terminal que plantea el camino y el resultado que se ha planteado sobre esa evolución (OTAM, 1971).

²⁸ Gran parte de este capítulo se encuentra publicado en: MARIANO, R. & S. FERRO MORENO (2019). Escenarios Prospectivos Estratégicos a 2030 de las Producciones Agrícolas Bajo Riego de la Cuenca Del Río Colorado (La Pampa, Argentina). *Revista de Estudios Políticos y Estratégicos*, 7(2): 40-68.

La base de cualquier reflexión prospectiva territorial comprende la realización de un diagnóstico retro-prospectivo y estratégico sobre el largo plazo; el análisis de las tendencias fuertes de un territorio, la detección de las debilidades, y la identificación de los posibles cambios bruscos, temidos o deseados, del futuro y sus consecuencias. El conjunto de esos elementos prospectivos se articula a través de la elaboración colectiva de escenarios de evolución del territorio para una fecha determinada (Godet & Durance, 2011) a través de un proceso de ciclo continuo y diálogo social permanente (Medina Vásquez et al., 2014). Los procesos de ejercicios de prospectiva favorecen espacios democráticos de diálogo que despiertan la inteligencia colectiva para pensar y modelar el futuro, así como también estructurar conversaciones estratégicas sobre los diferentes lineamientos futuros de la sociedad (Medina Vásquez et al., 2014). La clave de los procesos prospectivos es que sean de manera participativa y que involucren a todos los actores intervinientes para lograr la apropiación del proceso y de los resultados del mismo por la gran mayoría de la sociedad y asegurar el cumplimiento de la planificación estratégica territorial (PESR, 2018).

En primer lugar, se propuso entender el pasado de la cuenca del río Colorado en la provincia de La Pampa para poder determinar cuáles han sido las variables claves que han derivado en el presente actual. La investigación en este sentido se ha realizado a través de dieciocho entrevistas en profundidad a profesionales, técnicos, políticos y productores, de esta manera se ha entrevistado a perfiles gerenciales, comerciales e investigadores. Luego de procesar la información, identificar variables claves y su interrelación con las demás y propiciar el intercambio de objetivos estratégicos comunes e individuales entre los actores es que se elaboraron tres escenarios correspondientes a la cuenca del río Colorado en La Pampa, uno positivo, uno tendencial y otro negativo para las producciones agropecuarias.

Por último y como consideraciones finales, se recomiendan una serie de lineamientos estratégicos de acción por cada objetivo estratégico planteado que invitan el debate y la reflexión de emprender en el área los resultados del ejercicio prospectivo y se dejan aportes teóricos para abrir el debate a una futura implementación del ejercicio de planificación estratégica en el área de estudio.

6.1.1 Apartado metodológico

En este capítulo se realizó un estudio exploratorio prospectivo tendiente a generar escenarios de largo plazo para proponer ejes estratégicos con orientación a una serie de políticas públicas gubernamentales para las producciones agrícolas actuales y alternativas de las tres áreas regables de la ribera del río Colorado de La Pampa (SAM 25 de Mayo, Casa de Piedra y Bajo de los Baguales). Se trabajó la elaboración de un formulario electrónico ("*Formularios Google*" - Anexo 3.1) que constó de nueve secciones/apartados: a) principales problemas históricos; b) aspectos/variables positivas/favorables actuales; c) condicionantes futuros, variables claves para el desarrollo de la región; d) problemas a futuro (puntos críticos y restrictivos); e) cuestiones energéticas; f) cuestiones hídricas de pasado, presente y futuro; g) actores claves, históricos, actuales y futuros y relaciones entre sí; h) políticas públicas; i) cuestiones tendientes al horizonte temporal (año 2030).

Las metodologías que se implementan para la construcción de los escenarios y clasificadas por su naturaleza pueden ser: a) cualitativas; b) cuantitativas o; c) mixtas (León Cruz-Aguilar & Medina-Vásquez, 2015): a) estudian la realidad de los actores sociales del sistema estudiado con el fin de describir e interpretar los fenómenos a través de las experiencias de los participantes; b) estudian la realidad sin modificar las

observaciones y mediciones realizadas, con el fin de encontrar relaciones causales en los fenómenos estudiados y; c) se traducen en la combinación entre los métodos cualitativos y cuantitativos en un mismo método con el fin de mejorar las descripciones del fenómeno estudiado (León Cruz-Aguilar & Medina-Vásquez, 2015).

Tanto los métodos inductivos (orientados a metodologías cualitativas) como los deductivos (orientados a metodologías cuantitativas) pueden usarse para determinar las premisas básicas de los escenarios. Los primeros suelen ser menos estructurados y depende en gran medida de la paciencia de un grupo de individuos para continuar sus discusiones hasta que se llegue a un consenso. Por el contrario, los pasos seguidos en el enfoque deductivo suelen ser similares a los planteados por Schwartz (1996) (Duinker & Greig, 2007).

Para este estudio, en primera instancia se identificaron alrededor de 65 actores sociales que componen la región regable de La Pampa y provincias limítrofes y se trabajó con el método Delphi (Drobnik et al., 2017). Se recibieron dieciocho respuestas en las que se involucró a productores regionales, técnicos públicos y privados, profesionales de INTA, cámara de productores, gerentes, tomadores de decisiones, funcionarios políticos actuales y pasados e investigadores.

Siguiendo con la metodología, se identificó a través de información secundaria una situación actual diagnóstico del territorio pampeano ribereño del río Colorado que refiere al capítulo III de esta investigación complementada con la información de pasado y presente recolectada en las entrevistas.

Luego de la situación diagnóstico se realizó un análisis estructural (Godet, 2007) a través del *software* "MIC-MAC"²⁹ (Matriz de Impactos Cruzados - Multiplicación Aplicada a una Clasificación) para un período determinado de 12 años (2018-2030) de acuerdo a las entrevistas *online* formuladas por los actores entrevistados. El análisis estructural se realizó de acuerdo a tres fases de desarrollo (Godet, 2007):

a) Listado de variables (fase 1): consistió en enumerar el conjunto de variables que caracterizan el sistema estudiado y su entorno (tanto las variables internas como las externas). Se listaron 63 variables a tener en cuenta en el desarrollo de las tres áreas bajo riego de la ribera del río Colorado en La Pampa; variables problemáticas y favorables (internas y externas) y variables de futuro.

b) Descripción de las relaciones entre las variables (fase 2): se realizó mediante una tabla de doble entrada o "matriz de relaciones directas" (de influencia-dependencia). Por cada dúo de variables, se plantean si existe una relación de influencia directa entre la variable "X" y la variable "Y". En el caso de no existir relación directa se anotó 0, en caso contrario, se procedió a clasificar si esta relación de influencia directa es, débil (1), mediana (2), fuerte (3) o potencial (4).

c) Identificación de las variables claves (fase 3): llamadas también variables esenciales de la evolución del sistema. En primer lugar, mediante una clasificación directa (de realización fácil), y posteriormente por una clasificación indirecta. Esta clasificación indirecta se obtiene después de la elevación en potencia de la matriz (Godet, 2007). La figura 6.1 explica la relación de influencia-dependencia entre las variables.

²⁹ Disponible en: <http://es.lapropective.fr/Metodos-de-prospectiva/Descarga-de-aplicaciones/descarga/FtIBFMTuXikFLgTNolIP/gglubo%40hotmail.com>

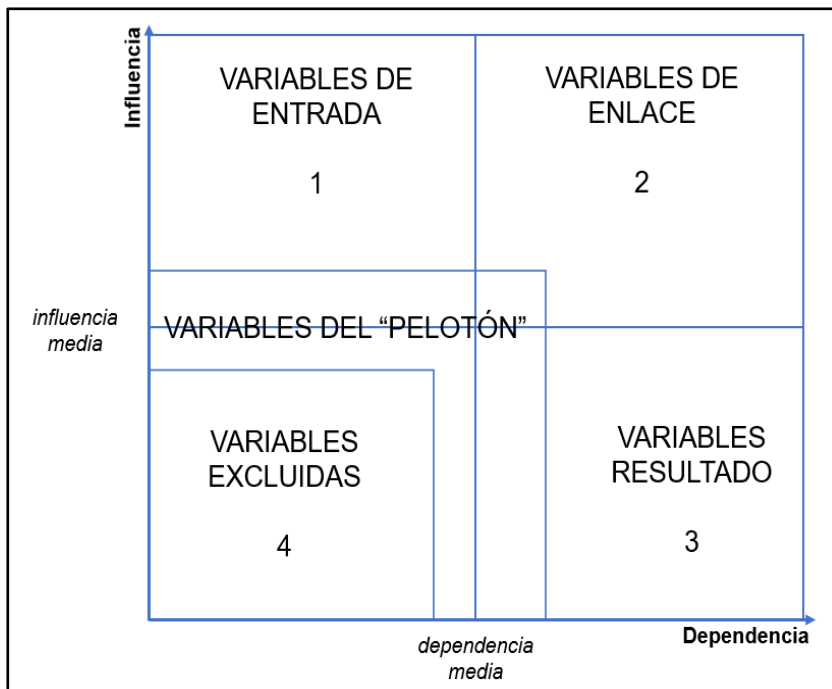


Figura 6.1: Plano de influencia-dependencia.

Fuente: Adaptado de Godet (2007).

Como tercer paso se estableció la construcción de una matriz de influencias de actores a través del *software* "MACTOR" (Método de Actores, Objetivos, correlación de fuerzas). La metodología aplicada se adaptó y reformuló desde Godet y Durance (2011) a partir de cuatro fases de desarrollo:

a) Listado de actores (fase 1): se construyó una tabla con la descripción de los actores sociales regionales.

b) Evaluación de la correlación de fuerzas (fase 2): se construyó una matriz de influencias directas entre actores a partir de la fase 1, donde se valorizaron los medios de acción de cada actor. Con el MACTOR se calculó la correlación de fuerzas. De acuerdo con Godet y Durance (2011) se definieron, según el grado de influencia, cinco niveles de relaciones entre los actores: un actor tiene poca o ninguna influencia sobre otro (0); un actor puede influir en los procesos operativos de gestión de otro actor (1); un actor puede influir en el éxito de los proyectos de otro actor (2), en el cumplimiento de sus misiones (3) o en su propia existencia (4). El plano de influencia y dependencia (figura 6.2) revela cuatro posiciones tipo: la de los actores dominantes y dominados, de enlace y autónomos.

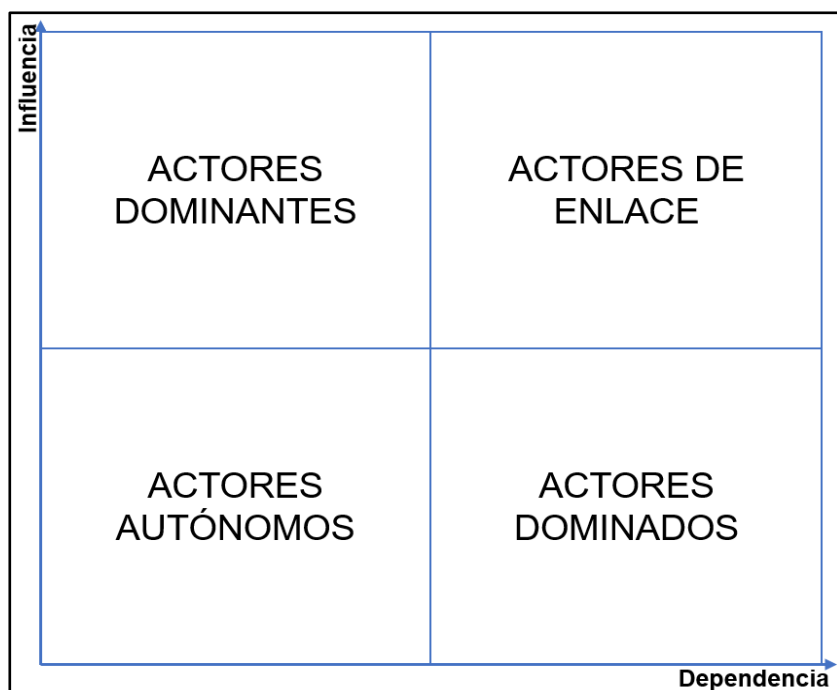


Figura 6.2: Gráfico de influencia y dependencia de actores.
Fuente: Adaptado de Godet (2007).

c) Posición de los actores en relación con los objetivos estratégicos determinados (fase 3): se describió en una matriz de actores comparadas con los objetivos estratégicos: de cada actor en relación con cada objetivo indicando, al igual que en la fase 2, cinco niveles: el objetivo es poco consecuente (0); el objetivo pone en peligro o es indispensable para los procesos operativos del actor (1); el objetivo pone en peligro o es indispensable para el éxito de los proyectos del actor (2), el objetivo pone en peligro o es indispensable para el cumplimiento de la misión del actor (3) el objetivo pone en peligro o es indispensable para su propia existencia (4).

d) Interpretación de los resultados (fase 4): se analizaron gráficos aportados por el MACTOR resumidos en un gráfico de distancia entre actores, en éste se pudieron visualizar algunos conflictos potenciales, teniendo en cuenta las jerarquías de los objetivos y actores y la correlación de fuerzas (Godet y Durance, 2011).

En cuarto lugar, se construyeron tres escenarios con orientación a las producciones agrícolas de la ribera del río Colorado a modo de brindar posibles imágenes de futuro en pos de proponer ejes estratégicos de adaptación, mitigación o propuesta de acuerdo al tipo de escenario (deseable, restrictivo y tendencial). Partiendo del estudio de las combinaciones resultantes entre variables y actores y de su relación con el entorno en el horizonte de planeamiento estipulado.

Los análisis estructural y de actores y la elaboración de escenarios, fueron validados con entrevistas semiestructuradas entre los dieciocho actores entrevistados que respondieron en primera instancia, entre ellos se obtuvieron respuestas de decisores de políticas, organizaciones privadas y científico-técnicas sobre el área (EPRC, AER-EEA INTA, productores regionales, Cámara de Productores del Área Bajo Riego de Colonia 25 de Mayo) que aportaron sus percepciones iniciales, como insumos claves para retroalimentar los futuros posibles. En este sentido se contó con la validación de once entrevistados que presentaron sus percepciones y consideraciones del análisis realizado, así cómo también manifestaron su opinión en cuanto a la posibilidad de ocurrencia de los escenarios (Anexo 3.2).

La elaboración de escenarios es útil e interesante debido a que pueden estimular un pensamiento “sin moldes” y reforzar considerablemente la planificación a corto plazo: es posible que su ventaja más grande radique en la posibilidad de utilizarlos como “campo de pruebas” para analizar estrategias de acción concretas (Lenny et al., 2004). Abordar la problemática de la toma de decisiones, motivadas por estados de incertidumbre o ambigüedad, siempre ha sido un problema y una ocupación entre los seres humanos. En nuestra vida real, y tanto en el ámbito profesional como el personal, nos vemos enfrentados a multitud de situaciones en las que tenemos que decidir entre varias alternativas (Vitoriano, 2007). Más complejo es aún, cuando nuestras decisiones afectarán de manera directa a otras personas, como es el caso de las decisiones a niveles políticos o gubernamentales.

6.2. Resultados del capítulo

6.2.1 Diagnóstico de la situación actual

Para el desarrollo del diagnóstico se comienza por las principales variables actuales generadas en el desarrollo del capítulo III; estableciendo características productivas y económicas, ambientales, socioculturales y políticas e institucionales del área de estudio. La caracterización de la cuenca del río Colorado en la provincia de La Pampa se interpretó para el desarrollo del presente capítulo, complementada a los aportes en la información primaria recabada a los actores entrevistados. Se revisaron las situaciones problemáticas y favorables (históricas y actuales) que, a partir de las entrevistas, se observaron en las áreas regables, luego se detallan variables de futuro (favorables y restrictivas).

6.2.2 Análisis estructural

6.2.2.1 Listado de variables (fase 1).

6.2.2.1.1 Principales situaciones problemáticas que se han observado en el Área bajo riego de la cuenca del río Colorado de La Pampa, desde la Conferencia Río Colorado (1956) hasta el presente

De la metodología planteada se obtuvieron diecinueve variables problemáticas de pasado y presente: las primeras diez pertenecen al ámbito de las áreas regables bajo estudio, y se clasificaron como internas; las restantes nueve son externas al área de estudio (tabla 6.1).

Tabla 6.1: Conjunto de variables problemáticas de pasado y presente.

Nº	Nombre	Abreviación	Descripción	Clasificación
1	Problemática política	PP	Histórica falta de continuidad y contradicciones políticas públicas entre gobiernos locales, provinciales y nacionales para el desarrollo social y productivo de las áreas regables.	Interna
2	Mantenimiento inadecuado de obras	MIO	Abandono parcial de la infraestructura. Falta de mantenimiento en la red de riego.	Interna

Tabla 6. 1: Conjunto de variables problemáticas de pasado y presente (continuación).

Nº	Nombre	Abreviación	Descripción	Clasificación
3	Comercio restringido	CR	Escasa articulación comercial con las cadenas de valor nacionales e internacionales de los productos agrícolas pampeanos producidos en las áreas regables.	Interna
4	Objetivos contrapuestos	OC	Desconexión entre objetivos locales institucionales, estatales y privados.	Interna
5	Competencia entre actividades productivas	CAP	Fundamentalmente entre la actividad agrícola con la actividad petrolera por los recursos tierra y mano de obra.	Interna
6	Problemáticas culturales	PC	Fracaso histórico de la colonización social en Colonia El Sauzal, muchos colonos debieron abandonar sus actividades generando falta de capital social.	Interna
7	Problemática económica	PE	Falta de rentabilidad histórica en las fincas de las producciones bajo riego; falta de producciones con valor agregado.	Interna
8	Baja adopción tecnológica	BAT	Ausentismo histórico de inversiones en los minifundistas del área, tiende a revertirse en los últimos 8 años por medio de productores agroindustriales.	Interna
9	Subutilización del recurso agua	SRA	Poco aprovechamiento y falta de valorización económica del recurso.	Interna
10	Falta de productores bajo riego	FPBR	Escasa cantidad de productores agropecuarios. Visibilización de tierras aptas improductivas.	Interna
11	Bajo perfil de La Pampa por el desarrollo productivo de las áreas regables	BPPLP	Desconocimiento y desinterés histórico provincial por las producciones agropecuarias del Colorado; mirada orientada hacia el seco (noreste provincial). Tiende a revertirse en los últimos años.	Externa

Tabla 6. 1: Conjunto de variables problemáticas de pasado y presente (continuación).

Nº	Nombre	Abreviación	Descripción	Clasificación
12	Crisis de los '70 en Argentina	C70ARG	Consecuencias negativas, para las áreas de desarrollo emergentes, del proceso económico y político experimentado por el País en la segunda mitad de la década del setenta.	Externa
13	Escasez hídrica	EH	Falta de acumulación de precipitaciones nivales en Los Andes. Tendencia negativa en los últimos 10 años en el caudal del río Colorado.	Externa
14	Ineficiencias en el uso de agua de provincias condóminas	IUAPC	Falta de control en el uso de agua en las áreas regables de CORFO, Río Negro y Neuquén.	Externa
15	Crisis con Mendoza	CM	Discusiones permanentes y litigios legales en la Corte Suprema de Justicia de la Nación con la provincia de Mendoza, por la causa del río Atuel, que afecta a los acuerdos en el COIRCO.	Externa
16	Agua para consumo humano: Acueducto del Río Colorado	ACH-ARC	Abastecimiento de agua por parte del río Colorado para poblaciones pampeanas con un caudal total actual aproximado de 12,5 hm ³ ·año ⁻¹ .	Externa
17	Políticas nacionales macroeconómicas	PMN	Errático efecto de las políticas macroeconómicas argentinas hacia las economías regionales agropecuarias: productores agropecuarios regionales sin sustentabilidad económica.	Externa
18	Mirada interjurisdiccional	MI	Existe poca capacidad de los actores locales y regionales de entender la ribera del río como parte de una cuenca que nace en Los Andes y termina en el Mar Argentino.	Externa
19	Barrera Sanitaria	BS	Limitación de comercialización de carne vacuna con hueso hacia el territorio patagónico, al sur del río Colorado.	Externa

Fuente: Elaboración propia.

6.2.2.1.2 Principales situaciones favorables que se han observado en el Área bajo riego de la cuenca del río Colorado en La Pampa, desde la Conferencia Río Colorado (1956) hasta el presente

Se obtuvieron diecisiete variables favorables de pasado y presente: las primeras trece pertenecen al ámbito de las áreas regables bajo estudio, y se clasificaron como internas; las restantes cuatro son externas al área de estudio (tabla 6.2).

Tabla 6. 2: Conjunto de variables favorables de pasado y presente.

Nº	Nombre	Abreviación	Descripción	Clasificación
20	Magnitud del proyecto original	MPO	Planificación original de cinco Sistemas de riego (El Sauzal; SAM 25 de Mayo; Curacó - actual Casa de Piedra-; Valle del Prado y Bajo de los Baguales) con 85.000 ha de riego planificadas dentro del PURC.	Interna
21	Esfuerzos mancomunados	EM	Esfuerzos personales e institucionales por el desarrollo de El Sauzal y el SAM 25 de Mayo.	Interna
22	Infraestructura en 25 de Mayo	I25dM	Obras de riego y drenaje en el SAM. Puente Dique y canales (matriz y secundarios).	Interna
23	Infraestructura en Casa de Piedra	ICdP	Embalse Casa de Piedra; Villa turística; Área regable.	Interna
24	Riego presurizado	RP	Mayor eficiencia en el uso del agua debido a los nuevos sistemas de riego presurizado.	Interna
25	Producciones actuales hacia productos con valor agregado	PAPVA	Producción forrajera de alfalfa: cubos y <i>pellets</i> , producción de heno. Bodegas, vinos de exportación.	Interna
26	Investigaciones sobre las áreas regables	IAR	Estudios realizados en las áreas regables financiados por el CFI (1982 y 2007) y por el EPRC desde sus inicios en el área. Desde 2011 se encuentra localizado el INTA con importantes aportes en materia de investigación y extensión en Colonia 25 de Mayo. Esfuerzos aislados realizados por la UNLPam.	Interna
27	Inversiones nacionales y extranjeras	INE	Grandes empresas petroleras, viales y agropecuarias que invierten en la región.	Interna

Tabla 6. 2: Conjunto de variables favorables de pasado y presente (continuación).

Nº	Nombre	Abreviación	Descripción	Clasificación
28	Crecimiento poblacional	CP	En la comparación entre el censo de 2001 y 2010 vemos un aumento marcado de la población en las localidades pertenecientes a las áreas regables (DGEC, 2017). En principio alrededor de un 30 % en 25 de Mayo, 20 % en La Adela y la creación de Casa de Piedra en 2006. Un caso llamativo es la comuna de Duval con un aumento en la población a alrededor del 80 %.	Interna
29	Condiciones agroecológicas e institucionales favorables	CAF	Tierras aptas para la producción agropecuaria bajo riego sin explotación previa (libre de plagas y enfermedades) y con disponibilidad de agua, energía e infraestructura de riego.	Interna
30	Presencia del INTA	PAER	Infraestructura y establecimiento de la AER Colonia 25 de Mayo en 2011.	Interna
31	Políticas turísticas territoriales	PTT	Esfuerzos incipientes de los gobiernos locales y provinciales por valorizar el turismo en el río Colorado. La localidad de La Adela y 25 de Mayo han revalorizado su fiestas provinciales/ nacionales. La Adela y Casa de Piedra también han desarrollado balnearios y actividades náuticas.	Interna
32	Creación de la Cámara de Productores	CPSAM	En 2014 se crea la Cámara de Productores del Área Bajo Riego de Colonia 25 de Mayo, La Pampa. El objetivo de la Cámara es fortalecer los lazos de comunicación e integración con los actores públicos y privados.	Interna
33	Creciente conciencia sobre los riesgos ambientales	CCRA	Mayor conciencia poblacional y control de los derrames hidrocarbúrferos en los inicios del río Colorado.	Externa

Tabla 6. 2: Conjunto de variables favorables de pasado y presente (continuación).

Nº	Nombre	Abreviación	Descripción	Clasificación
34	Políticas públicas provinciales semipresentes	PPPS	Las políticas públicas han estado presentes a través de obras de infraestructuras y créditos para financiamiento de producciones agropecuarias sobre el área regable del SAM 25 de Mayo pero con aportes discontinuos y variados gestionados por el EPRC.	Externa
35	Creación del COIRCO	CCOIRCO	A partir del año 1978 se crea el COIRCO con las funciones de regular y controlar los recursos de la cuenca del río Colorado, así como también ejercer la mediación en algún conflicto de intereses.	Externa
36	Recientes Políticas Nacionales Energéticas	RPNE	Existencia incipiente de programas de financiamientos elaborados por el Ejecutivo Nacional con orientación al desarrollo de energías alternativas sustentables.	Externa

Fuente: Elaboración propia.

6.3.2.1.3 Variables para el desarrollo futuro de las producciones agrícolas del área bajo riego de la cuenca del río Colorado en La Pampa

Se obtuvieron 27 variables consideradas de importancia por los actores para el desarrollo futuro de las áreas regables: las primeras trece fueron clasificadas como tendencias favorables; las restantes catorce fueron consideradas como restrictivas atendiendo al desarrollo futuro de las áreas regables (tabla 6.3).

Tabla 6. 3: Conjunto de variables claves de futuro.

Nº	Nombre	Abreviación	Descripción	Clasificación
37	Proyecto pampeano	PLP	Apropiación pampeana del proyecto en las áreas regables y concreción de los proyectos previstos en toda su dimensión.	Favorable

Tabla 6. 3: Conjunto de variables claves de futuro (continuación).

Nº	Nombre	Abreviación	Descripción	Clasificación
38	Pensamiento estratégico hacia el desarrollo territorial	PET	Elaboración de un Plan Estratégico con la participación real de todos los actores territoriales involucrados para proporcionar la continuidad en las políticas públicas. Plan armónico y sostenido en obras. Acuerdos y consensos entre los actores públicos y privados. Decisiones definidas y ejecutadas por actores locales de la cuenca.	Favorable
39	Políticas públicas de financiamiento proyectadas a largo plazo	PPFLP	Futuras políticas estatales provinciales y nacionales de financiamiento en el tiempo que incentiven la actividad productiva, con fuerte apoyo de valor agregado en origen.	Favorable
40	Política agroalimentaria nacional sobre las economías regionales	PANER	Enfoque y cuotas para el mercado interno y exportación. Políticas productivas sostenidas en el tiempo que orienten a los distintos mercados.	Favorable
41	Apoyo a PyMES	PyMES	Incentivar la radicación de pequeños y medianos productores con experiencia en riego y generadoras de resultados económicos y mano de obra local.	Favorable
42	Infraestructura y comunicación	lyC	Aumento de las comunicaciones e intraconexión en las áreas bajo riego en La Pampa.	Favorable
43	Diversificación tecnológica y productiva	DTyP	Tendiente a fomentar la inversión en sistemas de producción alternativos a los actuales, que mejoren el uso de los recursos (principalmente agua) y a producir mayor valor agregado regional.	Favorable
44	Comité Interjurisdiccional del Río Colorado	COIRCO	Manejo y decisiones compartidas por las cinco provincias. Respeto de los acuerdos actuales y futuros y la vigilancia ambiental. Manejo integral y ambiental de la Cuenca.	Favorable

Tabla 6. 3: Conjunto de variables claves de futuro (continuación).

Nº	Nombre	Abreviación	Descripción	Clasificación
45	Agua y Energía	AyE	Aseguramiento de la oferta hídrica y energética para los futuros emprendimientos productivos regionales.	Favorable
46	Radicación de capitales agropecuarios	RCA	Concreción de inversiones a largo plazo que valoren la producción agropecuaria bajo riego y tengan acceso a distintos mercados nacionales e internacionales desarrollar las áreas regables de La Pampa.	Favorable
47	Políticas hídricas provinciales sobre el uso y eficiencia del agua del río Colorado	PHP	Regulación de marcos de sistemas de riego y distribución de agua en la producción. Generación de derechos genuinos sobre el recurso para la Provincia.	Favorable
48	Investigación para el lineamiento y desarrollo productivo	IPLyDP	Estudios orientados a las producciones agropecuarias sin descuidar otras áreas, como por ejemplo: la generación de energías alternativas.	Favorable
49	Formación de talentos humanos	FdTH	Profesionalizar áreas dedicadas a la administración del recurso hídrico. Continuidad de las gestiones técnicas.	Favorable
50	Disponibilidad de calidad del agua del río Colorado	DCCARC	Regulaciones en la entrega de la calidad de las aguas del río Colorado con respecto a los materiales en suspensión. Control por actividad hidrocarburífera aguas arriba.	RestRICTIVA
51	Cambio Climático	CC	Disminución actual y tendencial a futuro del caudal por efectos del cambio climático. Cambio de las condiciones climáticas y posibilidad de disminución en la acumulación nívea en las nacientes de los ríos.	RestRICTIVA
52	Obra Portezuelo del Viento	OPV	Obra hidráulica proyectada y con aval actual del Ejecutivo Nacional para realizarse. La obra exigirá maniobras de llenado y alteraciones en el flujo de caudal. Se ve a la obra como un punto crítico y condicionante del desarrollo pampeano.	RestRICTIVA

Tabla 6. 3: Conjunto de variables claves de futuro (continuación).

Nº	Nombre	Abreviación	Descripción	Clasificación
53	Condiciones microeconómicas de PyMES de la región	PyMES2	Las empresas presentes en el área regable del SAM 25 de Mayo están apostando al crecimiento particular y general. La presión impositiva y los costos energéticos atentan contra su sustentabilidad económica, imposibilita su competencia con los mercados informales. Competencia espuria con la actividad informal.	Restrictiva
54	Diagnósticos erráticos futuros	DEF	Continuación de diagnósticos incongruentes sobre las áreas regables que llevan a tomar medidas ambientales, sociales y económicas que tienen desfases con la realidad regional.	Restrictiva
55	Desarrollo potencial mendocino	DPM	Comportamiento de Mendoza ante la posibilidad de desarrollar nuevas zonas bajo riego en la cuenca alta.	Restrictiva
56	Equilibrio en el uso del agua	EUA	Utilizar el recurso para evitar perderlo. Requerimiento de altas eficiencias en su aprovechamiento. Uso del agua atendiendo a su orden de prioridad: a) consumo humano (agua potable); b) riego y actividades agropecuarias; c) uso industrial; d) generación hidroeléctrica; e) actividades recreativas.	Restrictiva
57	Situación macroeconómica de las economías regionales	SMER	Políticas nacionales que no apunten sólo al crecimiento económico, sino también a la integración y desarrollo sustentable. Tendencia hacia el escaso mercado interno y dificultades para exportación.	Restrictiva
58	Futuras Problemáticas Ambientales	FPA	Incremento de la salinidad en las áreas regables, posibilidad de migración de plagas productivas de las provincias vecinas, escasez del recurso agua. Impactos ambientales.	Restrictiva

Tabla 6. 3: Conjunto de variables claves de futuro (continuación).

Nº	Nombre	Abreviación	Descripción	Clasificación
59	Desarrollo de Vaca Muerta	DVM	Contaminación petrolera debido al eventual desarrollo en la provincia de Neuquén de la cuenca petrolífera Vaca Muerta. Actividad comercial y desarrollo.	Restrictiva
60	Falta de apoyo técnico	FAT	Tendencia a la falta de presupuesto público para el apoyo a actividades de investigación y extensión. Escaso apoyo técnico futuro institucional provincial por parte de los organismos de ciencia y tecnología (EPRC, INTA, UNLPam, CONICET, entre otros).	Restrictiva
61	Falta de mano de obra calificada y no calificada	FMO	Competencia actual por la mano de obra de las producciones agropecuarias con la actividad petrolera. Escasa de mano de obra profesional y técnica para las producciones agrícolas.	Restrictiva
62	Conflicto con pueblos originarios	CPO	Demandas por parte de agrupaciones originarias, de tierras expropiadas por el estado provincial para ser regables.	Restrictiva
63	Altos costos energéticos eléctricos	ACEE	Eliminación de subsidios energéticos por parte del Ejecutivo Nacional cambió la estructura de costos de las producciones agrícolas bajo riego, dada por importantes incrementos en los costos de energía eléctrica.	Restrictiva

Fuente: Elaboración propia.

6.2.2.2 Descripción de la relación entre las variables (fase 2)

De acuerdo con la metodología prospectiva planteada, se realizó el relleno cualitativo de la Matriz de Influencia-Dependencia (MID). En el Anexo 3.3 del capítulo VI, se describe la relación entre las variables, la relación se justificó desde la información primaria y secundaria recabada durante toda la investigación, pero fundamentalmente sobre los aportes realizados por los entrevistados sobre las variables listadas.

6.2.2.3 Identificación de las variables claves con la MIC-MAC (fase 3)

La jerarquización de las variables en las diferentes clasificaciones (directa, indirecta y potencial) se realizó a través del *software* MIC-MAC y permitió separar las variables claves según su mayor importancia. La tabla 6.4 ordena las primeras veinte variables de acuerdo a su influencia y dependencia directa y a su influencia y dependencia indirecta.

Tabla 6.4: Clasificación de variables de acuerdo a sus influencias y dependencias directas e indirectas.

Orden	Variable ³⁰	Influen. Directa	Variable	Dependen. Directa	Variable	Influen. Indirecta	Variable	Dependen. Indirecta
1°	PPPS	305	MPO	286	PLP	305	PLP	305
2°	PANER	265	DTyP	286	DTyP	291	DTyP	291
3°	MPO	260	PyMES2	286	RCA	289	RCA	289
4°	DCCARC	255	EH	279	MPO	281	MPO	281
5°	CAF	252	RCA	271	PPPS	276	PPPS	276
6°	IyC	252	PPPS	268	PyMES2	276	PyMES2	276
7°	PyMES2	250	PLP	263	AyE	259	AyE	260
8°	DTyP	247	AyE	263	FPBR	241	FPBR	241
9°	CAP	234	INE	260	IPLyDP	238	IPLyDP	238
10°	FPBR	234	CP	260	RP	235	RP	235
11°	IPLyDP	234	SRA	247	PAPVA	229	PAPVA	229
12°	AyE	231	IPLyDP	231	SRA	228	SRA	228
13°	EH	226	RP	229	FMO	225	FMO	225
14°	PLP	226	FMO	223	I25dM	224	I25dM	224
15°	RCA	226	FPBR	215	CAP	223	CAP	223
16°	SRA	210	PAPVA	215	EUA	215	EUA	215
17°	ICdP	210	FdTH	200	INE	215	INE	214
18°	EUA	210	EUA	200	IyC	213	IyC	213
19°	PE	207	CAP	197	FdTH	210	ICdP	209
20°	PAPVA	207	DCCARC	197	ICdP	209	CAF	207

Fuente: Elaboración propia en base al *software* "MIC-MAC".

Las primeras cinco variables que tienen más influencia directa sobre el resto³¹ son: 1) Políticas Públicas Provinciales Semipresentes; 2) Política agroalimentaria nacional sobre las economías regionales; 3) Magnitud del Proyecto del río Colorado; 4) Disponibilidad de calidad del agua del río Colorado y; 5) Condiciones agroecológicas e institucionales favorables. Del mismo modo, las cinco variables que tienen más dependencia directa del resto son: 1) Magnitud del Proyecto Original; 2) Diversificación Tecnológica y Productiva; 3) Condiciones microeconómicas de PyMES de la región 4) Escasez hídrica y; 5) Radicación de Capitales Agropecuarios.

Las variables que más influyen y dependen indirectamente registraron el mismo orden: 1) Proyecto pampeano; 2) Diversificación Tecnológica y Productiva; 3) Radicación de Capitales Agropecuarios; 4) Magnitud del Proyecto Original y 5) Políticas Públicas Provinciales Semipresentes. Para finalizar el análisis estructural, se presentan los gráficos de Influencia-Dependencia Directos e Indirectos en ejes cartesianos (figuras 6.3 y 6.5 respectivamente) y en mapas de redes (figuras 6.4 y 6.6 respectivamente). Adoptando un criterio de simplicidad, en mapas de redes se elaboraron con las veinte variables más importantes obtenidas (tabla 6.4). En la figura 6.4 se observa cómo, de las nueve variables presentadas (se repite MPO), ocho pertenecen a variables de enlace (PPPS, MPO, PyMES2, DTyP, DCCARC, CAF, EH y RCA) y una corresponde con la entrada al sistema (PANER). La mayor cantidad de variables se dividen entre variables de enlace y variables excluidas. Siguiendo con el mapa de relaciones

³⁰ La denominación de la sigla de cada variable se encuentra disponible en el glosario.

³¹ Se consideraron como "resto" a las 63 variables que intervinieron en el análisis.

directas (figura 6.4), se observa la relevancia de las primeras cinco variables, así como también se observa gráficamente el grado de importancia que manifiestan las tres siguientes en el orden de la tabla 6.3 (IyC, PyMES2 y DTyP).

En las influencias indirectas (figura 6.5) se observa que las variables se reparten entre los cuadrantes de variables de enlace y de variables excluidas, salvo la variable CPSAM que se encuentra en el cuadrante de las variables resultado. Esto implica que la creación de la Cámara de Productores de Colonia 25 de Mayo implicaría un resultado de las influencias indirectas de las variables analizadas. Por último, se observa en la figura 6.6, luego de las cinco variables de influencia indirecta principales, la importancia de la influencia indirecta de las variables PyMES2; AyE y FPBR.

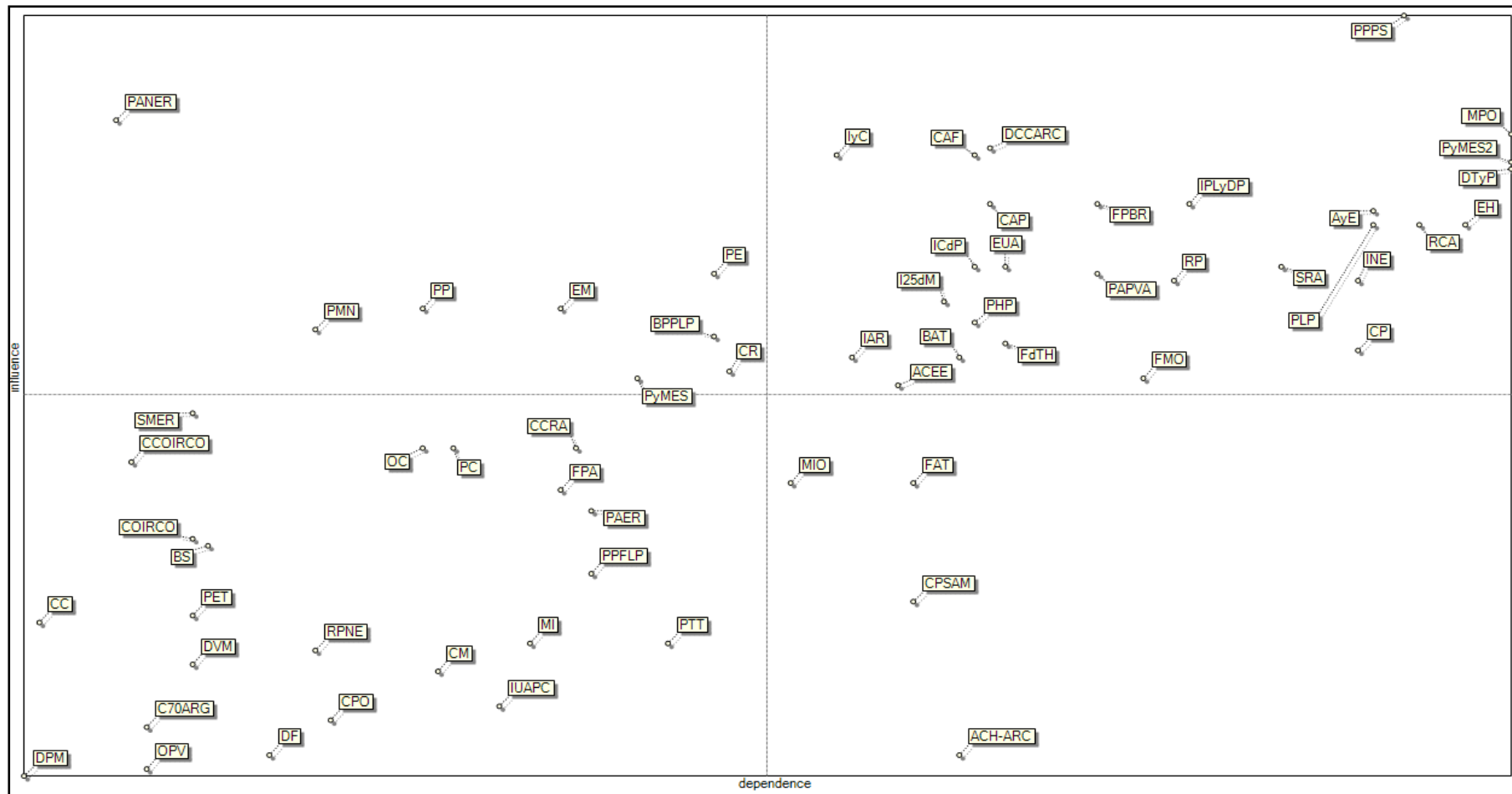


Figura 6.3: Influencia y dependencia directa de las variables analizadas.
Fuente: Elaboración propia en base al software MIC-MAC.

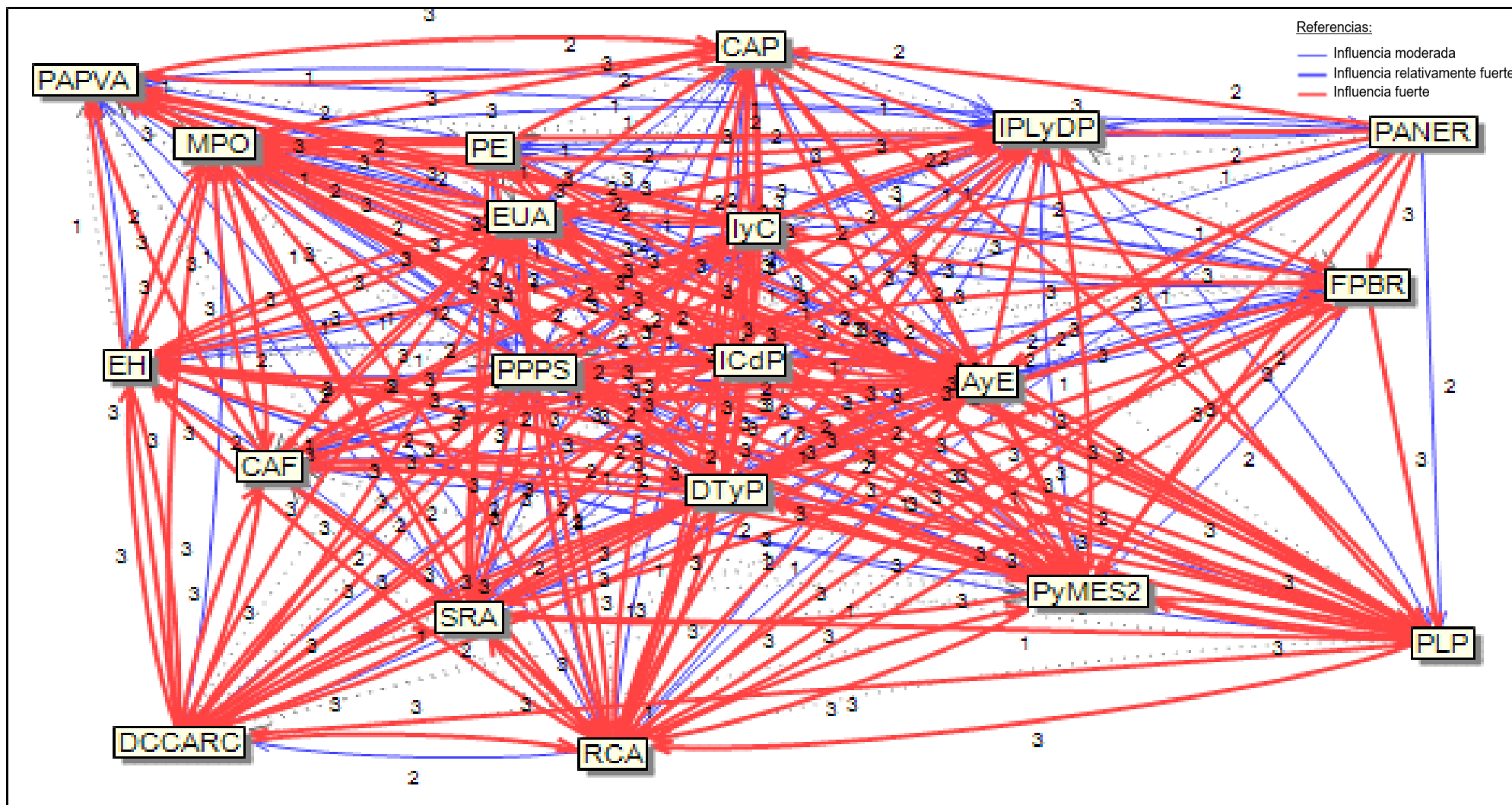


Figura 6.4: Mapas de redes de influencia y dependencia directa de las variables analizadas.

Fuente: Elaboración propia en base al *software* MIC-MAC.

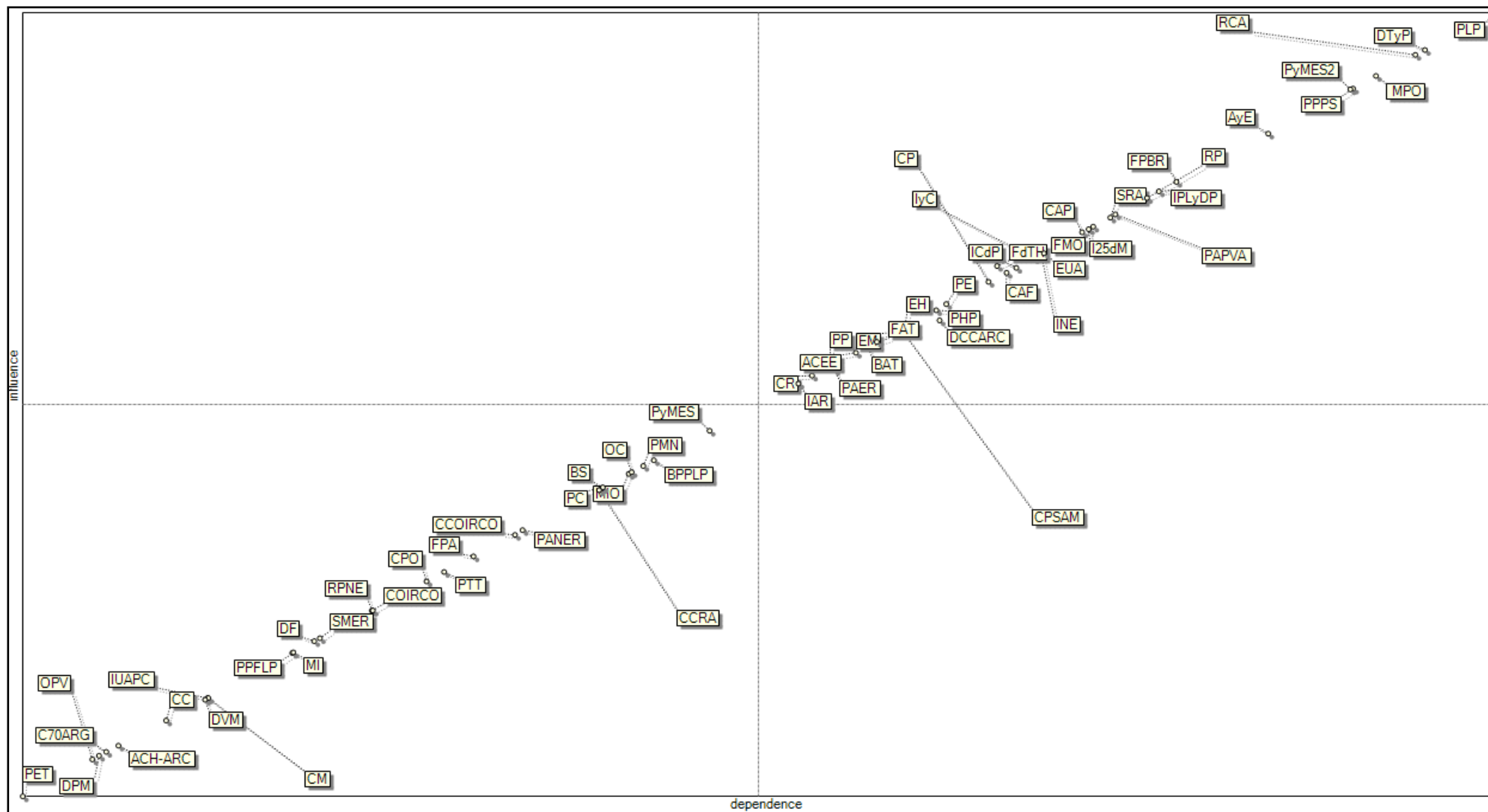


Figura 6.5: Influencia y dependencia indirecta de las variables analizadas.

Fuente: Elaboración propia en base al *software* MIC-MAC.

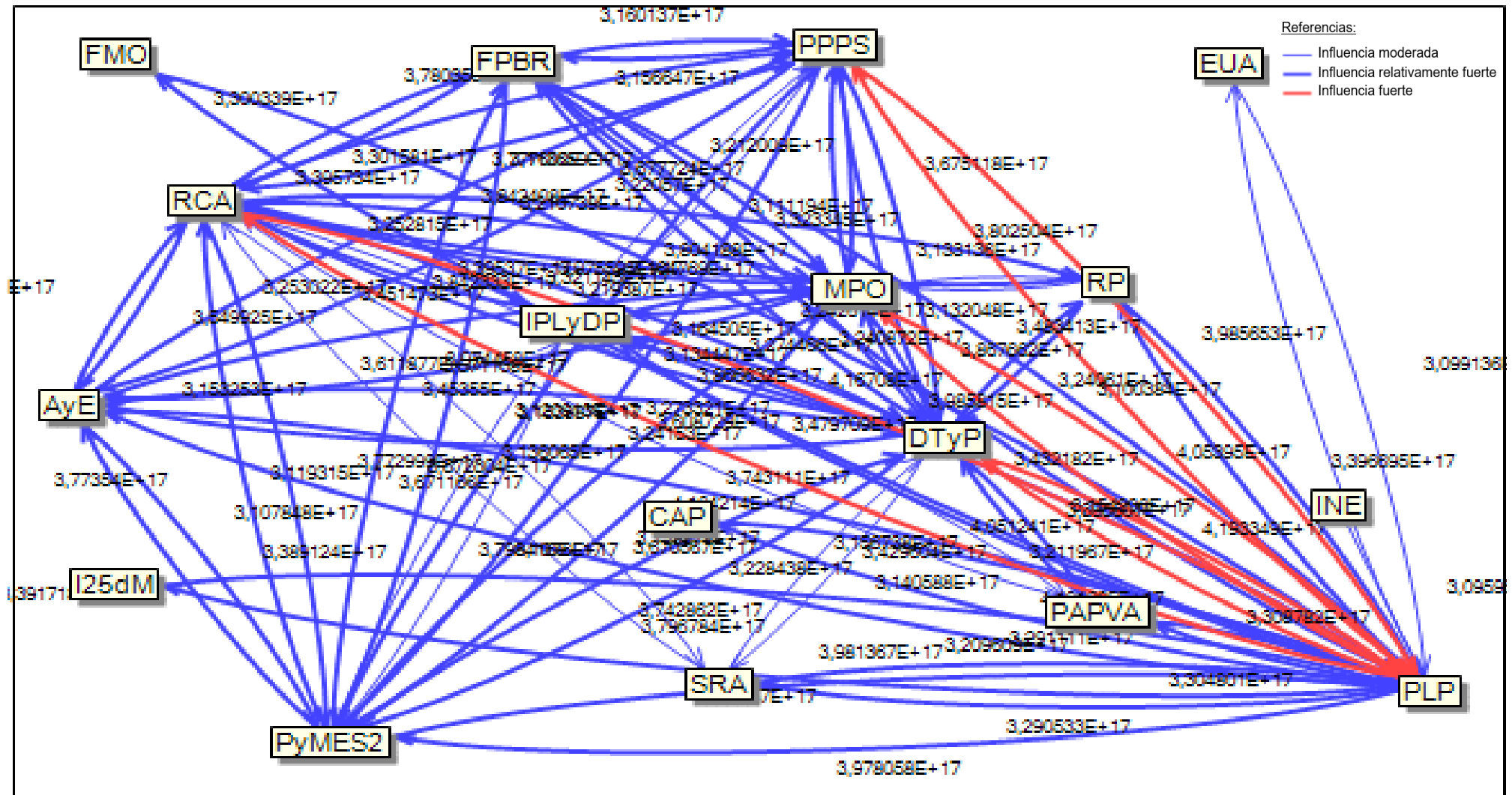


Figura 6.6: Mapas de redes de influencia y dependencia indirecta de las variables analizadas.
 Fuente: Elaboración propia en base al software MIC-MAC.

6.2.3 Identificación del horizonte temporal y objetivos estratégicos

Respecto al horizonte temporal para pensar la dinámica de las variables, la mayoría de los actores entrevistados (diez actores, el 56 %) planteó como tiempo adecuado el año 2030 (figura 6.7).

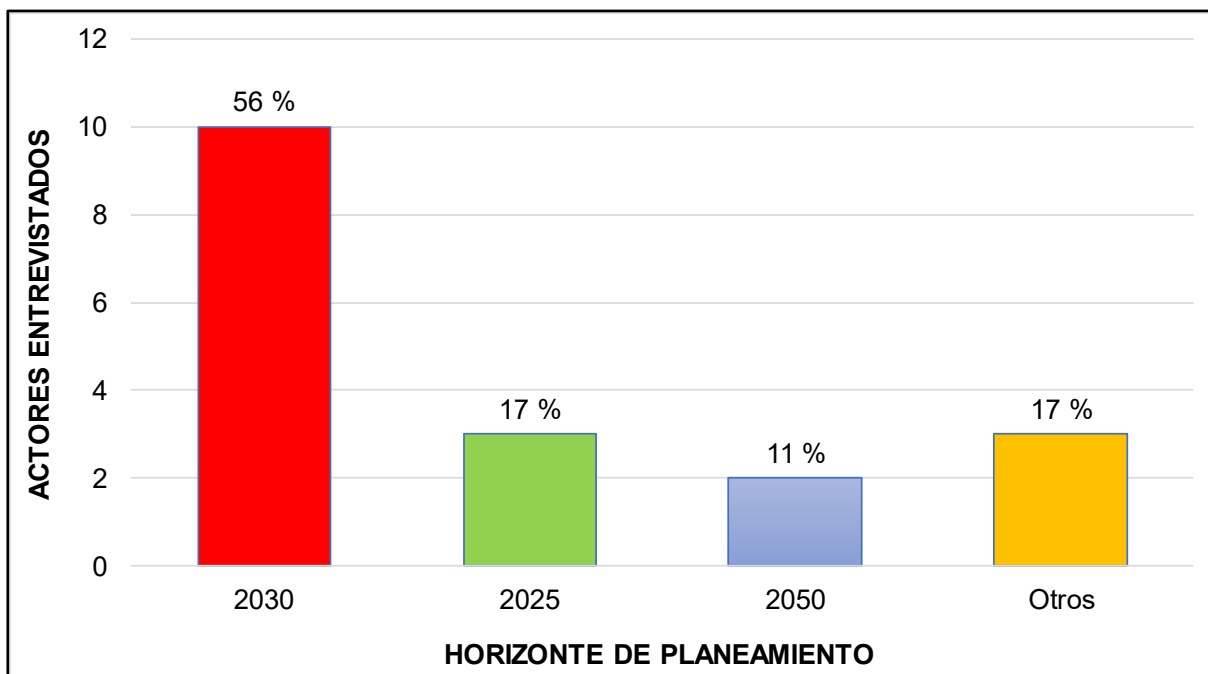


Figura 6.7: Horizonte temporal planteado por los entrevistados.

Fuente: Elaboración propia en base a las entrevistas.

De acuerdo al horizonte temporal y con las principales variables claves (tabla 6.4) favorables y restrictivas con influencia y dependencia directa e indirecta, es que se plantearon objetivos y lineamientos estratégicos para el desarrollo de las áreas regables pampeanas ribereñas del río Colorado:

Objetivo estratégico 1: Gestionar políticas públicas provinciales tendientes al desarrollo sustentable de las producciones agropecuarias en las áreas regables de la ribera del río Colorado en La Pampa. Lineamientos:

- a) Generar infraestructura de comunicaciones (orientada principalmente al desarrollo vial y de TIC's).
- b) Mejorar educación, capacitación y formación técnica y profesional agropecuaria.
- c) Fomentar la eficiencia productiva del agua y la energía.
 - c1) Impulsar el uso de energías alternativas renovables.
 - c2) Innovar en sistemas de conservación, redistribución y reuso de agua.
- d) Continuar y mejorar políticas de promoción y financiamiento productivo.
 - d1) Estimular la diversificación productiva y tecnológica.
 - d2) Continuar promoviendo el acceso al financiamiento económico (p. ej. ley de promoción económica) y la adquisición de tierras aptas.
- f) Aumentar la disponibilidad de mano de obra desde otras áreas del país o de países limítrofes.
 - f1) Fomentar políticas de migración regional laboral.
 - f2) Gestionar infraestructura habitacional.

Objetivo estratégico 2: Profundizar la investigación en las áreas regables del Colorado de La Pampa y para toda la cuenca (desde la cordillera de Los Andes hasta el Mar Argentino). Lineamientos:

a) Actualización de los estudios a escala interjurisdiccional de disponibilidad y calidad de agua con nueva asignación de caudales y aspectos de impacto y diversidad ambiental.

b) Planificar una agenda de estudios científico-técnicos integrales sobre aspectos inherentes a las producciones agropecuarias pampeanas (económicos, comerciales, impactos ambientales y sociales, legales, institucionales, entre otros).

Objetivo estratégico 3: Mantener la cantidad y calidad de aguas superficiales y subterráneas. Lineamientos:

a) Mejorar la calidad de agua entregada a las producciones.

b) Minimizar los riesgos de contaminación petrolera.

c) Evitar la contaminación de sales en suelos agrícolas aptos.

Objetivo estratégico 4: Favorecer la comunicación y las articulaciones comerciales. Lineamientos:

a) Trabajar en redes de comunicación formales e informales entre los actores sociales de la región.

b) Lograr acuerdos comerciales productivos conjuntos entre los actores pampeanos para explorar y desarrollar mercados regionales, nacionales e internacionales.

c) Desarrollar actividades en pos de generar actividades turísticas rurales.

6.2.4 Identificación y articulación de los actores

De acuerdo a la metodología se identificaron veinte actores relevantes dentro de las áreas regables del río Colorado en La Pampa (tabla 6.5).

Tabla 6.5: Actores relevantes de las áreas regables pampeanas.

N°	Actor Clave	Abreviación	Descripción
1	Ente Provincial del Río Colorado	ENTE	Organismo alineado con el Gobierno Provincial que tiene a su cargo el desarrollo de todas las áreas regables provinciales.
2	Comité Interjurisdiccional del Río Colorado	COIRCO	Organismo Interjurisdiccional que tiene a su cargo el manejo, la regulación y el control de toda la ribera del Río Colorado.
3	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria - Agencia de Extensión Rural Colonia 25 de Mayo.	INTA-AER25	Agencia de Extensión Rural Colonia 25 de Mayo perteneciente al Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria inaugurada en el año 2012 y en actual funcionamiento.
4	Municipalidad de 25 de Mayo	Muni25	Poder Ejecutivo de la localidad de 25 de Mayo.

Tabla 6.5: Actores relevantes de las áreas regables pampeanas (continuación).

N°	Actor Clave	Abreviación	Descripción
5	Municipalidad de La Adela	MuniAdela	Poder Ejecutivo de la Localidad de La Adela.
6	Cámara de Productores del Área Bajo Riego de Colonia 25 de Mayo	CPC25M	Cámara de productores conformada en su mayoría por las empresas agroindustriales establecidas en el SAM 25 de Mayo.
7	Empresas Petroleras	EMP.PETRO	Empresas petroleras radicadas en la región con el fin de explotar los recursos hidrocarburíferos.
8	Productores Agropecuarios Zonales Pequeños	PEQPRODUCT	Productores agropecuarios zonales pequeños de las áreas regables.
9	Productores Agroindustriales	PRODAGROIN	Productores agroindustriales de gran escala. Contempla a los capitales provenientes de las viñas mendocinas.
10	Colonos de El Sauzal	COLSAUZAL	Colonos que quedaron del plan de colonización llevado a cabo entre los años '70 y '80. Salvo excepciones sus empresas se encuentran en proceso de desaparición.
11	Ministerio de la Producción de La Provincia de La Pampa	MINPRODLP	Ministerio del cual depende el EPRC, de aquí surgen los principales lineamientos políticos para la realización de las obras en las áreas regables de la cuenca pampeana del río Colorado.
12	Universidad Nacional de La Pampa	UNLPam	Institución universitaria de altos estudios académicos que se involucra en las áreas regables con diferentes proyectos e investigaciones puntuales.
13	Banco de La Pampa	BLP	Principal entidad financiera del área regable, con participación mayoritaria estatal es el ente por el cual se tramitan la mayoría de las políticas de financiamiento en el área regable.
14	Ente Comunal Villa Casa de Piedra	ECVCdP	Comuna fundada en el año 2006 que se encuentra como el poblado del área regable Casa de Piedra.

Tabla 6.5: Actores relevantes de las áreas regables pampeanas (continuación).

N°	Actor Clave	Abreviación	Descripción
15	Administración Provincial de Energía de la Provincia de La Pampa	APE	Organismo que regula la administración de la energía eléctrica en toda La Pampa, es el principal proveedor de energía de Casa de Piedra y de los emprendimientos de Duval a través de zonas no concesionadas.
16	Cooperativa de 25 de Mayo	COOSPU	Cooperativa que se encarga de brindar el servicio eléctrico al SAM 25 de MAYO.
17	Cooperativa de La Adela	CEOSPLA	Cooperativa que provee de energía al área regable de Bajo de los Baguales.
18	Ministerio de Obras Públicas	MINOP	Ministerio encargado de la infraestructura en la provincia de La Pampa.
19	Secretaría de Recursos Hídricos de La Pampa	SRH-LP	Organismo autoridad de aplicación del Código de Aguas de la provincia de La Pampa (Ley 2581 y su Decreto Reglamentario 2468/11)
20	Escuela Agrotécnica Provincial de Colonia 25 de Mayo	ESCAGROTEC	Institución educativa de nivel secundario con orientación a la producción agropecuaria.

Fuente: Elaboración propia.

Utilizando el software “MACTOR” es que se analizaron, desde los actores claves, los objetivos estratégicos propuestos (apartado 3.2) para las áreas regables y obtenidos desde el análisis estructural. Puntualmente se analizó la influencia de los actores en los objetivos estratégicos (figura 6.8).

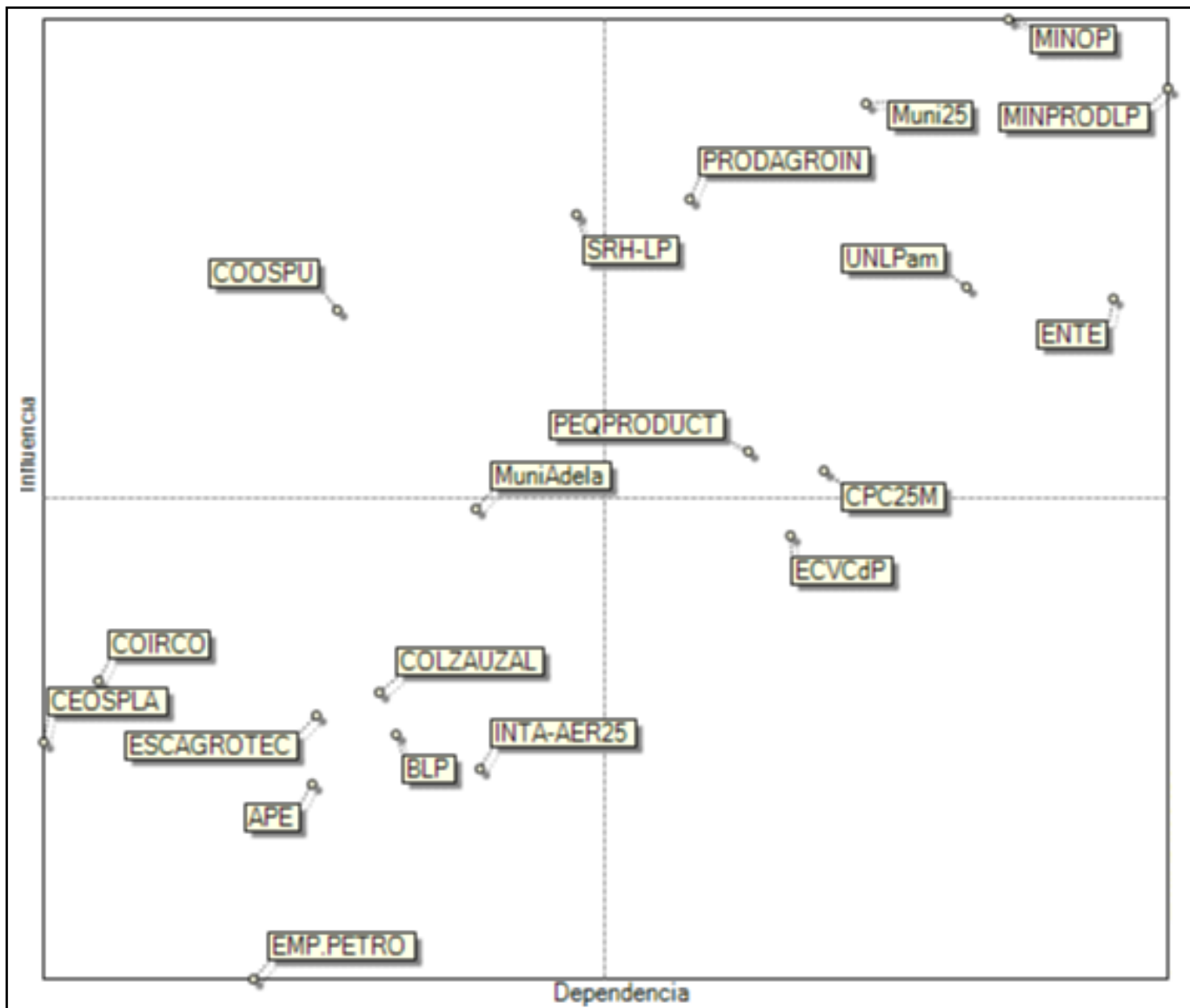


Figura 6. 8: Plano de influencia y dependencia entre actores
Fuente: Elaboración propia en base al *software* MACTOR.

Los actores se encuentran agrupados entre el cuadrante superior derecho (actores de enlace) y el cuadrante inferior izquierdo (actores autónomos). entre los actores de enlace más importantes se pueden mencionar al MINOP, MINPROD, Muni25 y al ENTE. En cambió entre los actores autónomos más importantes se destacan las EMP.PETRO. Este último resultado se acentúa en el mapa de redes de la distancia neta entre actores (figura 6.9).

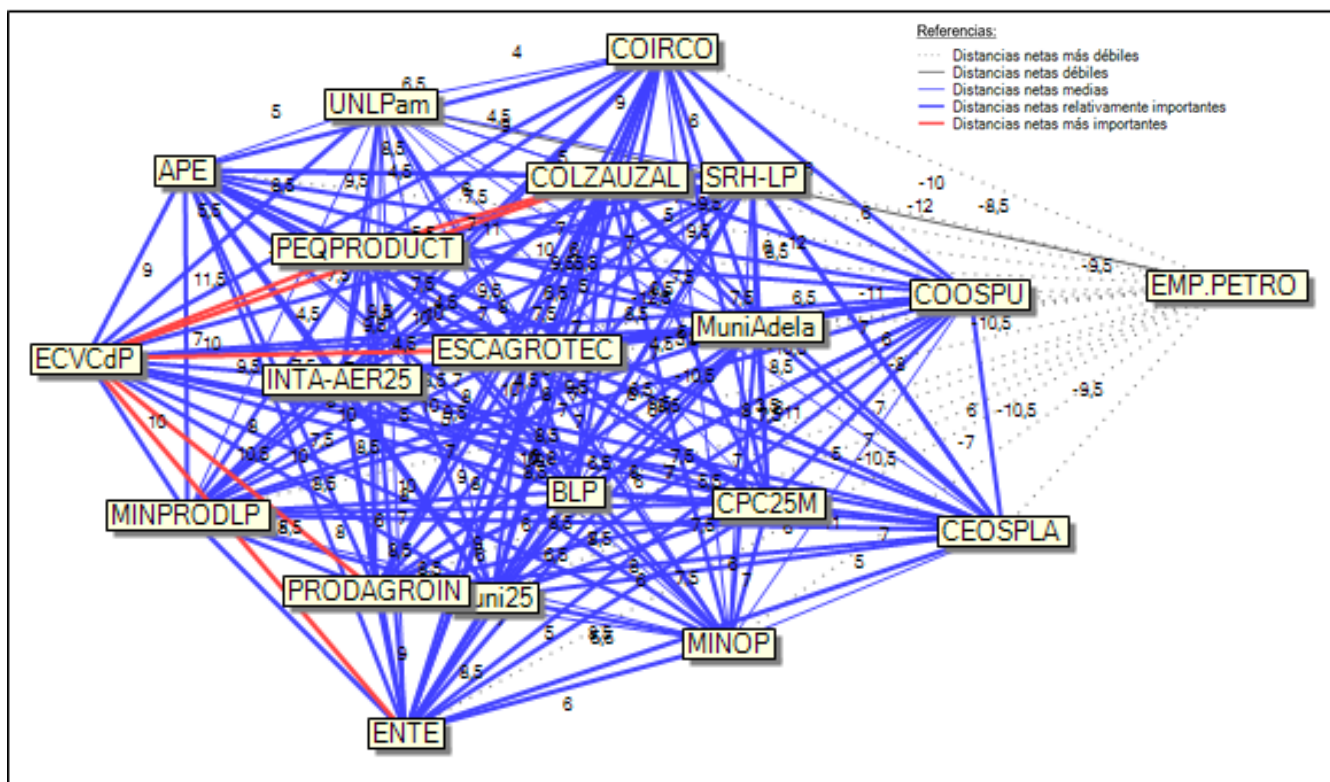


Figura 6. 9: Distancia entre actores.

Fuente: Elaboración propia en base al *software* MACTOR.

6.2.5 Escenarios futuros.

Articulando con los capítulos III, IV y V de esta investigación se presentan los principales escenarios de acuerdo con las consideraciones de los actores entrevistados respecto a las variables claves que surgieron del análisis estructural realizado. Se sumaron también cuestiones suscitadas claves para este estudio (muchas surgieron dentro de las veinte principales) y que integran la función objetivo de este trabajo y sus restricciones (capítulo V): a) resultados económicos de las producciones actuales y alternativas; b) disponibilidad y consumo de agua; c) disponibilidad y consumo de energía y; d) mano de obra. Además, se consideró como prioritario el análisis de los objetivos estratégicos, así como también la descripción y las articulaciones de los principales actores analizados.

De esta manera se conformaron tres escenarios o imágenes de futuro con sus posibles trayectorias. Un escenario se construyó sobre las trayectorias positiva de las variables, otro sobre las trayectorias tendenciales y el último sobre trayectorias negativas. Los escenarios tienen un horizonte temporal desde el presente hasta el año 2030:

6.2.5.1 Escenario optimista: “Vida Verde: hacia el desarrollo sustentable de la agricultura bajo riego en La Pampa”.

Hace algunos años que las políticas públicas de La Pampa, por medio del EPRC, han propuesto un rumbo constante y activo en las áreas regables de Bajo Los Baguales, Casa de Piedra y el SAM 25 de Mayo. Los proyectos de riego provinciales, presentados al financiamiento nacional, han tenido su aceptación y aprobación, por lo que se han destinado muchos recursos económicos en infraestructura y redes de comunicación (tecnologías de la información y comunicación y vial) a las áreas

regables. El Paso Internacional Pehuenche se ha posicionado como un enclave estratégico para la articulación comercial de las áreas regables pampeanas con el mercado internacional. La ruta provincial N° 34 se encuentra totalmente asfaltada asegurando una vía de comunicación terrestre fluida; y el transporte de los productos agropecuarios hacia los puertos argentinos del este (Bahía Blanca, San Antonio Este) y chilenos del oeste (Talcahuano y San Vicente). Las políticas públicas nacionales se encuentran dirigidas a exportar productos agroalimentarios regionales, principalmente vinos y frutos secos de alto valor agregado, por lo que se ha establecido una zona franca regional. Como si esto fuera poco, el mercado interno encuentra su consumo en aumento y entre el 30 y 40 % de la producción regional se canaliza en Argentina. Los municipios de 25 de Mayo, La Adela y el Ente Comunal de Casa de Piedra explican que la magnitud del proyecto original va aumentando las expectativas de concreción: la superficie regable en producción se ha triplicado en los últimos años. Relacionado al crecimiento del área agrícola, la diversidad tecnológica y productiva agropecuaria se ha expandido a variedades nuevas de frutales, forrajeras y viñedos, así como también en sistemas de producción bovinos, ovinos y caprinos. Productores de Colonia El Sauzal han comenzado a ejecutar proyectos en torno a la oferta de turismo rural obteniendo resultados alentadores. Las condiciones microeconómicas de las PyMES de la región se ven favorecidas por las políticas provinciales. La incursión en financiamientos a tasas accesibles se expresa en inversiones por parte de los productores agroindustriales en sistemas productivos ecoeficientes. En consecuencia, el consumo de agua y energía se ha mantenido levemente creciente a pesar del gran aumento de superficies con riego.

El Ministerio de Producción en convenio con escuelas secundarias, EEA Colonia 25 de Mayo y UNLPam han renovado por quinto año consecutivo el programa de formación sobre capacitaciones formales en temas agropecuarios. Dicho programa se encuentra disponible para niveles medios y universitarios y genera un espacio institucional que, junto a las condiciones agroecológicas zonales, invitan a la radicación de capitales agropecuarios y mano de obra. La favorabilidad del contexto y la consolidación de redes de comunicación entre instituciones, ha limitado la competencia del sector agropecuario y petrolero por el trabajo calificado regional. Se establecieron beneficios habitacionales a la mano de obra agropecuaria de las localidades pampeanas ribereñas.

La disponibilidad de agua para las producciones regionales sigue siendo alentadora. El caudal del río Colorado se ha mantenido en los niveles históricos, se han realizado obras y gestiones concretas para promover sistemas de ahorro de agua mediante su reuso. Las investigaciones científicas en el área se han multiplicado con la presencia del INTA en las tres áreas regables y la creación de una nueva Estación Experimental Agropecuaria especializada en producciones pampeanas bajo riego. La UNLPam coordina estudios económicos, sociales y ambientales que han repercutido en el “*saber hacer*” regional, en el dinamismo comercial y en el uso eficiente de los recursos naturales (principalmente agua). Dichos estudios han logrado el aval y compromiso de la población en acciones concretas: se han desarrollado planificaciones de riegos acorde al caudal, rotaciones y estacionalidad para los diferentes usos de cultivos agrícolas y mayor valor agregado regional en el sector bovino, ovino y caprino.

Las áreas agrícolas agroecológicamente aptas cuentan con tendido eléctrico disponible para producir. La APE en conjunto con las Cooperativas regionales y el Ministerio de Obras Públicas han venido realizando obras de infraestructura energéticas. Éstas acompañaron la demanda del crecimiento exponencial de las

actividades agropecuarias. Las extracciones de petróleo mantienen su dinamismo creciente constante. Aportando al desarrollo energético regional, las políticas nacionales favorecieron el desarrollo de energías renovables. Se han incorporado en la región fuentes de energías alternativas: dos huertos solares, dos parques eólicos y tres proyectos de biogás, entre otras insinuaciones de proyectos con biomasa vegetal. En los últimos años se ha disminuido la demanda eléctrica por hectárea de riego logrando sistemas de bombeo más eficientes en su uso. Con la incorporación de las secciones III y IV del SAM a la actividad agropecuaria, resultado por obras de infraestructura y división de parcelas, el Proyecto Pampeano de las áreas regables de la ribera del río Colorado se encuentra en un 50 % de ejecución.

6.2.5.2 Escenario tendencial: “Afianzado el crecimiento: vendimia y alfalfares”.

Las políticas públicas provinciales han seguido alternando vaivenes en las áreas regables del Río Colorado. Las principales líneas de financiamiento para inversiones agropecuarias bajo riego se han desarrollado desde el Banco de La Pampa, en coordinación con el Ministerio de Producción. Este financiamiento ha sido aprovechado por productores agroindustriales que arribaron en el SAM 25 de Mayo y en Casa de Piedra, con superficies regables orientadas a la producción vitivinícola. Estas producciones se han establecido y complementado con las producciones forrajeras preexistentes, principalmente en cuestiones logísticas y en el comercio internacional, experimentando una especie de mutualismo sectorial agroalimentario. La política macroeconómica nacional agroalimentaria se ha parcializado hacia la exportación de productos agropecuarios. La competitividad se ve favorecida a través del mantenimiento constante y sostenido de la depreciación del tipo de cambio nacional. La magnitud del proyecto original ha quedado relegada a pocos actores. La distancia a los centros de consumo internacionales aumenta considerablemente los costos logísticos, por lo que muchas PyMES han visto estancado y desacelerado su crecimiento por falta de escala; en estos últimos años sólo han podido incursionar en el mercado interno.

Las inversiones vitivinícolas han aportado un considerable número de capitales agropecuarios gracias a las excelentes condiciones agroecológicas regionales, por lo que en los últimos años al AER Colonia 25 de Mayo y la UNLPam, han orientado sus investigaciones a este cultivo junto con sus cepas y comercialización. El mayor inconveniente que se les ha presentado a los agroindustriales vitivinícolas es la expertiz en la mano de obra local. Se observan hacia Casa de Piedra, muchos trabajadores de provincias vecinas (principalmente Mendoza) y provenientes desde países limítrofes, lo que ha favorecido el crecimiento exponencial de la población del Ente Comunal.

En un esfuerzo de coordinación institucional aislado y no muy frecuente, sigue en vigencia un convenio firmado por la Municipalidad de 25 de Mayo, Ente Comunal de Casa de Piedra, UNLPam, AER Colonia 25 de Mayo y el Colegio Secundario de 25 de Mayo. Se trata de un programa exitoso de capacitación sobre conocimientos en torno a la vitivinicultura: mantenimiento, poda, cosecha y manipulación del producto. Desde el EPRC y el Ministerio de la Producción se están culminando las obras para la instalación de una bodega con fines sociales. La inversión se realiza para generar una cooperativa vitivinícola que ofrezca salidas comerciales a pequeños productores y PyMES; ya que, vista la expansión de la vid en las áreas, pequeños productores orientan sus inversiones en viñas de menor escala. El proyecto parece ser auspicioso.

La competencia por la mano de obra de las producciones agropecuarias con las producciones petroleras se ha acrecentado y limita el crecimiento de las áreas regables. La diversificación productiva sigue siendo un desafío futuro. Bajo de Los Baguales ha quedado relegado en su desarrollo, sólo queda algún que otro emprendimiento hortícola. Algunas políticas de desarrollo turísticos aisladas se encuentran traccionando el poblado de La Adela.

La escasez hídrica que viene afrontando el caudal del río Colorado se ha acentuado preocupando severamente a las autoridades provinciales (Ministerio de la Producción y de Obras Públicas). Por este motivo, se han venido desarrollado diversos estudios en pos de lograr eficiencia a través de la reutilización del recurso. Además, se han comenzado algunas obras en torno al reuso pero aún no se han finalizado.

Aunque el caudal hídrico sigue bajando, las inversiones en energías renovables han seguido su curso de desarrollo ininterrumpido. Con el apoyo de APE y COOSPU, se ha logrado el crecimiento constante de energías alternativas en manos de privados. Las áreas regables cuentan con sistemas productivos modelos en eficiencia energética a nivel nacional, utilizando recursos económicos de bajo costo. Las extracciones de petróleo mantienen su dinamismo constante de producción y coexiste con el sector agropecuario.

Debido al gran flujo vehicular regional, se han realizado esfuerzos esporádicos de infraestructura vial en diversos tramos de la ruta provincial N° 34; pero la obra completa aún no tiene fecha de finalización. El Proyecto Pampeano de las áreas regables de la ribera del río Colorado se encuentra en un 30 % de ejecución.

6.2.5.3 Escenario pesimista: “Agricultura, el arte de saber esperar: rumbo petrolero para el Proyecto pampeano”.

Las políticas públicas provinciales sobre las áreas regables del río Colorado pasaron de semipresentes a estar a punto de disolverse. La Pampa ha tomado rumbos políticos y ejecutivos pasivos; lejos de los recursos hídricos superficiales. El conflicto con Mendoza aún no se ha resuelto y el cauce del sistema Atuel-Salado-Chaileuvú sigue seco. El eventual llenado de la obra Portezuelo del Viento ha traído, en las aguas del río Colorado, impactos en reducción de cantidad (a niveles mínimos históricos de caudal). En este contexto y hace un par de años, el Ministerio de Producción ha tomado la decisión de limitar las funciones del EPRC, quién disminuyó de manera importante sus intervenciones en las áreas regables. Oportunamente se derivaron las tierras fiscales a las Municipalidades de 25 de Mayo y La Adela. La infraestructura del EPRC se ha desatendido y la Secretaría de Recursos Hídricos ha tomado por decreto la mantención de los canales de riego, con muy escaso personal a cargo.

La Municipalidad de 25 de Mayo quedó a cargo de las áreas regables de Casa de Piedra, realizando la liquidación de terrenos que derivó en compras masivas de unos pocos inversores privados. Lejos de invertir en capitales agropecuarios, los compradores han acrecentado el modelo extractivista petrolero, beneficiados por el desarrollo de Vaca Muerta. En Bajo de los Baguales el municipio vendió unos pocos terrenos con fines productivos hortícolas y tiene a la venta otros.

La política agroalimentaria nacional sobre las economías regionales ha sido opaca para las PyMES agroalimentarias. Direccionadas hacia la exportación de productos agrícolas por el tipo de cambio, las PyMES que pudieron integrar su producción han ido reconvirtiendo de a poco su negocio, mejorando sus productos para exportación, pero una gran parte del total ha desaparecido. Las cargas impositivas se plantean como excesivas para la agricultura regional.

La disponibilidad en cantidad y calidad del agua del río Colorado ha venido decreciendo a indicadores alarmantes. Aparte del llenado de la obra Portezuelo del Viento, se han desarrollado focos de contaminación por derrames hidrocarburíferos en Neuquén (aguas arriba en Vaca Muerta) y en propio territorio pampeano. Estas situaciones han generado muchos inconvenientes a las pocas empresas agroindustriales que siguen apostando por el negocio de la alfalfa para exportación. Las producciones agropecuarias no pueden competir con las demandas de mano de obra y los altos salarios que ofrece el sector petrolero, por lo que han visto diezmadas sus producciones.

La falta de control y los casos de corrupción institucionales han degradado las condiciones agroecológicas de la zona, cuestión que ha afectado también a la calidad de agua que consumen los pampeanos del Acueducto del Río Colorado. Esto ha generando malestar y falta del recurso en una gran parte de los habitantes de la provincia de La Pampa. En los últimos años el COIRCO ha emprendido una tarea sostenida pero muy difícil de controlar por el bajo presupuesto recibido: la gran demanda de infracciones ambientales.

De acuerdo con este contexto, las investigaciones en las áreas regables han volcado sus esfuerzos hacia estudios de impactos ambientales en un intento por frenar la contaminación. La AER Colonia 25 de Mayo se ha venido desgastando en sus funciones por faltas reiteradas de presupuesto oficial. Por lo tanto, las intervenciones en la producción de conocimientos, en torno al desarrollo de la agricultura y ganadería, han mermado. Los escasos recursos recibidos se destinan a estudios de impacto ambiental sobre las aguas del Colorado. La UNLPam en cambio, ha enfocado sus investigaciones y proyectos en el desarrollo petroquímico de la región, gran parte es financiada mediante estudios de consultoría a las empresas petroleras.

La infraestructura comunicacional se ha desarrollado aguas arriba haciendo del SAM 25 de Mayo y parte de Casa de Piedra, el sector este del desarrollo petrolero de Vaca Muerta. En este sentido se ha visto favorecido y aumentado el flujo comercial y comunicacional con la provincia de Neuquén. Muchas empresas siderúrgicas se han instalado en 25 de Mayo con el objetivo de proveer infraestructura y servicios a las compañías petroleras.

Las áreas regables de Casa de Piedra y Bajo de los Baguales se encuentran golpeadas por la escasez hídrica y su infraestructura de riego se deteriora año a año. La diversificación tecnológica y productiva, así como las inversiones en capitales agropecuarios carecen de futuro y en la actualidad parecen un relato de ciencia ficción. El área se sigue sosteniendo con la energía que brinda APE y no se han realizado demasiadas obras en los últimos años, sólo el mantenimiento y puesta a punto de las líneas existentes en el SAM 25 de Mayo por expreso pedido de las compañías petroleras. El Proyecto Pampeano de las áreas regables de la ribera del río Colorado se encuentra en un 15 % de ejecución y va decreciendo.

6.3 Planificaciones y estudios de futuro sobre las producciones agrícolas pampeanas del río Colorado

El presente apartado tiene la finalidad de revisar las planificaciones territoriales que se desarrollaron en los últimos años, principalmente las elaboradas a lo largo del territorio que comprende la cuenca, haciendo énfasis en las planificaciones sobre la provincia de La Pampa.

Se presentan las planificaciones de acuerdo al nivel de escala (nacional, regional y local) y al orden cronológico. Luego se realizó una discusión con los resultados

El PET 2011 (MPFIPS, 2011:37) realiza un ejemplo de árbol de problemas con la región del Río Colorado (figura 6.11), donde se parte de la premisa que la región cuenta con escaso poblamiento y existe una matriz productiva de alta potencialidad, lo que deriva en cinco objetivos claves para lograr el desarrollo regional: a) evitar la contaminación hídrica; b) generar estabilidad demográfica; c) disminuir índices de Necesidades Básicas Insatisfechas; d) valorizar los recursos naturales y paisajísticos y; e) potenciar el desarrollo productivo.

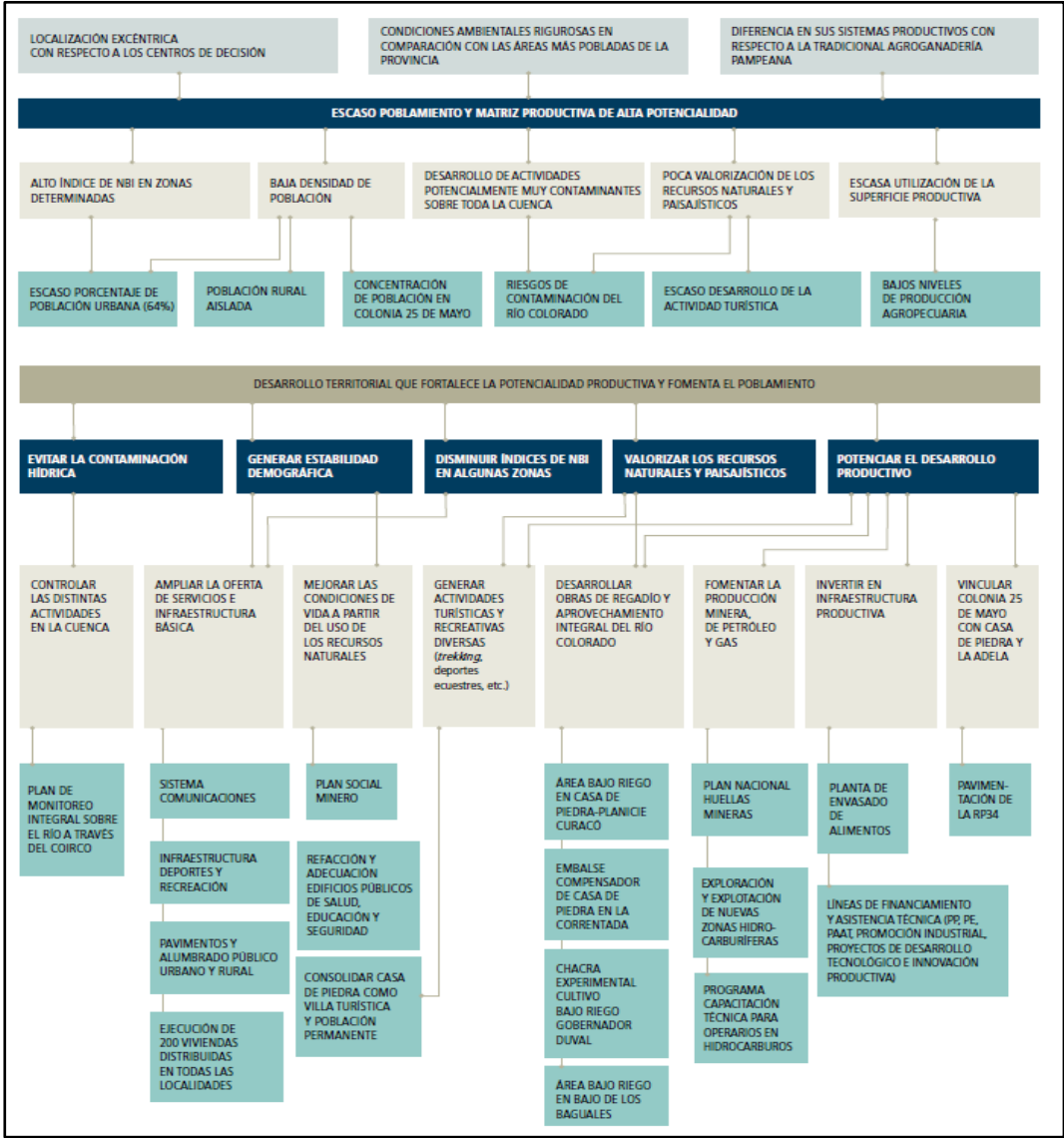


Figura 6. 11: Árbol de problemas y objetivos de la región del río Colorado. Fuente: Extraído de MPFIPS (2011).

Con respecto a las obras prioritarias y los proyectos establecidos en La Pampa, el PET 2011 planteaba obras enfocadas en: Ejecución de 200 viviendas a la vera del río Colorado; Villa Casa de Piedra; Riego Planicie Curacó; Pavimentación RP N° 34; Repavimentación RN 152; Zona de riego Bajo de los Baguales; RP N° 13; Embalse La Correntada; Chacra Experimental Gobernador Duval; reconstrucción RP N° 20 y 1 (MPFIPS, 2011). La versión 2018 del PET (MIOPV, 2018) mantiene los proyectos iniciales y refuerza la importancia estratégica de la RP N° 34 (figura 6.12).

Es llamativo que durante todo el estudio se mencione por primera vez al Embalse “La Correntada”. Por este motivo, se consultaron otras fuentes y efectivamente la instalación de un dique compensador está pensada para la generación de energía con mayor eficiencia. Se debe tener en cuenta que la obra proyectada estará emplazada 20 km río abajo de Casa de Piedra, entre Casa de Piedra y Gobernador Duval (Berhongaray, 2018)³³. Cazenave (2011) explica que el riego de la margen rionegrina del Colorado está condicionado a la futura construcción del dique compensador de Casa de Piedra (Embalse “La Correntada”), en el paraje La Correntada, que permitirá regar una superficie de alrededor de 30.000 ha. De acuerdo al dique compensador (FAO, 2014) amplía que se optó por realizar un diseño más avanzado que el correspondiente a un anteproyecto, ya que además de la presa de cierre propiamente dicha, deben realizarse importantes obras hidráulicas básicas.

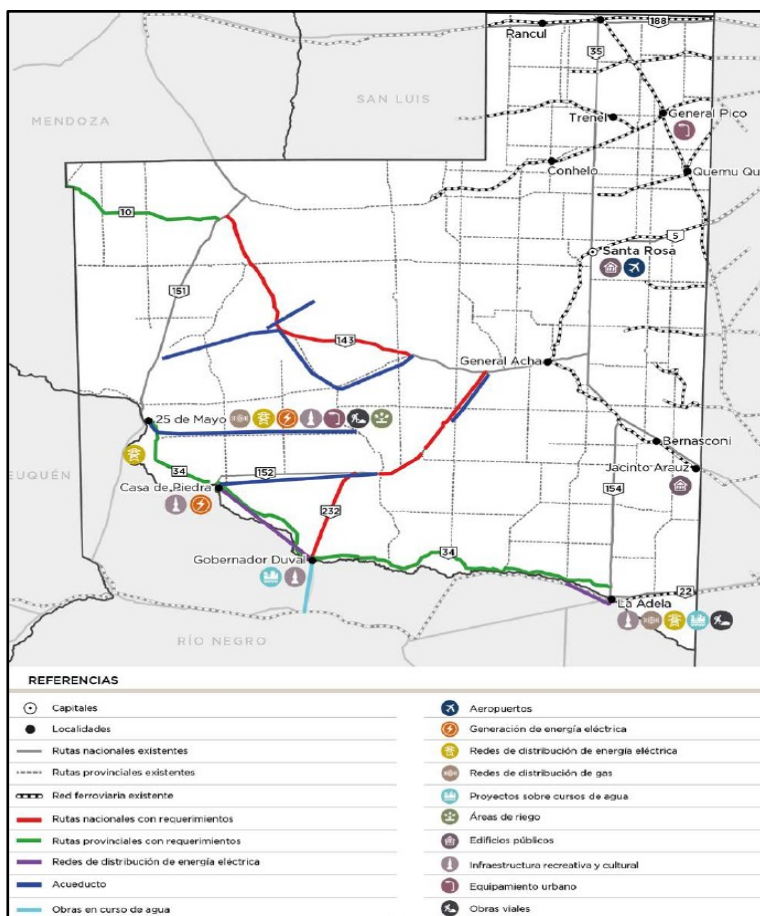


Figura 6. 12: Mapa de proyectos para la provincia de La Pampa.

Fuente: Extraído de MIOPV (2018).

El MPFIPS a través de la Subsecretaría de Planificación Territorial de la Inversión Pública (SPTIP) desarrolla también la planificación de sustentabilidad ambiental del territorio argentino orientada a siete regiones a lo largo de todo el país. Particularmente para la región de Cuyo (SPTIP, 2016a) plantea la planificación para la microrregión 34 que prevee la planificación territorial de la sustentabilidad ambiental del Valle Superior del Río Colorado (departamentos Malargüe en Mendoza, Pehuenches en Neuquén y Puelén en La Pampa). En esta microrregión el potencial agrícola no es alto, pero cuenta con almacenamiento y reservas de agua para las superficies aguas abajo; la

³³ Disponible en: <https://es.scribd.com/document/15034476/Dique-compesador-Casa-de-Piedra>

microrregión posee un potencial turístico paleontológico muy importante (SPTIP, 2016a). Estableciendo una síntesis de los principales usos y potencialidades de la microrregión 37 se plantea (SPTIP, 2016a):

a) la región funciona como plataforma de extracción de recursos naturales, principalmente del petróleo y la minería (en Catriel y Rincón de los Sauces) pero también en torno al sector agropecuario (25 de Mayo).

b) el medio ambiente y sus recursos naturales son vistos únicamente como insumos productivos.

c) la vitivinicultura genera sobreexplotación de recursos hídricos con consecuente degradación de acuíferos.

d) la determinación de cuidados ambientales sobre el turismo, ya que podrían ocasionar acumulación de residuos, degradación y fragmentación de ambientes naturales; así como también impactos sociales en torno a las demandas inmobiliarias y la subasta de superficie en reemplazo de tierras productivas.

e) la aparición del yacimiento de Vaca Muerta ha generado crecimiento regional en base a los recursos petroleros.

Para este mismo trabajo, pero en la Patagonia Norte (SPTIP, 2016b). En este caso involucra la microrregión 37 denominada Valle Inferior del río Colorado (departamentos Caleu Caleu de La Pampa, Pichi Mahuida de Río Negro y Patagones y Villarino de Buenos Aires). Respecto al uso y a las aptitudes potenciales de la microrregión, sobresalen los siguientes aspectos (SPTIP, 2016b):

a) domina el cultivo de cebolla entre las hortalizas y el trigo y el girasol entre los cereales con un marcado desuso o abandono de dichas tierras en el último decenio (81 %) generalmente por sequías y en menor medida por incendios.

b) los cuerpos de agua presentan disminución en cuanto a su superficie por la propia sequía, por esta causa ha aumentado la salinización de los suelos.

c) la microrregión presenta 37 áreas protegidas, por lo que es muy importante la potencialidad del turismo.

En el mismo documento (SPTIP, 2016b) se presenta la Microrregión 502 “Franja Arida La Pampa y San Luis” que comprende a los departamentos Curacó y Lihuel Calel de La Pampa. De acuerdo con sus usos y potencialidades se plantea:

a) la actividad dominante es el pastoreo (de caprinos y bovinos) sobre campos naturales.

b) posee cinco áreas protegidas, cuatro de las cuales tienen objetivos de conservación ligados con el manejo sustentable de recursos.

c) la apicultura y el turismo paleontológico son actividades potenciales de la microrregión.

El MPFIPS (2013b) realiza escenarios prospectivos del territorio argentino con un horizonte temporal a 2026. Se comienza partiendo de un diagnóstico actual (figura 6.13) del territorio argentino que considera los siguientes cuatro grupos de factores de incidencias: de orden demográfico, los de orden económico-productivo, los de tipo físico-territorial (incluyendo variables ambientales) y los socio-institucionales. Se proponen tres escenarios para el territorio completo: a) el escenario de la desilusión; b) el escenario de la fragmentación territorial y; c) el escenario de los equilibrios dinámicos (figura 6.13).

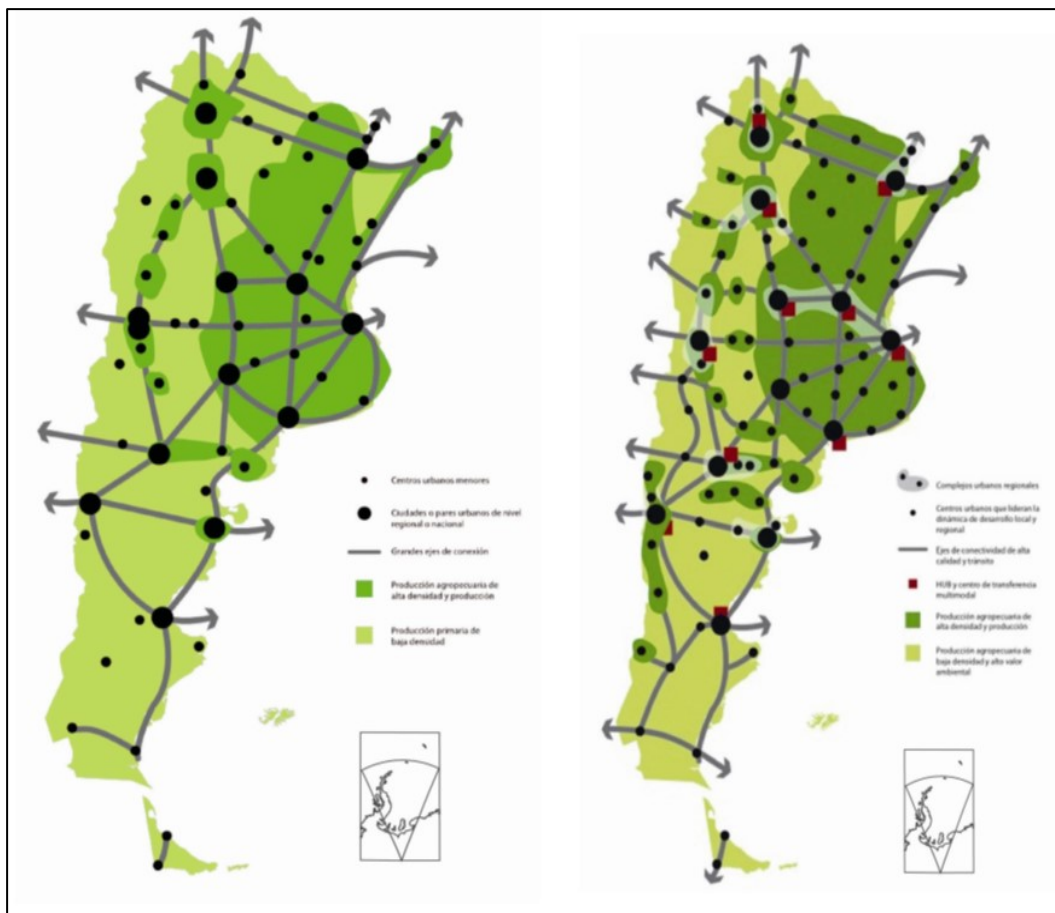


Figura 6. 13: Modelo actual y deseado de Argentina a 2026.
Fuente: Extraído de MPFIPS (2013b).

Luego se divide el territorio argentino en seis regiones que plantean la misma dinámica metodológica, parten de un diagnóstico actual y proponen los escenarios futuros, pero focalizados en las regiones: a) región del Noroeste Argentino; b) región del Noreste Argentino; c) región del Nuevo Cuyo; d) región Centro Pampeana; e) región Metropolitana de Buenos Aires.

La región Patagónica contiene a La Pampa y el estudio plantea un modelo deseado (figura 6.14) y los mismos escenarios que para todo el territorio argentino, así como también los mismos grupos de factores de incidencia. El modelo deseado (planteo del escenario de equilibrios dinámicos) para La Pampa plantea la mayor parte de la superficie de producción de alta densidad, el cual contiene cuatro focos bien marcados en las áreas bajo riego pampeanas del río Colorado (SAM 25 de Mayo; Casa de Piedra; Gobernador Duval y Bajo de Los Baguales), además de contemplar desarrollos turísticos para el área de Casa de Piedra.

A modo de resumen de los escenarios planteados para la región Patagónica se puede mencionar (MPFIPS, 2013b):

a) Escenario de la desilusión: Polarizado crecimiento económico-productivo, con ganancias petroleras. Producción agropecuaria sin agregado de valor y pequeños y medianos productores cerca de la desaparición. escasa cantidad de población, fragmentación de los espacios productivos e insuficiencia crítica de conectividad. Población desigual y desequilibrada. Migraciones hacia la región. Desempleo, pobreza, inseguridad y falta de servicios. Agravamiento de deforestación, desmonte, sobrepastoreo, efectos sobre el suelo de la actividad petrolera y minera.

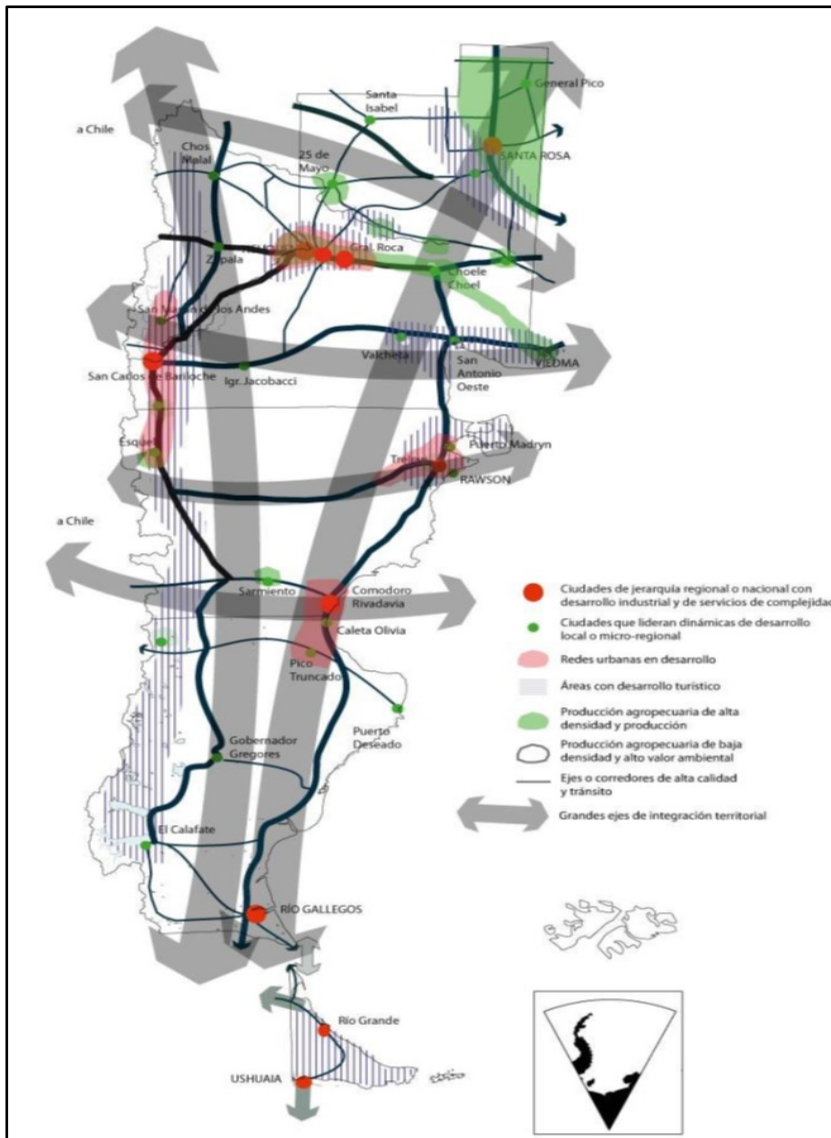


Figura 6.14: Modelo deseado de la región Patagónica a 2026.
 Fuente: Extraído de MPFIPS (2013b).

b) Escenario de la fragmentación territorial: Atenuación de las asimetrías y los desequilibrios. Mayores niveles de competitividad sin valor agregado ni encadenamientos productivos dinámicos. Escasa cantidad de población, fragmentación de los espacios productivos, insuficiencia crítica de conectividad y aislamiento. Distribución poblacional desigual y desequilibrada. Se destacan las actividades productivas petroleras, mineras y el turismo.

c) Escenarios de los equilibrios dinámicos: minería y petróleo como decisivos para la región. *Clústers* agroindustriales desarrollados y diversificados con alto valor en los productos primarios. Fortalecimiento de las cadenas productivas. Implementación de políticas de compensación de la producción y fomento del empleo rural, destacando el turismo. Construcción de un sistema urbano policéntrico, equilibrado y conectado. Mejoras notables en la calidad de vida y el ambiente. Cumplimiento y proactividad en el control de las normas ambientales, estudios y manejo integrado de los recursos. Por último, se propone una Agenda a 2026 con seis grandes ejes políticos para el desarrollo del territorio argentino en general que consisten en:

- Modernizar y diversificar la matriz productiva y mejorar las condiciones de vida de las áreas rurales;
- Aumentar la competitividad económica y la capacidad de innovación en la red nacional de pueblos y ciudades;
- Mejorar la calidad de vida en las ciudades;
- Fortalecer la conectividad del transporte y comunicaciones.
- Construcción de territorios y paisajes sostenibles;
- Consolidar una política federal de regularización de la tierra (MPFIPS, 2013b).

La Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación (SRHN, 2012) plantea el programa nacional de obras hidroeléctricas a 2025. En este documento se considera al “Aprovechamiento Integral del Río Grande. Presa y Central Portezuelo del Viento” como de orden prioritario nacional, localizada a 84 km al suroeste de la localidad de Malargüe en la provincia de Mendoza. Las finalidades que persigue la obra son: a) abastecimiento de agua para uso humano e industrial; b) generación de energía en nuevas centrales hidroeléctricas; c) incremento de la actividad turística, d) regulación de caudales del río Grande, principal afluente del Colorado; e) incremento de áreas bajo riego en San Rafael, General Alvear y Malargüe; f) incremento de la generación hidroeléctrica en el Sistema Nihuil. De la misma manera, el informe Plan Nacional del Agua (MIOPV, 2017) confirma la prioridad en la construcción de la obra.

Por último, en la plataforma web³⁴ del MIOPV se encuentran presentados los nuevos proyectos de áreas de riego entre los que se encuentran El Proyecto Integral Casa de Piedra y el Proyecto de Bajo de los Baguales.

6.3.2 Planificaciones regionales

A nivel regional, la SPTIP (2016c) realizó estudios estratégicos con el objetivo de planificar el desarrollo en el área petrolera de la Región Vaca Muerta (RVM), a través de dos etapas, la primera haciendo foco en el noreste de Neuquén y la segunda etapa se incorporan sectores de la provincia de Río Negro, La Pampa y Mendoza. Si bien el estudio abarca una pequeña parte de la provincia de La Pampa, es muy importante en términos del desarrollo regional del oeste de la cuenca del río Colorado (tabla 6.6).

Tabla 6.6: Incidencia por provincia en el desarrollo de Vaca Muerta.

Provincia	Superficie incluida en la RVM (km ²)	Superficie de la RVM (%)	Superficie de la Provincia (%)
Neuquén	31.400	55,2	33,3
Río Negro	8.200	14,4	4
La Pampa	3.800	6,7	2,6
Mendoza	13.500	23,7	9,1
Total	56.900	100	9,6

Fuente: Elaboración propia en base a (SPTIP, 2016c)

En las dos etapas del estudio se identifican tres escenarios futuros de desarrollo año 2025: a) Escenario Conservador; b) Escenario Agresivo y; c) Escenario Medio.

Los escenarios fueron desarrollados de acuerdo a las siguientes circunstancias:

- a) el precio del barril de petrolero;
- b) surgimiento de nuevas áreas de explotación que compitan con RVM;

³⁴ Disponible en: <https://www.mininterior.gov.ar/plan/geomapa.php>

c) cuestiones macroeconómicas: el tipo de cambio, el marco regulatorio y las tasas de interés y esquemas impositivos;

d) el marco legal laboral, las condiciones tecnológicas de producción, la infraestructura necesaria y la oferta de empleos.

La Pampa, de acuerdo con las proyecciones de los escenarios entraría en producción por medio de la cantidad de equipos previstos, a partir del año 2021 por lo que comenzaría a sentir el desarrollo de las variables empleos, población, masa laboral, de acuerdo con la onda expansiva de crecimiento N° 4 (figura 6.15).

De acuerdo con este modelo de desarrollo futuro se proponen una serie de restricciones (infraestructura de conectividad, infraestructura urbana y recursos humanos) y desafíos (capacidad de gestión territorial, disponibilidad económico-financiera) para el futuro de la RVM. La planificación se realizó de acuerdo al concepto de desarrollo sustentable, vinculada con la diversidad productiva, las formas de equidad social de índole cultural, económica, ambiental y con criterios de ordenamiento territorial (SPTIP, 2016c).

FAO (2015) desarrolla un diagnóstico estratégico de los principales valles y áreas con potencial agrícola de la provincia de Neuquén. En primer lugar, centraliza la información sobre los siguientes apartados: marco provincial, sector agropecuario, sistemas de riego, consideraciones ambientales, institucionalidad y política pública y expansión de la agricultura irrigada. Del análisis de los mencionados apartados en las diferentes áreas de riego provinciales es que se proponen siete objetivos estratégicos:

- a) Aumentar las inversiones públicas en sistemas de riego;
- b) Mantener la política de inversión pública;
- c) Establecer y mantener un sistema de seguimiento e información del sector del riego y del uso del agua;
- d) Aprovechar la planificación territorial provincial para identificar las inversiones más pertinentes;
- e) Aumentar la inversión privada en riego;
- f) Incorporar al riego los productores familiares con potencial comercial y capacidad empresarial;
- g) Fortalecer en los programas dirigidos a los agricultores familiares.

Los siete objetivos se determinan con la propuesta de las siguientes líneas de acción:

- a) recursos hídricos e infraestructura predial,
- b) fortalecimiento institucional;
- c) socio-productiva y;
- d) ambiental.

El Ministerio de Economía y Finanzas Públicas de La Nación (MEFPN) a través de la Subsecretaría de Relaciones con Provincias (MEFPN, 2010), realizó un estudio territorial, económico y productivo en la Región de la Cuenca Media del Río Colorado (CUEMECO), aguas arriba de La Pampa, más precisamente para el departamento Malargüe de Mendoza. Estratégicamente el informe manifiesta el potencial de los suelos con vistas al desarrollo de la región, por lo que se requiere de estudios científicos en profundidad (hidrogeológicos y otros). El estudio identifica producciones agrícolas alternativas y potenciales a desarrollar en dicha área bajo riego: cereales, forestales, forrajeras, frutales, hortalizas, cultivos industriales y otros (MEFPN, 2010). Emparentan resultados del estudio afirmando que el territorio se encuentra ante un modelo hidrocarburífero extractivo consolidado; y con pocas expectativas de cambio a corto plazo. “La actividad petrolera representa una importante contribución a la economía nacional y provincial y por tanto esta región seguirá siendo una productora

importante de petróleo y minerales” (MEFPN, 2010:170). Se plantean diferentes estrategias para alcanzar un desarrollo sustentable de la región del CUEMECO: a) minería sustentable, ganadería semi-intensiva; agricultura intensiva y turismo cultural y naturaleza. Seguidamente a las estrategias, se manifiesta la necesidad concreta de desarrollar el sistema vial interno y externo de la región y se propone el análisis de los bienes del patrimonio arqueológico y paleontológico, así como también el turismo en las áreas de parques y reservas protegidas y la práctica de la pesca deportiva (MEFPN, 2010).

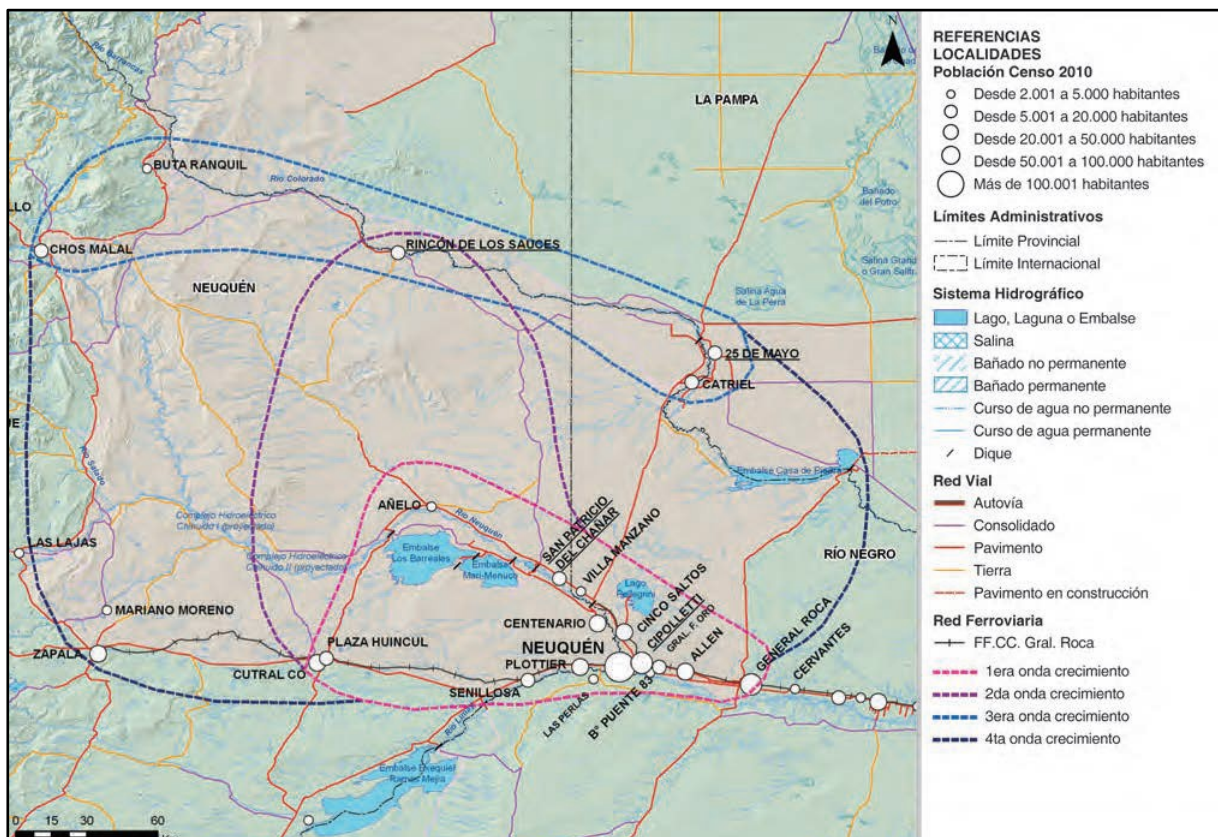


Figura 6.15: Ondas expansivas de crecimiento en región Vaca Muerta. Fuente: Extraído de SPTIP (2016c).

CORFO (2010) plantea un plan estratégico para las actividades productivas del VBRC, el plan tiene como objetivo incrementar la riqueza regional a través de aumentos de rentabilidad de las explotaciones productivas en un marco de sustentabilidad ambiental y social. De esta manera el plan estratégico se plantea dos claros ejes estratégicos:

1) Optimización de infraestructura de riego y drenaje. Lineamientos: a) Plan Maestro de Operación y Mantenimiento; b) Sistema de la Red Telemétrica; c) Mecanización de las Tomas; d) Revestimiento de Canales; e) Reparación y Actualización de Obras de infraestructuras.

2) Generación y transferencia de tecnología. Lineamientos: a) Acciones de transferencia tecnológica en el área de riego (mejorar su operación y mantenimiento); b) Consolidar el proyecto de generación y transferencia (mejora en la gestión de los consorcios de riego).

Por último y de manera integral, en un esfuerzo muy interesante de desarrollo de planificación territorial de la Región de Río Colorado con visión al año 2030,

coordinado por la Subsecretaría de Planificación Territorial de la Inversión Pública y muy utilizado a lo largo de los capítulos de este trabajo, el MPFIPS (2013, 2014a; b) y Sili, (2015) desarrollaron documentos tendientes al pasado, presente y futuro de la región mencionada. De acuerdo a la metodología llevada a cabo se estableció la evolución del proceso de la planificación (figura 6.16)

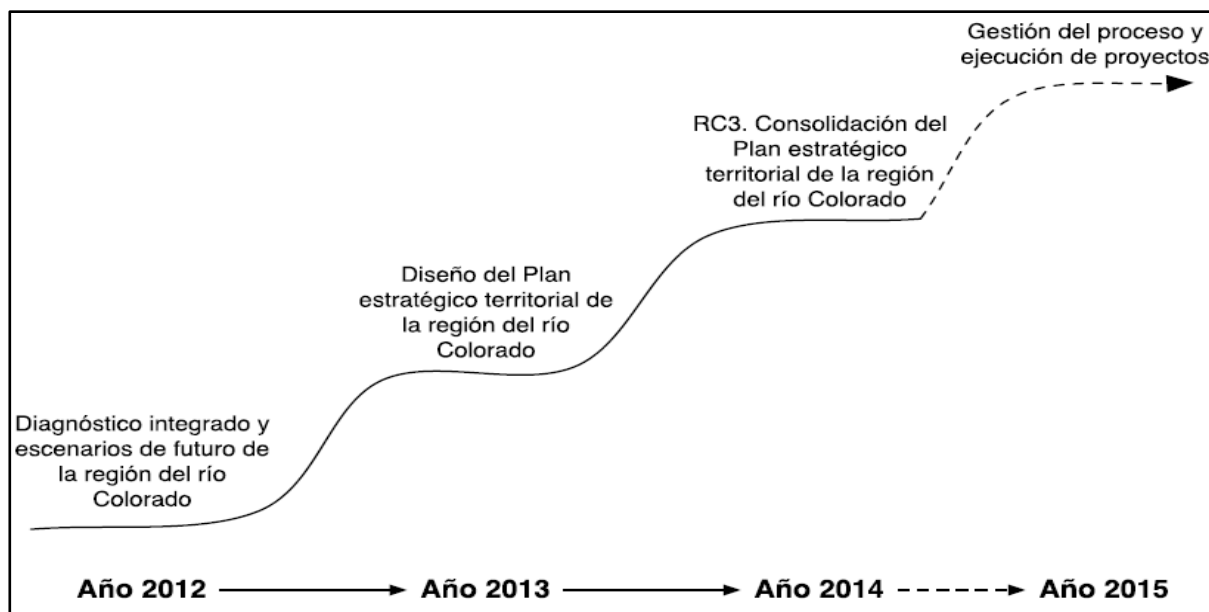


Figura 6. 16: Evolución del proceso de planificación de la región del río Colorado. Fuente: Extraído de MPFIPS (2014b).

En una primera instancia MPFIPS (2013a) realizó un diagnóstico integrado de futuro con la propuesta de tres escenarios concretos de futuro que cuenta con aportes divididos en tres partes: a) una visión de conjunto de la región del río Colorado; b) las microrregiones del río Colorado; y c) los escenarios de futuro para la región.

El primer aporte explica las consideraciones básicas de la región, el medio físico y la dinámica hidrológica, la estructura regional, así como también el sistema de asentamientos humanos, la dinámica demográfica y la infraestructura que conecta a la región. Ya el segundo aporte divide a la región en cuatro microrregiones (del Borde Andino hacia el oeste; de 25 de Mayo, Catriel y Casa de Piedra junto con Río Colorado en el centro de la cuenca y el VBRC en el este) y plantea las características generales en torno al primer aporte de cada microrregión en particular. El tercer y último aporte se aporta la construcción de tres escenarios de futuro posibles (figura 6.17): a) escenario de desarrollo e integración territorial (deseado); b) escenario de asimetrías territoriales y consolidación de núcleos competitivos (tendencial) y; c) escenario de deterioro socio-ambiental y exclusión territorial (no deseado) (MPFIPS, 2013a).

Luego se desarrollaron los mismos escenarios en las microrregiones diferenciadas. Particularmente para este estudio analizaremos las variables de futuro que se atendieron en el desarrollo de las dos microrregiones centrales: la microrregión de 25 de Mayo, Catriel y Casa de Piedra (tabla 6.7), y la microrregión de Río Colorado (tabla 6.8).

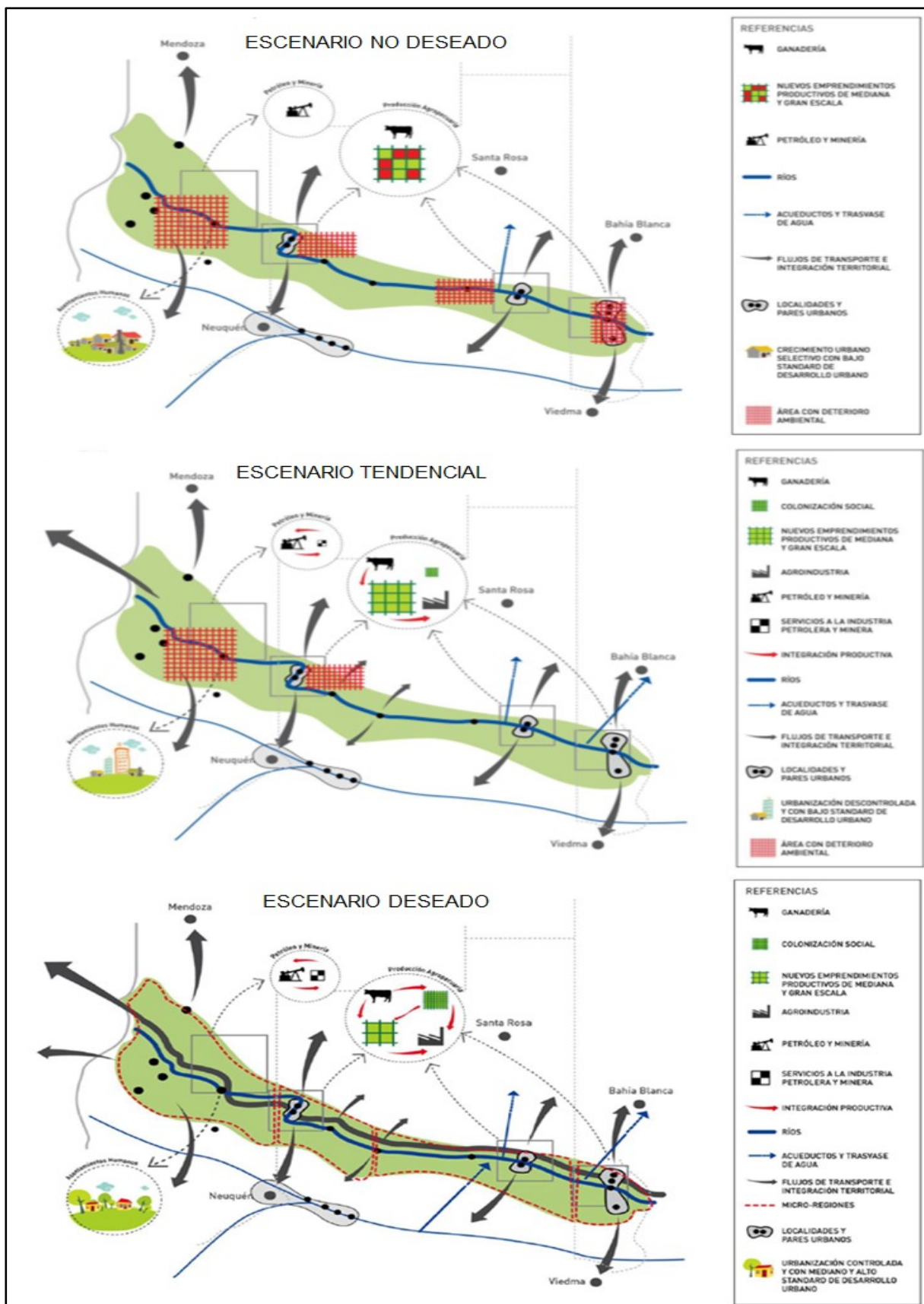


Figura 6.17: Escenarios propuestos para la región del río Colorado.
Fuente: Elaboración propia en base a MPFIPS (2014b).

Tabla 6.7: Variables de análisis para los diferentes escenarios de la microrregión de 25 de Mayo, Catriel y Casa de Piedra.

Variables de análisis	Escenario deseado	Escenario tendencial	Escenario no deseado
Equilibrio urbano regional	Equilibrio entre pares urbanos, cooperación interurbana (25 de Mayo - Catriel y Villa Turística Casa de Piedra)	Tendencia a la concentración urbana en 25 de Mayo y Catriel	Concentración en las dos localidades. Fuerte dependencia de Neuquén
Desarrollo urbano	Buena calidad de vida. Competitividad urbana	Mediana calidad de vida con bolsones de pobreza y marginalidad.	Deterioro urbano. Marginalidad y conflictos ambientales
Conectividad e integración regional	Alto nivel de conectividad. La micro-región es una plataforma de articulación entre las microrregiones de la Región.	Conectividad diferencial. Sólo beneficia a las dos localidades	Bajos niveles de conectividad en general. Se deterioran las infraestructuras más importantes
Desarrollo económico regional	La matriz productiva se diversifica sustancialmente. Menor dependencia petrolera y minera. Alto valor agregado de calidad	La matriz productiva se mantiene especializada en petróleo y agricultura de carácter empresarial. Bajo valor agregado local.	Dependencia petrolera y deterioro del sistema de irrigación por contaminación. Crisis de empleo local
Dinámica y gestión de los recursos hídricos	La construcción de nuevos embalses en la cuenca alta aumenta la confiabilidad de suministro de agua para municipios, riego e industria petrolera. Hay nuevas áreas de riego u ocupación de tierras previamente abandonadas. Mejora en la eficiencia general del riego	No se construyen embalses en la cuenca alta haciendo vulnerable el suministro de agua en años secos. Continúan los vuelcos esporádicos de petróleo o agua de formación al río. Mayor riesgo de contaminación con químicos por la aplicación de <i>fracking</i> . Aumenta el consumo de agua por la utilización de fractura hidráulica en petróleo, compitiendo con el uso agrícola y municipal.	Se descontrola el vuelco de hidrocarburos sobre el territorio, ingresando petróleo al río que se traslada aguas abajo. La infraestructura de riego se deteriora sustancialmente. El riego presurizado se abandona por sus altos costos energéticos. Incapacidad de abastecer agua potable y servicios sanitarios a una población creciente
Medio ambiente y paisaje	El medio ambiente se encuentra protegido y el paisaje contribuye al desarrollo micro-regional como marca de identidad	El medio ambiente y el paisaje siguen siendo considerados como factores de la producción que deben ser explotados.	Las condiciones ambientales y paisajísticas se encuentran en un proceso de deterioro

Tabla 6.7: Variables de análisis para los diferentes escenarios de la microrregión de 25 de Mayo, Catriel y Casa de Piedra (continuación).

Variables de análisis	Escenario deseado	Escenario tendencial	Escenario no deseado
Identidad territorial	Existe una fuerte identidad territorial	Bajo nivel de identidad	Identidad negativa que expulsa población
Gobernanza	Capacidad de coordinación y gestión de redes de proyectos.	Fragmentación institucional y baja capacidad de gestión del desarrollo.	Muy bajo nivel de institucionalidad.

Fuente: Extraído de MPFIPS (2013a).

Tabla 6. 8: Variables de análisis para los diferentes escenarios de la microrregión de Río Colorado.

Variables de análisis	Escenario deseado	Escenario tendencial	Escenario no deseado
Equilibrio urbano regional	Equilibrio entre pares urbanos, cooperación interurbana	Tendencia a la concentración urbana en Río Colorado	Dinámica urbana excéntrica
Desarrollo urbano	Buena calidad de vida. Competitividad urbana	Mediana calidad de vida con bolsones de pobreza y marginalidad.	Deterioro urbano. Marginalidad y conflictos ambientales
Conectividad e integración regional	Alto nivel de conectividad interno y externo a la región.	Conectividad por ruta 22 y 154. Baja conectividad con las restantes micro-regiones	Sólo Río Colorado y La Adela mantienen buena conectividad en general.
Desarrollo económico regional	La matriz productiva se diversifica sustancialmente. Fuerte integración entre sectores. Actividades intensivas y ganadería que generan empleo y valor agregado local. Imagen de marca	La matriz productiva se mantiene especializada en ganadería extensiva y agricultura bajo riego en escala. Bajo valor agregado local y deslocalización de la renta.	Ganadería de baja producción. Agricultura bajo riego en crisis por falta de inversión y falta de agua
Identidad territorial	Existe una fuerte identidad territorial	Bajo nivel de identidad	Identidad negativa que expulsa población

Tabla 6.8: Variables de análisis para los diferentes escenarios de la microrregión de río Colorado (continuación).

Variables de análisis	Escenario deseado	Escenario tendencial	Escenario no deseado
Dinámica y gestión de los recursos hídricos	Se pone en producción tierras abandonadas en el sistema de riego de Salto Andersen. Mejoras en la red de distribución de agua del sistema de riego Salto Andersen. Se reactiva el riego en los pequeños y medianos establecimientos privados. Se amplía la capacidad de distribución del acueducto Pichi Mahuida	Permanece constante la capacidad de regulación de caudales del río haciendo vulnerable el suministro de agua durante años de poco caudal. Limitada producción de las áreas bajo riego de los sistemas públicos con altos costos para el Estado para su operación y mantenimiento No se anticipan problemas de suministro de agua para poblaciones de continuar el mismo nivel de demanda de agua que hoy existe	El riego de cultivos de poco valor comercial, sumado al incremento del precio de la energía, precipita un mayor abandono de tierras con infraestructura de riego. El alto costo de la energía genera abandono de parcelas con riego presurizado, algo que ya se puso en evidencia desde el año 2009
Medio ambiente y paisaje	El medio ambiente y el paisaje se han transformado en la marca de identidad de la micro-región, especialmente vinculado a la producción ganadera.	Existen bolsones con deterioro ambiental.	Las condiciones ambientales y paisajísticas se encuentran en un proceso de deterioro
Gobernanza	Capacidad de coordinación y gestión de redes de proyectos. Construcción de una dinámica institucional micro-regional bien articulada	Fragmentación institucional y baja capacidad de gestión del desarrollo	Muy bajo nivel de institucionalidad. La dinámica de la micro-región depende de decisiones exógenas

Fuente: Extraído de MPFIPS (2013a).

Por último el informe plantea condiciones de base que avanzan en el proceso de construcción de las dinámicas de desarrollo, objetivos estratégicos y políticas y acciones de desarrollo (MPFIPS, 2013a):

a) entre las condiciones de base, existe una institucionalidad para la administración del agua (presencia del COIRCO); experiencias de desarrollo local (CUEMECO, 25 de Mayo y Catriel, de Río Colorado y La Adela, del VBRC) como señales de articulación bajo intereses comunes; región como espacio de transición e intersección de importancia estratégica a nivel nacional y; las cinco provincias involucradas y la Nación, miran la región como un territorio a desarrollar;

b) los objetivos estratégicos se orientan a: aprovechar la valorización de los recursos y las nuevas alternativas potenciales; mejorar la calidad de vida; consolidar la identidad regional; mejorar infraestructura y equipamientos; sustentabilidad de los recursos naturales y; consolidar la integración regional con las demás regiones nacionales.

c) políticas y acciones estratégicas: consolidar la red urbana policéntrica; mejorar los niveles de conectividad regional; diversificar la matriz productiva; mejorar la gestión de los recursos hídricos; diseñar políticas ambientales y fortalecer la gestión territorial (MPFIPS, 2013a).

En función de las condiciones de base, los objetivos, políticas y acciones estratégicas es que se plantean cuatro grandes ejes de trabajo que podrán considerarse como las bases para la construcción de la región del río Colorado y que constituyen una agenda de desarrollo de corto plazo:

a) plataforma de trabajo compartida con visión de planificación entre organismos de las diferentes provincias, junto con los municipios de la Región.

b) sistema de información regional y mapa de inversiones potenciales.

c) diseñar una estrategia conjunta de desarrollo y ordenamiento territorial.

d) consolidar la identidad regional (MPFIPS, 2013a).

En la segunda y tercera instancia general de la planificación se desarrolló el diseño y consolidación del Plan Estratégico Territorial de la región del Colorado (MPFIPS, 2014 b; a) partiendo del estado de situación (aportado por el diagnóstico anterior). Se desarrollaron nuevamente los escenarios y estableciendo objetivos, subobjetivos y proyectos para cada microrregión.

Particularmente para las microrregiones de 25 de Mayo, Catriel y Casa de Piedra y para la de Río Colorado se pueden considerar los principales lineamientos:

a) microrregión 25 de Mayo, Catriel y Casa de Piedra: se valoraron más los programas “Ordenamiento Territorial y Ambiental de la Región”, concretamente el proyecto más valorado ha sido el “Plan marco de ordenamiento territorial de la región y de infraestructuras regionales”. Dentro de este último proyecto, se destacan obras de provisión de energía eléctrica, gas, agua y caminos (pavimentación total de la ruta del Colorado; revisión de traza del ferrocarril de la Mina de Potasio Río Colorado a Fortín Uno y; pavimentación de la RP 34).

b) microrregión de Río Colorado: prevalecen dos grupos de proyectos (“Fortalecimiento Institucional” y “Ordenamiento Territorial y Ambiental de la Región”, por un lado y por otro, “Mejora de la Competitividad y el Desarrollo Económico Regional”). Se destaca la puesta en valor de sitios arqueológicos y paleontológicos; la construcción de infraestructura (represas multipropósito de regulación de caudales) y conectividad (rutas y ferrocarriles).

La tercera instancia de planificación (Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios (MPFIPS), 2014a) plantea consolidar el Plan de Desarrollo Territorial a través de la ejecución de diversos proyectos ya priorizados y de la creación y el fortalecimiento de nuevas capacidades de gestión y articulación de políticas territoriales y manejo de recursos, de manera que el proceso de planificación pueda sostenerse a través del tiempo con el esfuerzo conjunto de las Provincias y Municipios involucrados.

De acuerdo a este objetivo, se realizaron los siguientes productos:

a) El primer producto realizado es el Observatorio del Desarrollo Territorial de la Región del Río Colorado (RRC), denominado luego Sistema de información regional del Río Colorado (SIR RCC).

b) Proyectos de infraestructura hídrica: El proyecto también incluyó la elaboración de dos estudios de prefactibilidad de dos obras hidráulicas claves para la región como son el Dique Regulador Paso Alsina y Represa Embalse Cari Lauquen, lo cual incluye la definición de propuestas o alternativas de diseño de las mismas.

c) Proyecto ruta del Colorado: creación y pavimentación de una ruta que una la cuenca alta, media y baja brindando conectividad zonal vial y obras complementarias: puentes e intersecciones.

d) Perfiles de proyectos productivos: propuesta de proyectos factibles en ganadería bovina, agricultura intensiva (horticultura, vitivinicultura), producción extensiva (maíz y alfalfa) y contratismo rural. Además, se plantea el sector turístico: poco explorado hasta la actualidad, con un gran potencial.

Finalizando la planificación se propone una Comisión de desarrollo regional que vigile y haga cumplir la gestión del proceso y la ejecución de los proyectos (Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios (MPFIPS), 2014a).

Por último, la Comisión de Recursos Hídricos (CRH, 2017) que integra CORFO, INTA, Municipios de Villarino y Patagones de Buenos Aires y el Consejo Regional del Plan de Desarrollo del Sudoeste Bonaerense avalaron la solicitud de $201 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ de agua del río Negro para la implementar nuevas obras y mejoras del riego en los partidos de Villarino y Patagones, con capacidad de disponibilidad de agua para consumo y riego supere las 600.000 ha.

6.3.3 Planificaciones provinciales-locales.

Pasando a los estudios con orientación de futuro de índole provincial, el CFI (2013) presenta siete hipótesis de desarrollo futuro para la provincia de La Pampa:

- a) de provincia frontera a una nueva centralidad;
- b) del simple gradiente ambiental al reconocimiento de una fuerte diversidad de paisajes;
- c) la población se reorganiza y el débil poblamiento puede transformarse en una oportunidad para el desarrollo;
- d) una provincia argentina con muy buena calidad de vida. Nuevas oportunidades para el futuro;
- e) del modelo productivo tradicional hacia un escenario de mayor innovación y diversificación productiva;
- f) una política fiscal responsable y;
- g) las microrregiones son espacios de intervención que deben consolidarse.

Se establece a la microrregión diez como límite regional del río Colorado en La Pampa, estableciendo la importancia de la consolidación de estos espacios territoriales. El informe plantea un análisis de las Fortalezas, Oportunidades, Desafíos y Amenazas (FODA) de cada una de las microrregiones. En el caso de la microrregión diez se plantea: un desarrollo muy extenso y con un nulo vínculo entre las localidades más lejanas, no posee relaciones funcionales y se ve traccionada por el proyecto futuro sobre esta área. El río es el principal recurso y se utiliza para la producción agrícola. La falta de una ruta que conecte horizontalmente la microrregión ha sido un elemento clave que ha limitado sustancialmente el desarrollo. A nivel microrregional, se denota la ausencia de presupuesto, planificación, sistemas de administración y gestión propios y ordenamiento territorial en cada una de ellas y se carece de identidad microrregional. Como punto central que aborda el trabajo es la diferenciación entre la zona este y oeste de La Pampa como un modelo dual que comienza a demostrar, por

medio de políticas públicas, muestras de transformación en varias dinámicas económicas, políticas y sociales (CFI, 2013).

Respecto al sector agropecuario el informe sugiere la necesidad de consolidarlo como un sector capaz de anclar la renta y generar mayor valor agregado de base local; se pretende un modelo productivo innovador y diversificado que deberá además sustentarse en una mirada más amplia y estratégica de los recursos que posee. La Pampa está frente a un momento histórico de ruptura y de cambio de lograr un salto cualitativo. Para favorecer este cambio de modelo y la visión de desarrollo, se debe superar la visión de provincia fronteriza, ambientalmente pobre, con poca población, dedicada al campo y poco innovadora (CFI, 2013).

El Ministerio de la Producción de La Pampa (MINP, 2014) desarrolló un plan productivo con visión de largo plazo en el que estableció objetivos y ejes estratégicos para la producción de la Provincia (figura 6.18).



Figura 6. 18: Objetivos y ejes estratégicos productivos de La Pampa.

Fuente: Extraído de MINP (2014).

En relación al área de estudio de este capítulo, el segundo eje estratégico: *“diversificar la matriz productiva y el fortalecer el desarrollo industrial”* plantea siete estrategias y seis programas de ejecución entre los cuáles se encuentra como estrategia el desarrollo de las áreas bajo riego y como programa la promoción y desarrollo de dichas áreas. Concretamente se propone: una fuerte política de atracción de inversiones; avance y diseño de obras complementarias (drenaje y energía eléctrica); adecuación de infraestructura en la Sección II de 25 de Mayo y; identificación de zonas potencialmente productivas, aguas abajo del dique Casa de Piedra (MINP, 2014). Cabe señalar que es el único programa directamente vinculado al desarrollo hacia las áreas regables, igualmente existe el planteo de programas provinciales con afectación indirecta a las áreas regables (tendientes a infraestructura vial, viviendas, etc.).

6.4 Consideraciones finales del capítulo.

En este capítulo se abordaron conceptos inherentes a la aproximación de imágenes de futuro (por medio de hipótesis de futuro) en las producciones bajo riego en las tres áreas regables de la ribera del río Colorado en La Pampa. Se utilizó el método Deplhi

(Drobnik et al., 2017) enviando formularios *online* (entrevistas semiestructuradas) a más de 50 posibles participantes, de los cuales contestaron dieciocho. Se involucró a productores regionales, técnicos públicos y privados, profesionales de INTA, cámara de productores, gerentes, tomadores de decisiones, funcionarios políticos actuales y pasados e investigadores de La Pampa y provincias condóminas. Con el análisis correspondiente a la información primaria obtenida y habiendo revisado el diagnóstico actual realizado en el capítulo III de la presente investigación, se procedió a aplicar la metodología prospectiva de construcción de escenarios futuros (Godet, 2007; Godet y Durance, 2011).

En primera instancia, se realizó un análisis estructural de la información primaria que derivó en un listado y descripción de 63 variables pasadas, presentes y futuras. Seguidamente se relacionaron las variables entre sí, dando origen a relaciones de influencia-dependencia (causa-efecto) propiciando la selección de las veinte variables con mayor importancia relativa en términos de influencia-dependencia. Se conceptualizaron las relaciones directas e indirectas que se muestran en mapas de redes (figuras 6.7 y 6.9). Resumiendo, el análisis estructural realizado con el *software* MIC-MAC, las primeras cinco variables que tienen mayor influencia directa sobre el resto son: a) Políticas Públicas Provinciales Semipresentes; b) Política agroalimentaria nacional sobre las economías regionales; c) Magnitud del Proyecto del río Colorado; d) Disponibilidad de calidad del agua del río Colorado y; e) Condiciones agroecológicas e institucionales favorables.

Del mismo modo, las cinco variables que tienen mayor dependencia directa del resto son: a) Magnitud del Proyecto Original; b) Diversificación Tecnológica y Productiva; c) Condiciones microeconómicas de PyMES de la región; d) Escasez hídrica y; e) Radicación de Capitales Agropecuarios. Las variables que mayor influencia y dependencia indirecta expresaron el mismo orden: a) Proyecto pampeano; b) Diversificación Tecnológica y Productiva; c) Radicación de Capitales Agropecuarios; d) Magnitud del Proyecto Original y; e) Políticas Públicas Provinciales Semipresentes. En segundo lugar, se plantearon, en consonancia con el análisis estructural, cuatro objetivos estratégicos con catorce lineamientos para un horizonte de planeamiento temporal situado en el año 2030 (explicado desde la información primaria). Seguidamente, se analizaron los actores pertenecientes a las áreas regables mediante el *software* MACTOR. Se listaron y describieron un total de veinte actores y se analizaron sus influencias en los objetivos estratégicos (figura 6.11). Se observó claramente la diferenciación entre actores claves o de enlace y actores autónomos, con respecto al cumplimiento de los objetivos estratégicos. También se pudo observar cómo las empresas petroleras se encuentran apartadas de la dinámica territorial tendiente a la producción agropecuaria bajo riego.

Por último, se plantearon tres diferentes escenarios surgidos de la interrelación entre los resultados del análisis estructural, los objetivos estratégicos planteados y el análisis de relación de los actores. El escenario optimista “Vida Verde: hacia el desarrollo sustentable de la agricultura bajo riego en La Pampa” plantea que las variables, sus relaciones y objetivos estratégicos llevados a cabo por la relación entre los actores se comportan positivamente. El escenario tendencial “Afianzado el crecimiento: vendimia y alfalfares” presenta un comportamiento tendencial de las variables, relaciones y comportamiento de los actores, en tanto el escenario pesimista de las producciones agropecuarias bajo riego “Agricultura, el arte de saber esperar: rumbo petrolero para el Proyecto pampeano” contempla la posición y dinamismo

negativo de las variables a futuro y su efecto en las relaciones y el comportamiento de los actores.

El escenario más conveniente para el sector agropecuario de la región de la ribera del río Colorado en La Pampa es “Vida Verde” planteando una intervención acelerada y constante de políticas públicas que dan cierta sensación de estabilidad y prosperidad al área. Los recursos naturales y la migración de la población van acompañando el crecimiento. En consonancia con el capítulo V, en este escenario se espera para el año 2030, la puesta en producción del 50 % de las 65.212 ha de bajo riego (unas 30.000 ha bajo riego). El escenario “Afianzando el crecimiento” es el que se manifiesta con más posibilidades de ocurrencia a futuro por la validación de los resultados: lo eligieron cerca del 80 % de los entrevistados. Este plantea en las áreas regables una eventual explosión en las producciones vitivinícolas, acompañadas por los productores agroindustriales de forrajeras (principalmente alfalfa). Se define una poca diversificación agrícola pero un aumento exponencial de población en el Ente Comunal Casa de Piedra. Se espera para este escenario la puesta en producción del 30 % del potencial de las áreas regables (unas 20.000 ha). Por último, se plantea un escenario de ruptura, en el cual la variable de la represa Portezuelo del Viento en conjunto con la eliminación de las políticas públicas y el avance petrolero, generan estancamiento y decrecimiento en las producciones agropecuarias. El desarrollo del área pasa a ser netamente dependiente de la extractividad hidrocarburífera. En este escenario se contempla un área regable al 15 % (unas 9.000 ha) y en decrecimiento. Para finalizar el capítulo, se realiza una revisión bibliográfica sobre las planificaciones estratégicas nacionales, regionales y locales y se plantea como novedoso que la planificación estratégica territorial realizada, si bien hay variadas planificaciones nacionales y regionales que contienen el área de estudio, es la primera planteada a nivel provincial (La Pampa) y específicamente para las actividades productivas de las áreas regables del río Colorado. A continuación, se resumen los cuatro ejes estratégicos que se contemplan a futuro para el desarrollo de estas áreas. Dichos ejes estratégicos se pueden resumir en:

1) Gestión de políticas públicas: infraestructura comunicacional, educación agropecuaria, eficiencia de recursos (principalmente agua y energía), financiamiento productivo, disponibilidad de mano de obra.

2) Investigación: estudios actuales a escala de cuenca, planificación de la investigación.

3) Cantidad y calidad de los recursos hídricos: contaminación petrolera y salina, calidad entregada.

4) Comunicación y articulaciones: redes de comunicación, acuerdos comerciales, turismo.

Los cuatro lineamientos generales mencionados anteriormente contemplan un futuro con: a) mayor superficie regable y por ende mayor producción agropecuaria; b) mejoras en la eficiencia de los recursos (principalmente agua y energía); c) una región productiva económicamente dinámica, activa y orientada a la innovación y; d) actores públicos, privados e instituciones gestionando las transformaciones del territorio.

Los principales ejes estratégicos no son una eventual propuesta tácita de planificación territorial sobre las áreas regables del río Colorado en La Pampa, sino más bien un resultado de la puesta en marcha de un análisis estratégico bajo una metodología puntual y validada por el desempeño de actores territoriales. Los ejes estratégicos se proponen como disparadores de reflexión futura para mejorar la eficiencia del agua y

la energía y los resultados económicos de las producciones agropecuarias llevadas a cabo en la ribera del río Colorado en los límites de la provincia de La Pampa.

CAPÍTULO VII: DISCUSIONES, CONCLUSIONES Y REFLEXIONES FINALES

7.1 Discusiones

A lo largo de la investigación se plantean una serie de resultados (consideraciones finales de los capítulos III, IV, V y VI) que se discutirán en este apartado con resultados obtenidos por diferentes autores. En primer lugar, la diferenciación en términos hidrológicos y políticos-sociales entre cuenca activa o pasiva y la caracterización en microrregiones (MPFIPS, 2013a, 2014a, b; Sili, 2015) se solapan con determinaciones ambientales (Cano, 2004; Michelini, 2010) generando importantes aportes hacia las diferentes interpretaciones del área de estudio. El agrupamiento y relación de las diferentes perspectivas sobre el área de estudio enriquece la mirada sobre la cuenca del río Colorado (capítulo III).

Se observaron diferencias de criterios en los cálculos sobre consumos hídricos por las provincias condóminas del río Colorado entre los diferentes autores (Díaz, 2013; MPFIPS, 2013a, 2014a,b; Sili, 2015). Sumando a la discusión, esta investigación calculó consumos hídricos fuertemente por debajo de los valores propuestos por los anteriores autores para la provincia de La Pampa (capítulo IV). Si bien es preciso aclarar que no se incorporan en el cálculo 504 ha de cultivos y plantaciones del SAA El Sauzal, alrededor de 1400 ha en el SAM 25 de Mayo, cultivos y plantaciones en Gobernador Duval suponiendo eficiencia en las aplicaciones del 70 % y contabilizando la precipitación efectiva (incluida en el cálculo del RAC), aun así los resultados se mantienen muy por debajo de los consumos calculados por los demás autores.

En cuanto a la discusión teórica-metodológica sobre el desarrollo del modelo económico hidroenergético, el mismo posee una función objetivo y varias restricciones cuestión que se comparte metodológicamente con diferentes autores (Irureta, 1964; Bowen & Young, 1985; Bazzani, 2005; Fernández et al., 2016). Otros autores también resaltan la importancia de establecer más de una función objetivo para problemas de mayor complejidad (Mendoza et al., 1986; 1987; Cittadini et al., 2008; Zimmermann, 2008). En este sentido y de acuerdo con Frank (2010b) la condición de perseguir varios objetivos u “objetivos múltiples” no se debe confundir con la elaboración de más de una función objetivo. Mientras el problema se pueda resolver con maximizar o minimizar sólo un objetivo y considerando el cumplimiento de los demás mediante restricciones adecuadas, es la forma más sencilla y apropiada de aplicar la metodología a la toma de decisiones asegurando una solución factible (Frank, 2010b). Considerando las clasificaciones sobre modelos hidroeconómicos realizadas por Bekchanov et al. (2015; 2017) se puede ordenar al modelo desarrollado como un modelo de optimización a nivel regional (o SIMOPT) ya que determina una optimización (como la mejor mezcla de actividades) justificada por una función objetivo para las áreas regables pampeanas de la cuenca del río Colorado. Se advierte también sobre los progresos prometedores en los enfoques de optimización que presentan soluciones aceptables en lugar de soluciones óptimas (Rossing et al., 2007) y se plantea que una solución es más eficiente (aceptable) que otra, si permite obtener más beneficios (Carrasco Monteagudo & Castaño Martínez, 2012). Acordando con los autores, se aplica el concepto de solución aceptable a los dos resultados obtenidos en el modelo económico hidroenergético, bajo las restricciones planteadas.

Seguidamente se discuten algunas limitaciones y diferencias y se realizan aportes a los modelos agroeconómicos de optimización. En primer lugar, no se encuentran estudios sobre la capacidad de gestión empresarial y se proponen actividades alternativas en las evaluaciones integradas, en este sentido es importante establecer

qué actividades, cuántas y su método de evaluación (Britz et al., 2012). Uno de los aportes del modelo económico hidroenergético fue avanzar sobre actividades alternativas exigiendo predisposición y capacidad gerencial para llevarlas a cabo en los términos planteados, si bien es cierto que en el modelo no se tomó a la capacidad gerencial como una variable en sí misma. Se manifiesta la no evaluación de plagas y enfermedades de cultivos/plantaciones en resultados y se proponen validar y calibrar los modelos económicos con información *ex post* (Britz et al., 2012); en este sentido este trabajo presentó indicadores y validaciones *ex post* de las producciones analizadas. Resulta llamativa la propuesta de Britz et al. (2012) ya que los análisis *ex post* se sustentan en información de pasado, por ende, la influencia de plagas y enfermedades estaría contemplada en los resultados.

Siguiendo la discusión con Britz et al. (2012) este modelo intenta capturar impactos de las tres dimensiones del desarrollo sustentable (económica, social y ambiental), mediante la FO desarrollada atendiendo a resultados económicos y a sus restricciones que atienden a cuestiones ambientales y sociales. Se acuerda con los autores en que sigue siendo un reto desarrollar modelos lineales de optimización que atiendan el amplio marco de referencia del desarrollo sustentable, considerando la materialización de los diecisiete ODS planteados por la ONU (Constanza et al., 2016). En este sentido se comparte también la importancia de analizar principalmente los factores ambientales en las planificaciones de largo plazo, puntualmente sobre la gestión del recurso hídrico dentro del río Colorado (Lema, 2016); varios de estos factores fueron analizados para la cuenca en la provincia de La Pampa durante la investigación (capítulos III, IV, V y VI).

En términos de procesos sociales, Rossing et al. (2007) advierten que todavía queda mucho por aprender acerca de cómo los modelos que son útiles para informar a los científicos, también lo sean para los responsables de la formulación de políticas, particularmente con demandas orientadas hacia las políticas sociales. En este sentido y en coincidencia con Williamson (2000), este trabajo brinda resultados en torno a un modelo hidroenergético (nivel 4 de análisis propuesto por el autor) pero además construye escenarios comunicables que incluyen la participación de actores relevantes del territorio de las áreas regables del río Colorado.

De acuerdo con la economía provincial, el Ministerio de Hacienda de la Nación (2018) explica que el complejo cerealero de La Pampa, para el año 2017, fue el principal exportador de las ventas provinciales con una participación del 65 %, equivalente a 346 millones de dólares estadounidenses; mientras que la cadena de carne vacuna provincial exportó 46 millones de dólares estadounidenses el mismo año. Si consideramos que los resultados de la distribución de la superficie potencial del modelo hidroenergético expresa un resultado económico de aproximadamente 183 millones de dólares estadounidenses, que ascendería a 599 millones sin la restricción de mano de obra, se puede resaltar la fuerte importancia de desarrollar la región regable del sur de La Pampa en términos netamente económicos. Cabe señalar también la potencialidad decisiva en la generación de oferta laboral regional.

Acordando con diferentes trabajos (MPFIPS, 2011, 2013a, 2014a,b; MIOPV, 2018) sobre la planificación regional pampeana de la cuenca (capítulo VI) se manifiesta la clara necesidad de articular e integrar la región del río Colorado instalando como eje central de articulación la “ruta del Colorado”. En este sentido se manifiesta coincidencia con lo planteado dentro del objetivo estratégico 4: comunicación y articulaciones: redes de comunicación, acuerdos comerciales y turismo, planteados en la investigación. Por otra parte, el MIOPV (2018) en su última actualización del plan

estratégico de Argentina, plantea el desarrollo del área regable de Gobernador Duval. En consonancia con el árbol de problemas planteado en el MPFIPS (2011) se comparten muchos diagnósticos y objetivos, entre los más relevantes se destacan: evitar la contaminación hídrica, ampliar la oferta de servicios y potenciar el desarrollo productivo.

Discusiones que surgen como novedosas en torno las propuestas de otros autores son la construcción del Embalse La Correntada, obra que no se había tenido en cuenta en el diagnóstico inicial durante esta investigación (Cazenave, 2011; FAO, 2014; Berhongaray, 2018). La SPTIP (2016a) plantea un desarrollo sustentable para la región cuyana y patagónica (norte) que abarcan las áreas regables pampeanas y anexa la apicultura como una opción sustentable a tener en cuenta en el desarrollo y la diversificación productiva. Se coincide con dicho informe en la gran potencialidad de explotación del turismo de la región.

El MPFIPS (2013a; 2014 a;b) realiza quizás la planificación estratégica más completa publicada sobre el área de estudio. Se desarrollan las dinámicas productivas, sociales y ambientales del río Colorado desde la cordillera de los Andes hasta el mar Argentino. Dicha planificación se desarrolla con la construcción de tres escenarios de futuro (deseado, tendencial y no deseado). Los ejes transversales de los escenarios del MPFIPS son la cohesión, integración y desarrollo social de toda el área estudiada y los objetivos planteados estratégicamente expresan el aprovechamiento y valorización de los recursos y las nuevas alternativas potenciales: mejoras en la calidad de vida, consolidación de la identidad regional, mejoramiento de infraestructura y equipamientos, sustentabilidad de los recursos naturales y consolidación de la integración regional. Algunas de estas cuestiones se comparten también por esta investigación, por ejemplo, el aprovechamiento y valoración de los recursos y las nuevas alternativas de producción, el desarrollo de mano de obra, la mejora en la infraestructura y el mejoramiento de la sustentabilidad de los recursos naturales. También se plantea desde el MPFIPS (2014a) una agenda de desarrollo basada en los sistemas de información regional, las comunicaciones y articulaciones sociales estratégicas para consolidar una identidad regional.

De acuerdo con SPTIP (2016c) se plantean muchas similitudes con el escenario petrolero (pesimista) presentado en el capítulo VI. Las ondas expansivas de crecimiento de población y desarrollo en torno a la producción petrolera comenzarían a partir de año 2021 (SPTIP, 2016c). En cuanto a la obra Portezuelo del Viento y en consonancia con el escenario pesimista planteado, la SRHN (2012) destaca la disposición en las planificaciones nacionales sobre la construcción de la represa.

A nivel provincial el CFI (2013) comparte la polarización de desarrollo dispar en la provincia de La Pampa (Este-Oeste), variable que tendería a revertirse en los últimos años. A nivel provincial, el MINP (2014) lanzó objetivos y lineamientos estratégicos para diversificar la matriz productiva y fortalecer el desarrollo regional, la propuesta es una fuerte política de atracción de inversiones en las áreas bajo riego, avance de obras de drenaje y energía eléctrica, infraestructura para la Sección II de 25 de Mayo y la identificación de zonas potencialmente productivas aguas abajo del dique Casa de Piedra, como por ejemplo Duval (MINP, 2014; MIOPV, 2018). Salvo esta última (identificación de zonas potencialmente productivas), son cuestiones planteadas dentro de los objetivos estratégicos de esta investigación.

Es importante la aplicación de políticas diferenciales para los productores de las áreas regables (p. ej. mejoras en el acceso al crédito y financiamiento para los pequeños productores, la creación de nuevas cooperativas o grupos de productores para

aumentar el poder de negociación y facilitar la gestión comercial) y el fortalecimiento de las instituciones técnicas que se dediquen a capacitar en el manejo y conservación del recurso natural (Mamani et al., 2013). Estrategias que deben surgir desde la planificación con intereses y objetivos estratégicos comunes y en consonancia participativa con la mayor cantidad de actores sociales.

La metodología aplicada (basada en cuestionarios participativos) de las partes interesadas, demostró ser útil para visualizar a los muchos actores que desempeñan un papel preponderante en el campo del área de estudio (Esteve et al., 2018). Se reafirma que, a pesar del sesgo de los actores sociales, los métodos aplicados ofrecen un medio para mejorar la comprensión de las complejas interacciones que se manifiestan entre las dinámicas sociales (Esteve et al., 2018). Siguiendo con las coincidencias en torno a la GIRH, Esteve et al. (2018) manifiestan que las instituciones públicas y los organismos gubernamentales pueden contribuir en gran medida a promover las interacciones entre múltiples actores, mejorar la transferencia de conocimientos y crear puntos de vista y objetivos comunes de planificación estratégica en las cuencas. Se propone como fundamental analizar los contextos sociales e institucionales en los que tienen lugar las medidas incluidas en la gestión del agua y en los planes estratégicos, también respaldados por evaluaciones biofísicas y basadas en modelos económicos; ya que pueden enfrentar barreras importantes en su implementación impulsadas por el contexto socio-institucional (Esteve et al., 2018). Cuestiones claves a tener en cuenta en las planificaciones estratégicas tendiente a la GIRH y con relación directa a la tercera hipótesis de esta investigación.

La FAO (2015) plantea para La Pampa que el esquema de gestión institucional, las perspectivas de tecnificación del agro, el esquema de financiamiento y el sistema de información sobre los recursos hídricos, son variables institucionales calificadas como negativas para el desarrollo de las producciones bajo riego provinciales. Cabe señalar que este último informe realizó un análisis generalizado en todas las provincias argentinas, dejando de lado las particularidades de cada caso puntual y más aún de una región específica dentro del área provincial, pero que coincide ciertamente con algunas de las cuestiones planteadas durante el capítulo VI.

De acuerdo con Martínez-Alier (2015) se comparte que la Economía Ecológica propone un nuevo campo transdisciplinario e integrador que estudia y aplica métodos entre los que se encuentran evaluaciones ambientales integradas, incluida la construcción de escenarios, modelado y métodos participativos de toma de decisiones; así como también la gestión de políticas públicas con instrumentos de política ambiental. En este sentido esta investigación podría formar parte de un aporte a dicha disciplina.

El río Colorado es un recurso aún desaprovechado que continúa siendo “la llave de la superación de esa tradicional dependencia del recurso agrícola y ganadero extensivo en que se afirma la economía pampeana y de la posibilidad de lograr un mayor equilibrio territorial de la provincia” (Michelini, 2010:113). Este estudio concuerda con esa afirmación y propone un esquema estratégico de largo plazo para La Pampa que intenta potenciar las áreas de desarrollo de la ribera del río Colorado. Se percibe entre los actores sociales el gran desafío de seguir potenciando el área, para equilibrar el desarrollo territorial de la provincia de La Pampa.

7.2 Conclusiones

De este estudio se concluyen los siguientes apartados:

- 1) Se logró el objetivo general de la investigación desarrollando un modelo económico hidroenergético de optimización lineal y estático que evaluó la eficiencia económica, hídrica y energética de las producciones agrícolas pampeanas bajo riego de la cuenca del río Colorado tanto actuales como alternativas.
- 2) En relación con el cumplimiento de los objetivos específicos:
 - a) se realizó una caracterización de la cuenca del río Colorado sobre variables socioculturales, políticas, institucionales, ambientales, productivas y económicas, haciendo énfasis particularmente sobre el área de estudio emplazada en la provincia de La Pampa (capítulo III);
 - b) se analizaron los diferentes aspectos inherentes a la hidrología del área de estudio presentando la problemática de escasez hídrica que atraviesa el río Colorado, así como las líneas de ribera y posibles inundaciones a través de hidrogramas particulares por cada estación de aforo; se finalizó con una estimación del consumo hídrico para las áreas regables del río Colorado en la provincia de La Pampa (capítulo IV);
 - c) se desarrolló un modelo económico hidroenergético de optimización lineal de resultados económicos, con restricciones de agua, energía, mano de obra y aptitud de cultivos a la superficie, con la finalidad de favorecer la asignación eficiente de agua y energía y mejorar los resultados económicos en las áreas regables agrícolas pampeanas del río Colorado (capítulo V) y por último;
 - d) se identificaron, analizaron y evaluaron prospectivamente variables que condicionan la evolución futura de las áreas regables pampeanas de la cuenca del río Colorado, delineando objetivos y lineamientos estratégicos territoriales de largo plazo (al año 2030).
- 3) En cuanto a la contrastación de los resultados con las hipótesis planteadas se considera que:
 - ✓ La primera hipótesis de trabajo expresa que *“Las ofertas de agua y energía son las principales variables que limitan los resultados económicos de las actividades agrícolas en las áreas regables pampeanas de la cuenca del río Colorado”*. Esta hipótesis no se valida debido a que sólo la variable mano de obra limitaría el desarrollo potencial de las superficies aptas edáficamente disponibles en las áreas regables pampeanas del río Colorado (capítulo V). De acuerdo con las producciones actuales y alternativas analizadas, bajo los sistemas de riego previstos y para los cálculos del presente estudio, el agua y la energía no son limitantes en el desarrollo potencial del área de estudio analizada y, por ende, tampoco en los resultados económicos regionales.
 - ✓ La segunda hipótesis sobre si *“Existen producciones alternativas que mejoran la eficiencia del agua y la energía y aumentan los resultados económicos regionales en las áreas regables pampeanas de la cuenca del río Colorado”* se valida por los resultados expuestos entre los capítulos III, IV y V. Se observan producciones alternativas como Ajo y Frambuesa que presentan mejores indicadores (mayores MB, menor RAC y EE) que los cultivos y plantaciones actuales de las áreas bajo riego.
 - ✓ La última hipótesis sobre si *“La evolución futura de las áreas regables pampeanas de la cuenca del río Colorado se encuentra condicionada por*

variables políticas e institucionales” se valida en el capítulo VI. Sobre 63 variables analizadas en el análisis estructural, las principales variables que más influencia directa tienen sobre el resto son: 1) Políticas públicas provinciales semi-presentes; 2) Política agroalimentaria nacional sobre las economías regionales; 3) Magnitud del proyecto del río Colorado; 4) Disponibilidad de calidad del agua del río Colorado y; 5) Condiciones agroecológicas e institucionales favorables. Por este motivo, se puede concluir que las variables más importantes que condicionan el desarrollo de las áreas regables pampeanas del río Colorado no se encuentran entre los resultados económicos o las ofertas de agua y energía, sino que se encuentran entre variables políticas e institucionales en el horizonte de planeamiento analizado.

- 4) El modelo económico hidroenergético es metodológicamente novedoso por su restricción de aptitud edáfica manifestada en la construcción de grupos de cultivos y plantaciones para las diferentes superficies las áreas regables pampeanas analizadas durante esta investigación.
- 5) Los resultados obtenidos de la presente tesis doctoral aportan principalmente al marco teórico-metodológico de la GIRH, ya que desarrolla un modelo económico basado en el aprovechamiento de los recursos naturales asociados al agua, maximizando los resultados económicos de las áreas regables con diferentes producciones agrícolas actuales y alternativas. Además, el modelo expresa cuestiones tendientes al empleo social, dejando en claro la falta de desarrollo de mano de obra regional, variable relevante en el aporte a la GIRH. Se concluye que el modelo económico hidroenergético, bajo su metodología de cálculo, propende a mejorar la diversidad de actividades agrícolas para aportar al conocimiento regional en torno al desarrollo económico, ambiental y social sobre la ribera pampeana del río Colorado, conceptos claves en la definición de la GIRH.
- 6) En relación con el apartado anterior y considerando a la GIRH como un diálogo social entre los diferentes actores interesados por el agua, se llevó a cabo una integración de los resultados del modelo económico hidroenergético (capítulo V) con la utilización de herramientas metodológicas de la prospectiva territorial (capítulo VI), desarrollando así la construcción de tres escenarios prospectivos estratégicos y exploratorios (positivo, tendencial y negativo). Los escenarios definieron imágenes de futuros que contemplaron intereses de los actores sobre el agua y los demás recursos, desde una perspectiva equitativa y mancomunada y con objetivos y lineamientos estratégicos a largo plazo, uno de los retos que plantea la GIRH.
- 7) Los resultados logrados y la integralidad de los mismos expresan la originalidad de esta tesis por lograr la integración entre un análisis hidrológico, un modelo económico hidroenergético y un estudio de prospectiva territorial a nivel regional para las áreas regables pampeanas la cuenca pampeana del río Colorado.
- 8) Los resultados abordados en la presente investigación podrían aportar sobre evaluaciones ambientales integradas que incluyen también la construcción de escenarios y métodos multicriterio participativos de toma de decisiones; cuestiones teóricas-metodológicas desarrolladas conceptualmente por la Economía Ecológica.

En la figura 7.1 se presenta el diagrama de conclusiones de la tesis doctoral.



Figura 7. 1: Diagrama de aportes y conclusiones de la investigación.

Fuente: Elaboración propia.

7.3 Reflexiones finales y futuras investigaciones

Reflexiones y futuras investigaciones que surgen de la finalización de la investigación:

- a) Se considera necesaria la realización de un nuevo estudio sobre disponibilidades del recurso hídrico del río Colorado con nuevas asignaciones de caudales y reorganización de cupos para las provincias condóminas, concretamente una actualización del PURC. La propuesta se fundamenta principalmente en las evidencias de bajas recurrentes del caudal en los últimos 10 años. Es importante señalar el monitoreo continuo de la cantidad y calidad de agua y la realización de estudios en torno a las consecuencias futuras económicas, sociales y ambientales que podría traer aparejada una disminución severa de los caudales para las poblaciones de la ribera debido a los impactos del CC. Sería preciso considerar la delimitación hídrica realizada por el MIOPV (2017) que expresa al Sistema del Río Colorado con la incorporación de todos sus aportantes, quedando inmersas en este sistema, además de las cinco provincias condóminas, las provincias de La Rioja, San Juan y San Luis.
- b) Las metodologías propuestas para la realización del modelo económico hidroenergético y la propuesta prospectiva generando escenarios, objetivos y lineamientos territoriales estratégicos son herramientas importantes que se pueden integrar en el desarrollo de resultados para la GIRH, para escalas de análisis regionales. Dichas herramientas podrían ser combinadas en futuras investigaciones con sistemas de apoyo a las decisiones para el riego y mejoras en eficiencias de recursos (Bazzani, 2005; Drobnik et al., 2017) ya sea mediante aplicaciones tecnológicas virtuales o *in situ* (mediante apoyo técnico).
- c) En el desarrollo del modelo económico hidroenergético y por cuestiones de insuficiencia en la información primaria se obviaron restricciones en torno al capital para el desarrollo de producciones actuales y alternativas. Se consideró como supuesto que todo el capital se encontraba disponible para el desarrollo de la potencialidad de las áreas regables, cuestión incompatible con la realidad. Cabe señalar que dicha restricción podría haber limitado los resultados económicos del modelo económico hidroenergético. Quedará a disposición de futuras investigaciones la incorporación de dicha restricción u otras (incorporación de la biomasa vegetal, análisis de nutrientes como nitrógeno, fósforo, potasio u otros minerales, entre otras) y la posibilidad de simular diversas políticas públicas en torno a las áreas regables. En este punto, resulta llamativo observar a plantaciones de alfalfas y cultivos de maíz con resultados de indicadores por debajo (menores MB y mayores RAC y EE) de las demás plantaciones y cultivos actuales y alternativos. En este sentido, se afirma que la mayor cantidad de hectáreas actuales del SAM 25 de Mayo se encuentra desarrollada con plantaciones y cultivos que poseen las menores eficiencias en términos de agua y energía y que arrojan los menores resultados económicos, cuestiones a rever con futuras investigaciones en el desarrollo de las producciones que se encuentran en las áreas regables pampeanas.
- d) Relacionado al punto anterior, las producciones agrícolas analizadas en este estudio se acotaron en términos de complejidad al desarrollo sólo de la producción primaria, dejando lugar a futuras investigaciones sobre la medición de indicadores en desarrollo de productos con agregado de valor regional *in situ*. Un ejemplo de producciones actuales con alto agregado de valor podrían ser la elaboración de

vinos de alta gama o la realización de cubos y *pellets* de alfalfa para mercados de exportación en el SAM 25 de Mayo. Otras actividades productivas, comerciales o de servicios (ganaderas, de turismo, entre otras) podrían ser objeto de futuras investigaciones en las áreas regables.

- e) El área regable de Gobernador Duval no se pudo tener en cuenta para este estudio debido a limitaciones en la información edáfica disponible, por lo que sería de proyección estratégica provincial comenzar con estudios científico-técnicos y continuar los esfuerzos en pos de fortalecer un área de desarrollo regable confluyente en dicha localidad.
- f) En la evaluación estacional de los indicadores correspondientes a los recursos agua y energía para la elaboración del modelo económico hidroenergético, se puede observar la fuerte demanda estacional en los meses de verano para las producciones agrícolas analizadas particularmente en el SAM 25 de Mayo. Por este motivo, sería de interés profundizar en estudios futuros sobre la distribución de la demanda hídrica y energética lo largo de las demás estaciones. La diversificación productiva en el desarrollo de productos con mayor agregado de valor podría ser un puntapié inicial de investigaciones futuras.
- g) Relacionado con el punto anterior, la demanda estacional de la mano de obra para el modelo económico hidroenergético fue restrictiva para las tres áreas regables sin una distinción clara entre las diferentes estaciones, lo que plantea la necesidad concreta de contar con mano de obra calificada y disponible para un potencial desarrollo agrícola en las tres áreas regables. En este sentido cabe señalar que una mayor cantidad de mano de obra trae aparejada demanda habitacional, de productos y servicios que requiere la población temporaria o permanente. Estas externalidades sociales deberán ser consideradas, estudiadas, planteadas y resueltas por los entes municipales y la sociedad regional.
- h) Se observa a lo largo del estudio una visión cortoplacista empresarial en las áreas objeto de estudio, formulada y consecuente con las cambiantes condiciones macroeconómicas y el descreimiento hacia la planificación estratégica. Se percibe una sensación de incertidumbre con respecto a la continuidad en las políticas establecidas por los actores gubernamentales hacia las áreas regables del río Colorado en La Pampa. En este sentido, el desarrollo participativo y regional de un plan estratégico sobre las áreas regables pampeanas del río Colorado se plantea como un desafío futuro en la planificación prospectiva territorial provincial.
- i) Los lineamientos estratégicos propuestos en el capítulo VI podrían aportar como disparadores para el desarrollo del punto h). Se resalta la necesidad de contar con aportes teóricos provenientes del desarrollo sustentable en la región, materializado en la propuesta de la ONU en los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS) que orientan el financiamiento del PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo) desde el año 2016. En este sentido los lineamientos o ejes estratégicos propuestos se debieran orientar hacia los ODS.
- j) Un aporte que se manifiesta en los resultados de los escenarios, es que los principales lineamientos estratégicos de política pública se deben plantear en torno a la infraestructura de comunicación intrarregional y al fomento de la mano de obra agropecuaria (desde otras provincias o incluso desde países limítrofes). Se manifiesta en el área una gran capacidad para generar empleo, productos regionales y resultados económicos importantes para el desarrollo de la economía de la provincia de La Pampa. Es llamativo observar durante el desarrollo del capítulo VI, la escasa importancia consecuente con la disponibilidad de mano de

obra regional, mencionada en pocas oportunidades dentro de los actores entrevistados. Sólo se mantuvo caracterizada entre las variables más importantes la falta de productores bajo riego (FPBR) cómo de influencia indirecta.

- k) Considerando que la dinámica de la GIRH no admite una única solución, sino que requiere de soluciones acordes con cada contexto socioeconómico, se recomienda la construcción, resolución y validación de modelos económicos de simulación u optimización *ex ante* para cultivos y plantaciones sujetos a variaciones propuestas por diversas eventualidades climáticas y naturales (como adaptación o mitigación del CC) y a diferentes escalas.
- l) Los resultados participativos y consensuados entre la mayoría de actores del territorio resultan clave para la apropiación de la planificación estratégica regional, asimismo orientan la formulación de políticas gubernamentales en el largo plazo con una importante impronta institucional-estatal desde las comunidades participantes. Lograr una apropiación de la planificación estratégica territorial por parte de las comunidades de la región es necesario para asegurar el cumplimiento de objetivos y lineamientos estratégicos de largo plazo.
- m) La realización y complementariedad de modelos económicos con participación y construcción de los actores para una planificación prospectiva estratégica territorial son herramientas útiles que orientan a la toma de decisiones en torno a favorecer el desarrollo sustentable de las regiones y se plantean como un desafío interesante de profundizar en futuras investigaciones.

BIBLIOGRAFÍA

- Abraham, L., Alturria, L., Fonzar, A., Ceresa, A., & E. Arnés. 2014. Propuesta de indicadores de sustentabilidad para la producción de vid en Mendoza, Argentina. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo*, 46 (1).
- Asian Development Bank (ADB). 2013. *Thinking about Water Differently: Managing the Water-Food-Energy Nexus*. Disponible en: <https://www.adb.org/publications/thinking-about-water-differently-managing-water-food-energy-nexus>
- Ahrends, H., Mast, M., Rodgers, Ch., & H. Kunstmann. 2008. Coupled hydrological–economic modelling for optimised irrigated cultivation in a semi-arid catchment of West Africa. *Environmental Modelling & Software*, 23(4), 385–395. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2007.08.002>
- Alcamo, J, Henrichs, T, & T. Rösch. 2000. World water in 2025: global modeling and scenario analysis. En Rijsberman, F, *World Water Scenarios Analyses*. World Water Council, Marseille, France.
- Aldaya, M. M., Niemeyer, I., & E. Zarate. 2011. Agua y Globalización: Retos y oportunidades para una mejor gestión de los recursos hídricos. *Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros*, 61–83.
- Allen, R., Pereira, L., Raes, D., & M. Smith. 1998. *Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements*. Rome: FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Allen, R., Pereira, L., Raes, D., & M. Smith. 2006. *Evapotranspiración del cultivo. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos*. (FAO). Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- Álvarez-Salas, L. M., Polanco-Echeverry, D. N., & Ríos-Osorio, L. 2014. Reflexiones acerca de los aspectos epistemológicos de la agroecología. *Cuadernos de Desarrollo Rural*, 11(74), 55–74.
- Anlló, G., Bisang, R., & G. Salvatierra. 2010. *Cambios estructurales en las actividades agropecuarias: de lo primario a las cadenas globales de valor*. Disponible en: <http://repositorio.cepal.org/handle/11362/3804>
- Arocena, F. 2009. Desarrollo sustentable: una propuesta de indicadores sociales para Uruguay. En Departamento de Sociología, Universidad de la República, *Cap. 1. El Uruguay desde la sociología VII: 7a Reunión Anual de Investigadores del Departamento de Sociología: el desarrollo y la sociología, desigualdad, poder y vulnerabilidad social, trabajo rural y artesanal, seguridad y criminalidad, educación: innovación y evaluación* (p. 45–59). CBA Imprenta-Editorial.
- Aumassanne, C, & D. Fontanella. 2018. *Evolución del Área Regada Mediante Pivote Central En El Sistema De Aprovechamiento Múltiple De 25 De Mayo La Pampa*. Informe para el Ministerio de Producción de La Pampa. Colonia 25 de Mayo, La Pampa, Argentina.
- Aurbacher, J., & S. Dabbert. 2011. Generating crop sequences in land-use models using maximum entropy and Markov chains. *Agricultural Systems*, 104(6), 470–479. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2011.03.004>
- Balbi, S., Bhandari, S., Gain, A. K., & C. Giupponi. 2013. Multi-agent agro-economic simulation of irrigation water demand with climate services for climate change adaptation. *Italian Journal of Agronomy*, 8 (3), 23. <https://doi.org/10.4081/ija.2013.e23>

- Bazzani, G. M. 2005. A decision support for an integrated multi-scale analysis of irrigation: DSIRR. *Journal of Environmental Management*, 77(4), 301–314. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2005.09.001>
- Beekman, G., Cruz, S., Espinoza, N., García, E., Toledo, C., Medina, D., ... García, M. 2014. *Agua, alimento para la tierra*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José, C.R.
- Bekchanov, M., Sood, A., & M. Jeuland. 2015. *Review of hydro-economic models to address river basin management problems: structure, applications and research gaps* (Vol. 167). International Water Management Institute (IWMI).
- Bekchanov Maksud, Sood Aditya, Pinto Alisha, & Jeuland Marc. 2017. Systematic Review of Water-Economy Modeling Applications. *Journal of Water Resources Planning and Management*, 143(8), 04017037. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)WR.1943-5452.0000793](https://doi.org/10.1061/(ASCE)WR.1943-5452.0000793)
- Bendini, M., & N. Steimbregger. 2010. Trabajadores golondrinas y nuevas áreas frutícolas. Las mismas temporadas, otros territorios. En Flores Lara, S. (Ed.), *Migraciones de trabajo y movilidad territorial*. D.F; México.: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.
- Bendini, M., Steimbregger, N., & M. Radonich. 2011. Continuidad y relevancia de un proceso histórico: los trabajadores golondrinas. *XI Jornadas Argentinas de Estudios de Población*.
- Blanco Fonseca, M., Garcia German, S., & I. Bardaji de Azcarate. 2011. El modelo de ayudas directas en la PAC post-2013: análisis de impactos de escenarios potenciales. *Economía Agraria y Recursos Naturales (EARN)*, 11(2), 83–108.
- Blanco-Gutiérrez, I., Varela-Ortega, C., & Purkey, D. R. 2013. Integrated assessment of policy interventions for promoting sustainable irrigation in semi-arid environments: A hydro-economic modeling approach. *Journal of Environmental Management*, 128, 144–160. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2013.04.037>
- Booker, J. F., Howitt, R. E., Michelsen, A. M., & R.A Young. 2012. Economics And The Modeling Of Water Resources And Policies. *Natural Resource Modeling*, 25(1), 168–218. <https://doi.org/10.1111/j.1939-7445.2011.00105.x>
- Bowen, R., & R. Young. 1985. Financial and Economic Irrigation Net Benefit Functions for Egypt's Northern Delta. *Water Resources Research*, 21(9), 1329–1335. <https://doi.org/10.1029/WR021i009p01329>
- Brandes, O. M., Ferguson, K., M'Gonigle, M., & C. Sandborn. 2005. *At a watershed: Ecological governance and sustainable water management in Canada*. <https://doi.org/ISBN 1-55058-290-9>
- Britz, W., Ittersum, M. van, Lansink, A. O., & T. Heckeleei. 2012. Tools for Integrated Assessment in Agriculture. State of the Art and Challenges. *Bio-Based and Applied Economics*, 1(2), 125–150. <https://doi.org/10.13128/BAE-11232>
- Brouwer, R., & M. Hofkes. 2008. Integrated hydro-economic modelling: Approaches, key issues and future research directions. *Ecological Economics*, 66(1), 16–22.
- Candelaria Martínez, B., Ruiz Rosado, O., Gallardo López, F., Pérez Hernández, P., Martínez Becerra, Á., & L. Vargas Villamil. 2011. Aplicación de modelos de simulación en el estudio y planificación de la agricultura, una revisión. *Tropical and subtropical agroecosystems*, 14(3), 999–1010.
- Candler, W., Fortuny-Amat, J., & B. McCarl. 1981. The Potential Role of Multilevel Programming in Agricultural Economics. *American Journal of Agricultural Economics*, 63(3), 521–531. <https://doi.org/10.2307/1240543>

Cano, E. (Ed.). 2004. *Inventario Integrado de los Recursos Naturales de la Provincia de La Pampa*. Segunda edición. Buenos Aires, Argentina.

Carmona, G., Varela-Ortega, C., & J. Bromley. 2011. The Use of Participatory Object-Oriented Bayesian Networks and Agro-Economic Models for Groundwater Management in Spain. *Water Resources Management*, 25(5), 1509–1524. <https://doi.org/10.1007/s11269-010-9757-y>

Carrasco Monteagudo, I., & S. Castaño Martínez. 2012. La nueva economía institucional. *Revista Económica Nuevas Corrientes de Pensamiento Económico*, (865), 43.

Cazenave, H.W. 2011. *Efectos de la Represa Casa de Piedra en la Variación Témporo Espacial de las Características Hidrológicas y del Diseño De Drenaje del Río Colorado*. Tesis Doctoral, Universidad Nacional del Sur. Disponible en: <http://repositoriodigital.uns.edu.ar/bitstream/123456789/2227/1/Tesis%20Cazenave.pdf>

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). 1998. *Recomendaciones de las reuniones internacionales sobre el agua: de Mar del Plata a París*. Disponible en: <http://repositorio.cepal.org/handle/11362/31137>

Chávez Cortés, Marta; G. Binnqüist Cervantes. 2012. La huella hídrica agrícola en los Valles de Etna , Zimatlán y Tlacolula, Oaxaca . *Sociedades Rurales, Producción y Medio Ambiente*, 12(23), 15–50.

Ciegis, R., Ramanauskiene, J., & B. Martinkus. 2009. The Concept of Sustainable Development and its Use for Sustainability Scenarios. *Engineering Economics*, 62(2). <https://doi.org/10.5755/j01.ee.62.2.11609>

Cittadini, E. D., Lubbers, M. T. M. H., de Ridder, N., van Keulen, H., & G. Claassen. 2008. Exploring options for farm-level strategic and tactical decision-making in fruit production systems of South Patagonia, Argentina. *Agricultural Systems*, 98(3), 189–198. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2008.07.001>

Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo (CMMAD). 1988. *Nuestro Futuro Común. Informe Brundtland*. Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/105305734/ONU-Informe-Brundtland-Ago-1987-Informe-de-la-Comision-Mundial-sobre-Medio-Ambiente-y-Desarrollo>

Comité Interjurisdiccional Del Río Colorado (COIRCO). 2013. *COIRCO: Bases para el acuerdo interprovincial, acuerdo interprovincial y Estatuto y Reglamento Interno del COIRCO*. Disponible en: <https://www.coirco.gov.ar/download/institucionales/institucionales-coirco/Reglamento%20y%20Estatuto%20Coirco.pdf>

Comité Interjurisdiccional Del Río Colorado (COIRCO). 2015. *Gestión Integrada del Recurso Hídrico 2014 – 2015. Previsiones para 2015 – 2016*. IV Jornada Informativa, Villa Casa de Piedra. Argentina.

Comisión de Recursos Hídricos (CRH). 2017. *Aprovechamiento Integral De Los Recursos Fluviales Del Extremo Austral Bonaerense (Villarino, Patagones)*. Consejo Regional del Plan de Desarrollo del Sudoeste Bonaerense, Municipios de Villarino y Patagones, Corporación de Fomento del Río Colorado, e Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Disponible en: https://inta.gob.ar/sites/default/files/comision_de_recursos_hidricos_compilado_junio_25_2018.pdf

Consejo Federal de Inversiones (CFI). 2001. *Estudio de Posibilidades de Diversificación Productiva para el Valle del Colorado*. Río Colorado, Provincia de Río Negro.

- Consejo Federal de Inversiones (CFI). 2007. *Proyecto Productivo Integral Casa de Piedra*.
- Consejo Federal de Inversiones (CFI). 2013. *Estudios Integral de la Provincia de La Pampa y sus Microrregiones. Aportes para el diseño e implementación del Plan Provincial y Microrregional de Desarrollo Territorial*. CABA, Argentina.: Consultora NEXOS Economía y Desarrollo.
- Consejo Federal de Inversiones (CFI). 1982. *Estudio de Revisión y Actualización del Sistema de Aprovechamiento Múltiple del Río Colorado en Colonia 25 de Mayo - La Pampa*. Buenos Aires, Argentina.: Reprografías JMA S.A.
- Consejo Federal de Inversiones (CFI). 2007. *Aprovechamiento Integral Multipropósito Salto Andersen - Bajo de los Baguales Río Colorado*. Santa Rosa, La Pampa.: Universidad Nacional de La Pampa.
- Corporación de Fomento del Valle Bonaerense del Río Colorado (CORFO). 2010. *Plan Estratégico: Modernización del Riego en el Valle Bonaerense del Río Colorado*. Corporación de Fomento del Valle Bonaerense del Río Colorado.
- Cosgrove, W. J., & F. R. Rijsberman. 2000. *World Water Vision: Making Water Everybody's Business*. ISBN 185383730X. Disponible en: <http://resolver.tudelft.nl/uuid:f52abf06-e53b-4bbf-9626-2e2a2c5e8f2e>
- Cotter, M., Berkhoff, K., Gibreel, T., Ghorbani, A., Golbon, R., Nuppenau, E.-A., & J. Sauerborn. 2014. Designing a sustainable land use scenario based on a combination of ecological assessments and economic optimization. *Ecological Indicators*, 36, 779–787. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2013.01.017>
- Cruzate, G., & J. L. Panigatti. 2008. *Aptitud de las tierras*. En *Suelos y Ambientes de La Pampa*.
- Daly, H.E. 1982. Allocation, distribution and scale: towards an economics that is efficient, just, and sustainable. *Ecological Economics* 6, 185-193.
- de Sousa Xavier, A. M., Costa Freitas, M. de B., & R. M. de Sousa Fragoso. 2015. Management of Mediterranean forests — A compromise programming approach considering different stakeholders and different objectives. *Forest Policy and Economics*, 57, 38–46. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2015.03.012>
- Decara, L., Sarmiento, C., Geymonat, M., Peralta, M., Coniglio, V., Martínez, P., & J. Puglici. 2013. *Evaluación comparativa de la sustentabilidad de establecimientos agropecuarios agroecológicos versus convencionales*. Jornadas Interdisciplinarias de Estudios Agrarios y Agroindustriales. Facultad de Ciencias Económicas. Universidad de Buenos Aires.
- Catastro (DGC). 2017. *Unidades Económicas*. Disponible en: <http://www.catastro.lapampa.gov.ar/images/stories/Archivos/Cartografia/UnidadEconomico.pdf>
- Dirección General de Estadísticas y Censos (DGEC). 2014. *Anuario Estadístico 2014*. Disponible en: http://www.estadistica.lapampa.gov.ar/images/Archivos/Anuario2014/Anuario_Estadistico_2014.pdf
- Dirección General de Estadísticas y Censos (DGEC). 2016. *Anuario Estadístico 2016*. Disponible en: http://www.estadistica.lapampa.gov.ar/images/Archivos/Anuario2016/Anuario_Estadistico_2016.pdf
- Dirección General de Estadísticas y Censos (DGEC). 2017. *Anuario Estadístico 2017*. Disponible en:

http://www.estadistica.lapampa.gov.ar/images/Archivos/Anuario2017/Anuario_Estadistico_2017.pdf

Di Rienzo, J.A, Casanoves, F, Balzarini, M.G, Gonzalez, L., Tablada, M., & C.W Robledo. 2008. *InfoStat, versión 2008*. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

Díaz, G. 2013. *Cuenca del Río Colorado. Uso de las Aguas del Río Colorado*. Inédito.

Dillon, B. 2004. *Riesgo, recurso hídrico y explotación de hidrocarburos. El caso especial de los derrames de petróleo en el Río Colorado, La Pampa, Argentina*.

Dillon, B. 2009. *Cambios, permanencias y perspectivas para formular propuestas de gestión socio-territorial: el aprovechamiento integral del Río Colorado en Bajo de los Baguales–La Pampa-Argentina*.

Dinar, A. 2012. *Economy-Wide Implications of Direct and Indirect Policy Interventions in the Water Sector: Lessons from Recent Work and Future Research Needs*. <https://doi.org/10.1596/1813-9450-6068>

Drobnik, T., Huber, R., & A. Grêt-Regamey. 2017. Coupling a settlement growth model with an agro-economic land allocation model for securing ecosystem services provision. *Journal of Environmental Planning and Management*, 60(7), 1127–1152. <https://doi.org/10.1080/09640568.2016.1197828>

Duinker, P. N., & L.A. Greig. 2007. Scenario analysis in environmental impact assessment: Improving explorations of the future. *Environmental Impact Assessment Review*, 27(3), 206–219. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2006.11.001>

Esteve, P., Varela-Ortega, C., Blanco-Gutiérrez, I., & T.E. Downing. 2015. A hydro-economic model for the assessment of climate change impacts and adaptation in irrigated agriculture. *Ecological Economics*, 120, 49–58. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2015.09.017>

Esteve, P., Varela-Ortega, C., & T.E. Downing. 2018. A stakeholder-based assessment of barriers to climate change adaptation in a water-scarce basin in Spain. *Regional Environmental Change*, 18(8), 2505–2517. <https://doi.org/10.1007/s10113-018-1366-y>

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2011. *Global food losses and food waste: extent, causes and prevention*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2013. *Climate-smart agriculture sourcebook*. Disponible en: <https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/29098>

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2014. *Areas De Riego En La Provincia De Rio De Negro*. Versión preliminar. Disponible en: http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/rlc/utf017arg/estudio/riegointegral/areasexistentes/Anexos/PROVINCIA_DE_RIO_NEGRO.pdf

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2015a. *Estudio del Potencial de Ampliación del Riego en Argentina*. Buenos Aires, Argentina.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2015b. *Informe Provincia del Neuquén Diagnóstico de los principales valles y áreas con potencial agrícola*. Proyecto FAO UTF ARG 017 Desarrollo Institucional para la Inversión.

Fathelrahman, E., Davies, A., Davies, S., & J. Pritchett. 2014. Assessing Climate Change Impacts on Water Resources and Colorado Agriculture Using an Equilibrium Displacement Mathematical Programming Model. *Water*, 6(6), 1745–1770. <https://doi.org/10.3390/w6061745>

- Fernández, F. J., & M. Blanco. 2015. Modelling the Economic Impacts of Climate Change on Global and European Agriculture. Review of Economic Structural Approaches. *Economics; Kiel*, 9(10), 1-53A.
- Fernández, F. J., Ponce, R. D., Blanco, M., Rivera, D., & F. Vásquez. 2016. Water Variability and the Economic Impacts on Small-Scale Farmers. A Farm Risk-Based Integrated Modelling Approach. *Water Resources Management*, 30(4), 1357–1373. <https://doi.org/10.1007/s11269-016-1227-8>
- Fontanella, D, & C. Aumassanne. 2015. *Evapotranspiración de maíz, alfalfa y vid bajo riego, en la cuenca media del río Colorado*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Disponible en: https://inta.gov.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_tc_evapotranspiracion_y_kc_cultivos.pdf
- Frank, F. 2010a. *La ecuación agua-energía en la expansión de la frontera agropecuaria*. Cap. 2, En: Viglizzo, E. y Jobbágy, E (eds.). Expansión de la frontera agropecuaria en Argentina y su impacto Ecológico-Ambiental. INTA. Buenos Aires.
- Frank, R. 2010b. *La optimización de la empresa agraria con programación lineal*. 1º edición. Buenos Aires, Argentina.: Editorial Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires.
- Gallopin, G. 2006. Los Indicadores de Desarrollo Sostenible: Aspectos Metodológicos y Conceptuales. *Seminario de Expertos sobre Indicadores de Sostenibilidad en la formulación y seguimiento de políticas*. FAO.
- Gaudiano, E. J. G., Meira-Carrea, P. Á., & C. Martínez-Fernández. 2015. Sustentabilidad y Universidad: retos, ritos y posibles rutas*. *Revista de la Educación Superior*, 44(175), 69–93. <https://doi.org/10.1016/j.resu.2015.09.002>
- Georgescu-Roegen, N. 1971. *The law of entropy and the economic process*. Harvard University Press, Cambridge.
- Ghida Daza, C. 2009. *Indicadores Económicos para la Gestión de Empresas Agropecuarias. Bases Metodológica* N° 11. CABA, Argentina.: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).
- Glave, M., & J. Escobal. 1995. *Indicadores de sostenibilidad para la agricultura andina*. Disponible en: <https://idl-bnc-idrc.dspacedirect.org/handle/10625/22642>
- Gobert, D., Domínguez, E., & S. Veral. 2016. *Escenarios Prospectivos Del Sector Español De Fabricantes De Baldosas*. SATIE.
- Gobierno de La Pampa (GLP). 2013. El agua en La Pampa: Introducción a la problemática hídrica. *Ecología para Todos*.
- Godet, M., & P. Durance. 2011. *La prospectiva estratégica para las empresas y los territorios*. Paris: Unesco.
- Godet, Michel, & P. Durance. 2007. Prospectiva Estratégica: problemas y métodos. *Cuadernos de LIPSOR*, 104.
- Gómez, C. L., & J. Maldonado. 2015. Análisis de indicadores de sustentabilidad para su aplicación en una ciudad intermedia de Chile: el caso de Chillán y su plan de desarrollo comunal. *Tiempo y Espacio*, (25). Disponible en: <http://revistas.ubiobio.cl/index.php/TYE/article/view/1766>
- Global Water Partnership (GWP). 2000. *Manejo integrado de recursos hídricos*. Disponible en: <http://www.gwp.org/globalassets/global/toolbox/publications/background-papers/04-integrated-water-resources-management-2000-spanish.pdf>
- HALCROW. 2013. *Cuenca del Río Colorado Determinación de Áreas de Riesgo Hídrico*. Programa Multisectorial De Preinversión III Préstamo Bid 1896/Oc-Ar N° Informe Final. Bahía Blanca, Argentina: COIRCO.

- Harou, J. J., Pulido-Velazquez, M., Rosenberg, D. E., Medellín-Azuara, J., Lund, J. R., & R. Howitt. 2009. Hydro-economic models: Concepts, design, applications, and future prospects. *Journal of Hydrology*, 375(3), 627–643. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2009.06.037>
- Henríquez, L. C. E., Charpentier, C., & J. Hernández. 2011. Avances y limitaciones de la gestión integrada de los recursos hídricos en Panamá. *Gestión y Ambiente*, 14(1), 23–36.
- Henseler, M., Wirsig, A., Herrmann, S., Krimly, T., & S. Dabbert. 2009. Modeling the impact of global change on regional agricultural land use through an activity-based non-linear programming approach. *Agricultural Systems*, 100(1), 31–42. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2008.12.002>
- Henseler, M., Wirsig, A., & T. Krimly. 2005. *Development, Testing and Application of ACRE: An Agro-Economic Production Model on Regional Level*. N° 24770. European Association of Agricultural Economists. Disponible en: <https://ideas.repec.org/p/ags/eaee05/24770.html>
- Hillier, F., & M. Hillier. 2008. *Métodos cuantitativos para administración*. Tercera edición. Mcgraw-Hill/Interamericana Editores, S. A.
- Hoekstra, A. 2003. *Virtual Water. An Introduction. Virtual Water Trade*. Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade. Research Report Series No. 12.
- Hoekstra, A, Chapagain, A, Aldaya, M, & M. Mekonnen. 2011. *The Water Footprint Assessment Manual*. Water Footprint Network. UK.
- Howitt, R. E. 1995. Positive Mathematical Programming. *American Journal of Agricultural Economics*, 77(2), 329–342. <https://doi.org/10.2307/1243543>
- Instituto Nacional de Educación Tecnológica (INET). 2016. *Demanda de Capacidades 2020. Análisis de la demanda de capacidades laborales en la Argentina*. Ministerio de Educación, Presidencia de la Nación Argentina. 83 p. Disponible en: http://www.inet.edu.ar/wp-content/uploads/2016/06/2016.06.21_Informe_Demandas_Laborales_2020_vf.pdf
- Irureta, F. G. 1964. Modelo de programación lineal aplicado a la determinación del plan de cultivos y dimensiones de una explotación familiar ideal en regadío. *Revista de Estudios Agrosociales*, (46), 75–96.
- Keller, J., Keller, A., & G. Davids. 1998. River basin development phases and implications of closure. *Journal of Applied Irrigation Science*, 33(2), 145–163. Disponible en: Scopus.
- Khalili, N. R., Duecker, S., Ashton, W., & F. Chavez. 2015. From cleaner production to sustainable development: the role of academia. *Journal of Cleaner Production*, 96, 30–43. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.01.099>
- Kutcher, G. P., & Norton, R. D. 1982. Operations research methods in agricultural policy analysis. *European Journal of Operational Research*, 10(4), 333–345. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(82\)90084-4](https://doi.org/10.1016/0377-2217(82)90084-4)
- Labandeira, X., León, C. J., & Vázquez, M. X. 2007. *Economía ambiental*.
- Laborte, A. G., Van Ittersum, M. K., & M. Van den Berg. 2007. Multi-scale analysis of agricultural development: A modelling approach for Ilocos Norte, Philippines. *Agricultural Systems*, 94(3), 862–873. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2006.11.011>
- Lema, R. 2016. *Administración De Sistemas De Riego, Con Análisis Del Caso CORFO*. Tesis de Maestría. Universidad Nacional del Sur.

- León Cruz-Aguilar, P., & J. E. Medina-Vásquez. 2015. Selección de los métodos para la construcción de los escenarios de futuro. *Entramado*, 11(1), 32–46. <https://doi.org/10.18041/entramado.2015v11n1.21113>
- López Anadón, E. 2015. *El abecé de los Hidrocarburos en Reservorios No Convencionales*. Publicación de divulgación. N° 4ª ed. revisada. CABA, Argentina.: Instituto Argentino del Petróleo y del Gas.
- Luque, J., Gutierrez, A., & J. Paoloni. 1970. *Requerimiento de Agua y Uso Consuntivo en la Provincia de Río Negro*.
- Mamani, A., Villegas Nigra, M., Bezic, C., Gajardo, O. A., Añazgo, M., Cañón, S., & Avilés, L. M. 2013. *Sustentabilidad de los Sistemas Cebolleros en el Valle Bonaerense del Río Colorado (Bs. As.): el caso de arrendatarios y propietarios*. VIII Jornadas Interdisciplinarias de Estudios Agrarios y Agroindustriales.
- Manavella, A., San Martino, L., & E. Pugh. 2005. Relaciones hídricas y técnicas de riego. En *El cultivo de cerezos en Patagonia Sur. Tecnología de manejo, empaque y comercialización*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).
- Maneta, M. P., & R. Howitt. 2014. Stochastic calibration and learning in nonstationary hydroeconomic models. *Water Resources Research*, 50(5), 3976–3993. <https://doi.org/10.1002/2013WR015196>
- Mariano, R., Gaspari, F., & Y. Bellini Saibene. 2018. *Oferta Hídrica y Problemática de escasez en la Cuenca Del Río Colorado*. Presentado en 5to Congreso Pampeano del Agua, Santa Rosa, La Pampa.
- Mariano, R., & Z. Roberto. 2018. NIVEL LOCAL CASO 4: Cuenca del Río Colorado en La Pampa: mapas de aptitud de suelos para diferentes cultivos agrícolas. En Z. Roberto, Farrell, Mauricio, & Carreño, Lorena, *Potencialidades de las nuevas tecnologías en el agro pampeano*. Ediciones INTA. 170 p. Anguil, La Pampa, Argentina: EEA INTA Anguil.
- Martinez-Alier, J. 2001. Mining conflicts, environmental justice, and valuation. *Journal of Hazardous Materials* 86, 153–170.
- Martinez-Alier, J. 2015. Ecological Economics. *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences, 2nd edition, Volume 6*. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-08-097086-8.91008-0>
- Martínez, Z., Menacho, P., & F. Pachón-Ariza. 2014. Food loss in a hungry world, a problem? *Agronomía Colombiana*, 32(2), 283–293.
- Mason, A. 2011. OpenSolver - An Open Source Add-in to Solve Linear and Integer Programmes in Excel. En Klatte, D., Lüthi, H., & Schmedders, K. (Eds.), *Operations Research Proceedings* (pp. 401–406). Disponible en: DOI 10.1007/978-3-642-29210-1_64
- Mebratu, D. 1998. Sustainability and sustainable development: Historical and conceptual review. *Environmental Impact Assessment Review*, 18(6), 493–520. [https://doi.org/10.1016/S0195-9255\(98\)00019-5](https://doi.org/10.1016/S0195-9255(98)00019-5)
- Medina Vásquez, J. 1996. Conversando acerca del método de los escenarios. *Laboratorio Integrado de Diseño de Estrategias Regionales del Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social (ILPES) en Brasilia*.
- Ministerio de Economía y Finanzas Públicas de La Nación (MEFPN). 2010. *Programa De Fortalecimiento Institucional Productivo y de Gestión Fiscal Provincial*. Subsecretaría de Relaciones con Provincias.
- Mendoza, G. A., Campbell, G. E., & G. L. Rolfe. 1986. Multiple objective programming: An approach to planning and evaluation of agroforestry systems— Part 1: Model

description and development. *Agricultural Systems*, 22(3), 243–253. [https://doi.org/10.1016/0308-521X\(86\)90128-9](https://doi.org/10.1016/0308-521X(86)90128-9)

Mendoza, G. A., Campbell, G. E., & G. L. Rolfe. 1987. Multiple objective programming: An approach to planning and evaluation of agroforestry systems: Part 2—An illustrative example and analysis. *Agricultural Systems*, 23(1), 1–18. [https://doi.org/10.1016/0308-521X\(87\)90069-2](https://doi.org/10.1016/0308-521X(87)90069-2)

Michellini, J. J. 2010. *Instituciones, capital social y territorio: La Pampa y el dilema del desarrollo de la cuenca del Colorado*. Editorial Biblos.

Michetti, M. 2012. *Modelling Land Use, Land-Use Change, and Forestry in Climate Change: A Review of Major Approaches*. Social Science Research Network . Disponible en: <https://papers.ssrn.com/abstract=2122298>

Ministerio de Hacienda (MH). 2018. *Informes Productivos Provinciales - La Pampa - Marzo 2018*. Estadístico N° AÑO 3 N° 21. Disponible en: https://www.economia.gob.ar/peconomica/dnper/fichas_provinciales/SSPMicro%20-%20Informes%20Productivos%20Provinciales%20-La%20Pampa.pdf

Ministerio de la Producción del Gobierno de La Pampa (MINP). 2014. *Plan De Desarrollo Productivo. Una Propuesta De Mediano Plazo Con Visión De Largo Plazo*. Gobierno de La Pampa.

Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios (MPFIPS). 2011. *Plan Estratégico Territorial Avance II: Territorio e Infraestructura* (1a ed.). Buenos Aires.

Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios (MPFIPS). 2013a. *Diagnóstico Integrado y Escenarios de Futuro de la Región y la Cuenca del Río Colorado*. Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios. Subsecretaría de la Planificación Territorial de la Inversión Pública.

Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios (MPFIPS). 2013b. *Los territorios del futuro. Escenarios prospectivos del territorio argentino y sus regiones hacia el 2026*. Documento Final.

Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios (MPFIPS). 2014a. *Plan De Desarrollo Territorial De La Región Del Río Colorado Provincias De Buenos Aires, La Pampa, Río Negro, Neuquén Y Mendoza*. Ministerio De Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios. Programa de Fortalecimiento Institucional de la Subsecretaría de la Planificación Territorial de la Inversión Pública.

Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios (MPFIPS). 2014b. *Plan Estratégico Territorial de la Región del Río Colorado*. Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios. Subsecretaría de la Planificación Territorial de la Inversión Pública.

Ministerio del Interior, Obras Públicas y Vivienda (MIOPV). 2016. *Plan Nacional Del Agua*. Primera versión. Subsecretaría de Recursos Hídricos. Disponible en:

Ministerio del Interior, Obras Públicas y Vivienda (MIOPV). 2017. *Mapa de cuencas y regiones hídricas superficiales de la República Argentina*. Disponible en: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/mapa_cuencas_ssrh_130x91cm_ed2_017.jpg

Ministerio del Interior, Obras Públicas y Vivienda (MIOPV). 2018. *Plan Estratégico Territorial Argentina. Avance 2018*. (1ª ed. ampliada). CABA, Argentina.

Mohamed, A. A., Sharifi, M. A., & H. Van Keulen. 2000. An integrated agro-economic and agro-ecological methodology for land use planning and policy analysis. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 2(2), 87–103. [https://doi.org/10.1016/S0303-2434\(00\)85003-5](https://doi.org/10.1016/S0303-2434(00)85003-5)

- Molden, D. J., Sakthivadivel, R., & J. Keller. 2001. *Hydronomic Zones for Developing Basin Water Conservation Strategies*. Disponible en: https://books.google.com/books/about/Hydronomic_Zones_for_Developing_Basin_Wa.html?hl=es&id=s-Xw-uq9VGUC
- Molle, F. 2003. *Development Trajectories of River Basins*.
- Morán Montaña, M, Campos Arce, J, & B. Louman. 2006. *Uso de principios, criterios e indicadores para monitorear y Evaluar las acciones y efectos de políticas en el manejo de los recursos naturales*. Disponible en: <http://ceppia.com.co/Documentos-tematicos/POLITCAS-PUBLICAS/PCI-CATIE-Politiccas.pdf>
- Müller, S. 1996. *Como Medir la Sostenibilidad, Una Propuesta Para El Área de la Agricultura Y de Los Recursos Naturales*. Agroamerica.
- Münier, B., Birr-Pedersen, K., & J. Schou. 2004. Combined ecological and economic modelling in agricultural land use scenarios. *Ecological Modelling*, 174(1), 5–18. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2003.12.040>
- Narayanan, G. B., Ciuriak, D., & H. V. Singh. 2015. *Quantifying the Mega-regional Trade Agreements: A Review of the Models*. Social Science Research Network. Disponible en: <https://papers.ssrn.com/abstract=2611025>
- Narodowski, P. 2011. La economía y el ambiente: Ortodoxias y heterodoxias para la aplicación al territorio. *Revista de estudios regionales y mercado de trabajo*, (7), 103–122.
- Padilla, R., Harold, J., Rincón, P., Alejandro, M., Malheiros, T. F., Parra, M., ... R. D Santos. 2013. Análisis comparativo de modelos e instrumentos de gestión integrada del recurso hídrico en Suramérica: los casos de Brasil y Colombia. *Revista Ambiente & Água*, 8(1), 73–97. <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.971>
- Penman H.L. 1948. Natural evaporation from open water, bare soil and grass. *Proceedings of the Royal Society of London. Series A, Mathematical and Physical Sciences*, 193(1032), 120-146.
- Programa De Servicios Agrícolas Provinciales (PROSAP). 2006. Proyecto Integral Socavón y Frugoni Marco. Asistencia Técnica Agrícola Y Fortalecimiento Institucional. Documento de Trabajo: Modelos de Finca. Apéndice: Modelos de Cultivo.
- Programa De Servicios Agrícolas Provinciales (PROSAP). 2011a. Programa de Riego y Transformación Productiva - Evaluación de Impacto. Provincia de Tucumán. ECOLATINA Consultora. 1a ed. 1a reimp. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación ISBN 978-987-25604-1-6. Buenos Aires, Argentina.
- Programa De Servicios Agrícolas Provinciales (PROSAP). 2011b. Modernización De La Red Terciaria Del Tramo Inferior Del Río Mendoza. Documento de Factibilidad: Evaluación Económico-Financiera. Apéndice: Modelos de Cultivo.
- Programa De Servicios Agrícolas Provinciales (PROSAP). 2011c. Programa de Riego y Transformación Productiva. Estudio de Impacto. Provincia de Tucumán. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación. 1a ed. 1a reimp - Buenos Aires.
- Programa De Servicios Agrícolas Provinciales (PROSAP). 2014. Modernización y Ampliación del Sistema de Riego del Valle de Sarmiento. Documento de Factibilidad: Evaluación Económico-Financiera. Apéndice: Modelos de Cultivo.
- Programa De Servicios Agrícolas Provinciales (PROSAP). 2016. Mejora del Sistema de Riego del Canal Benavidez - Gral. 9 De Julio. Departamentos de Rivadavia, Chimbabue, Santa Lucía y 9 De Julio. Documento de Factibilidad: Evaluación Económico-Financiera. Apéndice: Modelos de Cultivo.
- Programa De Servicios Agrícolas Provinciales (PROSAP). 2017. Optimización de la Infraestructura de Riego del Valle Bonaerense del Río Colorado, 2º Etapa:

Revestimiento de Canales. Unidad Para el Cambio Rural (UCAR). Ministerio de Agroindustria.

Quiroga Martínez, R. 2007. *Indicadores ambientales y de desarrollo sostenible: avances y perspectivas para América Latina y el Caribe*. Disponible en: <http://repositorio.cepal.org/handle/11362/5498>

Raskin, P., Gleick, P., Kirshen, P., Pontius, G., & K. Strzepek. 1997. *Water Futures: Assessment of Long-range Patterns and Prospects*. Stockholm Environment Institute, Stockholm, Sweden.

Requena, A., Mañueco, L., & E. Castillo. 2016. *Coefficientes de cultivo de manzanos y perales en el Alto Valle del Río Negro*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Centro Regional Patagonia Norte. EEA Alto Valle.

Rijsberman, F. R. 2006. Water scarcity: Fact or fiction? *Agricultural Water Management*, 80(1), 5–22. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2005.07.001>

Roberto, Z., & Martínez Uncal, M. C. 2012. *Bases Para El Ordenamiento Territorial*. INTA Anguil - Universidad Nacional de La Pampa.

Rosa, R. J. 2016. *Gestión del agua regulada por una presa: El precio del agua como instrumento de planificación y financiamiento para la modernización de los sistemas de irrigación*. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia. España.

Ruiz, S., & I. Gentes. 2008. Retos y perspectivas de la gobernanza del agua y gestión integral de recursos hídricos en Bolivia. *ERLACS*. <https://doi.org/10.18352/erlacs.9618>

Samuelson, P. A. 1952. Spatial Price Equilibrium and Linear Programming. *The American Economic Review*, 42(3), 283–303.

Sarandón, S. J., & C. Flores. 2014. *Agroecología. Bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables*. Editorial de la Universidad de La Plata. La Plata, Argentina. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10915/37280>

Schaller, N. 1993. The concept of agricultural sustainability. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 46(1), 89–97. [https://doi.org/10.1016/0167-8809\(93\)90016-I](https://doi.org/10.1016/0167-8809(93)90016-I)

Scheierling, S. M., Young, R. A., & G. E. Cardon. 2006. Public subsidies for water-conserving irrigation investments: Hydrologic, agronomic, and economic assessment. *Water Resources Research*, 42(3), W03428. <https://doi.org/10.1029/2004WR003809>

Schwartz, P. 1996. *The art of the long view: paths to strategic insight for yourself and your company*. Crown Business.

Seckler, D., Amarasinghe, U. A., Molden, D. J., Silva, R. de, & Barker, R. 1998. *World water demand and supply, 1990 to 2025: scenarios and issues*. Report of International Irrigation Management Institute (IMMI). Disponible en: <https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/39802>

Shiklomanov. 1991. *International Symposium to Commemorate 25 Years of the IHP, UNESCO/IHP*. 93–126. Disponible en: <http://unesdoc.unesco.org/images/0008/000882/088215mb.pdf>

Sili, M. 2015. *La Región del Colorado. Historia, cultura y paisaje en la frontera*. Ediciones del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).

SMI. 2015. *Estudio De Prefactibilidad. Construcción Embalse De Riego En Río Chillán, Región Del Bío-Bío*. Informe Final. Tomo VI: Estudio Agronómico. Santiago de Chile: Comisión Nacional de Riego. Ministerio de Agricultura, Gobierno de Chile.

Smith, M. 1992. *CROPWAT, a computer program for irrigation planning and management*. Food and Agriculture Organization. Rome, Italy.

Subsecretaría de Planificación Territorial de la Inversión Pública (SPTIP). 2014. *Estudios Estratégicos Para el Desarrollo Territorial de la Región Vaca Muerta -*

Primera Etapa. Programa de Fortalecimiento Institucional de la Subsecretaría de Planificación Territorial de la Inversión Pública.

Subsecretaría de Planificación Territorial de la Inversión Pública (SPTIP). 2016a. *Estudios Estratégicos para el Desarrollo Territorial de la Región Vaca Muerta. Avance III. Programa de Fortalecimiento Institucional de la Subsecretaría de Planificación Territorial de la Inversión Pública.* Disponible en: <https://www.mininterior.gov.ar/planificacion/pdf/planes-reg/Estudios-estrategicos-para-el-desarrollo-territorial-de-la-region-de-VacaMuerta.pdf>

Subsecretaría de Planificación Territorial de la Inversión Pública (SPTIP). 2016b. *Sustentabilidad Ambiental de los Complejos Productivos en Argentina – Región Cuyo.* Parte 4.

Subsecretaría de Planificación Territorial de la Inversión Pública (SPTIP). 2016c. *Sustentabilidad Ambiental de los Complejos Productivos en Argentina – Patagonia Norte.* Parte 6.

Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación (SRHN). 2012. *Política Hídrica Programa Nacional de Obras Hidroeléctricas 2025.*

Tieri, M. P., Comerón, E. A., Pece, M. A., Herrero, M. A., Engler, P., Charlón, V., & García, K. 2014. *Indicadores Utilizados Para Evaluar La Sustentabilidad Integral De Los Sistemas De Producción De Leche Con Énfasis En El Impacto Ambiental.* Disponible en: https://inta.gov.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_indicadores_utilizados_para_evaluar_sustentabili.pdf

Tittonell, P. 2014. Ecological intensification of agriculture—sustainable by nature. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 8, 53–61. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2014.08.006>

Trpin, V., Abarzúa, F., & M. Brouchoud. 2015. Producción de tomate para industria en el Valle Medio de Río Negro: una perspectiva desde los actores involucrados. *Revista Interdisciplinaria de Estudios Agrarios* N° 43, 2.

United Nations Environment Programme (UNEP). 2011. *The bioenergy and water nexus.* Oeko-Institut and IEA Bioenergy Task 43.

Van den Bosch, ME. 2011. *Indicadores Económicos para la Gestión de Establecimientos Agropecuarios con Cultivos Plurianuales. Bases Metodológicas* N° 14. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Disponible en: https://inta.gov.ar/sites/default/files/script-tmp-indicadores_plurianuales.pdf

Varela-Ortega, C., Blanco-Gutiérrez, I., Swartz, C. H., & T. E. Downing. 2011. Balancing groundwater conservation and rural livelihoods under water and climate uncertainties: An integrated hydro-economic modeling framework. *Global Environmental Change*, 21(2), 604–619. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2010.12.001>

Vázquez, P. 2014. *La ecuación suelo paisaje, los sensores remotos y la actualización de la cartografía edáfica de la provincia de La Pampa.* Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Disponible en: <https://inta.gov.ar/documentos/la-ecuacion-suelo-paisaje-los-sensores-remotos-y-la-actualizacion-de-la-cartografia-edafica-de-la-provincia-de-la-pampa>

Vitoriano, B. 2007. *Teoría de la Decisión: Decisión con Incertidumbre, Decisión Multicriterio y Teoría de Juegos.*

Vorosmarty, C. J. 2000. Global Water Resources: Vulnerability from Climate Change and Population Growth. *Science*, 289(5477), 284–288. <https://doi.org/10.1126/science.289.5477.284>

Wallace, J. S., & P. Gregory. 2002. Water resources and their use in food production systems. *Aquatic Sciences*, 64(4), 363–375. <https://doi.org/10.1007/PL00012592>

Wezel, A., Casagrande, M., Celette, F., Vian, J.-F., Ferrer, A., & J. Peigné. 2014. Agroecological practices for sustainable agriculture. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 34(1), 1–20. <https://doi.org/10.1007/s13593-013-0180-7>

Williamson, O. E. 2000. The New Institutional Economics: Taking Stock, Looking Ahead. *Journal of Economic Literature*, 38(3), 595–613.

Yunlong, C., & B Smit. 1994. Sustainability in agriculture: a general review. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 49(3), 299–307. [https://doi.org/10.1016/0167-8809\(94\)90059-0](https://doi.org/10.1016/0167-8809(94)90059-0)

WWAP (United Nations World Water Assessment Programme). 2015. The United Nations World Water Development Report 2015: Water for a Sustainable World. Paris, UNESCO.

Zimmermann, A. 2008. Optimization of Sustainable Dairy-Cow Feeding Systems with an Economic-Ecological LP Farm Model Using Various Optimization Processes. *Journal of Sustainable Agriculture*, 32(1), 77–94. <https://doi.org/10.1080/10440040802121411>

ANEXOS

1. Capítulo V: Entrevistas utilizadas para recolección y validación de datos obtenidos

1.1 Entrevista general para producciones en establecimientos bajo riego sobre la ribera del río Colorado. Áreas regables bajo riego - La Pampa.

ACLARACIÓN: SUS RESPUESTAS SON CONFIDENCIALES Y NO IDENTIFICADAS. SÓLO SERÁN UTILIZADAS PARA FINES ACADÉMICOS EN POS DE MEJORAR LA EFICIENCIA DEL AGUA, LA ENERGÍA Y LOS RESULTADOS ECONÓMICOS EN LAS PRODUCCIONES PAMPEANAS BAJO RIEGO DE LA RIBERA DEL RIO COLORADO. LE AGRADECEMOS MUCHO SU PARTICIPACIÓN.

Edad: Nivel de educación formal alcanzado: Primario - Secundario - Terciario - Universitario

- 1) ¿Cuántas hectáreas posee el establecimiento? ¿Cuáles son las principales producciones que se realizan? ¿alguna variedad especial? Completar la tabla.

Producciones	Cantidad de hectáreas	% del Ingreso económico de la explotación	Rendimiento promedio en los últimos 5 años (Tn/ha)	Época de siembra	Época de cosecha	Precio de mercado promedio (\$/Tn)
Producción 1						
Producción 2						
Producción 3						

- 2) ¿Cuántos años hace que realiza la/s producción/nes? ¿Ha cambiado la producción a lo largo de la historia del establecimiento?
- 3) ¿Cuáles son las principales labores anuales que se le realizan al/los cultivo/s? ¿son labores realizadas con recursos propios o tercerizados? (p. ej. barbecho, fertilización, pulverización terrestre/aérea, cosecha).

Producciones	Barbecho	Fertilización	Pulverización	Cosecha	Otras
Producción 1					
Producción 2					

Producción 3					

- 4) ¿Cuáles son los principales insumos que utilizan para realizar las labores anuales? ¿Cuál es generalmente el más costoso? (p. ej. combustibles y lubricantes, fertilizantes, plaguicidas, fungicidas, energía eléctrica, mano de obra).

Prod/Insumos	Combustibles y lubricantes	Fertilizantes	Plaguicidas Fungicidas	Energía Eléctrica	Mano de obra	Otros
Producción 1		Nombre y aplicaciones	Nombre y aplicaciones			
Producción 2						
Producción 3						

- 5) ¿De qué manera se comercializa la producción?
- 6) ¿Cuál es la superficie bajo riego del establecimiento? ¿Se utiliza sistema de riego presurizado o gravitacional? ¿Es permanente u ocasional?
- 7) El/ los equipos de riego, ¿poseen más o menos de 300 KW (223,8 HP)? ¿estima cuanto es consumo de energía mensual general de su equipamiento de riego?
- 8) ¿Poseen control sobre las horas de regado? ¿Con cuanta periodicidad riega en invierno? ¿y en verano? ¿cuánta agua aplica en cada riego?
- 9) ¿El canon que se paga por el agua es fijo o variable? ¿hasta cuantas veces más estaría dispuesto a pagar por este canon?
- 10) ¿Cuánta agua estima que ingresa a cada hectárea en producción por año?
- 11) ¿Cuántos empleados fijos o temporarios poseen la/s producción/es y cómo es su remuneración?
- 12) En el suelo de la explotación, ¿qué análisis se han realizado? ¿tiene alguna aproximación de a cuantos centímetros se encuentra “la tosca”?
- 13) En un futuro cercano (5 años), ¿la empresa estaría dispuesta a diversificar o incluso a cambiar su sistema de producción por mejorar la eficiencia de los recursos agua y energía? ¿Y por mayores resultados económicos?
- 14) ¿Cómo se imagina la disponibilidad de agua y energía en la región productiva pampeana del río Colorado a 2030?

1.2 Entrevista general para proveedor de electricidad de las áreas regables.

ACLARACIÓN: SUS RESPUESTAS SON CONFIDENCIALES Y NO IDENTIFICADAS. SÓLO SERÁN UTILIZADAS PARA FINES ACADÉMICOS EN POS DE MEJORAR LA EFICIENCIA DEL AGUA, LA ENERGÍA Y LOS RESULTADOS ECONÓMICOS EN LAS PRODUCCIONES PAMPEANAS BAJO RIEGO DE LA RIBERA DEL RIO COLORADO. LE AGRADECEMOS MUCHO SU PARTICIPACIÓN.

- 1) ¿Cuál es el área de cobertura del servicio de energía de la Cooperativa?
- 2) ¿Cuál es el potencial de disponibilidad energética del área bajo riego en el que presta servicios? ¿fue variando a lo largo de los últimos 10 años?
- 3) ¿Existe o existió alguna restricción de disponibilidad energética de acuerdo al área de cobertura?
- 4) ¿Cuál es el uso actual de la disponibilidad energética y cuál es el porcentaje de uso de los principales consumidores? (Ej. usuarios de la localidad, usuarios de las producciones bajo riego, usuarios petroleros, etc.).
- 5) ¿Cuáles son los principales reclamos que presentan los usuarios de las producciones agrícolas bajo riego?
- 6) En la actualidad se registran aproximadamente 6000 ha en producción a lo largo de toda la ribera del río Colorado, ¿se podría abastecer de energía si las hectáreas de producción se duplicarían bajo el riego presurizado (goteo o aspersión)? ¿y si se triplicaran?
- 7) En un futuro cercano (5 años), ¿la cooperativa estaría dispuesta a realizar inversiones o incluso a innovar su infraestructura de servicios por mejorar la eficiencia de los recursos energéticos? ¿Y por mayores beneficios a sus asociados?
- 8) ¿Cómo se imagina la disponibilidad de la energía en las áreas regables a 2030? ¿y del agua?

1.3 Entrevista general para validación del modelo con actores claves de las áreas regables.

ACLARACIÓN: SUS RESPUESTAS SON CONFIDENCIALES Y NO IDENTIFICADAS. SÓLO SERÁN UTILIZADAS PARA FINES ACADÉMICOS EN POS DE MEJORAR LA EFICIENCIA DEL AGUA, LA ENERGÍA Y LOS RESULTADOS ECONÓMICOS EN LAS PRODUCCIONES PAMPEANAS BAJO RIEGO DE LA RIBERA DEL RIO COLORADO. LE AGRADECEMOS MUCHO SU PARTICIPACIÓN.

A continuación, se presentan los resultados de un modelo económico hidroenergético de programación lineal elaborado para dieciocho cultivos agrícolas y para las variables analizadas.

		RESTRICCIONES									FO (\$)		FO (u\$u)	
		Hectáreas	Agua (m ³)			Energía Eléctrica (Kwh)			Mano de Obra (Jor)					
			a_j_k	A_j_k	Utilización Agua (%)	e_j_k	E_j_k	Utilización EE (%)	m_j_k	M_j_k				Utilización MO (%)
Áreas regables La Pampa/Estaciones	SAM 25 de Mayo	SAM_Ver	40.113.537	156.829.755	25,6%	7.225.767	35.424.000	20,4%	333.000	333.000	100,0%	\$ 1.884.853.532	\$ 3.233.465.059	\$ 182.991.797
		SAM_Oto	2.107.720	94.737.896	2,2%	379.390	35.424.000	1,1%	180.120	225.000	80,1%			
		SAM_Inv	12.094.970	108.495.784	11,1%	2.179.468	35.424.000	6,2%	90.000	90.000	100,0%			
		SAM_Pri	55.501.768	272.936.566	20,3%	9.998.753	35.424.000	28,2%	90.000	90.000	100,0%			
	Casa de Piedra	CdP_Ver	11.813.427	149.371.357	7,9%	2.237.960	37.152.000	6,0%	150.000	150.000	100,0%	\$ 583.289.665		
		CdP_Oto	334.966	93.191.427	0,4%	60.294	37.152.000	0,2%	112.000	112.000	100,0%			
		CdP_Inv	2.872.028	104.344.638	2,8%	552.328	37.152.000	1,5%	44.238	45.000	98,3%			
		CdP_Pri	15.252.396	262.624.602	5,8%	2.903.184	37.152.000	7,8%	45.000	45.000	100,0%			
	Bajo de los Baguales	BIB_Ver	8.947.019	149.074.361	6,0%	1.610.463	21.600.000	7,5%	150.000	150.000	100,0%	\$ 765.321.862		
		BIB_Oto	110.840	93.185.672	0,1%	19.951	21.600.000	0,1%	112.000	112.000	100,0%			
		BIB_Inv	2.230.546	104.119.938	2,1%	401.498	21.600.000	1,9%	45.000	45.000	100,0%			
		BIB_Pri	13.177.031	261.767.529	5,0%	2.371.866	21.600.000	11,0%	45.000	45.000	100,0%			
Totales		19097	164.556.249	7%	29.940.923		8%	1.396.358		98%				

Los resultados ejecutando el modelo lineal muestran que, en busca de la maximización de la función objetivo, la propuesta concreta de los resultados es la realización de la siguiente distribución por hectáreas de las siguientes producciones agrícolas:

Área regable/ cultivo	SAM 25 de Mayo (ha)	Casa de Piedra (ha)	Bajo de los Baguales (ha)
Cebolla	30	627	-
Almendra	5.860	1.517	1.674
Manzano	2.243	580	1.319
Membrillero	3.160	-	0
Ciruelo	-	590	10
Frambuesa	-	51	-
Frutilla	-	608	698
Nogal	-	-	131
Total	11.293	3.973	3.832

Dicha distribución arrojaría un resultado económico de **3.233.465.059 de pesos argentinos** para los productores de La Pampa, estos valores pasados al tipo de cambio utilizado para el desarrollo de la medida global de desempeño (17,67 pesos argentinos por dólar estadounidense) arrojan un total de **182.991.797 dólares estadounidenses**.

Los resultados implican necesariamente contar con los recursos hídricos, energéticos y de mano de obra que se utilizarían. Se puede concluir que **el principal recurso limitante que se observa es la mano de obra con una utilización promedio del 98 %, el agua necesaria para esta combinación de actividades rondaría el 7 % de la disponibilidad total y la energía un 8 %**.

En contraste de la situación arrojada con el modelo con la situación actual de la región, la propuesta sería el aumento de la cantidad de hectáreas producidas de 3.700 actuales a 19.098 ha pasando de especies forrajeras (actualmente en desarrollo en la ribera pampeana) a plantaciones de frutales de carozo o pepita como podrían ser el almendra, manzano, membrillero y ciruelo.

En estos casos las restricciones pasarían de a un consumo de agua de riego que rondaría los 164,5 hm³ y de un consumo eléctrico de 13,9 MV. Por lo que también los jornales aumentarían a casi 1.400.000 jornales por año.

Comentarios y sugerencias:

De acuerdo a estos resultados arrojados por el modelo se simuló también el mismo sin la restricción de mano de obra, única restricción limitante en el modelo original:

			RESTRICCIONES						FO (\$)	FO (u\$u)	
			Hectáreas	Agua (m ³)			Energía Eléctrica (Kwh)				
				a j k	A j k	Utilización Agua (%)	e j k	E j k			Utilización EE (%)
Áreas regables La Pampa/Estaciones	SAM 25 de Mayo	SAM_Ver	48901	156.829.755	156.829.755	100	30.382.245	35.424.000	85,8	\$ 10.580.226.745	\$ 598.767.784
		SAM_Oto	29.817.182	94.737.896	31	5.367.093	35.424.000	15,2			
		SAM_Inv	57.785.304	108.495.784	53	11.353.774	35.424.000	32,1			
		SAM_Pri	168.265.128	272.936.566	62	33.698.998	35.424.000	95,1			
	Casa de Piedra	CdP_Ver	5465	19.075.994	149.371.357	13	3.942.118	37.152.000	10,6		
		CdP_Oto	2.733.133	93.191.427	3	558.060	37.152.000	1,5			
		CdP_Inv	5.287.502	104.344.638	5	1.078.839	37.152.000	2,9			
		CdP_Pri	19.220.407	262.624.602	7	3.988.930	37.152.000	10,7			
	Bajo de los Baguales	BIB_Ver	10846	10.950.022	149.074.361	7	1.971.004	21.600.000	9,1		
		BIB_Oto	9.472.122	93.185.672	10	1.704.982	21.600.000	7,9			
		BIB_Inv	14.054.418	104.119.938	13	2.529.795	21.600.000	11,7			
		BIB_Pri	10.458.226	261.767.529	4	1.882.481	21.600.000	8,7			
	Totales		65212	503.949.192		26	98.458.317		24,3		

En éste sentido, vemos que, sin la restricción de mano de obra, se aumentan a **598.767.784 de dólares estadounidenses** la cantidad de resultado económico en la región, pasando de la potencial producción de 19.098 a 65.212 ha. En éste sentido dicho número se encontraría todavía lejano al número de las 85.000 ha asignadas planteadas por el PURC para La Pampa. Cabe señalar que en este punto y de acuerdo a los criterios fijados para ésta investigación, comenzarían a limitar el desarrollo el recurso agua, más específicamente en el período estival en el área regable del SAM 25 de Mayo (100 % de la utilización en verano), seguido de cerca por la energía, por el 95 % de su utilización en primavera. Para esta situación hipotética, se consumirían alrededor de 504 hm³ de agua, 45,6 MV de energía eléctrica y alrededor de 8.500.000 de jornales.

Comentarios y sugerencias:

2. Capítulo V: Márgenes brutos de los cultivos actuales y alternativos

2.1 Producciones actuales anuales

2.1.1 Cultivo Cebolla

Ficha Técnica Actual: Cebolla	
Destino de producción: Venta a centro de consumo.	
Variedad: Híbrido Nunhems. Área regable: SAM 25 de Mayo.	
Precios a: octubre de 2017. Tipo de cambio (\$/US\$): 17,6.	
Riego: Aspersión.	
Cebolla - Actual	\$/ha
Ingresos (\$/ha)	\$164.602
Rendimiento esperado (ha)	45
Precio (\$)	\$3.658
Costos Directos (\$/ha)	\$120.925
1. Labores culturales (Servicios de terceros).	\$9.076
2. Semilla y tratamiento de semilla.	\$16.063
3. Agroquímicos (herbicidas, fungicidas, insecticidas, bactericidas, fertilizantes, etc.).	\$18.929
4. Mano de obra específica de la actividad.	\$35.677
5. Acondicionamiento de producto, comercialización y flete.	\$33.387
6. Gastos de agua y energía.	\$4.287
7. Amortizaciones Directas (mejoras y maquinarias específicas de la actividad).	\$3.505
Margen Bruto	\$43.677

2.1.2 Cultivo Maíz

Ficha Técnica: Maíz	
Destino de producción: Pagado al productor.	
Variedad: Primeras Marcas. Área regable: SAM 25 de Mayo.	
Precios a: octubre de 2017. Tipo de cambio (\$/US\$): 17,6	
Riego: Pivot central.	
Maíz - Actual	\$/ha
Ingresos (\$/ha)	\$18.163
Rendimiento esperado (ha)	11
Precio (\$)	\$1.651
Costos Directos (\$/ha)	\$17.501
1. Labores culturales (Servicios de terceros)	\$2.336
2. Semilla y tratamiento de semilla	\$2.827
3. Agroquímicos (herbicidas, fungicidas, insecticidas, fertilizantes, etc.).	\$3.958
4. Mano de obra específica de la actividad.	\$979
5. Acondicionamiento de producto, comercialización y flete.	\$0

6. Gastos de agua y energía.	\$3.895
7. Amortizaciones Directas (mejoras y maquinarias específicas de la actividad)	\$3.505
Margen Bruto	\$663

2.1.3 Cultivo Papa

Ficha Técnica: Papa	
Destino de producción: Venta a centro de consumo.	
Variedad: Spunta. Área regable: SAM 25 de Mayo.	
Precios a: octubre de 2017. Tipo de cambio (\$/US\$): 17,6.	
Riego: Aspersión	
Papa - Actual	\$/ha
Ingresos (\$/ha)	\$98.340
Rendimiento esperado (ha)	40
Precio (\$)	\$2.459
Costos Directos (\$/ha)	\$91.117
1. Labores culturales (Servicios de terceros).	\$3.594
2. Semilla y tratamiento de semilla.	\$17.972
3. Agroquímicos (herbicidas, fungicidas, insecticidas, fertilizantes etc.).	\$6.839
4. Mano de obra específica de la actividad.	\$22.970
5. Acondicionamiento de producto, comercialización y flete.	\$33.052
6. Gastos de agua y energía.	\$3.184
7. Amortizaciones Directas (mejoras y maquinarias específicas de la actividad).	\$3.505
Margen Bruto	\$7.224

2.1.4 Cultivo Zanahoria

Ficha Técnica: Zanahoria	
Destino de producción: Venta a centro de consumo.	
Variedad: Chantenay. Área regable: SAM 25 de Mayo.	
Precios a: octubre de 2017. Tipo de cambio (\$/US\$): 17,6.	
Riego: Aspersión	
Zanahoria - Actual	\$/ha
Ingresos (\$/ha)	\$68.081
Rendimiento esperado (ha)	19,8
Precio (\$)	\$3.438
Costos Directos (\$/ha)	\$59.996
1. Labores culturales (Servicios a terceros)	\$3.564
2. Semilla y tratamiento de semilla	\$2.555
3. Agroquímicos (herbicidas, fungicidas, insecticidas, fertilizantes, etc.).	\$4.207
4. Mano de obra específica de la actividad.	\$23.948
5. Acondicionamiento de producto, comercialización y flete.	\$18.934

6. Costos de agua y energía.	\$3.283
7. Amortizaciones Directas (mejoras y maquinarias específicas de la actividad)	\$3.505
Margen Bruto	\$8.085

2.1.5 Cultivo Zapallo

Ficha Técnica: Zapallo	
Destino de producción: Venta a centro de consumo.	
Variedad: Anquito. Área regable: Bajo de Los Baguales	
Precios a: octubre de 2017. Tipo de cambio (\$/US\$): 17,6	
Riego: Goteo	
Zapallo - Actual	\$/ha
Ingresos (\$/ha)	\$146.876
Rendimiento esperado (ha)	21,5
Precio (\$)	\$6.831
Costos Directos (\$/ha)	\$72.531
1. Labores culturales (Servicios de terceros).	\$2.995
2. Semilla y tratamiento de semilla.	\$842
3. Agroquímicos (herbicidas, fungicidas, insecticidas, fertilizantes, etc.).	\$2.105
4. Mano de obra específica de la actividad.	\$38.610
5. Acondicionamiento de producto, comercialización y flete.	\$22.232
6. Gastos de agua y energía.	\$2.243
7. Amortizaciones Directas (mejoras y maquinarias específicas de la actividad)	\$3.505
Margen Bruto	\$74.345

2.2 Producciones actuales plurianuales

2.2.1 Plantación Alfalfa

Ficha Técnica: Alfalfa	
Destino de producción: Pagado al productor.	
Área regable: SAM 25 de Mayo.	
Precios a: octubre de 2017. Tipo de cambio (\$/US\$): 17,6	
Riego: Pivot central. Año de mayor producción: Año 2.	
Alfalfa - Actual	\$/ha
Ingresos (\$/ha)	\$21.397
Rendimiento esperado (ton/ha)	13
Precio (\$)	\$1.646
Costos Directos (\$/ha)	\$20.994
1. Gastos especiales de cultivo.	\$1.209

2. Consumo de combustibles y lubricantes para operaciones culturales mecanizadas y protección de cultivos.	\$0
3. Mano de obra directa no calificada y calificada y Leyes Sociales Transitoria.	\$477
4. Servicios de terceros.	\$10.364
5. Acondicionamiento de producto, comercialización y flete.	\$0
6. Gastos de agua y energía.	\$5.037
7. Amortizaciones Directas (mejoras y maquinarias específicas de la actividad).	\$3.908
Margen Bruto	\$403

2.2.2 Plantación Almendro

Ficha Técnica: Almendro	
Destino de producción: Pagado al productor.	
Variedad: Guara. Área regable: Bajo de Los Baguales	
Precios a: octubre de 2017. Tipo de cambio (\$/US\$): 17,6.	
Riego: Goteo. Año de mayor producción: Año 10.	
Almendro - Actual	\$/ha
Ingresos (\$/ha)	\$145.552
Rendimiento esperado (ton/ha)	0,9333333333
Precio (\$/ton)	\$155.949
Costos Directos (\$/ha)	\$44.127
1. Gastos especiales de plantación.	\$7.342
2. Consumo de combustibles y lubricantes para operaciones culturales mecanizadas y protección de cultivos.	\$1.891
3. Mano de obra directa transitoria no calificada y calificada y Leyes Sociales Transitoria.	\$18.985
4. Servicios de terceros.	\$3.711
5. Acondicionamiento de producto, comercialización y flete.	\$1.769
6. Gastos de agua y energía.	2723,0
7. Amortizaciones Directas (mejoras y maquinarias específicas de la actividad).	\$7.706
Margen Bruto	\$101.425

2.2.3 Plantación Olivo

Ficha Técnica: Olivos	
Destino de producción: Pagado al productor.	
Variedad: Sistema intensivo – Arauco. Área regable: Casa de Piedra	
Precios a: octubre de 2017. Tipo de cambio (\$/US\$): 17,6.	
Riego: Goteo Año de mayor producción: Año 6.	
Olivos - Actual	\$/ha

Ingresos (\$/ha)	\$32.639
Rendimiento esperado (ha)	7,166666667
Precio (\$)	\$4.554
Costos Directos (\$/ha)	\$31.467
1. Gastos especiales de plantación.	\$5.617
2. Consumo de combustibles y lubricantes para operaciones culturales mecanizadas y protección de cultivos.	\$1.087
3. Mano de obra directa transitoria no calificada y calificada y Leyes Sociales Transitoria.	\$16.064
4. Servicios de terceros.	\$329
5. Acondicionamiento de producto, comercialización y flete.	\$0
6. Gastos de agua y energía.	\$2.342
7. Amortizaciones Directas (mejoras y maquinarias específicas de la actividad).	\$6.028
Margen Bruto	\$1.172

2.2.4 Plantación Peral

Ficha Técnica: Peral	
Destino de producción: Venta a centro de consumo.	
Variedad: Packham's. Área regable: SAM 25 de Mayo	
Precios a: octubre de 2017. Tipo de cambio (\$/US\$): 17,6.	
Riego: Goteo. Año de mayor producción: Año 6.	
Peras - Actual	\$/ha
Ingresos (\$/ha)	\$282.681
Rendimiento esperado (tn/ha)	39,9
Precio (\$/tn)	\$7.085
Costos Directos (\$/ha)	\$162.466
1. Gastos especiales de plantación.	\$36.576
2. Consumo de combustibles y lubricantes para operaciones culturales mecanizadas y protección de cultivos.	\$1.202
3. Mano de obra directa transitoria no calificada y calificada y Leyes Sociales Transitoria.	\$49.838
4. Servicios de terceros.	\$0
5. Acondicionamiento del producto, comercialización y flete.	\$64.605
6. Gastos de agua y energía.	\$2.698
7. Amortizaciones Directas (mejoras y maquinarias específicas de la actividad).	\$7.547
Margen Bruto	\$120.215

2.2.5 Plantación Viñedos (Malbec)

Ficha Técnica: Viñedos (Malbec)
Destino de producción: Pagado al productor.

Variedad: Malbec. Área regable: SAM 25 de Mayo.	
Precios a: octubre de 2017. Tipo de cambio (\$/US\$): 17,6.	
Riego: Goteo. Año de mayor producción: Año 6.	
Viñedos - Actual	\$/ha
Ingresos (\$/ha)	\$32.437
Rendimiento esperado (ha)	6,84
Precio (\$)	\$4.742
Costos Directos (\$/ha)	\$29.569
1. Gastos especiales de cultivo (agroquímicos, plantas de reposición, materiales varios).	\$5.166
2. Consumo de combustibles y lubricantes para operaciones culturales mecanizadas y protección de cultivos	\$1.318
3. Mano de obra directa transitoria no calificada y calificada y Leyes Sociales Transitoria.	\$9.284
4. Servicios de terceros.	\$329
5. Acondicionamiento de producto, comercialización y flete.	\$2.396
6. Gastos de agua y energía.	\$2.393
7. Amortizaciones Directas (mejoras y maquinarias específicas de la actividad)	\$8.682
Margen Bruto	\$2.868

2.3 Producciones alternativas anuales

2.2.1 Cultivo Ajo.

Ficha Técnica Alternativa: Ajo	
Destino de producción: Venta a centro de consumo.	
Precios a: Octubre de 2017. Tipo de cambio (\$/US\$): 17,6.	
Variedad: Colorado	
Riego: Goteo	
Ajo - Alternativo	\$/ha
Ingresos (\$/ha)	\$316.802
Rendimiento esperado (Tn/ha)	13
Precio (\$/tn)	\$24.369
Costos Directos (\$/ha)	\$139.752
1. Labores culturales (Servicios de terceros).	\$2.816
2. Semilla y tratamiento de semilla.	\$49.568
3. Agroquímicos (herbicidas, fungicidas, insecticidas, fertilizantes, etc.).	\$5.681
4. Mano de obra específica de la actividad.	\$59.137
5. Acondicionamiento del producto, comercialización y flete.	\$17.728
6. Gastos de agua y energía.	\$1.317
7. Amortizaciones Directas (mejoras y maquinarias específicas de la actividad).	\$3.505
Margen Bruto	\$177.051

2.4 Producciones alternativas plurianuales

2.4.1 Plantación Cerezo

Ficha Técnica: Cerezo	
Destino de producción: Venta a centro de consumo.	
Variedad: Bing.	
Precios a: octubre de 2017. Tipo de cambio (\$/US\$): 17,6.	
Riego: Goteo. Año de mayor producción: Año 7.	
Cerezo - Alternativa	\$/ha
Ingresos (\$/ha)	\$413.274
Rendimiento esperado (ha)	9
Precio (\$)	\$45.919
Costos Directos (\$/ha)	\$390.987
1. Gastos especiales de cultivo (agroquímicos, plantas de reposición, materiales varios).	\$55.583
2. Consumo de combustibles y lubricantes para operaciones culturales mecanizadas y protección de cultivos.	\$1.318
3. Mano de obra directa transitoria no calificada y calificada y Leyes Sociales Transitoria.	\$217.432
4. Servicios de terceros.	\$0
5. Acondicionamiento de producto, comercialización y flete.	\$59.117
6. Gastos de agua y energía.	\$2.737
7. Amortizaciones Directas (mejoras y maquinarias específicas de la actividad).	\$54.799
Margen Bruto	\$22.287

2.4.2 Plantación Ciruelo

Ficha Técnica: Ciruelo	
Destino de producción: Venta a centro de consumo.	
Variedad: D'agen.	
Precios a: octubre de 2017. Tipo de cambio (\$/US\$): 17,6.	
Riego: Goteo. Año de mayor producción: Año 6.	
Ciruelo - Alternativa	\$/ha
Ingresos (\$/ha)	\$251.079
Rendimiento esperado (ha)	13,6
Precio (\$)	\$18.462
Costos Directos (\$/ha)	\$90.515
1. Gastos especiales de cultivo (agroquímicos, plantas de reposición, materiales varios).	\$11.433
2. Consumo de combustibles y lubricantes para operaciones culturales mecanizadas y protección de cultivos	\$1.318

3. Mano de obra directa transitoria no calificada y calificada y Leyes Sociales Transitoria.	\$37.134
4. Servicios de terceros.	\$419
5. Acondicionamiento de producto, comercialización y flete.	\$32.217
6. Gastos de agua y energía.	\$2.908
7. Amortizaciones Directas (mejoras y maquinarias específicas de la actividad)	\$5.084
Margen Bruto	\$160.564

2.4.3 Plantación Frambuesa

Ficha Técnica: Frambuesa	
Destino de producción: Venta a centro de consumo.	
Variedad: Autumn Bliss.	
Precios a: octubre de 2017. Tipo de cambio (\$/US\$): 17,6.	
Riego: Goteo. Año de mayor producción: Año 4.	
Frambuesa - Alternativa	\$/ha
Ingresos (\$/ha)	\$648.503
Rendimiento esperado (ha)	7
Precio (\$)	\$92.643
Costos Directos (\$/ha)	\$447.294
1. Gastos especiales de cultivo (agroquímicos, plantas de reposición, materiales varios).	\$23.219
2. Consumo de combustibles y lubricantes para operaciones culturales mecanizadas y protección de cultivos	\$1.318
3. Mano de obra directa transitoria no calificada y calificada y Leyes Sociales Transitoria.	\$225.250
4. Servicios de terceros.	\$0
5. Acondicionamiento de producto, comercialización y flete.	\$147.682
6. Gastos de agua y energía.	\$2.450
7. Amortizaciones Directas (mejoras y maquinarias específicas de la actividad)	\$47.375
Margen Bruto	\$201.209

2.4.4 Plantación Frutilla

Ficha Técnica: Frutilla	
Destino de producción: Venta a centro de consumo.	
Variedad: Albión.	
Precios a: octubre de 2017. Tipo de cambio (\$/US\$): 17,6.	
Riego: Goteo. Año de mayor producción: Año 3.	
Frutilla - Alternativa	\$/ha
Ingresos (\$/ha)	\$364.070
Rendimiento esperado (ha)	17

Precio (\$)	\$21.416
Costos Directos (\$/ha)	\$220.552
1. Gastos especiales de cultivo (agroquímicos, plantas de reposición, materiales varios).	\$64.733
2. Consumo de combustibles y lubricantes para operaciones culturales mecanizadas y protección de cultivos	\$1.318
3. Mano de obra directa transitoria no calificada y calificada y Leyes Sociales Transitoria.	\$88.927
4. Servicios de terceros.	\$0
5. Acondicionamiento de producto, comercialización y flete.	\$45.710
6. Gastos de agua y energía.	\$2.489
7. Amortizaciones Directas (mejoras y maquinarias específicas de la actividad)	\$17.375
Margen Bruto	\$143.518

2.4.5 Plantación Manzano

Ficha Técnica: Manzano	
Destino de producción: Venta a centro de consumo.	
Variedad: Red Delicious.	
Precios a: octubre de 2017. Tipo de cambio (\$/US\$): 17,6.	
Riego: Goteo. Año de mayor producción: Año 6.	
Manzano - Alternativa	\$/ha
Ingresos (\$/ha)	\$546.503
Rendimiento esperado (tn/ha)	46,75
Precio (\$/tn)	\$11.690
Costos Directos (\$/ha)	\$184.631
1. Gastos especiales de cultivo (agroquímicos, plantas de reposición, materiales varios).	\$30.865
2. Consumo de combustibles y lubricantes para operaciones culturales mecanizadas y protección de cultivos	\$1.318
3. Mano de obra directa transitoria no calificada y calificada y Leyes Sociales Transitoria.	\$56.693
4. Servicios de terceros.	\$1.617
5. Acondicionamiento de producto, comercialización y flete.	\$84.129
6. Gastos de agua y energía.	\$2.607
7. Amortizaciones Directas (mejoras y maquinarias específicas de la actividad)	\$7.401
Margen Bruto	\$361.872

2.4.6 Plantación Membrillero

Ficha Técnica: Membrillero
Destino de producción: Venta a centro de consumo.
Variedad: Champion.

Precios a: octubre de 2017. Tipo de cambio (\$/US\$): 17,6.	
Riego: Goteo. Año de mayor producción: Año 9.	
Membrillero - Alternativa	\$/ha
Ingresos (\$/ha)	\$240.765
Rendimiento esperado (tn/ha)	25,5
Precio (\$/tn)	\$9.442
Costos Directos (\$/ha)	\$89.631
1. Gastos especiales de cultivo (agroquímicos, plantas de reposición, materiales varios).	\$5.036
2. Consumo de combustibles y lubricantes para operaciones culturales mecanizadas y protección de cultivos	\$1.318
3. Mano de obra directa transitoria no calificada y calificada y Leyes Sociales Transitoria.	\$31.271
4. Servicios de terceros.	\$90
5. Acondicionamiento de producto, comercialización y flete.	\$43.633
6. Gastos de agua y energía.	\$2.977
7. Amortizaciones Directas (mejoras y maquinarias específicas de la actividad)	\$5.305
Margen Bruto	\$151.134

2.4.7 Plantación Nogal

Ficha Técnica: Nogal	
Destino de producción: Pagado al productor.	
Variedad: Chandler.	
Precios a: octubre de 2017. Tipo de cambio (\$/US\$): 17,6	
Riego: Goteo. Año de mayor producción: Año 8.	
Nogal - Alternativa	\$/ha
Ingresos (\$/ha)	\$171.658
Rendimiento esperado (ha)	2,68
Precio (\$)	\$64.052
Costos Directos (\$/ha)	\$45.186
1. Gastos especiales de cultivo (agroquímicos, plantas de reposición, materiales varios).	\$11.433
2. Consumo de combustibles y lubricantes para operaciones culturales mecanizadas y protección de cultivos	\$1.318
3. Mano de obra directa transitoria no calificada y calificada y Leyes Sociales Transitoria.	\$21.988
4. Servicios de terceros.	\$419
5. Acondicionamiento de producto, comercialización y flete.	\$2.368
6. Gastos de agua y energía.	\$3.505
7. Amortizaciones Directas (mejoras y maquinarias específicas de la actividad)	\$4.155
Margen Bruto	\$126.472

3. Capítulo VI: Recolección de datos y validación

3.1 Formularios de recolección de datos

Entrevista: Escenarios futuros de las producciones agrícolas bajo riego de la Cuenca del Río Colorado en la provincia de La Pampa.

Estimado/a, un gusto en saludarlo/a.

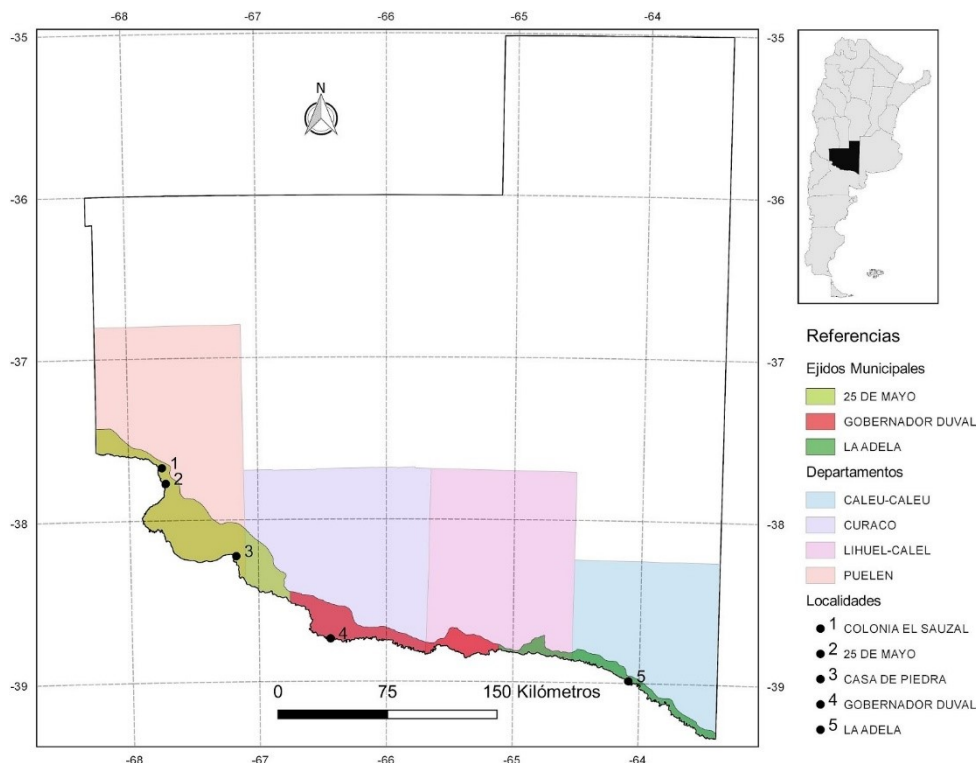
Lo/a invitamos a participar de la entrevista. Le comentamos que sus respuestas son confidenciales y sólo serán utilizadas para fines académicos, en pos de realizar investigaciones de futuro sobre las producciones agrícolas pampeanas bajo riego de la ribera del Río Colorado. Su aporte resultará clave en el desarrollo de nuestra investigación.

Le agradecemos mucho su participación.

*Obligatorio

1. Dirección de correo electrónico * -----

Cuenca del Río Colorado en la provincia de La Pampa



2. Desde su perspectiva, ¿cuáles han sido las principales situaciones problemáticas que se han observado en el área bajo riego de la cuenca del río Colorado en la provincia de La Pampa, desde la Conferencia Río Colorado (1956) hasta el presente? *

3. ¿Cuáles han sido las situaciones favorables que se han desarrollado en el área bajo riego de la cuenca del río Colorado en la provincia de La Pampa, desde la Conferencia Río Colorado (1956) hasta el presente? *

4. De los aspectos históricos y actuales mencionados en las dos respuestas anteriores, ¿cuáles son aquellas variables que entiende que son clave para el desarrollo futuro de las producciones agrícolas del área bajo riego de la cuenca del Río Colorado en la provincia de La Pampa? *
5. A su criterio, ¿cuáles son los principales problemas futuros, puntos críticos o variables restrictivas para el futuro desarrollo de las producciones agrícolas pampeanas de la ribera del Río Colorado? *
6. ¿Cómo fue (es) la disponibilidad de agua del Río Colorado para las producciones agrícolas bajo riego de La Pampa? ¿Existen restricciones de disponibilidad de agua en la actualidad? ¿Cómo cree que se comportará la disponibilidad de agua a futuro? *
7. ¿Cómo fue (es) el comportamiento de la disponibilidad de energía eléctrica para las producciones agrícolas bajo riego de La Pampa? ¿Existen restricciones de energía eléctrica en la actualidad? ¿Cómo cree que se comportará la disponibilidad de energía eléctrica a futuro? *
8. ¿Cuáles son los actores o instituciones claves que han intervenido y/o intervienen en el desarrollo de las producciones agrícolas de la ribera pampeana del Río Colorado? ¿Cómo ha sido y es actualmente su funcionamiento y sus relaciones entre sí? *
9. De los actores o instituciones mencionadas en la respuesta anterior, ¿cuál o cuáles han tenido o tienen más influencia en la toma de decisiones del área bajo riego de la ribera pampeana del Río Colorado? *
10. ¿Cuáles han sido las principales políticas públicas que, a su criterio, han favorecido y favorecen el desarrollo de las producciones agrícolas pampeanas bajo riego del Río Colorado? ¿y cuáles lo han restringido o restringen? *
11. De acuerdo con los aspectos favorables y desfavorables enunciados, seleccione el horizonte temporal más adecuado para pensar el desarrollo de la cuenca del Río Colorado, situada desde la provincia de La Pampa. *
 Marca solo un óvalo.

2025

2030

2050

Otro:

12. Sugerencias, recomendaciones y/o comentarios generales.

3.2 Formularios de validación de los escenarios

Resultados - Entrevista: Escenarios Futuros De Las Producciones Agrícolas Bajo Riego De La Cuenca Del Río Colorado En La Provincia De La Pampa.

Estimado/a, un gusto en saludarlo/a nuevamente.

Lo/a invito a participar nuevamente de la entrevista, pero esta vez se le compartirán los resultados que han sido analizados desde las respuestas de todos los participantes.

La información primaria ha sido procesada y analizada bajo una metodología prospectiva de escenarios (Godet y Durance, 2007; 2011). En primer lugar se analizaron variables claves y su interrelación entre sí, luego se propusieron y analizaron objetivos estratégicos para las producciones agrícolas bajo riego en conjunto con los actores intervinientes.

Queda a bien aclarar, que un escenario es "una imagen de futuro" en este caso se ha elegido, en base a las sus respuestas anteriores, como horizonte de planeamiento el año 2030.

Le comentamos que sus respuestas siguen siendo confidenciales y sólo serán utilizadas para fines académicos, en pos de realizar validaciones en investigaciones de futuro sobre las producciones agrícolas pampeanas bajo riego de la ribera del Río Colorado. Su aporte sigue siendo clave en el desarrollo de nuestra investigación.

Le agradecemos mucho nuevamente su participación.

*Obligatorio

1. Dirección de correo electrónico *

A continuación, se plantean los 3 escenarios que resultaron de sus intervenciones anteriores. El horizonte de planeamiento establecido fue el año 2030. Después de analizar cada uno detenidamente, lo/a invitamos a dejar sus comentarios y sugerencias...

2. Escenario 1: “Vida Verde: hacia el desarrollo sustentable de la agricultura bajo riego en La Pampa”

Escenario positivo

Hace algunos años que las políticas públicas de La Pampa, por medio del EPRC, han propuesto un rumbo constante y activo en las áreas regables de Bajo Los Baguales, Casa de Piedra y el SAM 25 de Mayo. Los proyectos de riego provinciales, presentados al financiamiento nacional, han tenido su aceptación y aprobación, por lo que se han destinado muchos recursos económicos en infraestructura y redes de comunicación (tecnologías de la información y comunicación y vial) a las áreas regables. El Paso Internacional Pehuenche se ha posicionado como un enclave estratégico para la articulación comercial de las áreas regables pampeanas con el mercado internacional. La ruta provincial N° 34 se encuentra totalmente asfaltada asegurando una vía de comunicación terrestre fluida; y el transporte de los productos agropecuarios hacia los puertos argentinos del este (Bahía Blanca, San Antonio Este) y chilenos del oeste (Talcahuano y San Vicente). Las políticas públicas nacionales se encuentran dirigidas a exportar productos agroalimentarios regionales, principalmente vinos y frutos secos de alto valor agregado, por lo que se ha establecido una zona franca regional. Como si esto fuera poco, el mercado interno encuentra su consumo en aumento y entre el 30 y 40 % de la producción regional se canaliza en Argentina. Los municipios de 25 de Mayo, La Adela y el Ente Comunal de Casa de Piedra

explican que la magnitud del proyecto original va aumentando las expectativas de concreción: la superficie regable en producción se ha triplicado en los últimos años. Relacionado al crecimiento del área agrícola, la diversidad tecnológica y productiva agropecuaria se ha expandido a variedades nuevas de frutales y forrajeras, así como también en sistemas de producción bovinos, ovinos y caprinos. En los últimos cuatro años, productores de Colonia El Sauzal han comenzado a ejecutar proyectos en torno a la oferta de turismo rural obteniendo resultados alentadores. Las condiciones microeconómicas de las PyMES de la región se ven favorecidas por las políticas provinciales. La incursión en financiamientos a tasas accesibles se expresa en inversiones por parte de los productores agroindustriales en sistemas productivos ecoeficientes. En consecuencia, el consumo de agua y energía se ha mantenido levemente creciente a pesar del gran aumento de superficies con riego. El Ministerio de Producción en convenio con escuelas secundarias, AER Colonia 25 de Mayo y UNLPam han renovado por quinto año consecutivo el programa de formación sobre capacitaciones formales en temas agropecuarios. Dicho programa se encuentra disponible para niveles medios y universitarios y genera un espacio institucional que, junto a las condiciones agroecológicas zonales, invitan a la radicación de capitales agropecuarios y mano de obra. La favorabilidad del contexto y la consolidación de redes de comunicación entre instituciones, ha limitado la competencia del sector agropecuario y petrolero por el trabajo calificado regional. Se establecieron beneficios habitacionales a la mano de obra agropecuaria de las localidades pampeanas ribereñas. La disponibilidad de agua para las producciones regionales sigue siendo alentadora. El caudal del río Colorado se ha mantenido en los niveles históricos, se han realizado obras y gestiones concretas para promover sistemas de ahorro de agua mediante su reuso. Las investigaciones científicas en el área se han multiplicado con la presencia del INTA en las tres áreas regables. La UNLPam coordina estudios económicos, sociales y ambientales que han repercutido en el “saber hacer” regional, en el dinamismo comercial y en el uso eficiente de los recursos naturales (principalmente agua). Dichos estudios han logrado el aval y compromiso de la población en acciones concretas: se han desarrollado planificaciones de riegos acorde al caudal, rotaciones y estacionalidad para los diferentes usos de cultivos agrícolas y mayor valor agregado regional en el sector bovino, ovino y caprino. Las áreas agrícolas agroecológicamente aptas cuentan con tendido eléctrico disponible para producir. El APE en conjunto con las Cooperativas regionales y el Ministerio de Obras Públicas han venido realizando obras de infraestructura energéticas. Éstas acompañaron la demanda del crecimiento exponencial de las actividades agropecuarias. Aportando al desarrollo energético regional, las políticas nacionales favorecieron el desarrollo de energías renovables. Se han incorporado en la región fuentes de energías alternativas: 2 parques eólicos y 3 proyectos de biogás, entre otras insinuaciones de proyectos con biomasa vegetal. En los últimos años se ha disminuido la demanda eléctrica por hectárea de riego logrando sistemas de bombeo más eficientes en su uso. El Proyecto Pampeano de las áreas regables de la ribera del río Colorado se encuentra en un 50 % de ejecución. *

3. Escenario 2: “Afianzado el crecimiento: vendimia y alfalfares”

Escenario tendencial

Las políticas públicas provinciales han seguido alternando vaivenes en las áreas regables del Río Colorado. Las principales líneas de financiamiento para inversiones agropecuarias bajo riego se han desarrollado desde el Banco de La Pampa, en coordinación con el Ministerio de Producción. Este financiamiento ha sido aprovechado por productores agroindustriales que arribaron en el SAM 25 de Mayo y en Casa de Piedra, con superficies regables orientadas a la producción vitivinícola. Estas producciones se han establecido y complementado con las producciones forrajeras preexistentes, principalmente en cuestiones logísticas y en el comercio internacional, experimentando una especie de mutualismo sectorial agroalimentario. La política macroeconómica nacional agroalimentaria se ha parcializado hacia la exportación de productos agropecuarios. La competitividad se ve favorecida a través del mantenimiento constante y sostenido de la depreciación del tipo de cambio nacional. La magnitud del proyecto original ha quedado relegada a pocos actores. La distancia a los centros de consumo internacionales aumenta considerablemente los costos logísticos, por lo que muchas PyMES han visto estancado y desacelerado su crecimiento por falta de escala; en estos últimos años sólo han podido incursionar en el mercado interno.

Las inversiones vitivinícolas han aportado un considerable número de capitales agropecuarios gracias a las excelentes condiciones agroecológicas regionales, por lo que en los últimos años al AER Colonia 25 de Mayo y la UNLPam, han orientado sus investigaciones a este cultivo junto con sus cepas y comercialización. El mayor inconveniente que se les ha presentado a los agroindustriales vitivinícolas es la expertiz en la mano de obra local. Se observan hacia Casa de Piedra, muchos trabajadores de provincias vecinas (principalmente Mendoza) y provenientes desde países limítrofes, lo que ha favorecido el crecimiento exponencial de la población del Ente Comunal.

En un esfuerzo de coordinación institucional aislado y no muy frecuente, sigue en vigencia un convenio firmado por la Municipalidad de 25 de Mayo, Ente Comunal de Casa de Piedra, UNLPam, AER Colonia 25 de Mayo y el Colegio Secundario de 25 de Mayo. Se trata de un programa exitoso de capacitación sobre conocimientos en torno a la vitivinicultura: mantenimiento, poda, cosecha y manipulación del producto. Desde el EPRC y el Ministerio de la Producción se están culminando las obras para la instalación de una bodega con fines sociales. La inversión se realiza para generar una cooperativa vitivinícola que ofrezca salidas comerciales a los pequeños productores y PyMES de El Sauzal; ya que, vista la expansión de la vid en las áreas, vienen invertido en viñas de menor escala. El proyecto parece ser auspicioso.

La competencia por la mano de obra de las producciones agropecuarias con las producciones petroleras se ha acrecentado y limita el crecimiento de las áreas regables. La diversificación productiva sigue siendo un desafío futuro. Bajo de Los Baguales ha quedado relegado en su desarrollo, sólo queda algún que otro emprendimiento hortícola. Algunas políticas de desarrollo turísticos aisladas se encuentran traccionando el poblado de La Adela.

La escasez hídrica que viene afrontando el caudal del río Colorado se ha acentuado preocupando severamente a las autoridades provinciales (Ministerio de la Producción y de Obras Públicas). Por este motivo, se han venido desarrollado diversos estudios en pos de lograr eficiencia a través de la reutilización del recurso. Además, se han comenzado algunas obras en torno al reuso pero aún no se han finalizado.

Aunque el caudal hídrico sigue bajando, las inversiones en energías renovables han seguido su curso de desarrollo ininterrumpido. Con el apoyo de APE y Coospu, se ha

logrado el crecimiento constante de energías alternativas en manos de privados. Las áreas regables cuentan con sistemas productivos modelos en eficiencia energética a nivel nacional, utilizando recursos económicos de bajo costo. Debido al gran flujo vehicular regional, se han realizado esfuerzos esporádicos de infraestructura vial en diversos tramos de la ruta provincial N° 34; pero la obra completa aún no tiene fecha de finalización. El Proyecto Pampeano de las áreas regables de la ribera del río Colorado se encuentra en un 30 % de ejecución.*

4. Escenario 3: “Agricultura, el arte de saber esperar: rumbo petrolero para el Proyecto pampeano”.

Escenario negativo

Las políticas públicas provinciales sobre las áreas regables del río Colorado pasaron de semipresentes a estar a punto de disolverse. La Pampa ha tomado un rumbo político y ejecutivo pasivos; lejos de los recursos hídricos superficiales. El conflicto con Mendoza aún no se ha resuelto y el cauce del sistema Atuel-Salado-Chaileuvú sigue seco. El eventual llenado de la obra Portezuelo del Viento ha traído, en las aguas del Río Colorado, impactos en reducción de cantidad (a niveles mínimos históricos de caudal). En este contexto y hace un par de años, el Ministerio de Producción ha tomado la decisión de ejecutar la liquidación del EPRC, quién terminó por cesar sus intervenciones en las áreas regables. Oportunamente se derivaron las tierras fiscales a las Municipalidades de 25 de Mayo y La Adela. La infraestructura del EPRC se ha rematado y la Secretaría de Recursos Hídricos ha tomado por decreto la mantención de los canales de riego, con escaso personal a cargo.

La Municipalidad de 25 de Mayo quedó a cargo de las áreas regables de Casa de Piedra, realizando la liquidación de terrenos que derivó en compras masivas de unos pocos inversores privados. Lejos de invertir en capitales agropecuarios, los compradores han acrecentado el modelo extractivista petrolero, beneficiados por el desarrollo de Vaca Muerta. En Bajo de los Baguales el municipio vendió unos pocos terrenos con fines productivos hortícolas y tiene a la venta otros.

La política agroalimentaria nacional sobre las economías regionales ha sido opaca para las PyMES agroalimentarias. Direccionadas hacia la exportación de productos agrícolas por el tipo de cambio, las PyMES que pudieron integrar su producción han ido reconvirtiendo de a poco su negocio, mejorando sus productos para exportación, pero una gran parte del total ha desaparecido. Las cargas impositivas se plantean como excesivas para la agricultura regional.

La disponibilidad en cantidad y calidad del agua del río Colorado ha venido decreciendo a indicadores alarmantes. Aparte del llenado de la obra Portezuelo del Viento, se han desarrollado focos de contaminación por derrames hidrocarbúricos en Neuquén (aguas arriba en Vaca Muerta) y en propio territorio pampeano. Estas situaciones han generado muchos inconvenientes a las pocas empresas agroindustriales que siguen apostando por el negocio de la alfalfa para exportación. Las producciones agropecuarias no pueden competir con las demandas de mano de obra y los altos salarios que ofrece el sector petrolero, por lo que han visto diezgadas sus producciones.

La falta de control y los ecos de corrupción institucionales han degradado las condiciones agroecológicas de la zona, cuestión que ha afectado también a la calidad

de agua que consumen los pampeanos del Acueducto del Río Colorado. Esto a generando malestar y falta del recurso en una gran parte de los habitantes de la provincia de La Pampa. En los últimos años el COIRCO ha emprendido una tarea sostenida pero muy difícil de controlar por el bajo presupuesto recibido: la gran demanda de infracciones ambientales.

De acuerdo con este contexto, las investigaciones en las áreas regables han volcado sus esfuerzos hacia estudios de impactos ambientales, en un intento por frenar la contaminación. La AER Colonia 25 de Mayo se ha venido desgastando en sus funciones por faltas reiteradas de presupuesto oficial. Por lo tanto, las intervenciones en la producción de conocimientos, en torno al desarrollo de la agricultura y ganadería, han mermado. Los escasos recursos recibidos se destinan a estudios de impacto ambiental sobre las aguas del Colorado. La UNLPam en cambio, ha enfocado sus investigaciones y proyectos en el desarrollo petroquímico de la región, gran parte es financiada mediante estudios de consultoría a las empresas petroleras.

La infraestructura comunicacional se ha desarrollado aguas arriba, haciendo del SAM 25 de Mayo y parte de Casa de Piedra, el sector este del desarrollo petrolero de Vaca Muerta. En este sentido se ha visto favorecido y aumentando el flujo comercial y comunicacional con la provincia de Neuquén. Muchas empresas siderúrgicas se han instalado en 25 de Mayo con el objetivo de proveer infraestructura y servicios a las compañías petroleras.

Las áreas regables de Casa de Piedra y Bajo de los Baguales se encuentran golpeadas por la escasez hídrica y su infraestructura de riego se deteriora año a año. La diversificación tecnológica y productiva, así como las inversiones en capitales agropecuarios carecen de futuro y en la actualidad parecen un relato de ciencia ficción. El área se sigue sosteniendo con la energía que brinda APE y no se han realizado demasiadas obras en los últimos años, sólo el mantenimiento y puesta a punto de las líneas existentes en el SAM 25 de Mayo, por expreso pedido de las compañías petroleras. El Proyecto Pampeano de las áreas regables de la ribera del río Colorado se encuentra en un 15 % de ejecución y va decreciendo. *

5. ¿Qué imagen de futuro considera Usted que tiene más posibilidades de ocurrencia para el año 2030? *

Marca solo un óvalo.

- Escenario 1: “Vida Verde: Hacia el desarrollo sustentable de la agricultura bajo riego en La Pampa”
- Escenario 2: “Afianzado el crecimiento: Vendimia y Alfalfares”
- Escenario 3: “Agricultura, el arte de saber esperar: Rumbo petrolero para el Proyecto Pampeano”
- Otro:

