

O/H.1112
S11d
IV

42864

CFI CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

PROVINCIA DE SALTA

**DIAGNÓSTICO Y EVALUACIÓN DE LA
CONTAMINACIÓN DE LOS RECURSOS
HÍDRICOS DE LA
ALTA CUENCA DEL JURAMENTO
-PROVINCIA DE SALTA-**



Informe Final

**Tomo IV: “Valoración económica del Recurso
Hídrico”**

Autores: MSc. Mónica Salusso
MSc. Liliana Moraña
MSc. Juan Godoy

Año 2001

PERSONAL AUXILIAR

Lic. Ernesto Badano

Lic. Marcela Calzon

Marcela Palma

INDICE

1.0 INTRODUCCION	1
2.0 OFERTA DE RECURSOS HÍDRICOS EN LA ALTA CUENCA DEL RIO JURAMENTO (SALTA)	2
2.1 INTRODUCCION	2
2.2 METODOLOGIA	3
2.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	5
2.3.1 ESTUDIOS DE LAS SUBCUENCAS	5
2.3.2 OFERTA HÍDRICA GLOBAL	6
2.3.3 OFERTA HÍDRICA NETA	15
2.3.4 CALIDAD DE LA OFERTA HÍDRICA NETA	33
2.3.5 BIBLIOGRAFIA	35
3.0 COSTO DE OPORTUNIDAD DEL USO DE LA TIERRA	36
3.1 METODOLOGIA	37
3.2 EL VALOR DE LA PRODUCTIVIDAD HÍDRICA DEL BOSQUE (VALOR DE CAPTACIÓN)	39
3.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	41
3.3.1 ESTIMACION DE VALORES ECONOMICOS-ECOLOGICOS	41
3.3.2 DETERMINACION DE LA COBERTURA DE BOSQUE	43
3.3.3 RENTABILIDAD DE LA ACTIVIDAD GANDERA	46
3.3.4 VALOR DE CAPTACIÓN	48
3.3.5 BIBLIOGRAFIA	52

4.0 CAMBIO DE PRODUCTIVIDAD EN LA ACTIVIDAD AGRÍCOLA	53
4.1 METODOLOGIA	53
4.1.1 CARACTERIZACION ZONAL	53
4.1.2 VALORACION ECONOMICA DEL AGUA	54
4.1.3 RECOLECCION DE INFORMACIÓN	58
4.2 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	61
4.2.1 CULTIVOS Y AREAS CULTIVADAS	61
4.2.2 FUENTES DEL AGUA PARA RIEGO	72
4.2.3 VOLUMENES UTILIZADOS AGUA PARA RIEGO	81
4.2.4 PRECIOS DEL AGUA PARA RIEGO	87
5.0 EXCEDENTE DEL CONSUMIDOR	90
5.1 METODOLOGIA	90
5.2 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	94
5.2.1 DEMANDA ACTUAL Y FUTURA DEL AGUA	97
6.0 VALORACION ECONOMICA DEL AGUA COMO DESECHO DEL PROCESO PRODUCTIVO	107
6.1 INTRODUCCION	107
6.2 METODOLOGIA	109
6.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	110
6.3.1 CUANTIFICACION DE LA CONTAMINACIÓN A NIVEL DE LA ALTA CUENCA DEL RIO JURAMENTO	111
6.3.1.1 EFLUENTES MUNICIPALES	111
6.3.1.1.1 CONTAMINACION GENERADA POR EFLUENTES MUNICIPALES	121

6.3.1.2 MATADEROS Y FRIGORÍFICOS	123
6.3.2 CUANTIFICACION DE LA CONTAMINACIÓN GENERADA POR LA CURTIEMBRE ARLEI-DEPARTAMENTO ROSARIO DE LERMA	126
6.3.3 CUANTIFICACION DE LA CONTAMINACIÓN EN EL PARQUE INDUSTRIAL –DEPARTAMENTO CAPITAL	128
6.3.3.1 FABRICACION DE GRASAS COMESTIBLES	132
6.3.3.2 FABRICACION DE FERTILIZANTES	135
6.3.3.3 FABRICACION DE BATERIAS	137
6.3.3.4 FABRICACION DE PRODUCTOS DE LIMPIEZA	139
6.3.3.5 ACTIVIDAD GLOBAL EN EL PARQUE INDUSTRIAL	141
6.3.4 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS PARA DISMINUIR LA CONTAMINACIÓN GENERADA POR LAS INDUSTRIAS	144
6.3.4.1. OPCIONES PARA DISMINUIR LA CONTAMINACIÓN	145
6.3.4.1.1. MINIMIZACIÓN DE RESIDUOS	146
6.3.4.1.2. PRETRATAMIENTO DE RESIDUOS	148
6.3.4.3.1. SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTOS	149
6.3.6. BIBLIOGRAFÍA	152

INDICE DE FIGURAS

PARTE 1.

Fig. 1: Alta Cuenca del Río Juramento en Salta	6
Fig. 2: Sub-Cuenca Arias-Arenales	7
Fig. 3: Sub-Cuenca Calchaquí	9
Fig. 4: Sub-Cuenca Santa María-Las Conchas-Guachipas	10
Fig. 5: Sub-Cuenca Escoipe-Río Chicoana	11
Fig. 6: Sub-Cuenca Río Toro-Rosario	12
Fig. 7: Oferta Hídrica en la Alta Cuenca del Río Juramento	14
Fig. 8: Balances hídricos en la Sub-Cuenca del Río Arias-Arenales	17
Fig. 9: Balances hídricos en la Sub-Cuenca del Río Santa María - Las Conchas - Guachipas	19
Fig. 10: Balances hídricos en la Sub-Cuenca del Río Calchaquí	22
Fig. 11: Balances hídricos en la Sub-Cuenca del Río Escoipe - Chicoana	23
Fig. 12: Balances hídricos en la Sub-Cuenca del Río Toro - Rosario	26
Fig. 13: Hidrogramas. Estadísticas de A y E. E.	30

PARTE II.

Gráfico 1. cobertura de bosque por subcuenca en relación a sus áreas 50
totales

PARTE III

Fig. 1: Proporción de superficies cultivadas por cultivo y campaña agrícola del Valle de Lerma	66
Fig. 2: Superficie total cultivada en cada campaña agrícola del Valle de Lerma	67

Fig. 3: Proporción de superficies cultivadas por cultivo y campaña agrícola del Valle Calchaquí 70

Fig. 4: Superficie total cultivada en cada campaña agrícola del Valle Calchaquí 71

Fig. 5: Agua total utilizada en las últimas doce campañas agrícolas del valle de Lerma 86

Fig. 6: Agua total utilizada en las últimas doce campañas agrícolas del valle Calchaquí 86

PARTE IV

Figura 1. Demanda de agua para consumo domestico con elasticidad de -0.3 100

Figura 2. Demanda de agua para consumo domestico con elasticidad de -0.2 y -0.4 101

PARTE V

Figura 1. Técnicas de minimización de residuos 147

INDICE DE TABLAS Y CUADROS

PARTE I

Tabla 1: Superficie de las subcuencas de la Alta Cuenca del Río Juramento en la provincia de Salta.	5
Tabla 2: Registro de Precipitación Media Anual. Subcuenca Arias-Arenales	8
Tabla 3: Registro de Precipitación Media Anual. Subcuenca Calchaquí	9
Tabla 4: Registro de Precipitación Media Anual. Subcuenca Santa María-Conchas-Guachipas	10
Tabla 5: Registro de Precipitación Media Anual. Subcuenca Escoipe-Chicoana	11
Tabla 6: Registro de Precipitación Media Anual. Subcuenca Toro-Rosario	12
Tabla 7: Precipitaciones Promedio por Subcuenca.	13
Tabla 8: Oferta Hídrica Total de la Alta Cuenca del Juramento en la provincia de Salta.	13
Tabla 9: Escurrimientos de la Subcuenca Río Arias-Arenales	16
Tabla 10: Escurrimientos de la Subcuenca Río Santa María- Las Conchas- Guachipas	21
Tabla 11: Escurrimientos de la Subcuenca Río Calchaquí	23
Tabla 12: Escurrimientos de la Subcuenca Río Escoipe-Chicoana	25
Tabla 13: Escurrimientos de la Subcuenca Río Toro- Rosario	27
Tabla 14: Evapotranspiración Real y Escurrimientos en la Alta Cuenca del río Juramento	28
Tabla 15: Oferta Hídrica Neta en la Alta Cuenca del Río Juramento	28
Tabla 16: Estadísticas de estaciones de aforo. EVARSA SA, 1994.	29
Tabla 17: Transporte medio Anual de sólidos. Estaciones de AyEE en Kg/m ³	34
Tabla 18: Aporte de sólidos	34

PARTE II.

- Tabla 1. Aporte a la oferta hídrica neta de las subcuencas de la Alta Cuenca del Juramento 41
- Tabla2. Areas de cultivo y bosque y montes naturales de las subcuencas de la Alta Cuenca del Juramento 43
- Tabla 3. Existencias ganaderas en las subcuencas analizadas de la Alta Cuenca del Juramento 44
- Tabla 4. Unidades animales existentes en las Subcuencas de la Alta Cuenca del Juramento 45
- Tabal 5 Carga animal en las subcuencas de la Alta Cuenca del Juramento 45
- Cuadro 1 Análisis de sensibilidad de la ganadería en la subcuenca Arias - Arenales 47
- Cuadro 2 Análisis de sensibilidad de la ganadería en la subcuenca Escoipe-Chicoana 47
- Cuadro 3 Análisis de sensibilidad de la ganadería en la subcuenca Toro-Rosario 47
- Cuadro 4 Valor de Captación de agua por los bosques de las subcuencas Toro-Rosario, Escoipe-Chicoana y Arias -Arenales 49

PARTE III

- Cuadro 1: Cultivos realizados en el valle de Lerma desde la campaña agrícola del año 1988/89 hasta la campaña 199/2000. 64
- Cuadro 2: Cultivos realizados en el valle Calchaquí desde la campaña agrícola del año 1988/89 hasta la campaña 199/2000. 65
- Cuadro 3: Intendencias de Riego. Capital. 73
- Cuadro 4: Area bajo riego y número de usuarios administrada por la intendencia de riego Cerrillos 74
- Cuadro 5: Area bajo riego y número de usuarios administrada por la intendencia de riego Chicoana 75

- Cuadro 6: Area bajo riego y número de usuarios administrada por la 77
intendencia de riego Coronel Moldes
- Cuadro 7: Area bajo riego y número de usuarios administrada por la 78
intendencia de riego Cachi
- Cuadro 8: Area bajo riego y número de usuarios administrada por la 79
intendencia de riego San Carlos
- Cuadro 9: Area bajo riego y número de usuarios administrada por la 81
intendencia de riego Cafayate
- Cuadro 10: Volúmenes de agua actualmente utilizados para los distintos 83
cultivos del Valle de Lerma (reales)
- Cuadro 11: Volúmenes de agua actualmente utilizados para los distintos 84
cultivos del Valle Calchaquí (reales)
- Cuadro 12: Rendimientos, precios y costos de los cultivos del valle de 89
Lerma y Calchaquí

PARTE IV

- Cuadro 1. Población servida y no servida con agua potable (año 2000) en 94
diferentes municipios y localidades de la Alta Cuenca del río
Juramento
- Cuadro 2. Consumo actual de agua por habitante por día y por localidad 96
- Cuadro 3. Precio del metro cúbico del agua consumida 97
- Cuadro 4. Excedente total y neto del excedente del consumidor (elasticidad 99
de 0.3)
- Cuadro 5. Excedente total y neto de excedente del consumido (elasticidad 102
de 0.2)
- Cuadro 6. Excedente total y neto de excedente del consumido (elasticidad 103
de 0.4)

PRTE V

- Tabla N° 1: Volúmenes de agua consumida, por Localidad y por 112
Departamento

Tabla N° 2: Volúmenes de efluentes generados y derivados a red cloacal, por localidad	114
Tabla N°3 Volúmenes de efluentes derivados a red cloacal por departamento	115
Tabla N° 4: Composición de los efluentes municipales por departamento (Salusso y Moraña, 2001)	116
Tabla N° 5: Contaminación generada por los efluentes municipales – Departamento Capital	117
Tabla N° 6: Contaminación generada por los efluentes municipales – Departamento Cachi	118
Tabla N° 7: Contaminación generada por los efluentes municipales – Departamento Chicoana	119
Tabla N° 8: Contaminación generada por los efluentes municipales– Departamento Rosario de Lerma	120
Tabla N° 9: Contaminación generada por los efluentes municipales en la alta Cuenca del Juramento, Provincia de Salta	122
Tabla N° 10 Ganado vacuno faenado y volumen de agua empleado anualmente por departamento	123
Tabla N° 11: Contaminantes generados por los mataderos (tn/año), por Departamento	124
Tabla N° 12: Valores típicos para líquidos residuales en las distintas etapas del procesamiento	125
Tabla N° 13: Contaminante generado por la actividad de los mataderos	125
Tabla N° 14: Número de cueros procesados y caudales requeridos:	126
Tabla N° 15: Contaminación generada por la actividad de la curtiembre ARLEI- Departamento de Rosario de Lerma	127
Tabla N° 16: Caudales suministrados por la administración del parque industrial a las distintas industrias	129
Tabla N° 17: Volúmenes de agua empleados por las industrias analizadas del parque industrial de Salta	130
Tabla N° 18: Composición de los efluentes de las industrias analizadas en el parque industrial	131

Tabla N° 19: Volúmenes de efluentes generados por la fabricación de grasas comestibles-parque industrial	132
Tabla N° 20: Contaminación generada por la empresa El Tuyu-parque industrial-departamento capital	133
Tabla N° 21: Contaminación generada por la empresa LIPSA-parque industrial-departamento capital	134
Tabla N° 22: Volúmenes de efluentes generados en la fabricación de fertilizantes-parque industrial	135
Tabla N° 23: Contaminación generada por la empresa Química AGENOR-parque industrial-departamento capital	136
Tabla N° 24: Volúmenes de efluentes generados en la fabricación de baterías-parque industrial	137
Tabla N° 25: Contaminación generada por la empresa BATERPLAC parque industrial-departamento capital	138
Tabla N° 26: Volúmenes de efluentes generados en la fabricación de productos de limpieza-parque industrial	139
Tabla N° 27 : Contaminación generada por la empresa Mancean-parque industrial-departamento capital	140
Tabla N° 28 Contaminación global generada por las industrias analizadas parque industrial-departamento capital	142
Tabla N° 29 Volúmenes promedio de agua empleados por las industrias en funcionamiento, provistos por el pozo comunitario de la API	143

VALORACIÓN ECONOMICA DEL AGUA COMO INSUMO DEL PROCESO PRODUCTIVO.

1.0INTRODUCCIÓN.

El presente estudio ha tenido como objetivo llevar a cabo la valoración económica del agua en función de los diferentes usos considerados que son: consumo doméstico, industrial y agrícola.

El documento se divide en cuatro partes, la primera corresponde a la determinación de la oferta global y neta de agua en la alta Cuenca del Río Juramento, como base para la determinación del valor del bosque como captador de agua, sobre la base del mejor costo de oportunidad del uso del suelo que para el caso fue la ganadería de cría. La segunda parte del trabajo está referida al valor del agua en la actividad agrícola, reconocida ésta como la de mayor demanda del recurso ofrecido en el área de estudio.

La tercera parte presenta la valoración del excedente social del consumo de agua bajo el escenario del consumo actual y futuro (proyectado al 2005).

La ultima parte del documento, corresponde a la determinación de los volúmenes de contaminantes que vierten los usuarios por la vía cloacal, a los cursos de los ríos que drenan la Alta cuenca del Río Juramento en la Provincia de Salta.

2.0 OFERTA DE RECURSOS HÍDRICOS EN LA ALTA CUENCA DEL RÍO JURAMENTO (SALTA).

2.1. INTRODUCCIÓN

El sistema hidrográfico de la Alta Cuenca del río Juramento en la provincia de Salta, ocupa una superficie aproximada de 24.334,66 Km².

Se compone de diferentes subcuencas con características climáticas diferentes, las mismas se han delimitado en función de la clasificación climática de Thornthwaite que se fundamenta en el estudio de dos variables climáticas: precipitación y temperatura. El estudio se realizó analizando los registros históricos de precipitaciones medias mensuales y temperaturas medias mensuales de las diferentes estaciones meteorológicas ubicadas sobre la alta cuenca.

A través del análisis de las precipitaciones se calculó la oferta hídrica global de la cuenca, que es el volumen de agua captado por la superficie (área de la cuenca) de la Alta Cuenca del Río Juramento por el volumen de agua precipitada sobre ella, dentro de los límites de la provincia de Salta.

Para realizar una valoración del recurso hídrico es necesario cuantificarlo; la oferta hídrica global es una primera aproximación, pero dada las características climáticas y las diferentes coberturas de vegetación existentes en el área, gran parte de esta oferta hídrica retorna a la atmósfera por evapotranspiración y otra parte importante se infiltra en el suelo antes de alcanzar efectivamente el curso de un río.

Se calculó entonces la oferta hídrica neta de la alta cuenca incorporando en el análisis la evapotranspiración real. La oferta hídrica neta representa el volumen de agua que efectivamente escurre sobre la cuenca.

Basándose en el análisis de las estadísticas hidrológicas se aproximó el escurrimiento que efectivamente llega a los ríos y se traducen en un módulo de caudal medio anual. El volumen de agua que alimenta los ríos en diferentes sectores es inferior a la oferta hídrica neta calculada, por lo que se considera que un importante volumen de agua se infiltra en diferentes sectores de la alta cuenca con características litológicas favorables para la infiltración y la recarga de acuíferos de magnitud.

La calidad de la oferta hídrica neta se evaluó sobre los datos de aportes sólidos que realizan los ríos de la alta cuenca al embalse General Belgrano.

2.2. METODOLOGÍA

La metodología empleada está basada en estudios realizados en Bolivia y Costa Rica por la UNESCO y el Centro Científico Tropical.

Se dividió la alta cuenca en cinco subcuencas principales por sus características climáticas diferenciales de acuerdo a los tipos climáticos de Thornthwaite y se determinaron las superficies de cada una, basadas en el mapa de ubicación de las estaciones de aforo que llevaron adelante los registros de caudales desde la década del '40 hasta la del '70. La evaluación de la oferta hídrica se realizó sobre la base de las estadísticas de precipitaciones medias mensuales y temperaturas medias mensuales de las estaciones

presentes en cada subcuenca (Bianchi, 1992 y 1996) con las cuales se calcularon los balances hídricos de cada una (Yáñez, 1990).

Las precipitaciones de todas las estaciones existentes en cada subcuenca fueron promediadas. Se calculó desvío estándar y coeficiente de variación porcentual. Es importante hacer notar que la distribución de las estaciones meteorológicas puede no ser la más adecuada, pero es la que está disponible, por lo que los resultados así obtenidos sobre la base de las estadísticas de precipitaciones deben ser tomadas como el análisis correspondiente a este trabajo, con la limitación antes referida.

La Oferta Hídrica Total de cada subcuenca se calculó multiplicando la superficie por la precipitación media obtenida.

Los escurrimientos obtenidos a través de una serie de balances hídricos para cada subcuenca fueron promediados, calculando el desvío estándar y el coeficiente de variación porcentual. La Evapotranspiración Real de cada subcuenca también fue promediada, calculando el desvío estándar y el coeficiente de variación porcentual.

La Oferta Hídrica Neta de cada subcuenca se calculó multiplicando la superficie por los escurrimientos promedio obtenidos.

Las estadísticas hidrológicas de la Alta Cuenca del río Juramento realizadas por las Estaciones a cargo de Agua y Energía Eléctrica y EVARSA SA, se utilizaron para analizar los escurrimientos de las subcuencas con datos disponibles.

La calidad de la Oferta Hídrica Neta de las subcuencas se relacionó con las estadísticas disponibles de aporte de sólidos y material de arrastre.

2.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2.3.1. ESTUDIO DE LAS SUBCUENCAS

La Alta cuenca del Río Juramento en la provincia de Salta se compone de cinco subcuencas principales de acuerdo a sus características particulares de topografía y clima. Estas son: subcuenca del Río Arias-Arenales, la subcuenca del Río Escoipe-Chicoana, la subcuenca del Río Toro-Rosario, la subcuenca del Río Santa María- Las Conchas-Guachipas y la subcuenca del Río Calchaquí.

Las superficies de las subcuencas se calcularon utilizando el mapa de ubicación de las estaciones de aforo distribuidas en diferentes tramos de los ríos que aportan sus aguas al Embalse General Belgrano (EVARSA, 1994).

Tabla 1.

El porcentaje que representa la superficie de cada subcuenca con relación a la superficie total de la Alta Cuenca del Río Juramento en la provincia de Salta se muestra en la Figura 1.

Tabla 1: Superficie de las subcuencas de la Alta Cuenca del Río Juramento en la provincia de Salta.

Subcuencas	Superficie (Km²)	%
Río Toro	4.792.26	20
Río Arias-Arenales	1.190,0	5
Río Escoipe-Chicoana	918.0	3
Río Santa María-Las Conchas-Guachipas	4.274.4	18
Río Calchaquí	13.160,0	54
Totales	24.334.66	100

Fuente: Elaboración propia sobre datos de las Estaciones de Aforo disponibles en la Alta Cuenca del Juramento. Agua y Energía. 1972.



La mayor superficie de la Alta Cuenca corresponde a la subcuenca del Río Calchaquí (54%) le sigue en orden de importancia la subcuenca del Río Toro-Rosario (20%), la subcuenca del Río Santa María-Conchas-Guachipas (18%), y finalmente las subcuencas de menor superficie corresponde a las subcuencas del Río Arias-Arenales (5%) del Río Escoipe-Chicoana (3%).

2.3.2. OFERTA HÍDRICA GLOBAL

El cálculo de la Oferta Hídrica Total se efectuó sobre el análisis de los registros disponibles de precipitaciones de todas las estaciones meteorológicas ubicadas en cada subcuenca de la Alta Cuenca del Río Juramento en la provincia de Salta. (Bianchi, 1992 y 1996).

El aporte de las aguas de deshielo que provienen de las precipitaciones en forma de nieve-granizo no ha sido cuantificado debido a que no existen mediciones. Estas precipitaciones afectan a las subcuencas Arias-Arenales, Santa María - Las Conchas - Guachipas, Toro-Rosario, Calchaquí y Escoipe-Chicoana cuyas nacientes se encuentran por encima de los 6.000 msnm.

Las precipitaciones medias mensuales se presentan en las figuras 2 a 6, donde las ordenadas son las precipitaciones en mm y las abscisas representan la sigla de cada estación y la altitud de la misma en msnm.

La Subcuenca del Río Arias-Arenales posee registros de 12 estaciones meteorológicas. Presenta una marcada disminución de las precipitaciones con la altitud. Fig. 2. El mayor aporte de precipitaciones corresponde a las estaciones que se encuentran sobre las laderas este de la Cordillera Oriental, San Lorenzo, Las Costas y Potrero de Díaz; con registros superiores a los 1000 mm/a. Las estaciones ubicadas en el Valle de Lerma registran precipitaciones inferiores a los 700 mm/a. (Tabla 2)

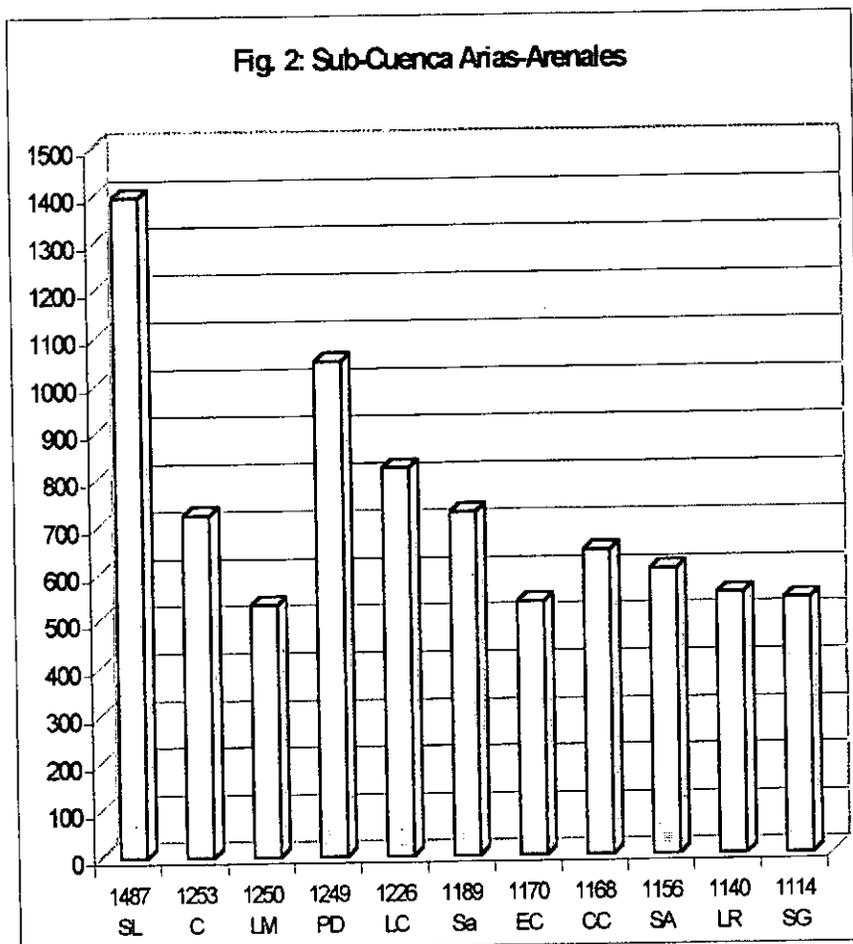


Tabla 2: Registro de Precipitación Media Anual. Subcuenca Arias-Arenales

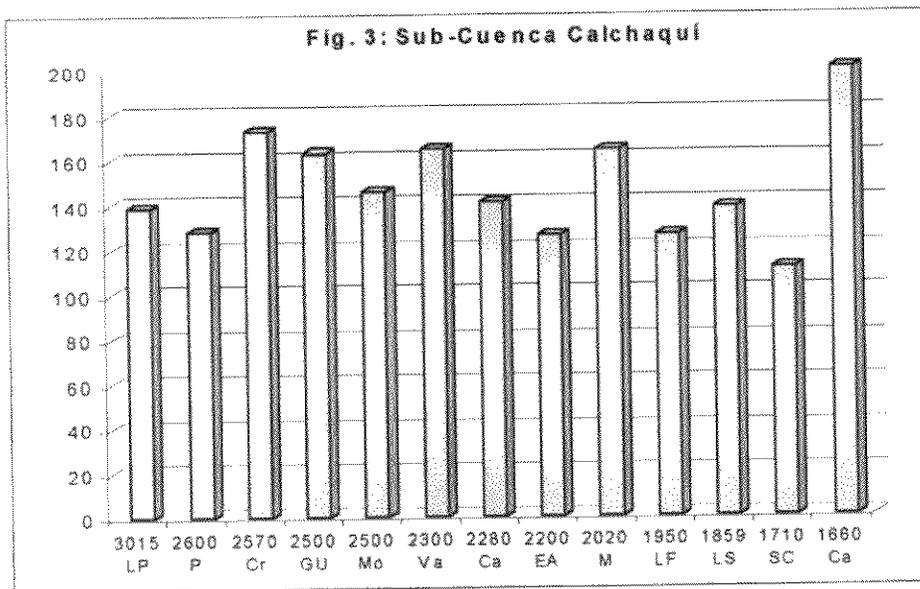
Estaciones	Sigla	Altitud msnm	Precipitación mm/anuales
1. Salamanca. Río Arenales	S	1764	979
2. San Lorenzo	SL	1487	1395
3. Cerrillos. INTA	C	1253	723
4. La Merced DGA	LM	1250	532
5. Potrero de Díaz. Río Arenales	PD	1249	1046
6. Las Costas	LC	1226	822
7. Salta	Sa	1189	725
8. El Carril. Dr. Facundo de Zuviría	EC	1170	536
9. Campamento Central Río Arias	CC	1168	644
10. San Agustín	SA	1156	603
11. Finca Los Remansos. Cerrillos	LR	1140	550
12. San Gabriel. Río Arias	SG	1114	538
Media			757,75
Desvío Estándar			265,0914508
Coeficiente de Variación (%)			34,98402518

El clima de esta subcuenca en la clasificación de Thornthwaite corresponde al tipo climático húmedo a subhúmedo seco en cuanto a la eficiencia hídrica, es mesotermal y con nula a pequeña deficiencia de agua en cuanto a la variación estacional de la eficiencia hídrica.

La Subcuenca del Río Calchaquí posee registros de 13 estaciones meteorológicas, las precipitaciones se mantiene alrededor de los 100 a 200 mm. Tabla 3. Fig. 3. Esto se debe a que las Cumbres Calchaquíes se comportan como barrera climática. Las masas de aire húmedo provenientes del Noreste al franquear este cordón precipitan sobre las laderas orientales, pasando escasas de humedad a las laderas occidentales. El tipo climático a que corresponde de acuerdo a la clasificación de Thornthwaite es árido, mesotermal y con nulo o pequeño exceso de agua.

Tabla 3: Registro de Precipitación Media Anual. Subcuenca Calchaquí

Estaciones	Sigla	Altitud msnm	Precipitación mm/anales
1. La Poma	LP	3015	139
2. Pucará. Río Pucará	P	2600	128
3. Carrizal. Río Pucará	Cr	2570	173
4. Guasamayo. Río Pucará	GU	2500	163
5. Mollaco. Río Pucará	Mo	2500	146
6. Vallecito. Río Pucará	Va	2300	165
7. Cachi. Río Calchaquí	Ca	2280	141
8. Pucará. El Angosto	EA	2200	126
9. Molinos. Río Calchaquí	M	2020	164
10. Las Flechas. Río Calchaquí	LF	1950	126
11. Los Sauces. Río Calchaquí	LS	1859	138
12. San Carlos	SC	1710	111
13. Cafayate	Ca	1660	200
Media			147,6923077
Desvío Estándar			24,27064281
Coeficiente de Variación (%)			16,43324774

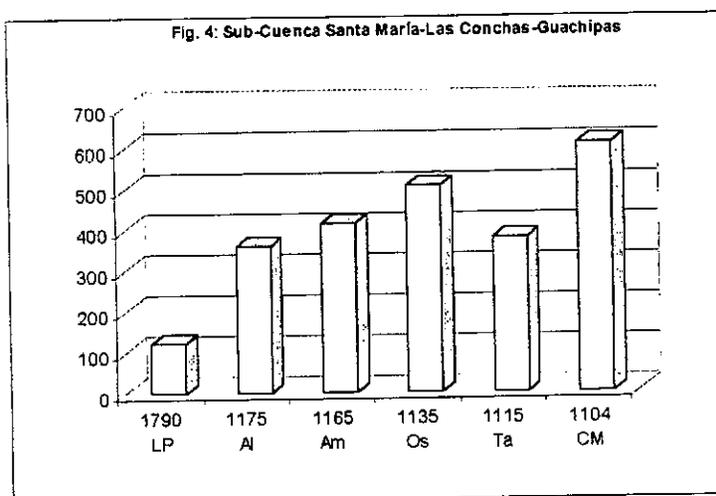


La Subcuenca del Río Santa María-Conchas-Guachipas posee registros de 6 estaciones meteorológicas, muestra una alta variabilidad de las precipitaciones de norte a sur, desde 600 mm/a en Cnel. Moldes al sur del Valle de Lerma a 100 mm/a en La Punilla. Tabla 4. Fig. 4.

Tabla 4: Registro de Precipitación Media Anual. Subcuenca Santa María-Conchas-Guachipas

Estaciones	Sigla	Altitud msnm	Precipitación mm/anales
1. La Punilla. Río Calchaquí	LP	1790	121
2. Alemania	Al	1175	359
3. Ampascachi	Am	1165	412
4. Osma Estación	Os	1135	506
5. Talapampa	Ta	1115	376
6. Moldes Coronel. DGA	CM	1104	608
Media			397
Desvío Estándar			164,1267803
Coefficiente de Variación (%)			41,34175825

La mayoría de las estaciones corresponden al tipo climático semiárido, excepto Coronel Moldes que corresponde a un clima subhúmedo seco, la totalidad de la subcuenca es mesotermal en cuanto a la eficiencia térmica y posee un nulo o pequeño exceso de agua.

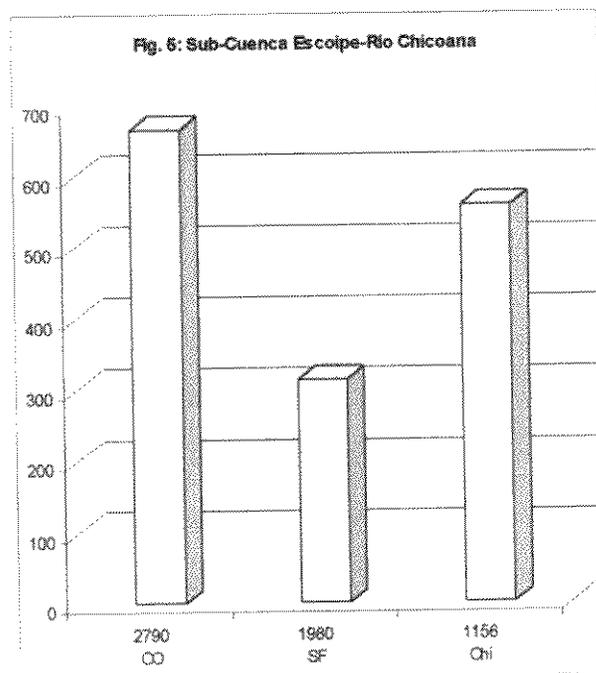


La Subcuenca del Río Escoipe-Chicoana posee registros de 3 estaciones meteorológicas, presenta altas precipitaciones en las zonas altas y bajas, las menores precipitaciones ocurren en zonas intermedias como San Fernando mostrando el efecto orográfico de las mismas. Tabla 5. Fig. 5

El tipo climático varía, es subhúmedo húmedo en Cuesta del Obispo, con pequeño o nulo déficit de humedad, es subhúmedo seco en Chicoana y semiárido con nulo exceso de humedad en San Fernando de Escoipe.

Tabla 5: Registro de Precipitación Media Anual. Subcuenca Escoipe-Chicoana

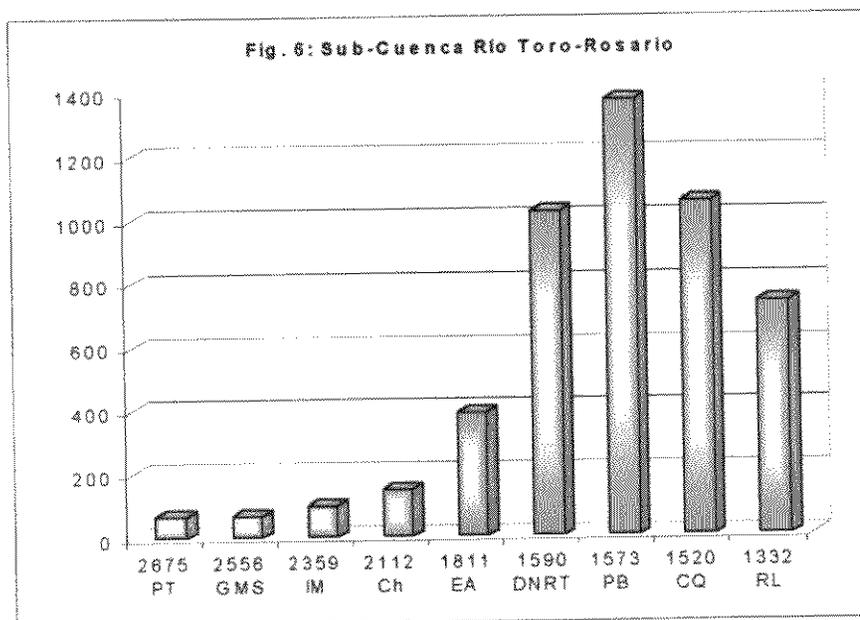
Estaciones	Sigla	Altitud msnm	Precipitación mm/anuales
1. Cuesta del Obispo. Río Escoipe	CO	2790	667
2. San Fernando. Río Escoipe	SF	1980	315
3. Chicoana. Estación	Chi	1156	558
Media			513,3333333
Desvío Estándar			180,2008139
Coefficiente de Variación (%)			35,10405466



La Subcuenca del Río Toro-Rosario, posee registros de 9 estaciones meteorológicas, presenta bajas precipitaciones desde las zonas altas (Chorrillos), luego las precipitaciones aumentan hasta los 1600 msnm aproximadamente con un registro de alrededor de los 1400 mm en Peñas Bayas. Tabla 6. Fig. 6.

Tabla 6: Registro de Precipitación Media Anual. Subcuenca Toro-Rosario

Estaciones	Sigla	Altitud msnm	Precipitación mm/anales
1. Puerta de Tastil	PT	2675	67
2. Gobernador Manuel Solá	GMS	2556	68
3. Ingeniero Maury	IM	2359	98
4. Chorrillos	Ch	2112	148
5. El Alisal	EA	1811	390
6. Dique Nivelador. Río Toro	DNRT	1590	1020
7. Peñas Bayas. Corralito	PB	1573	1373
8. Campo Quijano. DGA	CQ	1520	1052
9. Rosario de Lerma	RL	1332	734
Media			583,9
Desvío Estándar			488,1528563
Coeficiente de Variación (%)			83,60213329



El tipo climático varía, es húmedo a subhúmedo en las estaciones con más de 700 mm/a y es semiárido en El Alisal y árido a partir de los 2.000 nsm.

El promedio de precipitaciones por subcuenca muestra diferentes situaciones de variabilidad. Tabla 7.

Tabla 7: Precipitaciones Promedio por Subcuenca.

Sub-Cuenca	Precipitación media	Desvío Estándar	CV %	Max	Est.	Min	Est.
3.0 Río Toro-Rosario	583,9	488,1	83,6	1373	PB	67	PT
Arias-Arenales	757,8	265,1	34,9	1395	SL	536	EC
Escoipe-Río Chicoana	513,3	180,2	35,1	667	CO	315	SF
Santa María-Las Conchas Guachipas	397,0	164,1	41,3	608	CM	121	LP
Calchaquí	147,7	24,3	16,4	200	Ca	111	SC

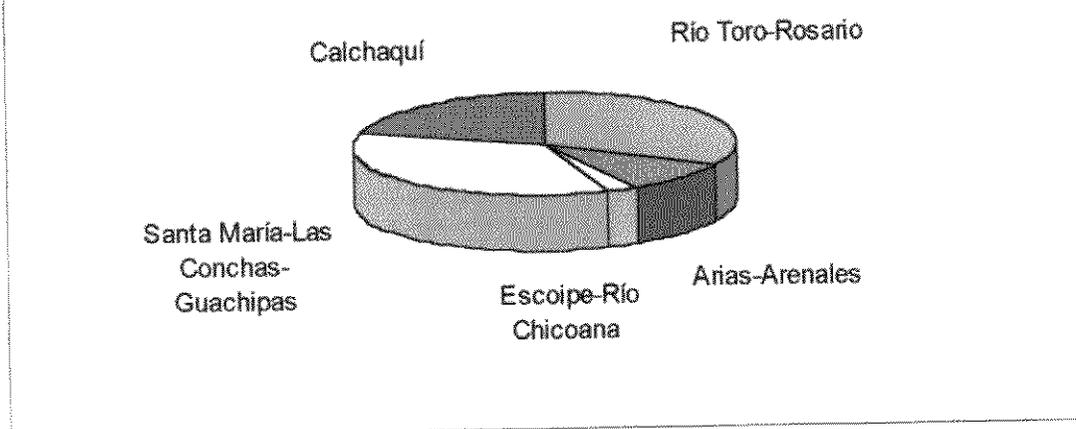
Se observa que la subcuenca de mayor variabilidad en cuanto a precipitaciones medias es la del Río Toro-Rosario (CV 83.6%), le sigue la subcuenca del Río Santa María-Las Conchas-Guachipas (CV 41.3%), la subcuenca del Río Escoipe-Chicoana (CV 35.1%), La subcuenca del Río Arias-Arenales (CV 34.9%) y por último la subcuenca de menor variabilidad es la del Río Calchaquí (CV 16.4%).

La Oferta Hídrica Parcial por subcuenca y Global de la Alta Cuenca del Río Juramento dentro de la provincia de Salta se obtuvo como el producto de la precipitación promedio que ocurre en cada subcuenca y la superficie de cada una. Tabla 8. El porcentaje de aporte de cada subcuenca se muestra en la Figura 7.

Tabla 8: Oferta Hídrica Total de la Alta Cuenca del Juramento en la provincia de Salta.

Sub-Cuenca	Precipitación media	Superficie Km ²	m ³	l/m ³	%
Río Toro-Rosario	583,9	4.792,26	2.798.200,614	2.798,20	32,5
Arias-Arenales	757,8	1.190	90.172.250	901,7	9,5
Escoipe-Río Chicoana	513,3	918,0	471.209,400	471,20	2,7
Santa María-Las Conchas-Guachipas	397	4.274,4	1.696.936,800	1.696,94	34,8
Calchaquí	147,7	13.160	194.363.076,9	1.943,6	20,5
Totales		24.334,66	7.811.860,814	7811,64	100

Fig. 7: Oferta Hídrica en la Alta Cuenca del Río Juramento



Los mayores aportes de precipitación los realizan las subcuencas de los ríos Toro-Rosario, Arias-Arenales y Escoipe-Chicoana. Sin embargo, los mayores contribuyentes a la Oferta Hídrica Total de la Alta Cuenca son las subcuencas de los ríos Santa María-Las Conchas-Guachipas y Toro-Rosario debido a que son las subcuencas de mayores superficies.

La Oferta Hídrica Total de la Alta Cuenca del río Juramento en la provincia de Salta es de 7.811,64 Hm³ y constituye el volumen de agua promedio que recibe dicha cuenca en función de las precipitaciones.

2.3.3. OFERTA HÍDRICA NETA

La Oferta Hídrica Neta es el volumen de agua que realmente queda en la Alta Cuenca luego de descontar el agua que retorna a la atmósfera por evapotranspiración. El cálculo de esta se realizó en función del mismo procedimiento realizado para la Oferta Hídrica Global, tomando los balances hídricos de las estaciones analizadas en las que se cuenta con registro de temperaturas medias mensuales.

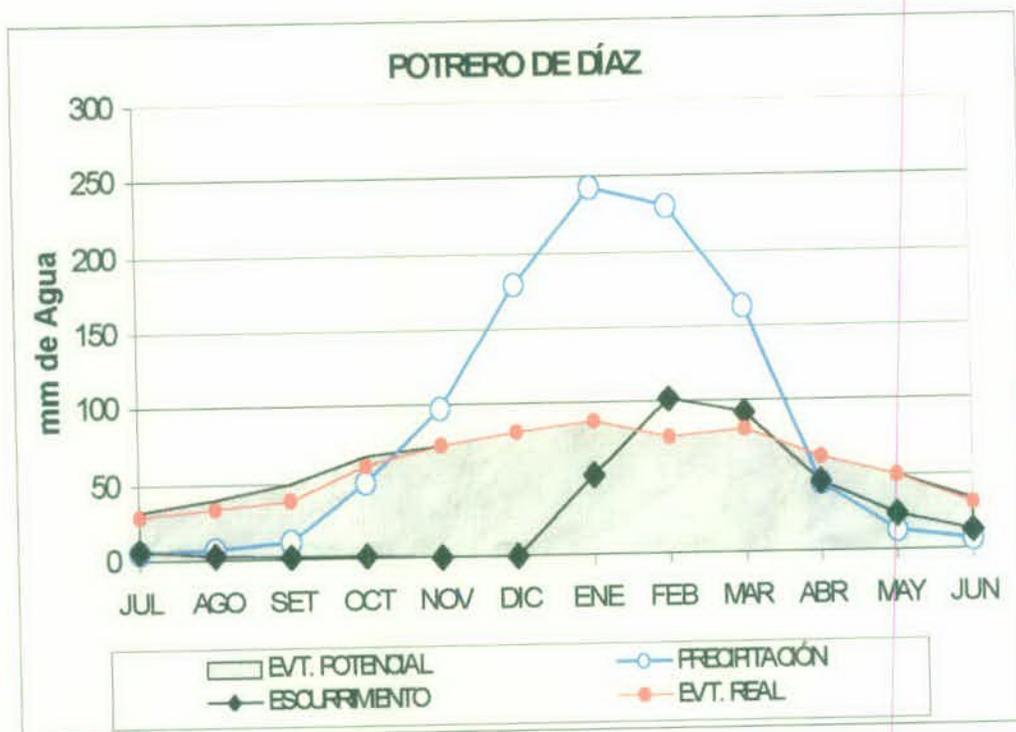
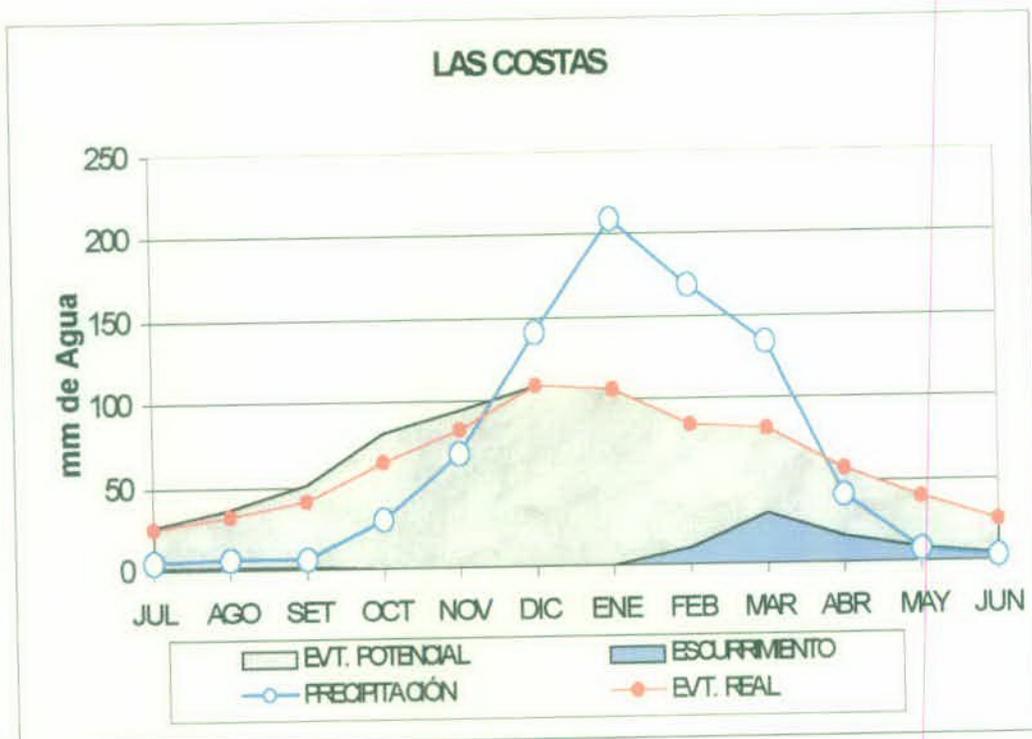
Los balances hídricos de las estaciones estudiadas se clasificaron por subcuencas y se determinaron los escurrimientos medios y la evapotranspiración real promedio. Se calcularon también los desvíos estándar y los coeficientes de variación porcentual.

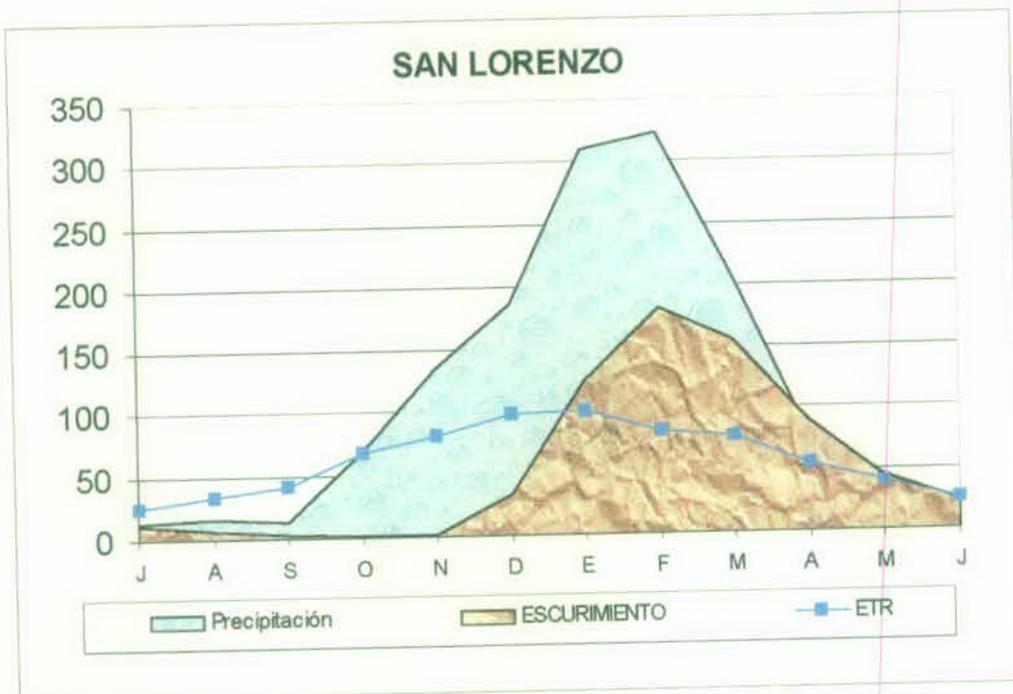
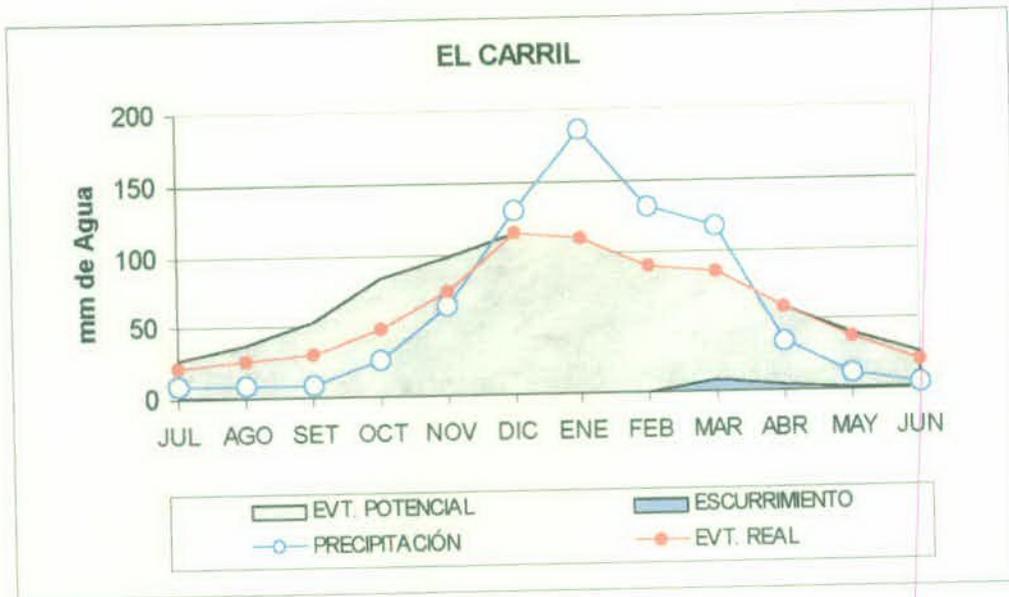
Las subcuencas del Río Arias-Arenales (Tabla 9) muestra la mayor variabilidad en cuanto a escurrimientos anuales (CV 250.1%) Fig. 8. Se concentran en los meses de marzo a julio y representan sólo el 18 % del agua precipitada, el 82 % corresponde a evapotranspiración.

Tabla 9: Escurrimientos de la Subcuenca Río Arias-Arenales

Estaciones	Precipitación mm	ETP en mm	ETR en mm	Escurrimiento mm	Déficit Hídrico mm	Capacidad de retención del Suelo (mm)	Tipo de Suelo	Cobertura
San Lorenzo	1.395	726	724	672	-2	400	Franco Limoso	Bosque
Las Costas	822	791	742	73	-49	400	Franco Limoso	Bosque
Potrero de Díaz	1.046	733	704	342	-29	400	Franco Limoso	Bosque
Salta	725	790	700	25	-90	300	Franco Limoso	Tabaco Alfalfa
Cerrillos	723	808	715	9	-93	300	Franco Limoso	Tabaco Alfalfa
El Carril	536	841	536	0	-305	250	Franco Arenoso	Tabaco Alfalfa
La Merced	532	667	522	8	-145	300	Franco Limoso	Tabaco Alfalfa
Media	825,57		666,85	153,42				
Desvío	284,7148		16,0156	287,62				
Estándar								
Coefficiente de Variación (%)	32,4498		2,23058	250,1044				
%	100		81,8	18,2				

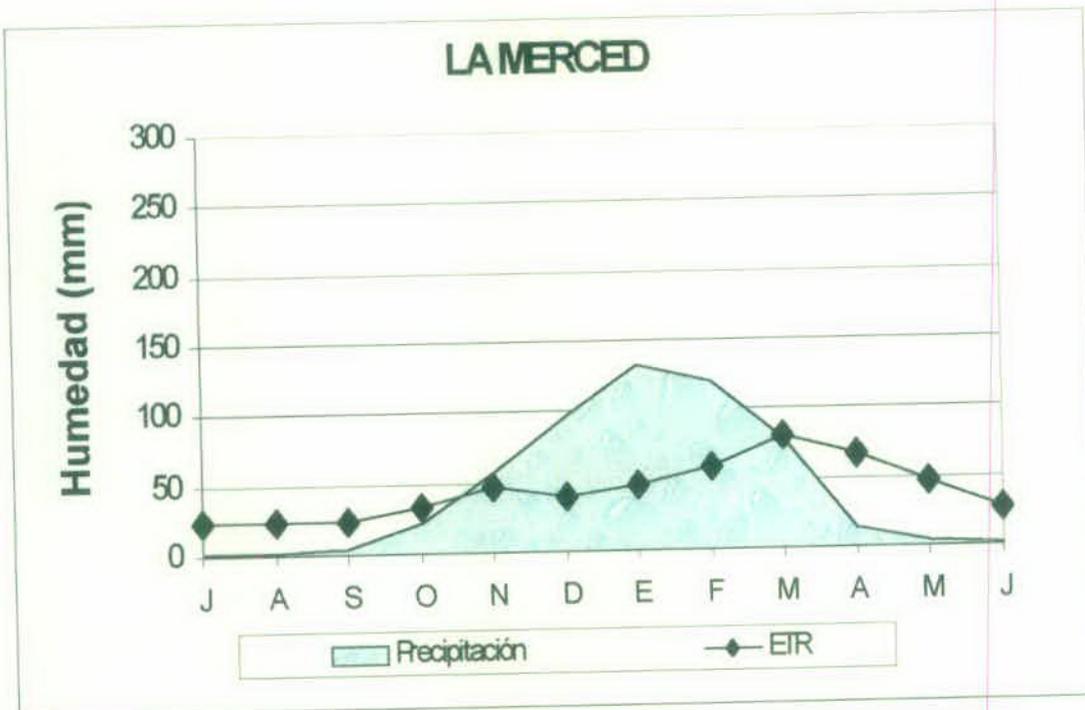
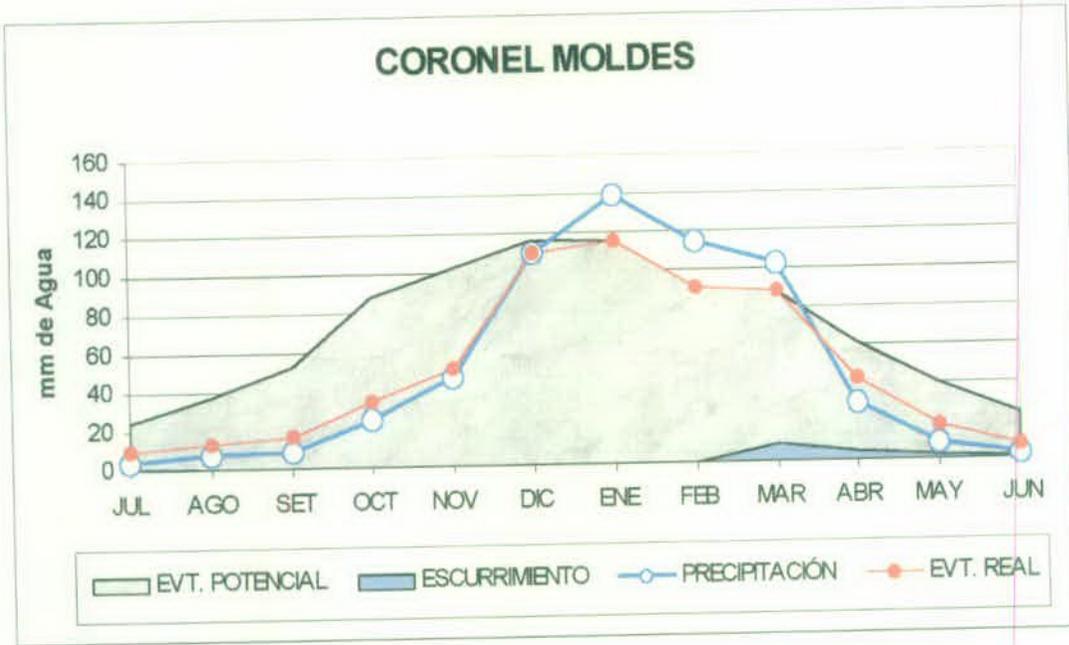
Fig. 8: Balances hídricos en la Sub - Cuenca Río Arias - Arenales





Las Subcuencas Santa María-Conchas-Guachipas (Fig. 9. Tabla 10) y la del Río Calchaquí (Fig. 10. Tabla 11), por sus balances hídricos negativos, característicos de climas secos, en todas las estaciones analizadas el escurrimiento fue de 0 mm/a. Toda el agua de precipitación se evapotranspira y presentan déficit hídrico todos los meses del año.

Fig. 9: Balances hídricos en la Sub - Cuenca Río Santa María - Conchas - Guachipas



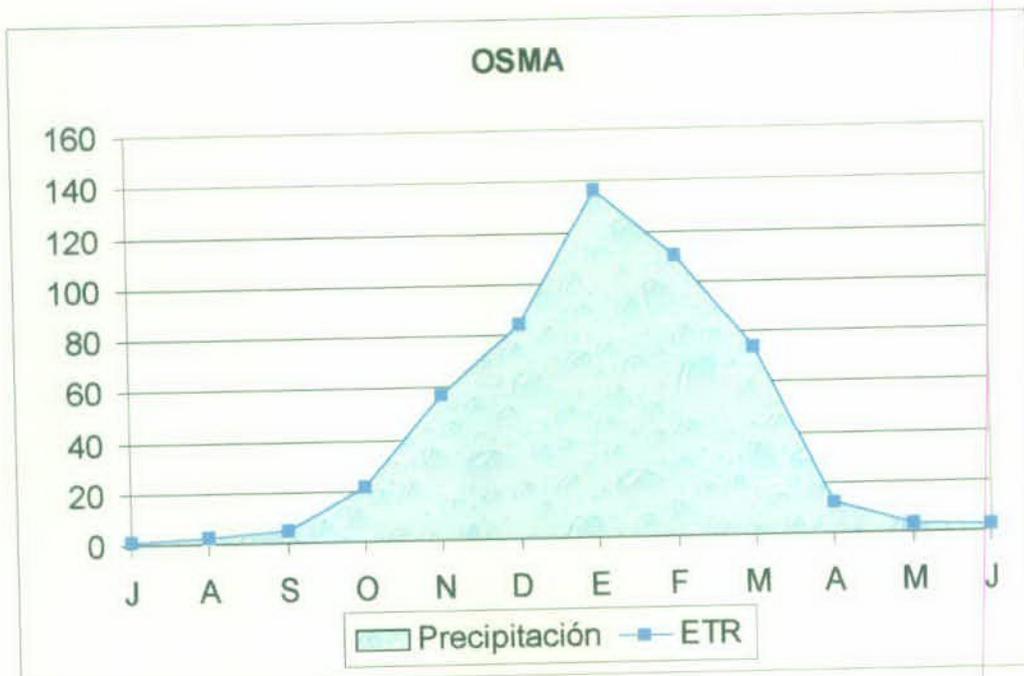
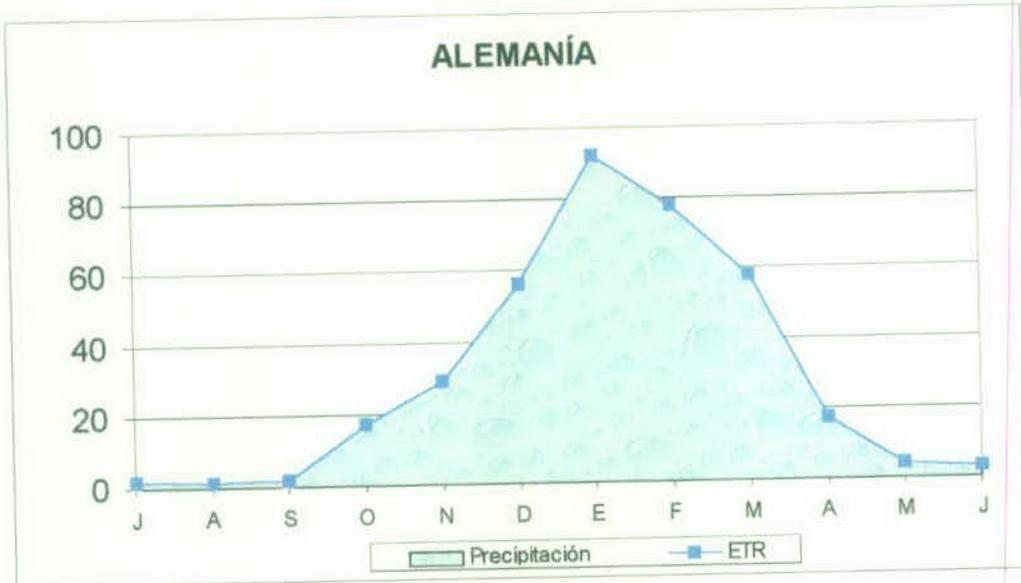
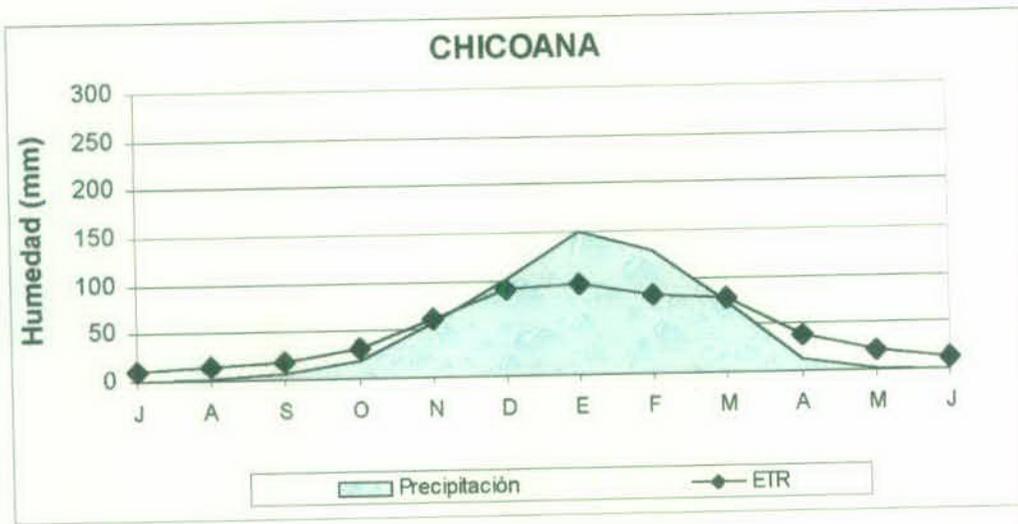


Tabla 10: Ecurrimientos de la Subcuenca Río Santa María- Las Conchas-Guachipipas

Estación	Precipitación en mm	ETP	ETR	Escurrimiento	Déficit Hídrico	Capacidad Retención	Tipo de Suelo	Cobertura
Coronel	608,0	841,0	608,0	0	-247	300	Franco Limoso	Tabaco
Moldes	412,0	838,0	412,0	0	-426	300	Franco Limoso	Tabaco
Ampascachi	506,0	825,0	506,0	0	-318	300	Franco Limoso	Bosque Seco
Osma	359,0	838,0	359	0	-479	300	Franco Limoso	Bosque Seco
Alemanía	376,0	849,0	376	0	-473	300	Franco Limoso	Bosque Seco
Talapampa								
Media	452,2	-	452,2	0	-388,6			
Desvío	104,0153		104,02	0	102,14			
Estándar Coeficiente de Variación (%)	23,0021		23,002	0	26,284			
%	100		100	0				

Fig. 10: Balances hídricos en la Sub - Cuenca Río Calchaquí

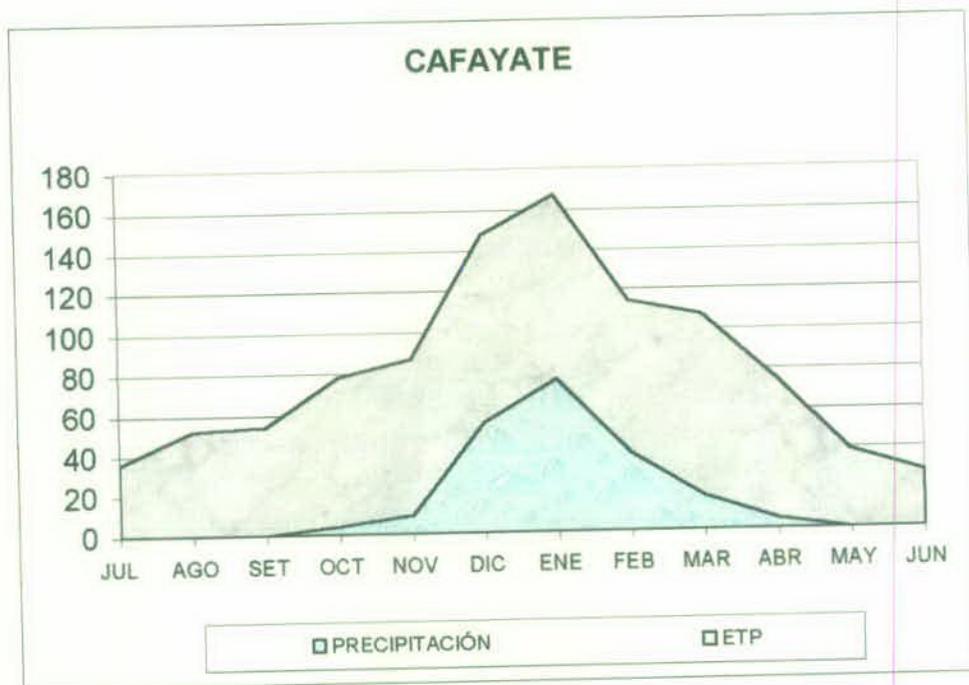
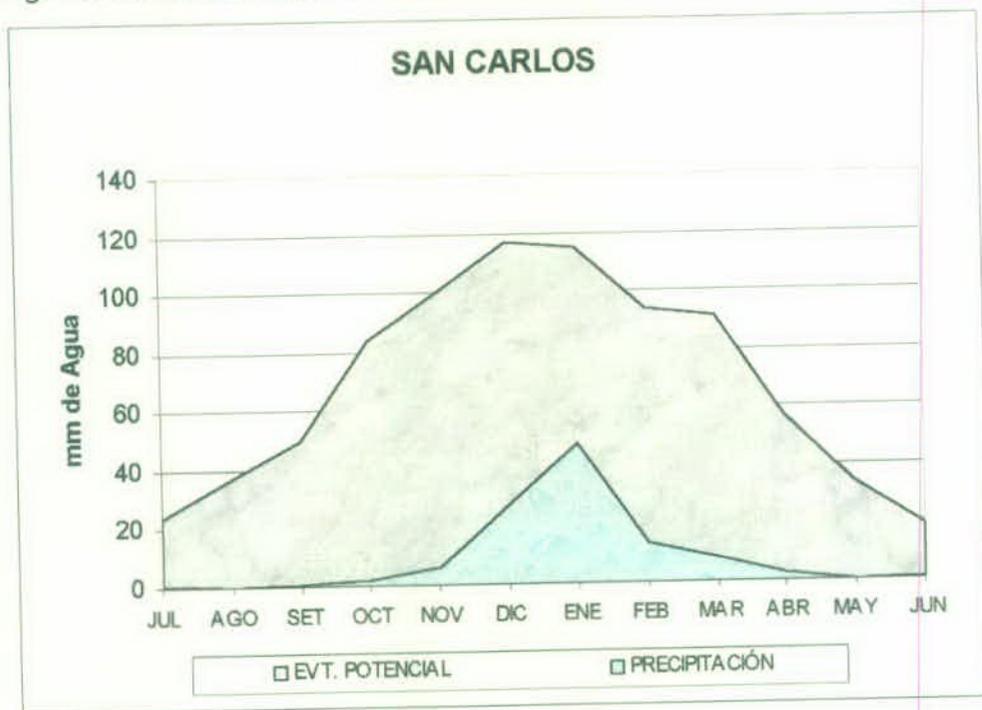


Tabla 11: Escurrimientos de la Subcuenca Río Calchaquí

Estación	Precipitación	ETP	ETR	Escurrimiento	Déficit Hídrico	Capacidad Retención	Tipo de Suelo	Cobertura
Cafayate	200,0	780,0	200	0	-576	250	Franco Arenoso	Vid
San Carlos	111,0	821,0	111	0	-712	250	Franco Arenoso	Vid
Molinos	164,0	716,0	164	0	-614	250	Franco Arenoso	Vid
Cachi	141	679	141	0	-524	250	Franco Arenoso	Vid
Media	154,0	-	154,0	0	-606,5			
Desvío Estándar	37,5677		37,5677	0	79,4208			
Coefficiente de Variación (%)	24,3946		24,3946	0	13,0949			
%	100		100	0				

La subcuenca del Río Escoipe-Chicoana (Fig. 11. Tabla 12) muestra una alta variabilidad en cuanto a escurrimientos anuales (CV 173.2 %). Estos se concentran de enero a octubre y representa sólo el 6% del agua precipitada, el 94% se evapotranspira.

Fig. 11: Balances hídricos en la Sub - Cuenca Río Escoipe - Chicoana

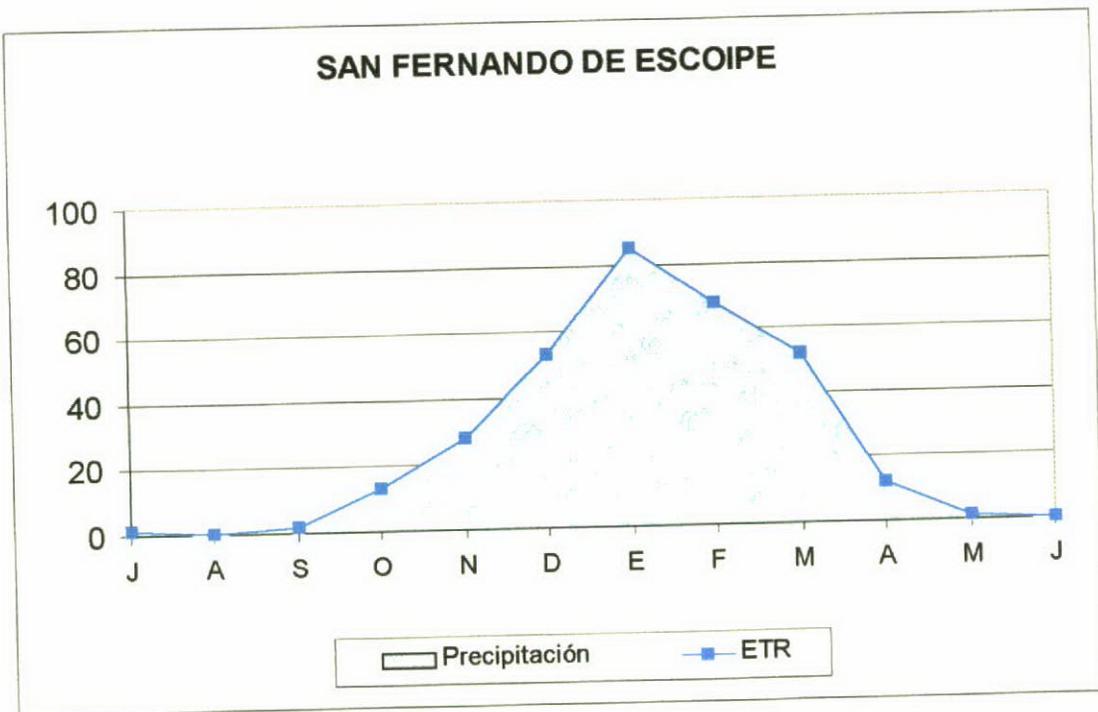
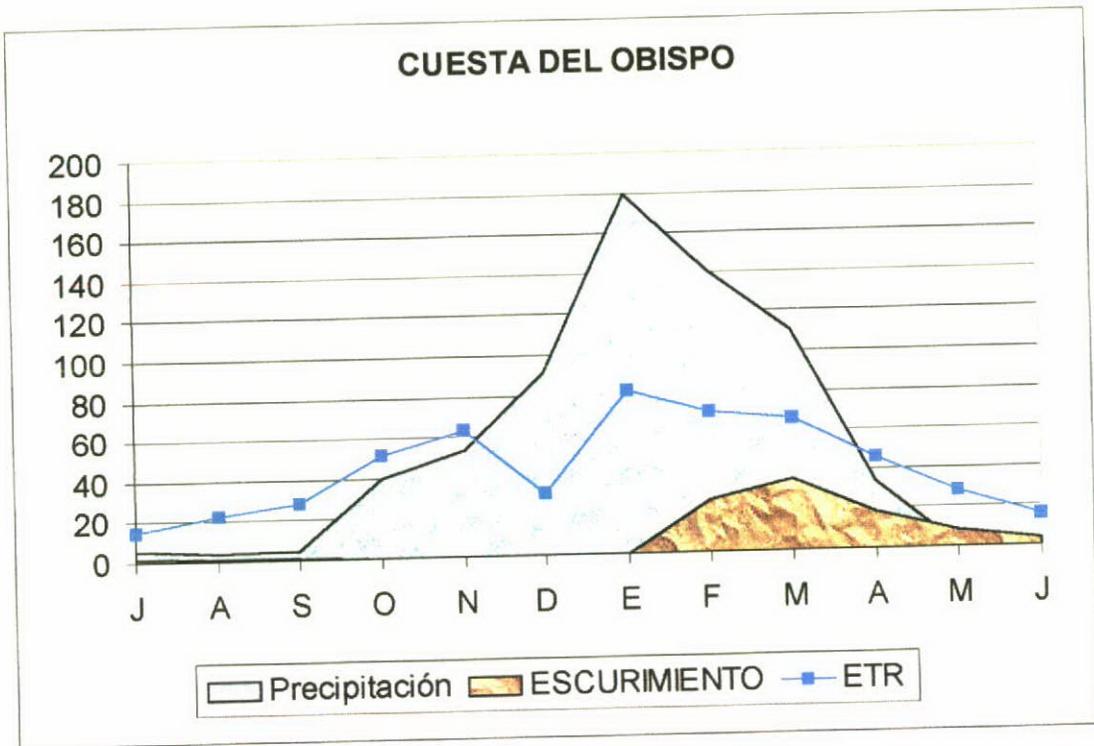
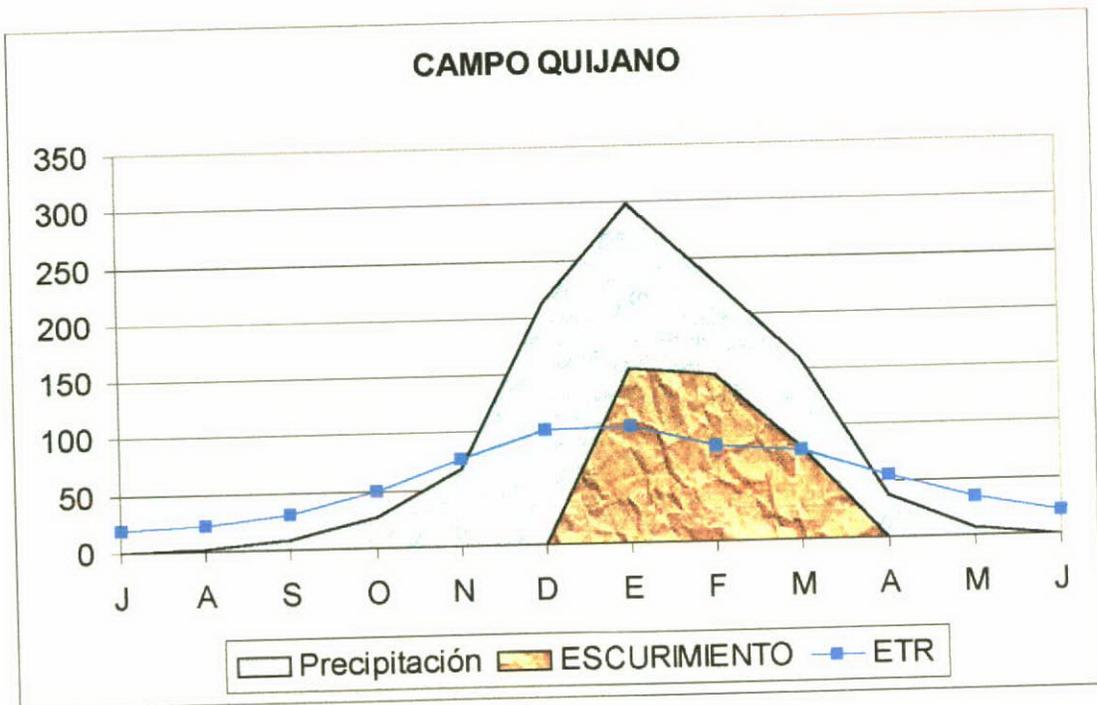
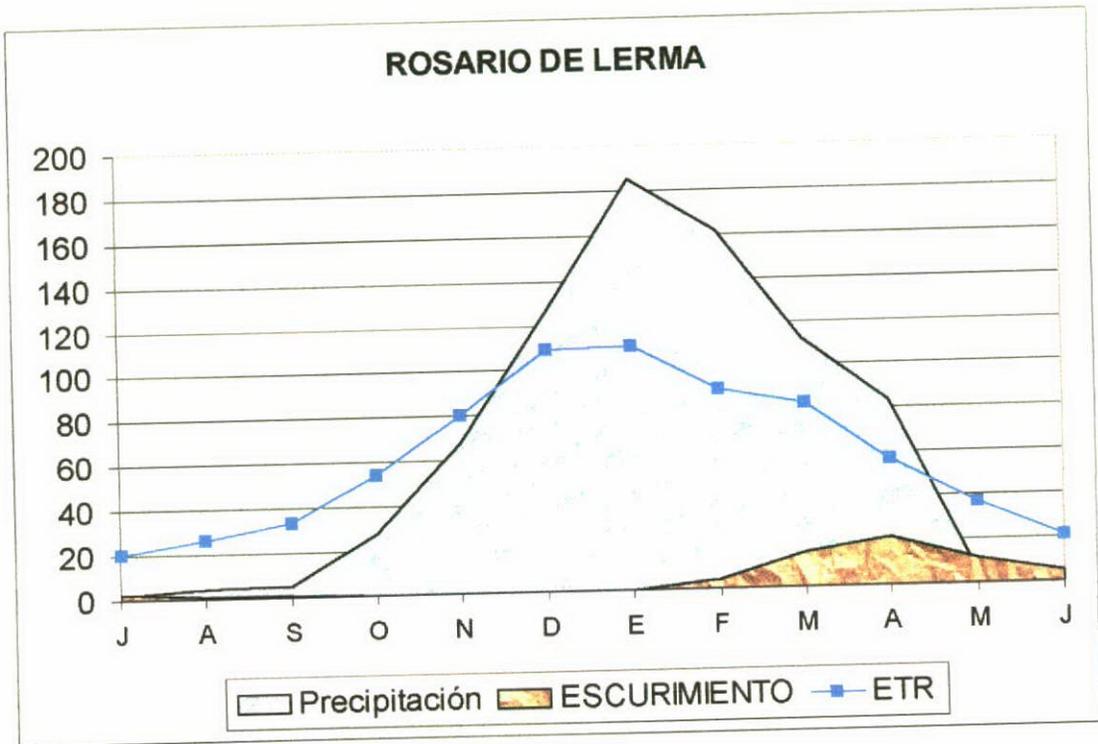


Tabla 12: Escurrimientos de la Subcuenca Río Escoipe-Chicoana

Estaciones	Precipitación	ETP	ETR	Escurrimiento	Déficit Hídrico	Capacidad Retención	Tipo de Suelo	Cobertura
Cuesta del Obispo	667,0	609,0	512	97	-40	300	Francoso	Bosque
San Fernando de Escoipe	315,0	714,0	315	0	-399	300	Francoso	Bosque
Chicoana	558,0	757,0	558	0	-199	300	Francoso	Bosque
Media	513,3	-	461,7	32,3	-212,7			
Desvío Estándar	180,2008		143,58	56,0028	179,89			
Coeficiente de Variación (%)	35,1040		29,87	173,2050	84,588			
%	100		93,6	6,4				

La subcuenca del río Toro-Rosario (Fig. 12. Tabla 13) presenta una variabilidad menor (CV 111.5%), los escurrimientos se concentran de enero a octubre y representan aproximadamente el 30 % del agua precipitada, el 70 % se evapotranspira.

Fig. 12: Balances hídricos en la Sub - Cuenca Río Toro - Rosario



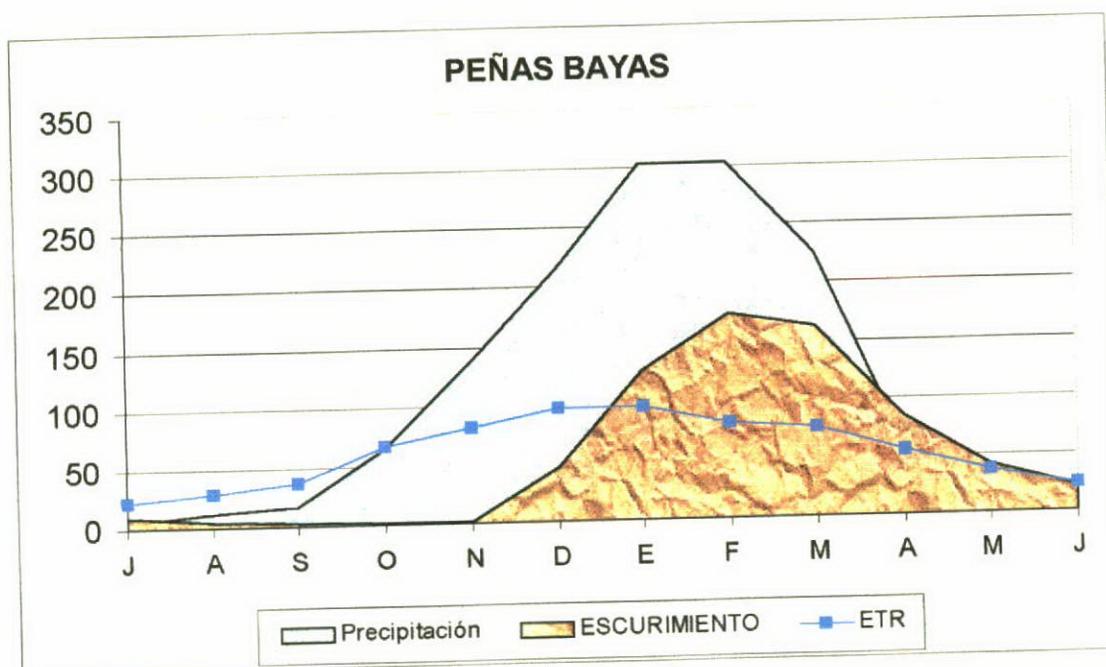


Tabla 13: Escurrimientos de la Subcuenca Río Toro-Rosario

Estaciones	Precipitación	ETP	ETR	Escurrimiento	Déficit Hídrico	Capacidad Retención	Tipo de Suelo	Cobertura
Rosario de Lerma	734,0	787,0	719,0	64	-68	300	Franco Limoso	Bosque
Campo Quijano	1052,0	739,0	671,0	382	-69	300	Franco Limoso	Bosque
Peñas Bayas	1373,0	714,0	697,0	677	-17	300	Franco Limoso	Bosque
Dique Nivelador	1020,0	731,0	691	331	-40	300	Franco Limoso	Bosque
Gobernador M. Solá	68,0	661,0	68	0	-594	250	Franco Arenoso	Arbustal
El Alisal	390,0	735,0	390	0	-345	250	Franco Arenoso	Arbustal
Media	772,8	-	539,3	242,3	-188,8			
Desvío Estándar	478,3481		261,51	270,3913	232,03			
Coefficiente de Variación (%)	61,8953		48,487	111,5782	122,87			
%	100		68,9	31,1				

El escurrimiento por subcuencas en la Alta Cuenca del río Juramento se muestra en la Tabla 14.

Tabla 14: Evapotranspiración Real y Escurrimientos en la Alta Cuenca del río Juramento

Sub-Cuenca	Variable	Media	Desvío Estándar	Coefficiente de Variación %	%
Escoipe-Chicoana	ETR	461.7	143.61	29.8	93.6
	Escurrimiento	32.3	56	173.2	6.4
Arias-Arenales	ETR	666.85	16.01	2.23	81.8
	Escurrimiento	153.42	287.63	250.1	18.2
Calchaquí	ETR	154	37.6	24.4	100
	Escurrimiento	0,0	0,0	0,0	0,0
Santa María- Las Conchas-Guachipas	ETR	452,2	104	23	100,0
	Escurrimiento	0,0	0,0	0,0	0,0
Toro Rosario	ETR	539,3	261,5	48,5	68.9
	Escurrimiento	242,3	270,4	111,6	31,1

La Subcuenca del Río Toro-Rosario, con menor variabilidad (CV 111,6%) presenta la mayor relación de escurrimientos de la Alta Cuenca 31.1%, le sigue la subcuenca Arias-Arenales con escurrimientos del 18.2% y la subcuenca Escoipe-Chicoana con el 6.4%. En función de lo analizado la Oferta Hídrica Total de la Alta Cuenca del Juramento en Salta es de 7.811,64 Hm³, de los cuales 1.373,4 Hm³ (17.6%) corresponden a escurrimientos y 6.438,24 Hm³ (82.4%) son evapotranspirados. Tabla 15.

Tabla 15: Oferta Hídrica Neta en la Alta Cuenca del Río Juramento

Sub-Cuenca	SUP Km ²	Escurrimiento mm	m ³	Hm ³	%
Escoipe-Chicoana	918	32,30	29.651.400	29,65	1,1
Arias-Arenales	1.190,0	153,42	182.569.800	182,6	12,4
Calchaquí	13.160,0	0	0	0,0	0,0
Santa María-Conchas-Guachipas	4.274,0	0	0	0,0	0,0
Toro Rosario	4.792,26	242,30	1.161.164.598	1.161,16	86,5
	24.334,66		1.373.385.798	1.373,4	100,0

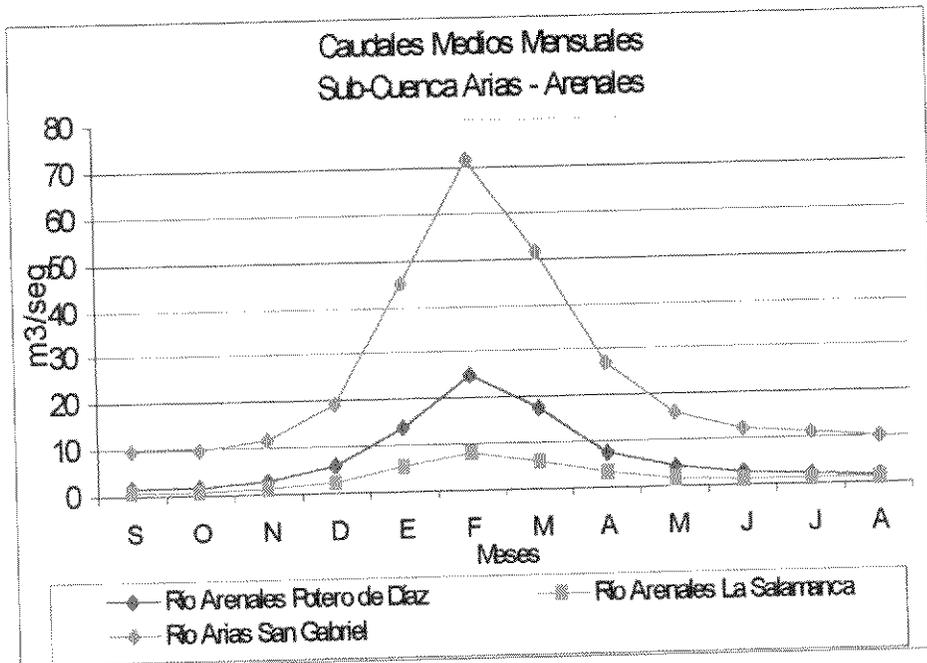
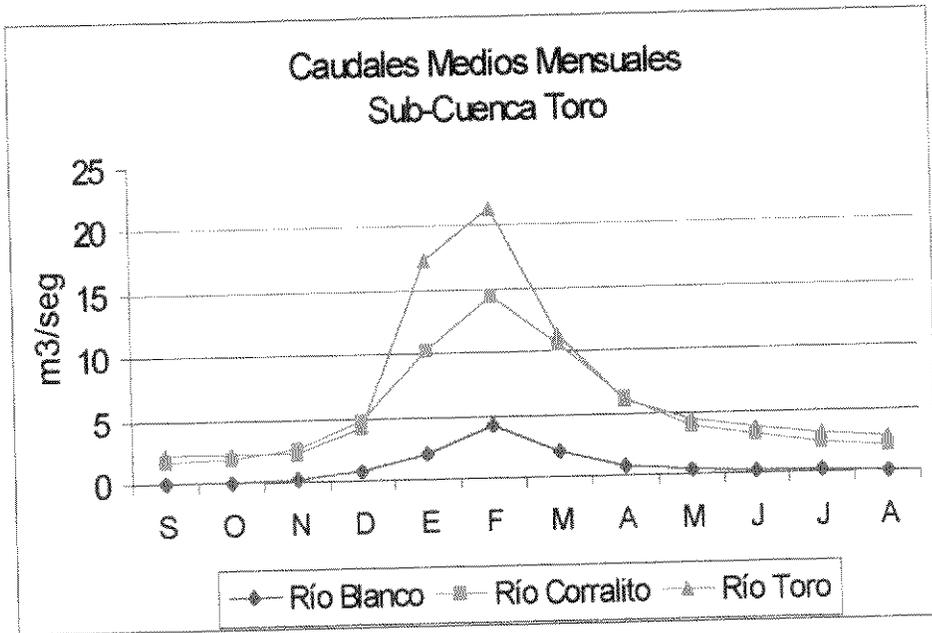
Los escurrimientos se traducen en caudales, que se observan en la Tabla

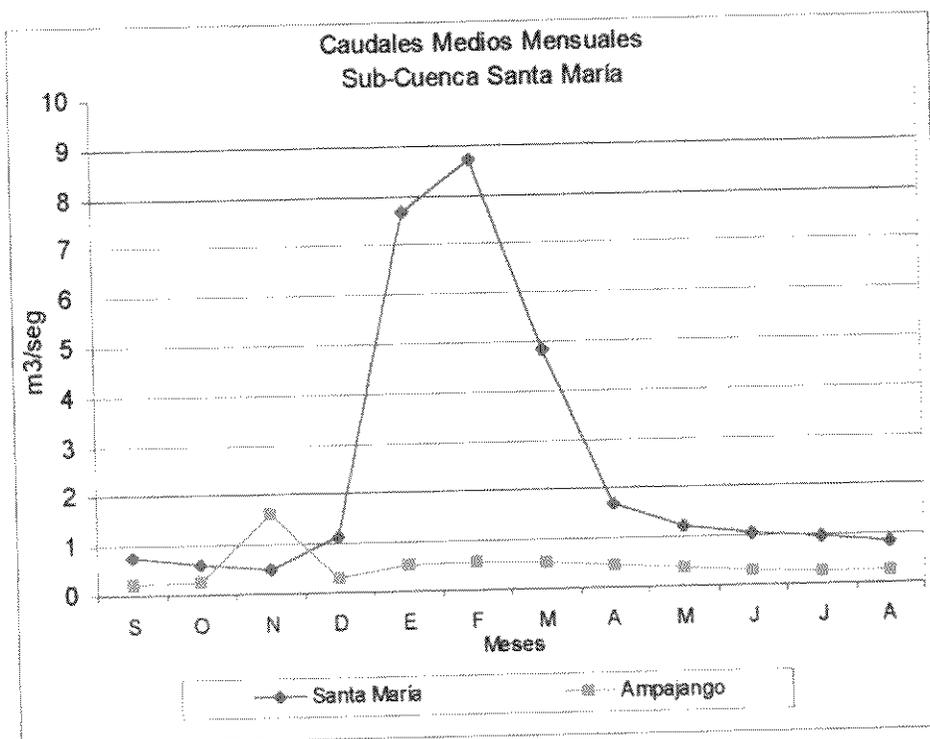
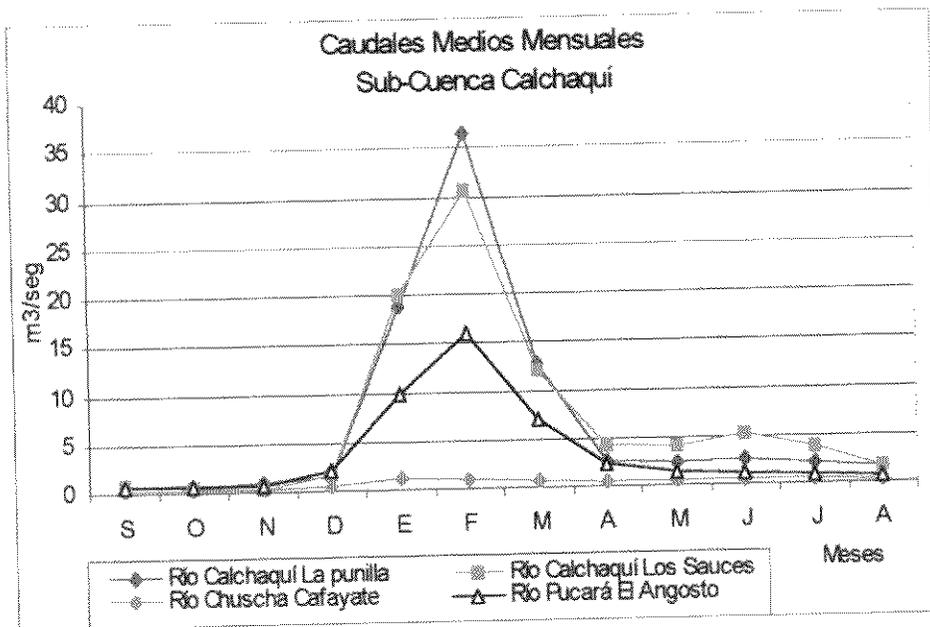
16 y la Figura 13.

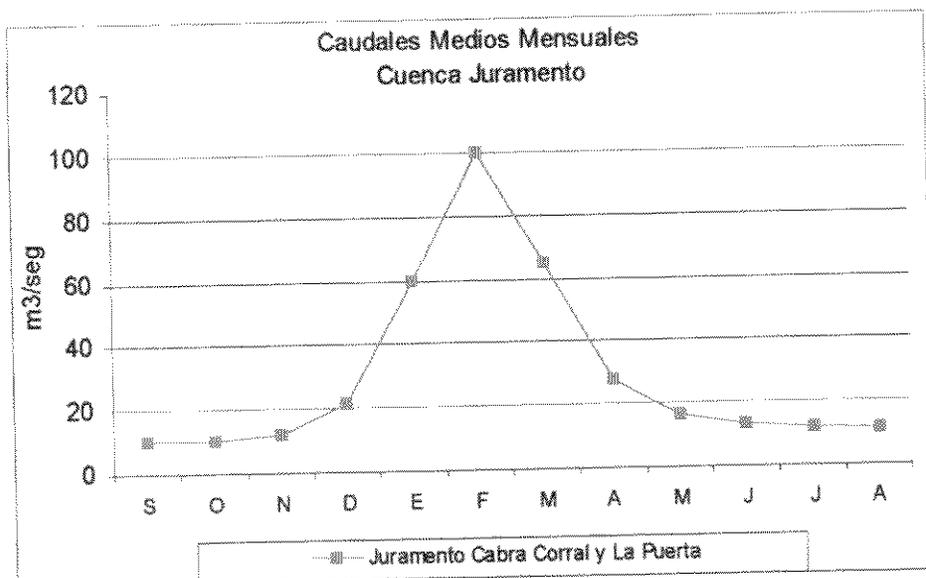
Tabla 16: Estadísticas de estaciones de aforo. EVARSA SA, 1994.

Sub Cuenca	Afluente	Ubicación	Superficie Km ²	Derrame Anual Hm ³	Caudal Espc. L/s / Km ²	Escurrimiento sobre la Cuenca mm	Caudal m ³ / seg		
							Medio Anual	Máx	Min
Toro-Rosario	Río Blanco	Dique Nivelador	65	27,9	13,6	430	0,885	1,48	0,233
	Río Corralito	Peñas Bayas	100	167	52,8	1665	5,28	9,61	3,39
	Río Toro	Campo Quijano	4.400	203	1,46	46,2	6,45	10,8	2,22
Arias-Arenales	Río Arenales	Potero de Díaz	230	221	30,4	960	6,99	12,5	3,43
	Río Arenales	La Salamanca	150	86,7	18,3	578	2,75	3,76	1,87
Calchaquí	Río Calchaquí	La punilla	19.800	204	0,327	10,3	6,48	23,3	0,441
	Río Calchaquí	Los Sauces	13.100	234	0,566	17,9	7,42	20	1,21
	Río Chuscha	Cafayate	50	15,7	9,98	315	0,499	0,706	0,347
	Río Pucará	El Angosto	2.400	112	1,48	46,7	3,55	8,91	0,868
Santa María-Las Conchas-Guachipas	Santa María	Pié de Médano.	4.435	77,7	0,555	17,5	2,46	4,76	0,6
	Ampajango	Catamarca Desarenador. Catamarca	144	10,7	2,36	74,4	0,339	0,366	0,319
Río Arias	Río Arias	San Gabriel	7.100	771	3,44	109	24,4	35,5	14,9
Juramento	Juramento	Cabra Corral y La Puerta	31.900	931	0,924	29,2	29,5	64,6	17,1

Fig. 13: Hidrogramas. Estadísticas de AyEE.







La subcuenca Toro alcanza un caudal medio de 6,45 m³/seg. con un pico de 20 m³/seg. En el mes de febrero coincidente con el pico de escurrimientos de la subcuenca. De acuerdo a los datos de aforo el derrame anual es de 203 Hm³.

La subcuenca del Río Arias-Arenales alcanza caudales medios entre 2.75 y 6.99 m³/seg. con picos de 12.5 m³/seg. en febrero que es la época de mayor escurrimiento. De acuerdo a los datos de aforo el derrame anual es 86.7 a 221 Hm³.

El Río Calchaquí presenta un caudal medio de 7,42 m³/seg. con un pico de 30 m³/seg. en febrero. Este caudal no se produce con el agua precipitada dado que los balances hídricos de toda esta subcuenca son negativos. De acuerdo a los datos de aforo el derrame anual es de 234 Hm³.

La Subcuenca Chicoana no cuenta con datos de aforo.

El aforo sobre el río Arias en San Gabriel engloba las subcuencas Arias-Arenales, Toro-Rosario y Escoipe-Chicoana; abarcando una superficie de 7.100

Km². El caudal medio registrado por la estación alcanzó 24.4 m³/a con picos de 35.5 m³/a. El derrame anual calculado en base a estas mediciones por la estación es de 771 Hm³.

En función de los cálculos realizados, las subcuencas Arias-Arenales, Toro-Rosario y Escoipe-Chicoana aportan un escurrimiento de 1.373,4 Hm³, por lo tanto la diferencia de 602,4 Hm³ que no se suman al caudal de este curso en el punto de aforo San Gabriel (que registraba los valores referidos), corresponden a infiltración y al consumo de agua para riego que ocurre aguas arriba de este punto.

Esta disminución de la oferta hídrica representa el 47.8% de los escurrimientos superficiales que se transforman en un aporte a la oferta hídrica subterránea.

El sistema acuífero Arenales ocupa gran parte de la porción nor-occidental del valle de Lerma. El aporte a la recarga proviene principalmente de la subcuenca del Río Potrero-Arenales y los reservorios productivos están relacionados al abanico aluvial del Río Potrero-Arenales (Baudino, 1996).

2.3.4. CALIDAD DE LA OFERTA HÍDRICA NETA

La Oferta Hídrica Neta de la Alta cuenca del río Juramento presenta una calidad baja en función de los aportes sólidos con los que contribuyen en diferente medida las subcuencas. Tabla 17 y 18.

Tabla 17: Transporte medio Anual de sólidos. Estaciones de AyEE en Kg/m³

Estación	Máx	mmin	Media
Corralito	9,5	0,5	3,5
La Punilla	27,4	115	20,3
San Gabriel	12,2	1,2	6,3
Cabra Corral	21,1	1,15	8,95

Tabla 18: Aporte de sólidos

Río	Localidad	Kg/Hm ³	%
Arias	San Gabriel	82.268,80	80
Calchaquí	La Punilla	10.414,70	10
Corralito	Peñas	9.444,90	10
	Bayas		
Juramento	Cabra Corral	104.602,10	100

El río Arias aporta un 40% de sedimentos que representan 5.142.000 toneladas anuales. La Subcuenca Santa María-Conchas-Guachipas es el que hace el aporte más importante por la importante erosión en el área que se extiende aguas debajo de la confluencia de los ríos Calchaquí y Santa María, constituido en un 55% con 6.480.000 toneladas anuales (Villanueva, citado por CFI. 1980). Esto totaliza 11.622.000 toneladas que llegan al Embalse General Belgrano.

La última batimetría realizada en el Embalse Gral. Belgrano en 1991, indica una reducción de su capacidad de embalse de 384 Hm³. La original era de 3.130 Hm³ y los sedimentos depositados a lo largo de 18 años, después del cierre en 1973, la redujeron a 2.746 Hm³, lo cual representa un promedio de 21,3 Hm³/año de sedimentos. Entre 1983 y 1991 la sedimentación anual fue de 29.2 Hm³.

2.3.5. BIBLIOGRAFÍA

- Baudino, Guillermo. 1996. Hidrogeología del valle de Lerma. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Salta.
- Bianchi, Alberto y otros. 1992. Las precipitaciones del NOA. INTA. EEA Salta.
- BIANCHI, ALBERTO. 1996. Temperaturas medias estimadas para la región noroeste de Argentina. INTA. EEA Salta.
- CFI. 1980. Estudio preliminar para el aprovechamiento de los recursos hídricos de la cuenca del río pasaje-juramento-salado. III Tomos. Gobierno de la Provincia de Salta. 1980.
- CENTRO CIENTÍFICO TROPICAL. 1997. Valoración económica ecológica del agua. San José, Costa Rica.
- DIOS MATTOS, JUAN DE. 1999. Análisis económico de la propuesta de modificación a la ley de aguas de 1.906-República de Bolivia. UNESCO. UICN.
- CÁTEDRA DE CLIMATOLOGÍA. Tablas para climatología y fenología agrícolas. Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Salta.
- SARAVIA TOLEDO, Carlos. 1996. Análisis de situación y lineamientos para un estudio de la cuenca del embalse cabra corral. Fundación para el desarrollo del Chaco.
- Thomthwaite, C.W. 1957. Instructions and tables for computing evapotraspiration and the water balance. Drexel Institute of Technology. Pulications in climatology. Volume X. Number 3:185-311. Centerton. New Jersey. USA.
- Yañez, Carlos. 1990. Proyecto 147 CIUNSa. Universidad Nacional de Salta.

Capacidad aproximada de contenido de agua con diferentes combinaciones de suelo y vegetación (Cátedra de Climatología. FCN. UNSa.)

Tipo de suelo	Contenido de agua a la humedad equivalente (mm/m)	Profundidad de la zona radical (m)	Tablas de retención de humedad (mm) *
Cultivo con raíces de moderada profundidad (maiz, algodón, tabaco y cereales)			
Arenoso fino	100	0.75	75-150
Franco arenoso fino	150	1.00	150-250
Franco limoso	200	1.00	200-300
Franco arcilloso	250	0.80	200-300
Arcilloso	300	0.50	150-200
Cultivo con raíces profundas (alfalfa, forrajeras y arbustos)			
Arenoso fino	100	1.00	100-200
Franco arenoso fino	150	2.00	150-250
Franco limoso	200	1.25	250-300
Franco arcilloso	250	1.00	250-300
Arcilloso	300	0.67	200-300
Arboles Frutales			
Arenoso fino	100	1.50	150-250
Franco arenoso fino	150	1.67	250-350
Franco limoso	200	1.50	300-400
Franco arcilloso	250	1.00	250-350
Arcilloso	300	0.67	200-300
Bosque adulto tupido			
Arenoso fino	100	2.50	250-350
Franco arenoso fino	150	2.00	300-400
Franco limoso	200	2.00	400-450
Franco arcilloso	250	1.60	400-450
Arcilloso	300	1.17	350-450

- * Estas Cifras son para vegetación en pleno desarrollo. Cultivos jóvenes, almácigos y plántulas y otras vegetaciones no adultas, tienen raíces superficiales y menor necesidad de agua.
- * A medida que las plantas se desarrollan de semilla a plántula o a la forma adulta, la zona radicular crece progresivamente y necesita más agua que la de los valores indicados.
- * El uso de una serie de tablas de retención, con valores crecientes de humedad aprovechable permite determinar la humedad del suelo a través de la estación de cultivo

3.0 COSTO DE OPORTUNIDAD DEL USO DE LA TIERRA.

En la valoración del agua como servicio ambiental ofrecido por los bosques donde se requiere sostenibilidad en términos de cantidad, calidad y perpetuidad, es necesario, considerar el valor de su productividad en función de la captación (valor de uso directo) de agua y el valor de otros servicios ambientales (CO₂, belleza escénica, biodiversidad y otros).

En ese sentido se podrían considerar los bosques de gran importancia por la captación de agua, además de reconocerse sus funciones como regulador del volumen de agua superficial, la recarga de acuíferos, el mantenimiento de procesos naturales, el mantenimiento del régimen de lluvias en la conservación de la humedad y mejoramiento de la calidad del recurso.

La productividad del bosque en este caso, está determinada por la cantidad de agua captada, y su valor corresponde a un porcentaje del costo total de oportunidad de la mejor alternativa económica, que para el análisis de este estudio se ha considerado a la ganadería de cría, debido a que, es la actividad productiva que se desarrolla en las áreas con cobertura boscosa y que consecuentemente amenaza con la permanencia del recurso en un estado de conservación adecuado.

La ganadería de las áreas estudiadas se caracterizan por ser de subsistencia, con baja productividad de los pastos y animales de raza criolla, que requieren largos periodos de engorde para alcanzar el peso final de venta.

Si el bosque es considerado como un banco de captación de agua más que otras funciones y que requiere protegerse para mantener un caudal sostenible en términos de cantidad y calidad por reducción en la sedimentación entonces se puede dar un peso hipotético al valor del bosque de un 50% por el servicio hídrico (producción-captación, calidad). En tal sentido, el bosque puede verse en términos de productividad hídrica anual, con la cual se puede generar una actividad permanente mientras exista el bosque como tal.

El otro 50 % hipotéticamente distribuido en términos de riqueza biológica, captura de CO₂, producción de O₂, control de erosión, hábitat y alimento para la fauna silvestre, entre otros.

3.1 METODOLOGÍA

La determinación del costo de oportunidad del uso de la tierra con su respectiva valoración económico ecológica se desarrolló, sobre la base de la información recopilada respecto a las existencias ganaderas y su rentabilidad como actividad y las oferta hídrica neta que se deriva de la primera parte de este capítulo.

El análisis se realizó para aquellas subcuencas que presentaron una oferta hídrica neta, descartando las que presentaron déficit hídrico, dado que se está valorando al bosque como productor de agua.

Las subcuencas descartadas para el análisis son Calchaquí y Santa María-Guachipas -las Conchas, las cuales se caracterizan por una cobertura vegetal de la Provincia del monte y de Chaco Serrano (Departamento de la Viña), con mayor presencia en los cauces de los ríos o en lugares con nivel freático superficial, que permite la acción radicular de estas especies freatóficas.

Las subcuencas seleccionadas para el análisis son:

- 📍 Arias-Arenales
- 📍 Toro-Rosario
- 📍 Escopie-Chicoana

Las tres subcuencas tienen un oferta hídrica neta, tal y como se determinó en la oferta hídrica de la alta cuenca del presente informe. La cobertura vegetal natural se caracteriza por ser de Selva Montana con pastizales de altura, con grados de degradación diferenciados por sus historias de aprovechamientos de las especies de valor comercial.

Como se indico antes, la alternativa de mejor uso del suelo utilizada para el análisis es la ganadería de cría, a la cual se le determinó en valor actual neto (VAN), con lo cual se obtuvo el mejor costo de oportunidad para el uso de la tierra actualmente.

El VAN obtenido para la ganadería de cría, corresponde al ingreso promedio para cada una de las subcuencas en función de los siguientes aspectos:

- ☛ Peso al nacimiento de un animal igual a 60 kg
- ☛ Incremento de peso diario promedio 0.27 kg.
- ☛ Peso a la venta de 450 kg
- ☛ Tiempo para alcanzar el peso de venta igual a 4 años
- ☛ Carga animal por subcuenca en UA/ha (1UA = 450 kg)
- ☛ Precio de venta de kg en pie y en la finca de \$0.5
- ☛ Costo promedio de derecho de pastaje igual a \$12/animal/año

3.2 EL VALOR DE LA PRODUCTIVIDAD HÍDRICA DEL BOSQUE (VALOR DE CAPTACIÓN)

La cantidad de hectáreas de bosque valoradas a través del ingreso por hectárea de la ganadería multiplicada por $\alpha = 0.50$ generó el monto correspondiente al valor del agua captada por los bosques como bancos exclusivos de producción de agua.

$$VCa = \alpha * CO$$

CO: Costo de oportunidad de la ganadería (\$/ha/año)

α : Proporción del costo de oportunidad de la ganadería.

La valoración de los servicios hídricos se obtuvo considerando el siguiente procedimiento.

- ⇒ Valoración de la productividad hídrica de los bosques (costo de oportunidad)
- ⇒ Calculo del costo de oportunidad de las mejores opciones económicas (ganadería)
- ⇒ Se asigno hipotéticamente un peso al valor de la productividad de los bosques de 50% desde el punto de vista del mantenimiento de la producción hídrica en las subcuencas que reportan escurrimientos que se obtienen de la oferta hídrica neta, es decir como un banco de captación del recurso hídrico.
- ⇒ El valor de captación por m³ se estimó como una proporción de ese costo alternativo que se dejaría de percibir en la producción ganadera.
Es decir:

$$VCa = \alpha * CO * N/Va$$

VCa: Valor de captación de agua por el bosque (\$/m³)

CO: Costo de oportunidad de la ganadería (\$/ha/año)

N: Número de Ha en las cuencas

Va: Volumen de agua en las cuencas (m³/año)

α: Proporción del costo de oportunidad de la ganadería.

3.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.3.1 ESTIMACIÓN DE VALORES ECONÓMICOS ECOLÓGICOS

La valoración económica y ecológica del agua se llevó a cabo analizando las subcuencas que han registrado aportes a la Oferta Hídrica Neta a través de escurrimientos importantes.

La Oferta hídrica Neta se explicó en capítulos precedentes, se calculó en función de las precipitaciones que ocurren en las estaciones meteorológicas ubicadas en cada subcuenca y se descontó el agua que se pierde por evapotranspiración a través del cálculo de balances hídricos por subcuencas.

La tabla 1 muestra las subcuencas que presentan ésta característica son:

- Toro – Rosario
- Arias – Arenales
- Escoipe.

Tabla 1: Aporte a la Oferta Hídrica Neta de las subcuencas de la Alta Cuenca del Juramento.

Subcuencas	Superficie Km2	Escurrimiento mm	Oferta Hídrica Neta (OHN) Hm3	% Aporte a la OHN
Arias-Arenales	1.190	153,42	182,6	12,4
Escoipe-Chicoana	495	32,3	16	1,1
Toro-Rosario	5.272	242,3	1.277,4	86,5
TOTAL	28.425,8		1.476.0	100

Las subcuencas estudiadas tienen sus cabeceras o gran parte de su superficie ubicadas sobre las selvas de montaña típicas del Noroeste Argentino, también conocidas como Provincia Fitogeográfica de Las Yungas o selva Tucumano - Boliviana (Cabrera, 1976).

En esta región Fitogeográfica las estaciones meteorológicas cuentan con pluviómetros o pluviógrafos para el registro de la precipitación en forma de lluvia, pero dadas las características particulares de las selvas de montañas existe un importante aporte de humedad a través de las precipitaciones horizontales que no han sido registradas por el instrumental instalado.

Las precipitaciones horizontales ocurren por contacto del aire húmedo con las superficies de las hojas, al encontrarse estas con baja temperatura ocurre la condensación del vapor de agua. Este proceso ocurre más allá de la temporada de lluvias, extendiéndose hasta fines de junio y principios de julio.

El aporte de agua por precipitación horizontal se estima que representa entre un 10 a un 15 % de las precipitaciones anuales que reportan las estadísticas pluviométricas para el NOA.

El mayor aporte de estas precipitaciones horizontales ocurre a lo 1.700 msnm haciéndose menor por encima y por debajo de dicha altitud. (Belmonte, 2.001).

La Oferta Hídrica se calculó sobre estadísticas de estaciones meteorológicas que no consideran este importante aporte y que mantienen el escurrimiento hasta el invierno. De este modo la oferta hídrica calculada subestima el verdadero valor de esta dado que no considera el aporte por precipitaciones horizontales.

Las subcuencas que no aportan al escurrimiento de la Alta Cuenca son las de los ríos Santa María - Guachipas - Las Conchas y Calchaquí. La evapotranspiración potencial anual en estas subcuencas supera a las precipitaciones anuales en todas las estaciones meteorológicas analizadas.

La subcuenca de los ríos Santa María - Guachipas - Las Conchas, posee un área boscosa que corresponde al departamento La Viña. El tipo de bosque corresponde al denominado Chaco serrano (Cabrera, 1976), que es un bosque bajo, xerófilo y además degradado por la extracción de madera y leña. No resulta importante para el análisis debido a que no tiene incidencia en la captación de agua para la zona.

3.3.2 DETERMINACIÓN DE LA COBERTURA DE BOSQUE.

El área boscosa de la Alta Cuenca se tomó del Censo Agropecuario de 1988 y se analizó también el área de cultivo para 1988. Se comparó con las estadísticas disponibles para el año 2000 (SAGPyA, 2000), como se muestra en la tabla siguiente.

Tabla 2: Areas de cultivo y de bosque y montes naturales de las subcuencas de la Alta Cuenca del Juramento.

Subcuencas	Superficie Km2	1988		2000	
		Cultivos Km2	Bosques Km2	Cultivos Km2	Bosques Km2
Arias - Arenales	1.190	220,5	836,7024	113,5245	836,7024
Escoipe - Chicoana	918	49,167	412,573952	41,00128	412,573952
Toro - Rosario	4272.4	119,35275	2.458,3326	84,6515	2.458,3326
Totales	6380.4	389,01975	3707,608952	239,17728	3707,608952

Fuente: elaboración propia con datos de las Estadísticas de la DGE, Salta.

Se observa que las áreas de cultivo han disminuido sensiblemente entre los años 1988 y 2000, por lo que, se ha considerado que las áreas boscosas no han sido afectadas y se mantienen desde el Censo Agropecuario de 1988. Es decir que no ha habido avance la frontera agrícola.

En las áreas boscosas de las subcuencas analizadas se realiza ganadería de subsistencia porque es la mejor alternativa productiva que pueden desarrollar en las condiciones que presentan tales tipos de tierra.

Se analizó la ganadería del área para 1988 tomando como base el Censo Agropecuario. Se comparó los resultados anteriores con estadísticas de SENASA para el año 2.000.

Tabla 3: Existencias ganaderas en las subcuencas analizadas de la Alta Cuenca del Juramento.

Subcuenca	Departamentos	1988			2000		
		Bovinos	Caprinos	Ovinos	Bovinos	Caprinos	Ovinos
Arias-Arenales	Cerrillos	6.215	0	0	5.785	828	0
	Capital	6.731	98	537	16.364	115	700
Escoipe-Chicoana	Chicoana	10.511	1.553	430	11.398	2.113	500
Toro-Rosario	Rosario de Lerma	16.566	15.265	20.691	20.124	16.382	25.000

Para determinar la carga animal por subcuencas se unificaron las existencias ganaderas en unidades animales considerando las siguientes equivalencias:

- Bovinos = 1 UA
- Caprinos = 0.17 UA
- Ovinos = 0.11 UA.

Tabla 4: Unidades Animales existentes en las subcuencas de la Alta Cuenca del Juramento.

Subcuenca	Departamentos	1988	2000
		Unidades Animales (UA)	Unidades Animales (UA)
Aria-Arenales	Cerrillos	6.215	5.925,76
	Capital	6.806,73	16.460,55
Escoipe-Chicoana	Chicoana	10.822,31	11.812,21
Toro-Rosario	Rosario de Lerma	21.437,06	25.658,94

Las cargas animales se determinaron relacionando las unidades animales y las superficies de bosques para 1988 y 2000 de las subcuencas estudiadas.

Tabla 5: Carga Animal en las subcuencas de la Alta Cuenca del Juramento.

Subcuenca	Departamentos	1988 Ha/animal	2000 Ha/animal
Aria-Arenales	Cerrillos	4,1441	4,3463
	Capital	10,6308	4,3936
Escoipe-Chicoana	Chicoana	7,0078	6,4205
Toro-Rosario	Rosario de Lerma	13,4913	11,27153

Se observa que la carga animal ha aumentado en el periodo comprendido entre los años 1988 y 2000, lo que se traduce en una mayor presión sobre la cobertura de bosque, con las consecuencias negativas sobre la regeneración de las especies apetecidas por el ganado, sobre todo en épocas de escasez de alimento (invierno).

3.3.3 RENTABILIDAD DE LA ACTIVIDAD GANADERA.

La determinación de la rentabilidad de la ganadería, utilizando el indicador financiero Valor Actual Neto (VAN), tomando en consideración un periodo de análisis igual al periodo de engorde de cada Unidad Animal (UA), presenta un resultado igual para las tres subcuencas que equivale a **\$ 125.64**.

Pero este valor es diferencial si se analiza en términos del ingreso/ha/año, siendo para cada Subcuenca como se presenta a continuación:

Subcuenca Arias – Arenales :	\$ 7.19
Subcuenca Toro – Rosario :	\$ 5.03
Subcuenca Escoipe – Chicoana :	\$ 4.89

Es importante aclarar que se ha utilizado una tasa de descuento igual al 8% (tasa real de descuento). La tasa referida se justifica por que el análisis financiero de recursos como son los bosques, requieren de largos periodos de

recuperación de inversiones, por lo que, la tasa utilizada debe ser no mayor al 12%.

En tal sentido se realizó un análisis de sensibilidad, variando la tasa de descuento en el calculo del VAN, presentándose los siguiente resultados para cada una de las subcuencas:

Cuadro 1. Análisis de sensibilidad de la ganadería en la Subcuenca Arias – Arenales

		Ingreso/año	Ingreso/ha/año
VAN 4%	\$ 148.77	\$ 37.19	\$ 8.51
VAN 6%	\$ 136.64	\$ 34.16	\$ 7.82
VAN 8%	\$ 125.64	\$ 31.41	\$ 7.19
VAN 10%	\$ 115.64	\$ 28.91	\$ 6.62
VAN 12%	\$ 106.54	\$ 26.64	\$ 6.10

Cuadro 2. Análisis de sensibilidad de la ganadería en la Subcuenca Escoipe – Chicoana

		Ingreso/año	Ingreso/ha/año
VAN 4%	\$ 148.77	\$ 37.19	\$ 5.79
VAN 6%	\$ 136.64	\$ 34.16	\$ 5.32
VAN 8%	\$ 125.64	\$ 31.41	\$ 4.89
VAN 10%	\$ 115.64	\$ 28.91	\$ 4.50
VAN 12%	\$ 106.54	\$ 26.64	\$ 4.15

Cuadro 3. Análisis de sensibilidad de la ganadería en la Subcuenca Toro-Rosario

		Ingreso/año	Ingreso/ha/año
VAN 4%	\$ 148.77	\$ 37.19	\$ 5.95
VAN 6%	\$ 136.64	\$ 34.16	\$ 5.47
VAN 8%	\$ 125.64	\$ 31.41	\$ 5.03
VAN 10%	\$ 115.64	\$ 28.91	\$ 4.63
VAN 12%	\$ 106.54	\$ 26.64	\$ 4.26

Como es se observa en los cuadros 1,2 y 3 el VAN y el ingreso anual es igual, excepto el ingreso/ha/año, dado que el mismo depende de la carga animal que cada Subcuenca posee.

Lo anterior significa que a mayor carga animal (Subcuenca Arias – Arenales) el ingreso/ha/año es mayor, pero esta mejor rentabilidad es de corto plazo, debido a que, existe un agotamiento creciente de la oferta forrajera tanto en cantidad como en calidad, con el consecuente efecto negativo en periodos futuros para el desarrollo de la actividad ganadera.

En el caso de la Subcuenca Toro – Rosario y Escoipe- Chicoana, estas presentan menores ingresos/ha/año, pero con un efecto negativo sobre los bosques, menos impactante que el de la Subcuenca Arias- Arenales, lo que permitirá desarrollar la actividad durante un horizonte de tiempo mayor.

Otra situación destacable en los resultados es que a menor tasa de actualización, los ingresos se ven favorecidos, lo que permite valorar en una dimensión temporal adecuada las inversiones en recursos naturales (bosques naturales).

3.3.4. VALOR DE CAPTACIÓN

Determinada la rentabilidad del mejor costo de oportunidad del uso de la tierra, se presentan los resultados del valor de captación de los bosques de las tres subcuencas antes referidas (Cuadro 4).

Cuadro 4. Valor de captación de agua por los bosques de las subcuencas Toro-Rosario, Escoipe-Chicoana y Arias-Arenales

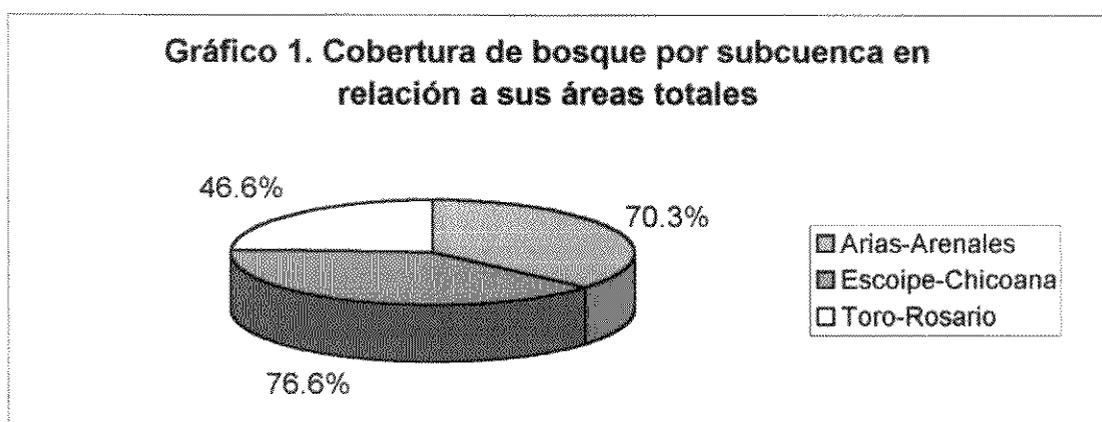
Subcuencas	Area en Km ²	Producción de agua (OHN)	Producción de agua (OHN)	Cobertura boscosa Sup. Bosque y pastizal		Ponderación valor bosque en función del agua	Costo de oportunidad de uso del suelo	Valor Captación	Valor Total de Captación	Valor de captación
		hm ³ /año	M ³ /año	ha	KM ²	%	\$/ha/año	\$/ha/año	\$/año	\$/M ³
Arias-Arenales	1.190	182.6	182600000	83602.2800	836.0228	0.50	7.19	3.60	300550.197	0.0016
Escoipe-Chicoana	495	16	16000000	37920.000	379.2	0.50	4.89	2.45	92714.4	0.0058
Toro-Rosario	5.272	1277.4	1.277E+09	245833.600	2.458	0.50	5.03	2.52	618271.504	0.0005
Totales	6.957	1.476	1.476E+09	367355.880	3673.5588					
Promedio	-	-		-	-	0.5		2.85	337178.70	0.0026

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran que el valor del bosque por la captación del agua está determinado varia para cada una de la subcuencas, debido a que existen diferencias en cuanto al área de cobertura boscosa y de pastizales, así como la carga ganadera que soportan.

La Subcuenca Toro – Rosario presenta el mayor valor total de captación con \$618271.504/año, pero el menor valor por unidad de volumen con \$0.0005. Este valor debe ser considerado como el valor del agua en origen, o sea lo que debería de pagarse como compensación a los propietarios que conservan los bosques para la producción de agua.

El menor valor de total de captación lo presenta la Subcuenca Escoipe – Chicoana, debido a que su superficie cubierta de bosques naturales es inferior a las otras dos, pero proporcionalmente con mayor cobertura en relación con el área total de la Subcuenca (Gráfico 1).



Este menor valor total de captación, visto por la vía del valor por m^3 , presenta que el agua en origen por unidad de volumen, es mayor al de las otras dos

subcuencas, siendo de \$ 0.0058/ m³, demostrando un alto valor de existencia del bosque por el servicio de captación de agua.

El valor total del bosque para cada Subcuenca, considerando los demás servicios ambientales tales como captura de CO₂, producción de O₂, control de erosión, hábitat y alimento para la fauna silvestre, entre otros y, que constituyen el otro 50% en servicios ambientales, sería igual a:

Subcuenca Arias – Arenales	\$ 7.19/ha/año
Subcuenca Toro – Rosario	\$ 5.03/ha/año
Subcuenca Escoipe – Chicoana	\$4.89/ha/año

Para el servicio ambiental de mitigación de gases de invernadero (captura de CO₂) puede llegar a presentarse un precio que valore el servicio de forma independiente al de la metodología utilizada para el presente informe, dado que, pueden existir mercados emergentes, en donde por el libre juego de oferta y demanda, se llegue a acordar un precio para el servicio, lo cual en un futuro, llegaría a ajustar de mejor forma el valor real del bosque.

3.3.5. BIBLIOGRAFÍA

- Cabrera, A. L. 1976. Regiones Fitogeográficas Argentinas. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Editorial ACME S.A.C.I. Buenos Aires. Argentina.
- SAGPyA. 2000. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación. Dirección de Información y Sistemas. Fondo Especial del tabaco. FET. Cámara del tabaco de Salta. Salta. Argentina.
- SENASA. 2001. Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria. Coordinación Nacional Salta. Comunicación Oficial. Salta. Argentina.
- INDEC. Censo Nacional Agropecuario 1988. Resultados generales. Provincia de Salta. Nº 23. Secretaría de Planificación. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. Argentina.
- Belmonte, S. 2001. Becaria del Consejo de Investigación de la Universidad Nacional de Salta. Comunicación Personal.

4.0 CAMBIO DE PRODUCTIVIDAD EN LA ACTIVIDAD AGRÍCOLA

4.1 METODOLOGÍA

4.1.1 CARACTERIZACIÓN ZONAL

La mayor superficie de la Alta Cuenca del Río Juramento se ubica en la región centro-oeste de la provincia de Salta. En esta zona la actividad productiva más desarrollada es la agricultura, donde los ríos y arroyos tributarios del río Juramento son la principal fuente de agua de riego. En esta cuenca pueden identificarse claramente dos zonas de producción agrícola: el Valle Calchaquí y el Valle de Lerma. Las principales diferencias entre estos dos sitios son:

- a) Las características hidrológicas y climáticas: En ambos valles las precipitaciones tienen lugar en los meses de verano. Las precipitaciones en el valle de Lerma oscilan alrededor de los 450 mm (¹), su clima se corresponde con un subtropical templado con estación seca (invierno) y con una amplitud térmica diaria que no supera los 10°C. En el Valle Calchaquí, en cambio, las precipitaciones no suelen superar los 150 mm anuales (¹), sus tasas de evapotranspiración son muy superiores a las del Valle de Lerma debido a la alta irradiancia y baja humedad; por otra parte, en esta zona la amplitud térmica diaria es elevada (aproximadamente entre 15°C y 20°C). Estas diferencias climáticas han llevado a prácticas de agricultura bien diferenciadas, en lo referido a los tipos cultivos y épocas de siembra y cosecha.

¹ – Fuente de información: Bianchi, C. & (1992). Las Precipitaciones del NOA

b) Sus realidades socio-económicas y productivas: En el Valle Calchaquí la práctica de la agricultura de subsistencia es mucho más pronunciada que en el Valle de Lerma. Por otra parte, aunque estas dos zonas poseen cultivos en común, tanto los rendimientos como sus precios y costos son diferentes.

Debido a estas diferencias entre los dos sitios, la valoración económica del agua para riego se realizó separadamente para cada valle.

4.1.2 VALORACIÓN ECONÓMICA DEL AGUA

Para valorar económicamente el agua dentro en la actividad agrícola se consideró a la misma como un insumo utilizado en el proceso de producción de los diferentes cultivos que se establecen bajo riego, utilizándose la siguiente fórmula para estimar el valor de la contribución marginal del agua:

$$P_K^{ag} = (P_k - C_k)q_k$$

Considerando,

$$q_k = \frac{(Q_{riego}^k - Q_{sec\ ano}^k)}{V_k}$$

Donde:

P_k^{ag} = Costo del agua en agricultura para el cultivo k ($\$/m^3$)

P_k = Precio del producto k ($\$/kg$)

C_k = Costo de producción bajo riego ($\$/kg$)

q_k = Cambio en la producción del cultivo k bajo riego (kg/m^3)

Q_{riego}^k = Cantidad de producción del cultivo k bajo riego (kg/ha)

Q_{secano}^k = Cantidad de producción del cultivo k sin riego (kg/ha)

V_k = Volumen de agua usado en riego del cultivo k (m^3/ha)

Tanto en el Valle Calchaquí como en el Valle de Lerma la época de transplante o siembra de la mayoría de los cultivos suele empezar cuando disminuyen los riesgos de heladas (después de setiembre) y se extienden hasta mediados de otoño (abril). De esta manera, la época de transplante o siembra coincide con el período en el que la disponibilidad del agua es crítica.

La fórmula utilizada para el cálculo de P_k^{ag} fue idealmente diseñado para zonas de en las que un mismo cultivo se practica bajo riego durante la temporada seca y a secano en la temporada de lluvia. Sin embargo, la actividad agrícola que se desarrolla en la Alta Cuenca del Río Juramento se caracteriza por que en su totalidad depende en gran medida del riego, independientemente de la época del año.

Esta situación se acentúa especialmente en el Valle Calchaquí, donde el riego se hace indispensable debido a que las precipitaciones son

particularmente escasas e insuficientes para desarrollar cultivos sin riego, por lo que en el presente estudio se asume que en este valle el valor de Q^k_{secano} es cero.

En el Valle de Lerma los cultivos desarrollados durante la época de lluvias generalmente son regados de igual manera que en la temporada seca, o sea que se le otorgan los mismos volúmenes de agua para riego y el agua de lluvia actuaría como un aporte adicional. Aquí se observó que solo los cultivos de alfalfa y arveja poseen mayores rendimientos en la época de lluvias que en la temporada seca. Ante esta situación se asumió que la diferencia observada en los rendimientos se deberían al aporte adicional por parte del agua de lluvia, de manera que para el cálculo del valor de Q^k_{secano} en el Valle de Lerma se consideró la siguiente diferencia:

$$Q^k_{\text{secano}} = Q^k_{(\text{riego} + \text{lluvia})} - Q^k_{\text{riego}}$$

Según la fórmula del cálculo de P_k^{ag} se obtuvo un valor del precio del agua para cada cultivo de ambos valles. Pero considerando la existencia de n diferentes tipos de cultivos para los cuales es utilizada el agua de riego, se hace necesario establecer un precio unificado para del agua para riego ($\$/m^3$) para cada sitio.

Este valor se calcula partiendo de los valores de P_k^{ag} del agua para cada cultivo, con el cual se determinó el valor global del agua para cada valle (P^{ag}) como un promedio ponderado de los valores de P_k^{ag} de los n cultivos en función de las áreas utilizadas en cada valle para cada cultivo:

$$P^{ag} = \frac{\sum_{k=1}^n (P_K^{ag} \cdot A_k)}{\sum_{k=1}^n A}$$

donde:

K = 1,2,....., n cultivos

P^{ag} = Promedio ponderado del costo del agua para los n cultivos ($\$/m^3$)

P_k^{ag} = Costo del agua en agricultura para el cultivo k ($\$/m^3$)

A_k = Superficie utilizada para el cultivo k (ha)

A = Superficie total utilizada para la agricultura (ha)

El valor V_k en la fórmula del cálculo de P_k^{ag} hace referencia a los volúmenes de agua que actualmente se utilizan para cada cultivo; sin embargo, estos volúmenes pueden ser inferiores a los que los cultivos necesitan en función de sus requerimientos hídricos. Partiendo de este supuesto, y con fines comparativos, también se calculó el valor de P_k^{ag} para los volúmenes de agua que los cultivos teóricamente necesitan en función de sus requerimientos hídricos. De esta manera se obtuvieron dos valores de P_k^{ag} para cada cultivo, un valor real (P_{kr}^{ag}) y un valor ideal (P_{ki}^{ag}); consecuentemente se obtuvieron también dos promedios ponderados del valor del agua, uno real (P_r^{ag}) y uno ideal (P_i^{ag}). Ambos promedios ponderados fueron a su vez comparados con el precio que actualmente están pagando los productores por el m^3 de agua otorgado.

4.1.3 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Para determinar el beneficio que el agua de riego proporciona a los agricultores de la Alta Cuenca del Río Juramento se utilizó información primaria. Gran parte de esta información fue recolectada mediante entrevistas con los productores del Valle Calchaquí y del Valle de Lerma, debido a que el sector agrario es un sector productivo del que se dispone poca información sistematizada. También se utilizó información consultada en el Programa Social Agropecuario (PSA) de Salta, que asiste técnica y económicamente a comunidades de pequeños productores de Cachi, Molinos, San Carlos, Quebrada de Escoipe, Cafayate, Chicoana y La Viña.

Para los agricultores del Valle de Lerma la información está centrada principalmente en el cultivo del tabaco, y la misma se recopiló en las fuentes del Fondo Especial del Tabaco (FET) de la Provincia del Salta, Cámara del Tabaco de Salta y la Cooperativa de Tabacaleros de Salta. La información obtenida de esta manera se detalló para cada uno de los cultivos producidos en los Valles Calchaquíes y Valle de Lerma, determinando el área bajo cultivo y los precios y costos por venta de sus productos.

Los volúmenes de agua que se brindan para el riego y el canon que los productores pagan actualmente por el uso del recurso se obtuvieron de las siguientes Intendencias de Riego:

Valle Calchaquí	Valle de Lerma
Intendencia Cafayate	Intendencia Cerrillos
Intendencia Cachi	Intendencia Chicoana
Intendencia San Carlos	Intendencia Coronel Moldes
	Intendencia Salta Capital

Otras fuentes de consulta para obtener esta información fueron:

- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC)
- Centro de Investigaciones y Estudios Económicos de Salta (Fundación Salta)
- Instituto Nacional de Vitivinicultura (Sede Cafayate)

Los valores ideales de riego para cada cultivo del Valle de Lerma en función de sus requerimientos hídricos fueron proporcionados por la estación INTA con sede en Cerrillos (Salta). Para los cultivos del Valle Calchaquí se utilizaron los requerimientos hídricos propuestos en el "Estudio Preliminar para el Aprovechamiento de los Recursos Hídricos de la Cuenca del Río Pasaje-Juramento-Salado", realizado por el Consejo Federal de Inversiones (1981).

Toda la información se procesó inicialmente para los cultivos de cada uno de los departamentos que conforman la Alta Cuenca del Río Juramento:

Valle Calchaquí	Valle de Lerma
Departamento Cafayate	Departamento Capital
Departamento Cachi	Departamento Cerrillos
Departamento Molinos	Departamento Chicoana
Departamento La Poma	Departamento Guachipas
Departamento San Carlos	Departamento La Viña
	Departamento Rosario de Lerma

Este análisis inicial por departamentos se debió a que estos son la unidad política mediante la cual se administra y se sistematiza la información proveniente tanto de la administración pública como privada, además de ser la unidad que mejor integra la actividad agrícola, desde el punto de vista socioeconómico.

Una vez realizado este análisis inicial de la información primaria y secundaria en torno a las actividades agrícolas, se calculó el valor promedio ponderado real (P_r^{ag}) e ideal (P_i^{ag}) del costo del agua en los dos sectores agropecuarios principales: El Valle de Lerma y el Valle Calchaquí.

4.2. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.2.1 CULTIVOS Y ÁREAS CULTIVADAS

Los cultivos realizados y las correspondientes superficies utilizadas en los últimos doce años, tanto en el Valle de Lerma como en el Valle Calchaquí, se citan en los cuadros 1 y 2.

Puede apreciarse que los cultivos predominantes para el Valle de Lerma han sido históricamente el tabaco y el poroto alubia. En orden de importancia, en este sitio, seguirían la alfalfa y el maíz (Fig. 1). Si bien los demás cultivos, generalmente pasturas y hortalizas, presentan áreas relativamente muy pequeñas en comparación con estos cuatro cultivos principales, la suma de sus superficies cultivadas comprenden una importante área de riego y razón por la cual fueron incluidos en el estudio de los costos de riego.

Con respecto al tabaco, en el Valle de Lerma se cultivan dos variedades: Virginia y Criollo; aunque debido a los requerimientos del mercado la variedad predominante es Virginia ⁽²⁾. Este cultivo se practica en todos los departamentos del Valle y los productores argumentan la predominancia del cultivo de tabaco es su alta rentabilidad, aún en años donde los precios eran muy inferiores a los de campañas agrícolas anteriores.

Es importante hacer notar que, un cultivo como el del Tabaco ha tenido y mantiene un subsidio por medio del Fondo Especial del Tabaco (FET), que aún en campañas que reportan precios bajos, la actividad se sigue realizando. A esto se agrega que la infraestructura productiva está diseñada para este

²Fuentes de información: - Fondo Especial del Tabaco de la Provincia de Salta
- Planta de procesado Masalin-Particulares

producto y su transformación a nuevos cultivos conduce a inversiones que los productores no están dispuestos a realizar, sobre todo porque los nuevos cultivos no ofrecen los incentivos que actualmente otorga en Tabaco.

En muchos de los casos, la infraestructura, maquinaria y equipo utilizada para el cultivo del tabaco se encuentra en un estado de deterioro con pocas posibilidades de ser renovado, dado que los agricultores nunca amortizan dichos medios de producción.

Esto transforma al sector tabacalero, en un sector que por conveniencia se mantendrá bajo los actuales modos de producción, con grandes dificultades para poder afrontar los nuevos desafíos que se le impondrán desde el punto de vista ambiental y tecnológico a un costo social elevado.

Con respecto al cultivo del poroto alubia se observó que a partir de la campaña 1994-1995 las superficies cultivadas de poroto pallar fueron decreciendo, siendo reemplazadas fundamentalmente por el cultivo del poroto negro. Esta conversión del cultivo se debió a la caída del mercado del poroto pallar en Argentina y la apertura de mercados para el poroto negro en otros países sudamericanos, principalmente Brasil (³).

En esta región pudo observarse un incremento de la superficie total cultivada en 20 mil hectáreas a partir de la campaña 1995-1996 (Fig. 2), lo cual se debió principalmente a la introducción de nuevos cultivos, esencialmente el poroto negro y poroto colorado (Cuadro 1).

³ Fuente de información: - Cámara de Comercio e Industria de Salta.

En el Valle Calchaquí, por otra parte, el cultivo predominante en lo referido a superficie es la alfalfa, seguida por la vid (blanca y negra), el pimiento para pimentón, el poroto pallar y las hortalizas (Fig. 3).

La producción de alfalfa se realiza en todos los departamentos del Valle Calchaquí y es principalmente destinada a la alimentación del ganado vacuno para tambo, complementándose con forraje de avena y cebada, que se cultivan en proporciones muy inferiores a la alfalfa (Cuadro 2). Las pasturas para forraje son desarrolladas principalmente por pequeños productores que venden el producto a los ganaderos de la zona. Las explotaciones lecheras especializadas, con razas como la Holando-Argentina, utilizan la totalidad de sus superficies para este cultivo

Cuadro 1. Cultivos realizados en el Valle de Lemna desde la campaña agrícola del año 1988-1989 hasta la campaña 1999-2000. En el cuadro se denotan las superficies cultivadas en cada campaña agrícola⁵.

Año	Aji	Ajo	Añaila	Aveja	Avena	Cebada	Cebolla	Haba	Maíz	Papa	Pimiento Morón	Pimiento Pimentón	Forro Alubia	Patata Colorado	Patata Negro	Tabaco Criollo	Tabaco Virginia	Tomate	Zanahora	Zapallo	Zapallo	Superficie Total
1988-1989	0	60	4350	70	2760	347	120	15	3700	270	15	25	9200	0	0	440	10583	45	60	140	0	32200
1989-1990	0	100	4350	95	2770	225	120	15	4700	307	45	40	10500	0	0	532	8828	65	66	342	0	32902
1990-1991	0	52	4350	158	2770	225	103	21	4700	293	45	40	8500	0	0	544	10554	65	69	295	0	32784
1991-1992	0	46	4350	158	2100	320	116	21	5400	269	45	30	8000	0	0	414	13591	65	71	245	0	35241
1992-1993	0	51	4350	156	1960	70	126	21	4900	259	45	30	8000	0	0	640	14095	65	79	200	0	35047
1993-1994	0	53	4350	159,5	2905	220	131	21	3900	279	45	30	3500	1000	0	527	8197	65	77	200	0	25659,5
1994-1995	0	53	4350	162	2935	220	141	8	4100	279	87	55	5000	2000	8500	641	9311	45	72	268	45	38272
1995-1996	0	90	4350	162	2935	270	141	8	4400	269	87	55	3100	2100	16000	602	10072	45	77	268	45	45076
1996-1997	55	75	4350	162	2935	270	146	8	4900	239	92	60	1000	2100	11600	202	13711	51	87	268	45	42356
1997-1998	70	90	4350	162	2255	170	170	8	4900	330	92	65	0	1400	15500	278	15588	51	96	268	45	45878
1998-1999	70	87	4350	162	2770	260	170	11	4500	235	92	70	0	1400	15500	269	15628	51	96	268	45	46024
1999-2000	70	87	4350	162	2770	260	170	11	4500	235	92	70	0	1400	12000	269	15628	51	96	268	45	42524

⁵ Fuentes de información: - Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
- Estación INTA Cerrillos (Salta)

Cuadro 2. Cultivos realizados en el Valle Calchaquí desde la campaña agrícola del año 1988-1989 hasta la campaña 1999-2000. En el cuadro se denotan las superficies cultivadas en cada campaña agrícola (°).

	Ajo	Alfalfa	Arveja	Avena	Batata	Cebada	Cebolla	Haba	Maíz	Pimiento Morón	Pimiento Pimentón	Poroto Pallar	Tomate	Vid Blanca	Vid Negra	Zanahoria	Zapallo	Zapallito	Sup Total
1988-1989	15	3850	20	270	5	130	280	65	110	35	900	200	150	996	694	45	0	0	7748
1989-1990	5	3850	30	235	5	125	290	65	63	65	1060	200	170	894	646	50	3	0	7748
1990-1991	15	3850	105	235	5	105	268	39	63	15	1060	200	170	894	646	50	3	0	7723
1991-1992	14	3850	105	250	5	85	263	39	63	15	820	200	170	930	670	50	3	0	7532
1992-1993	15	3850	105	250	5	85	268	39	58	15	820	200	170	930	670	50	3	0	7533
1993-1994	14	3850	106	205	5	128	258	39	68	15	852	200	160	1296	919	50	10	0	8173
1994-1995	14	3850	106	215	5	128	258	30	83	30	1045	200	175	1296	919	53	10	9	8426
1995-1996	9	3850	106	215	5	128	268	39	75	30	1095	400	175	1416	999	53	10	9	8882
1996-1997	9	3700	111	215	5	103	275	54	85	60	1125	400	186	1413	997	54	10	9	8811
1997-1998	19	3160	44	155	5	65	310	28	115	60	705	500	174	1173	837	54	10	9	7423
1998-1999	9	3160	54	220	5	115	310	46	85	60	845	500	186	1370,8	963,2	54	10	9	8002
1999-2000	7	3160	54	220	5	115	310	46	85	60	845	500	186	1370,8	963,2	54	10	9	8000

⁵ Fuentes de información: - Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
- Estación INTA Cerrillos (Salta)

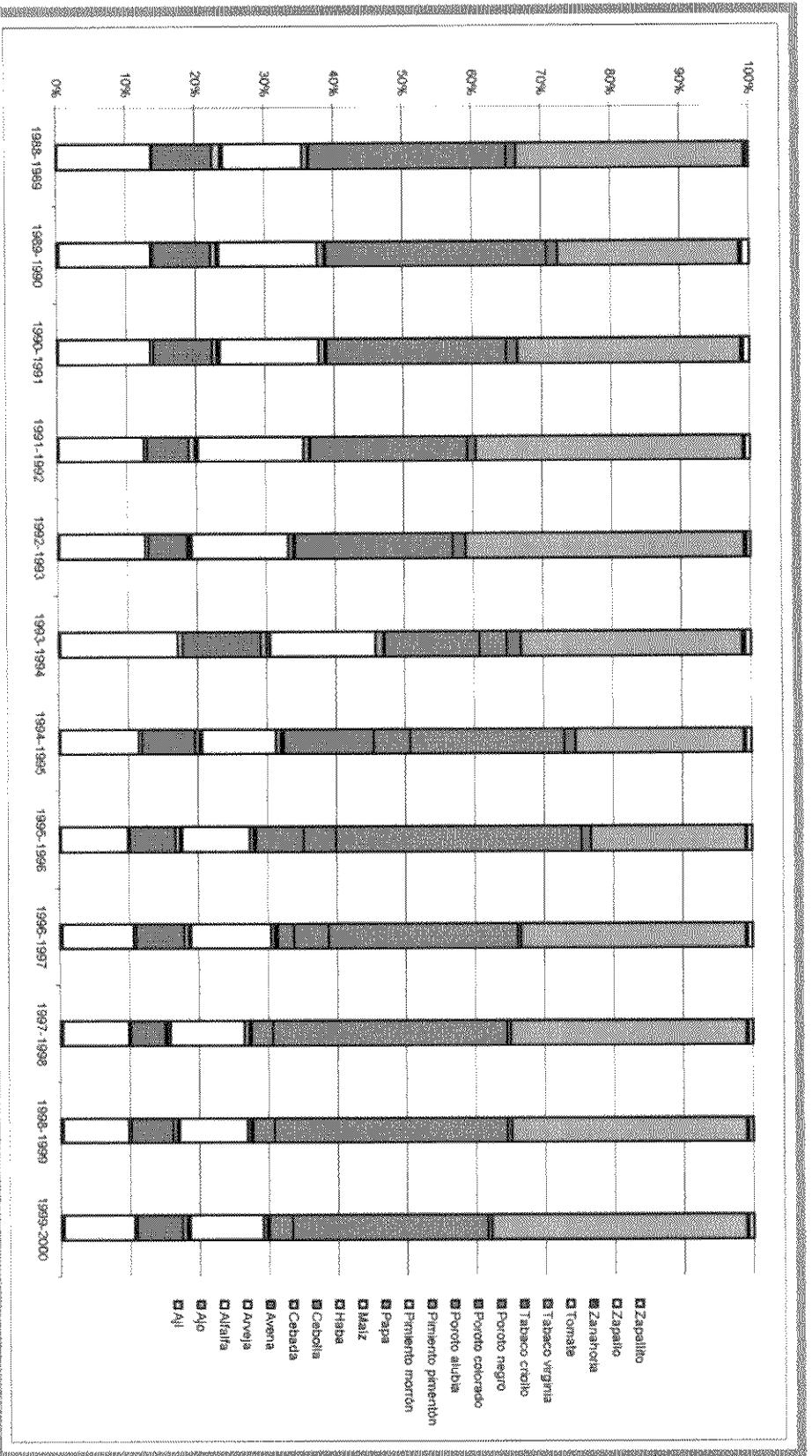


Figura 1. Proporción de las superficies cultivadas de cada cultivo en cada campaña agrícola del Valle de Lerma.

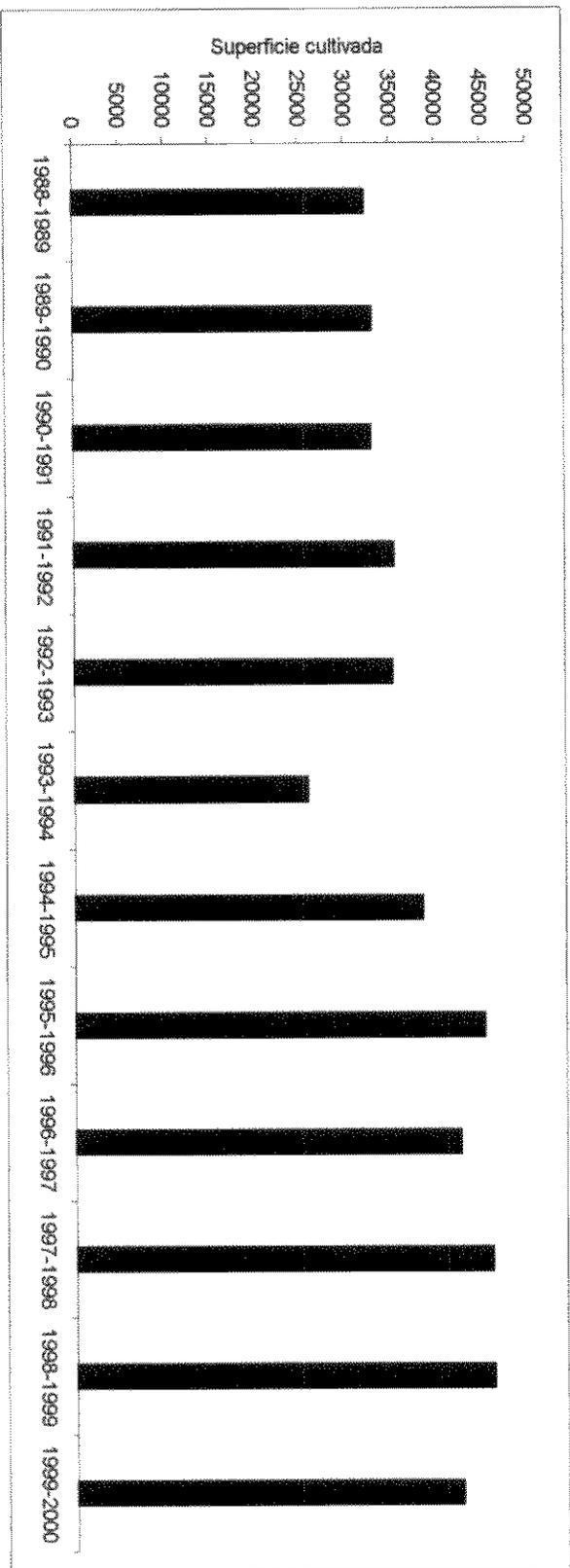


Figura 2. Superficies totales cultivadas en cada campaña agrícola del Valle de Lerma.

La vid es el cultivo más importante de los departamentos Cafayate y San Carlos, que históricamente se han caracterizado por ser regiones vitivinícolas debido a sus características climáticas. Los principales productores de vid son las bodegas localizadas en estos departamentos, aunque también existe una producción marginal por parte de pequeños agricultores (⁶).

El pimiento para pimentón se realiza en todos los departamentos de este valle, pero el principal productor es Cachi, con más de 400 hectáreas anuales cultivadas. Este pimiento es realizado generalmente por pequeños productores que cultivan áreas inferiores a las 10 hectáreas.

El Valle Calchaquí es el principal productor de otras hortalizas, principalmente cebolla y zanahoria y en menores cantidades de tomate y pimiento morrón (Cuadro 2, Fig. 2).

Aunque las superficies cultivadas de las demás hortalizas suman una importante área de cultivos, estas son principalmente destinadas al autoconsumo por parte de los agricultores de la zona (⁷).

El cultivo de poroto pallar en Valle Calchaquí tuvo un importante desarrollo en los últimos 12 años en lo referido a la superficie cultivada (Cuadro 2, Fig. 2) y la producción de este poroto se centraliza de manera casi exclusiva en el departamento de Cachi.

⁶ Fuente de información: - Instituto Nacional de Vitivinicultura, Sede Cafayate.

⁷ Fuente de información: - Programa Social Agropecuario, Sede Salta.

En el Valle Calchaquí se observa que la superficie total sembrada tiende a permanecer constante sin notarse incrementos importantes en la frontera agrícola (Fig. 4). Esta situación se debe a la existencia de ciclos temporales en las superficies desarrolladas de cada cultivo, donde parte del área destinada a un dado cultivo en una campaña es destinada a otro cultivo en los años siguientes (⁸).

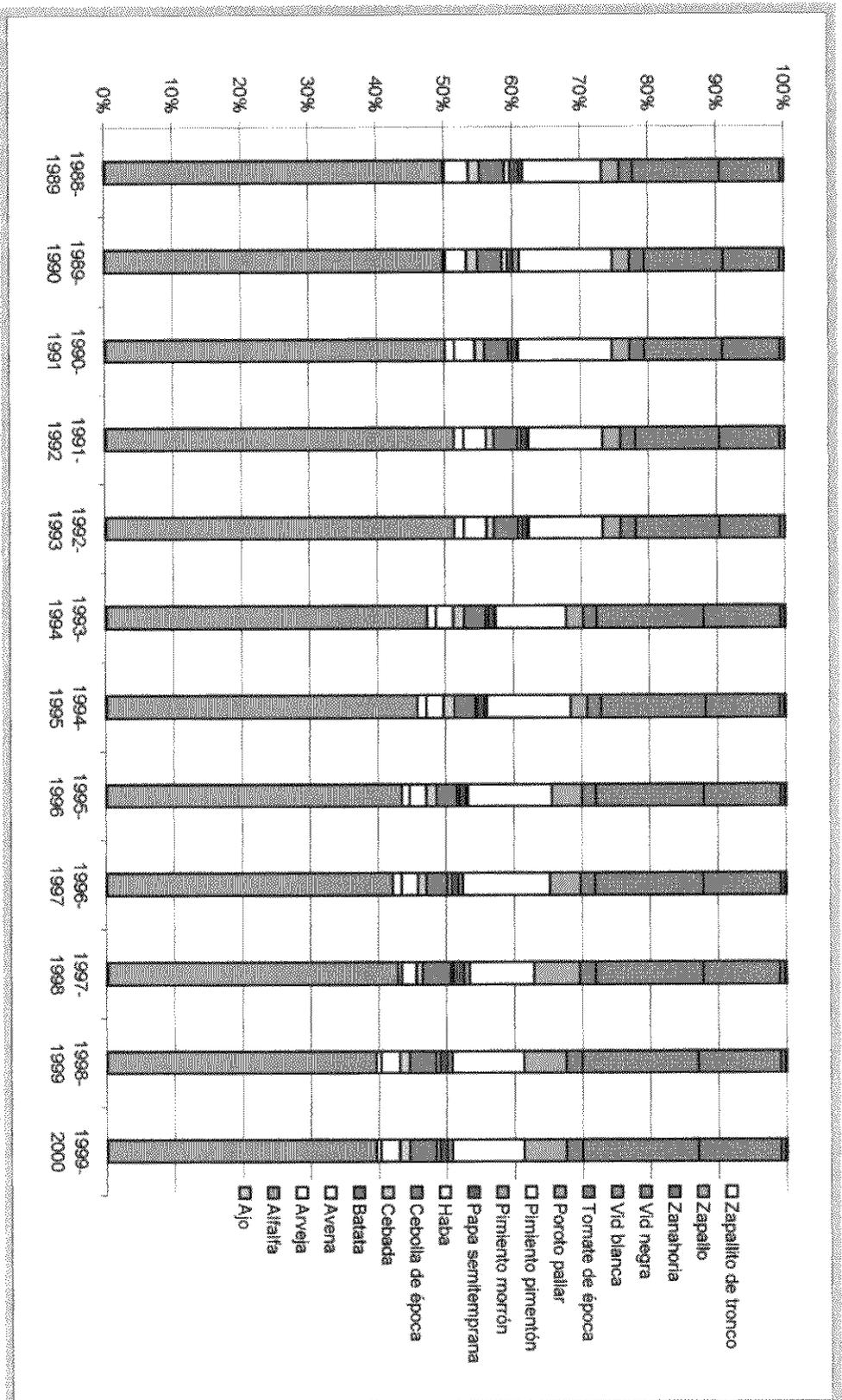


Figura 2. Proporción de las superficies cultivadas de cada cultivo en cada campaña agrícola del Valle Calchaquí.

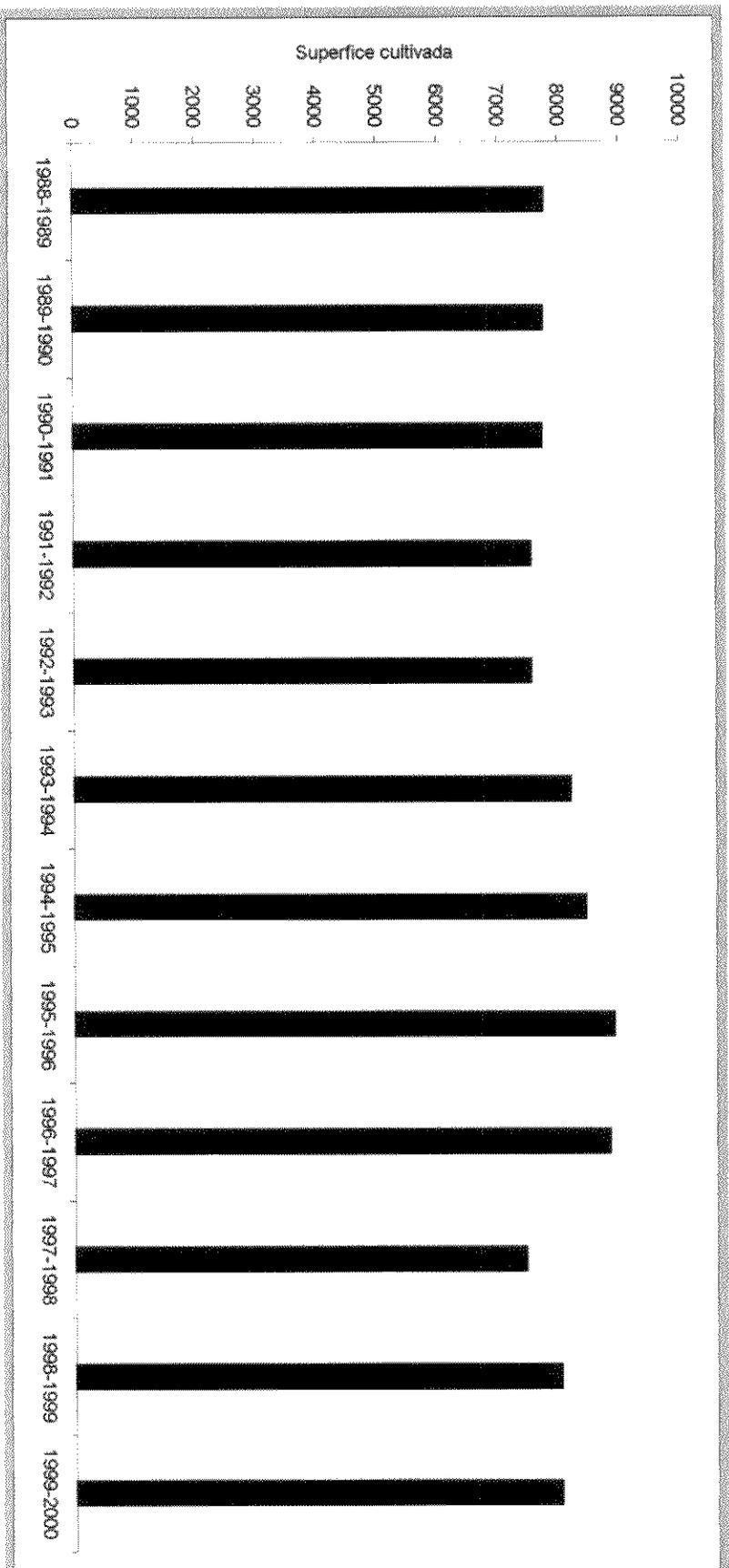


Figura 4. Superficies totales cultivadas en cada campaña agrícola del Valle Calchaquí.

4.2.2 FUENTES DEL AGUA PARA RIEGO

El agua para riego se provee a los agricultores de ambos valles es administrada por siete Intendencias de Riego regionales, cuatro en el Valle de Lerma (Capital, Cerrillos, Chicoana y Coronel Moldes) y tres en el Valle Calchaquí (Cachi, San Carlos y Cafayate).

Valle de Lerma

Intendencia de Riego Capital: Esta Intendencia tres sistemas hídricos comprendidos por los ríos Arias-Potreros, Arias-San Lorenzo y Caldera-Vaqueros, de los cuales solo los dos primeros forman parte de la Alta Cuenca del Río Juramento. Esta Intendencia abastece de agua 467 usuarios, de los cuales 317 corresponden a los sistemas Arias-Potreros y Arias-San Lorenzo (Cuadro 3), ocupándose básicamente de la administración del agua para el departamento Capital (⁸).

La superficie de cultivos administrada por esta Intendencia es de 5,905 hectáreas, presentando picos máximos de demanda y consumo en los meses de septiembre, octubre y noviembre. En este época de máximo consumo la disponibilidad del recurso es crítica debido a que coincide con el período de estiaje de los ríos (⁹).

⁸ Fuente de información: - Fundación para la Integración Federal

⁹ Fuente de Información: - Unidad de Infraestructura y Desarrollo de la Provincia de Salta

Sobre los sistemas que comprenden al río Arias hay un total de siete tomas para riego que atienden completamente las necesidades de la zona. Estas tomas conducen al agua a través de canales que cubren una longitud total de 34.5 km, de los cuales más de la mitad está revestido (Cuadro 3).

Cuadro 3. Intendencia de Riego Capital. Solo figuran los sistemas de riego pertenecientes a la Alta Cuenca del Río Juramento.

Sistema	Nº de usuarios	Superficie Bajo riego (ha)	
		Permanentes	Eventuales
1. Arias-Potreros	274	3,708	2,099
2. Arias-San Lorenzo	43	92	6
Total	767	3,800	2,105

Intendencia de Riego Cerrillos: Esta Intendencia maneja los sistemas de riego del área cultivada más grande del Valle de Lerma. Más de 680 productores son abastecidos de agua a partir de seis sistemas conformados por los ríos: Toro, Corralito, Agua Chuya, Arias, Rosario y los afluentes del Río Toro, cubriendo una superficie total de 17,275 hectáreas. A este total deben sumarse 7,585 hectáreas destinadas a “uso industrial”, que corresponden a las usinas hidroeléctricas de Corralito y “Las Lomitas” en Campo Quijano (Cuadro 4). Los departamentos atendidos por esta Intendencia son Cerrillos, Rosario de Lerma y parte del departamento Chicoana ⁽¹⁰⁾.

¹⁰ Fuente de información: - Fundación para la Integración Federal
- Intendencia de Riego Cerrillos

Cuadro 4. Area bajo riego y número de usuarios administrada por la Intendencia de Riego Cerrillos.

Sistema	Nº de usuarios	Superficie Bajo riego (ha)	
		Permanentes	Eventuales
1. Río Toro	551	3,020	3,855
2. Río Corralito	100	2,210	150
3. Río Agua Chuya	27	1,720	80
4. Río Arias	1	100	0
5. Río Rosario	Varios	945	5
6. Afluentes del Toro	Varios	145	45
Total		13,140	4,135

La demanda de agua en esta Intendencia posee una marcada estacionalidad, la cual se relaciona con el período de transplante del tabaco (septiembre-noviembre) coincidiendo con la época de estiaje. A este cultivo se destina más del 60% del agua de riego ⁽¹¹⁾.

Sobre la margen izquierda del Río Toro se ubica un dique-toma a partir del cual el agua se distribuye por canales revestidos primarios, secundarios y terciarios. El agua excedente desemboca en el dique "Las Lomitas", que actúa como regulador de la demanda de agua en época de estiaje. Las tomas de agua sobre los demás no se encuentran revestidas.

Las tomas ubicadas sobre los sistemas del Río Rosario y los afluentes del Río Toro suministran agua a numerosos usuarios con superficies de cultivos muy pequeñas que practican la agricultura de subsistencia.

¹¹ Fuente de Información: - Intendencia de Riego Cerrillos

Intendencia de Riego Chicoana: Esta Intendencia se provee de agua a partir de 11 tomas ubicadas sobre los ríos Chicoana, Rosario, Pulares, Tilán, Agua Chuya y Calavera, y los arroyos Chivilme y Viñaco. Brinda servicio a más de 160 productores y riega aproximadamente 4000 hectáreas cultivadas (Cuadro 5) de los departamentos Chicoana y La Viña ⁽¹²⁾.

La mayor parte del agua de los ríos administrados por esta Intendencia es destinada al cultivo de tabaco y al igual que en las otras zonas tabacaleras el período de máxima demanda coincide con la época de estiaje. Las tomas ubicadas sobre los ríos Calavera y Rosario son de importancia menor ya que están destinadas a proveer de agua a familias que practican agricultura de subsistencia ⁽¹³⁾.

Cuadro 5. Area bajo riego y número de usuarios administrada por la Intendencia de Riego Chicoana.

Río	Sistema Toma	N° de usuarios	Superficie Bajo riego (ha)	
			Permanentes	Eventuales
1. Chicoana	Los Laureles	1.5	2,937	690
	Las Lajas	1	3	0
	Los-Los	13	71	0
2. Río Pulares	Bellavista	6	655	0
	Santa Isabel-Tilán	6	145	0
3. Río Tilán	Tilán	10	136	76
4. Río Agua Chuya	Agua Chuya	8	320	44
5. Río Calavera	El Zanjón	Varios	0	10
6. Río Rosario	Monte Grande	Varios	0	15
7. Arroyo Chivilme	Chivilme	8	85	0
8. Arroyo Viñaco	Viñaco	3	20	92
Total			4,372	927

¹² Fuente de información: - Fundación para la Integración Federal

¹³ Fuente de información: - Intendencia de Riego Chicoana

Las tomas ubicadas sobre los ríos generalmente son obras sencillas, sin un gran desarrollo infraestructural, comprendidas por compuertas de apertura y cierre manual donde el agua se distribuye a través de canales no revestidos.

Intendencia de Riego Coronel Moldes: Las fuentes de agua utilizadas por esta intendencia las componen los ríos Osma, Chuñapampa, Ampascachi, La Viña, Guachipas, Churquis, El Típal, la cuenca Ureña-Horcones y los arroyos Oscuridad, Los Sauces, Chañaral y Uturnco. Sobre estos ríos existen un total de 13 tomas que brindan servicio a un total de 451 agricultores, con un área total de cultivo de 8,567 hectáreas (Cuadro 6) de los departamentos de Chicoana, Guachipas y La Viña (¹⁴).

Las obras realizadas sobre las tomas de Chuñapampa poseen una toma parrilla y un canal revestido de 3,8 km que comunica a este río con los embalses 1 y 2 de Coronel Moles, de allí las aguas son distribuidas hacia las zonas de riego por otro canal revestido de 4,5 km. La Capacidad de los embalses 1 y 2 de Coronel Moldes son de 1,500,000 y 1,000000 m³, respectivamente, y son utilizados para compensar la demanda de agua en épocas críticas de riego. Los canales de riego secundarios y terciarios de este sistema no se encuentran revestidos (¹⁵).

Sobre el Río Ampascachi también hay una toma parrilla con obras complementarias para la regulación del caudal. Aquí el agua es conducida por un canal no revestido de pequeña longitud hasta el embalse de la localidad Ampascachi, cuya capacidad es de 1,600,000 m³ y cumple idénticas funciones

¹⁴ Fuente de información: - Fundación para la Integración Federal

¹⁵ Fuente de información: - Unidad de Infraestructura y Desarrollo de la Provincia de Salta

que los diques de Coronel Moldes. El resto de los sistemas carece de obras fijas de captación.

Cuadro 6. Area bajo riego y número de usuarios administrada por la Intendencia de Riego Coronel Moldes.

	Sistema		N° de usuarios	Superficie Bajo riego (ha)	
	Río	Toma		Permanentes	Eventuales
1. Osma	Osma		5	260	180
2. Chuñapampa	Potrero de Díaz		1	30	0
	Dique 1 y 2 de Coronel Moldes		163	1,500	160
3. Ampascachi	Dique Ampascachi		1	903	0
4. La Viña	La Viña		86	1,538	200
	Las Juntas		49	820	0
5. Guachipas	Toma margen derecha		83	1,380	0
6. Churquis	Churquis		10	110	0
7. El Tipal	El Tipal		1	10	0
8. Cuenca Ureña- Horcones	Horcones		28	144	10
9. Arroyos Oscuridad, Los Sauces, Chañaral y Uturunco	Tomas varias		24	1,222	0
	Total		451	7,917	550

Valle Calchaquí

Intendencia de Riego Cachi: Administra el agua para los departamentos de Cachi, Molinos y La Poma. En esta región, las áreas cultivadas se encuentran en alturas promedio de 2000 y 3000 metros sobre el nivel del mar, donde los requerimientos hídricos son elevados debido a las altas tasas de evapotranspiración ⁽¹⁶⁾.

Los sistemas que proveen el recurso administrado por esta Intendencia se componen principalmente por el Río Calchaquí, y secundariamente por sus

distintos afluentes, cubriendo un área de riego total de 9811 hectáreas (Cuadro 7). Se asiste a 653 usuarios, en su mayoría pequeños productores que practican el cultivo de pimiento para pimentón, poroto, hortalizas y la agricultura de subsistencia ⁽¹⁷⁾.

Cuadro 7. Área bajo riego y número de usuarios administrada por la Intendencia de Riego Cachi.

Sistema		Superficie Bajo riego (ha)	
Río	Toma	Permanentes	Eventuales
1. Río Calchaqui	La Poma	1,160	196
	Cachi Molinos	2,893	8
2. Río Palermo		1,000	0
3. Río Las Cuevas y Salvear		16	0
4. Río Las Arcas		610	8
5. Río Las Trancas		575	7
6. Río Cachi		131	16
7. Río La Paya		150	0
8. Río Vallecito		6	6
9. Río Brealito		370	0
10. Río Colomé		300	0
11. Río Luracatao		1,000	0
12. Río Amaicha-Tacuil		312	0
13. Río Molinos		555	0
14. Río Potreros		166	1
15. Río Blanco		150	0
16. Río Piul		45	0
17. Río Tonco		9	0
18. Arroyo Quipón		20	0
19. Otros de menor importancia		101	0
Total		9,569	242

Los cultivos que mayor demanda de agua poseen son las el pimiento para pimentón y las hortalizas (octubre-noviembre), cuya época de transplante

¹⁶ Fuente de información: - Fundación para la Integración Federal

coincide con el estiaje de los ríos de este sistema. La alta demanda de agua en esta época del año vuelve crítica la disponibilidad del recurso para riego, lo cual se ve acentuado debido a la falta de precipitaciones.

Las tomas captación sobre los sistemas de riego no son de carácter permanente; generalmente son obras precarias y los canales de riego no están revestidos.

Intendencia de riego San Carlos: Esta Intendencia posee un total de 5,258 hectáreas bajo riego a ambas márgenes del río Calchaquí, desde el límite con el departamento Molinos hasta el límite con el departamento Cafayate ⁽¹⁸⁾, proveyendo de agua a 691 productores (Cuadro 8).

Cuadro 8. Area bajo riego y número de usuarios administrada por la Intendencia de Riego San Carlos.

Sistema	Nº de usuarios	Superficie Bajo riego (ha)	
		Permanentes	Eventuales
1. Río Calchaquí	388	3675	354
2. Ríos Pucará-Angastaco	137	226	0
3. Río La Viña	27	58	0
4. Río San Lucas	29	26	0
5. Río San Antonio	52	579	10
6. Río Amblayo	58	330	0
Total	691	4894	364

Los ríos que conforman los sistemas de riego son el Calchaquí, Pucará, Angastaco, La Viña, San Lucas, San Antonio y Amblayo, suministrando agua

¹⁷ Fuente de información: - Intendencia de Riego Cachi

¹⁸ Fuente de información: - Fundación para la Integración Federal

únicamente a los productores de este departamento. El Río Calchaquí provee agua para los embalses "Los Sauces" y "La Dársena", destinados a cubrir las necesidades de agua en las épocas críticas para el suministro (¹⁹).

Intendencia de Riego Cafayate: Suministra agua a una zona de los valles Calchaquíes que se caracterizan por sus suelos de textura franco-arenosa con una gran capacidad para retener agua.

El agua es captada de los ríos Lorohuasi, Colorado, Chuscha, Chañar, Punco, Conchas, Santa Bárbara y Yacochuya, y el Arroyo Lampasillo. A estos sistemas deben sumarse las tomas de aguas subterráneas y tomas menores de captación sobre vertientes (²⁰).

Esta Intendencia brinda servicio a 435 productores, con una superficie total de 2,754 hectáreas (Cuadro 9). Toda el agua es utilizada dentro del departamento Cafayate, principalmente destinada al cultivo de la vid, para el cual se emplean tres sistemas de riego: por canales, por goteo y por inundación.

¹⁹ Fuente de información: - Intendencia de Riego San Carlos

²⁰ Fuente de información: - Fundación para la Integración Federal

Cuadro 9. Area bajo riego y número de usuarios administrada por la Intendencia de Riego Cafayate.

Sistema	N° de usuarios	Superficie Bajo riego (ha)	
		Permanentes	Eventuales
1. Río Lorohuasi	4	435	0
2. Río Colorado	10	346	0
3. Río Chuscha	340	865	9
4. Ríos Chañar-Punco	24	172	0
5. Río Santa Bárbara	4	25	0
6. Río Conchas	16	118	0
7. Río Yacochuya	2	77	0
8. Arroyo Lampasillo	4	435	0
9. Pozos subterráneos	25	0	21
Total	435	2694	30

4.2.3. VOLÚMENES UTILIZADOS AGUA PARA RIEGO

El volumen de agua para el riego ha sido establecido desde por Agua y Energía de la Nación desde la década del 40, sin poderse determinar la base sobre la cual se asignó o calculó. La entrega de agua para riego, desde esa época hasta la actual es 0.525 lts/seg/ha con una duración aproximada de 2.83 horas para cada turno de riego, independientemente del tipo de cultivo y de la zona, tanto es así que para los Valles Calchaquíes la cantidad de agua antes referida es la misma que para el Valle de Lerma, en donde las condiciones climáticas difieren mucho de la primera.

Una situación observada es que por lo general los volúmenes de agua con los que los agricultores riegan los distintos tipos de cultivos, en ambos valles, son superiores a los volúmenes de agua idealmente requeridos por los mismos en función de las tasas de evapotranspiración y las condiciones climáticas de los sitios (Cuadros 10 y 11).

En promedio, una hectárea cultivada en el Valle Calchaquí requiere idealmente 6916 m^3 de agua/año; actualmente el promedio de agua utilizada para el riego de una hectárea en este sitio es de $8481 \text{ m}^3/\text{año}$. Esto muestra que existe un exceso de agua otorgada y no utilizada por los cultivos que asciende a $1565 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{año}$. Esto representa en promedio el 23% del volumen de agua que realmente demandan los cultivos.

En el Valle de Lerma los requerimientos ideales de agua indican que en promedio una hectárea de cultivo requiere unos $4203 \text{ m}^3/\text{año}$ de agua, aunque realmente se utilizan alrededor de $6092 \text{ m}^3/\text{año}$.

Esta diferencia entre la demanda real de los cultivos y el consumo efectivo (la cantidad de agua proporcionada) equivale a $1889 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{año}$, constituyendo el 45% de los requerimientos establecidos.

Es importante recordar que la mayor demanda de agua para riego se concentra entre los meses de Septiembre y Diciembre, que como se indicó antes coincide con la época de estiaje. Dada esta escasez de agua en la época, en muchos casos se generan algunos conflictos derivados de una demanda de agua insatisfecha, con lo que algunos productores se han visto en la necesidad de explotar las aguas subterráneas mediante pozos, los cuales por lo general no tienen ningún control sobre los caudales extraídos, con lo que los acuíferos que son compartidos entre varios propietarios, no garantizan una provisión de agua en el largo plazo, conduciendo a un fenómeno de competencia y captura, para utilizar la mayor cantidad de agua posible en el corto plazo.

Cuadro 10. Volúmenes de agua actualmente utilizados para los distintos cultivos del Valle de Lerma (reales). En la columna continua se detallan los volúmenes de agua requeridos por los cultivos (ideales), calculados según sus tasas de evapotranspiración y las condiciones climáticas del sitio.

Cultivo	Reales (m ³)	Ideales (m ³)
Ají	5444	5190
Ajo	5444	5190
Alfalfa	14971	6571
Arveja	8166	3557
Avena	5444	6120
Cebada	5444	6120
Cebolla	5444	5190
Haba	4083	363
Maiz	6805	7220
Papa	5444	5190
Pimiento morrón	5444	5190
Pimiento pimentón	5444	5190
Poroto alubia	4083	363
Poroto colorado	4083	363
Poroto negro	4083	363
Tabaco criollo	8166	2669
Tabaco virginia	8166	2669
Tomate	5444	5190
Zanahoria	5444	5190
Zapallo	5444	5190
Zapallito	5444	5190

Cuadro 11. Volúmenes de agua actualmente utilizados para los distintos cultivos del Valle Calchaquí (reales). En la columna continua se detallan los volúmenes de agua requeridos por los cultivos (ideales), calculados según sus tasas de evapotranspiración y las condiciones climáticas del sitio.

Cultivo	Reales (m ³)	Ideales (m ³)
Ajo	9072	5872
Alfalfa	12960	11797
Arveja	5184	3557
Avena	10368	7535
Batata	9072	7740
Cebada	10368	7535
Cebolla	9072	5872
Haba	5184	3630
Papa	9072	7740
Pimiento morrón	9072	7744
Pimiento pimentón	9072	7744
Poroto pallar	5184	3630
Tomate	9072	7744
Vid blanca	8940	8784
Vid negra	8940	8784
Zanahoria	9072	7740
Zapallo	6480	5528
Zapallito	6480	5528

Considerando lo anterior, se puede decir que el consumo de agua en cada uno de los Valles, está determinado por las áreas cultivadas año a año y no por el tipo de cultivo que se desarrolla.

Si a esto se le agrega que ha habido un incremento del área de cultivo en el Valle de Lerma, a partir de la campaña 1995-1996, el consumo de agua derivado de una mayor demanda, para atender la expansión de las áreas de cultivo, sufrió un crecimiento de aproximadamente unos 75 millones de m³ (Fig. 5).

Esta situación no se revela en el caso del Valle Calchaquí, dado que no se han observado incrementos o grandes variaciones en el área cultivada, con lo que la demanda de agua permanece casi invariable y alrededor de los 90 y 80 millones de m³ (Fig. 6). Es importante señalar que la calidad del agua para riego en este Valle condiciona la actividad agrícola, debido al alto contenido de sales, determinando la producción de cultivos capaces de tolerar tal restricción.

Normalmente después de 3-5 años de cultivos consecutivos, los pequeños productores siembran alfalfa como técnica para la recuperación de los suelos altamente salinizados, manteniéndola por un periodo similar, para posteriormente habilitar el suelo a un nuevo ciclo.

En el caso de la zona agrícola de Cachi, las aguas de mejor calidad (dulces), son aprovechadas casi en su totalidad por los grandes productores, lo que les permite desarrollar sus actividades productivas con menores problemas relacionados a la calidad de las aguas que utilizan. Esta agua proviene mayormente de los Nevados de Cachi y Palermo.

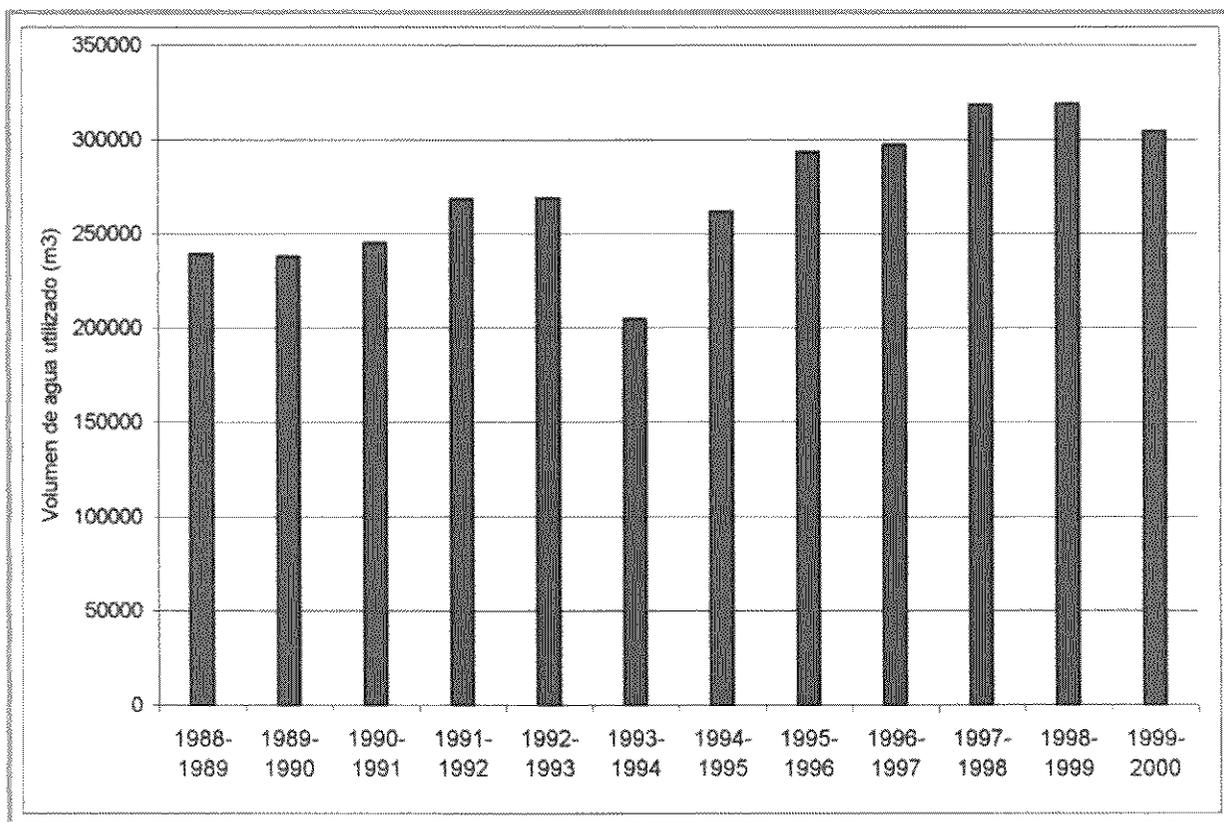


Figura 5. Agua total utilizada en las últimas doce campañas agrícolas del Valle de Lerma.

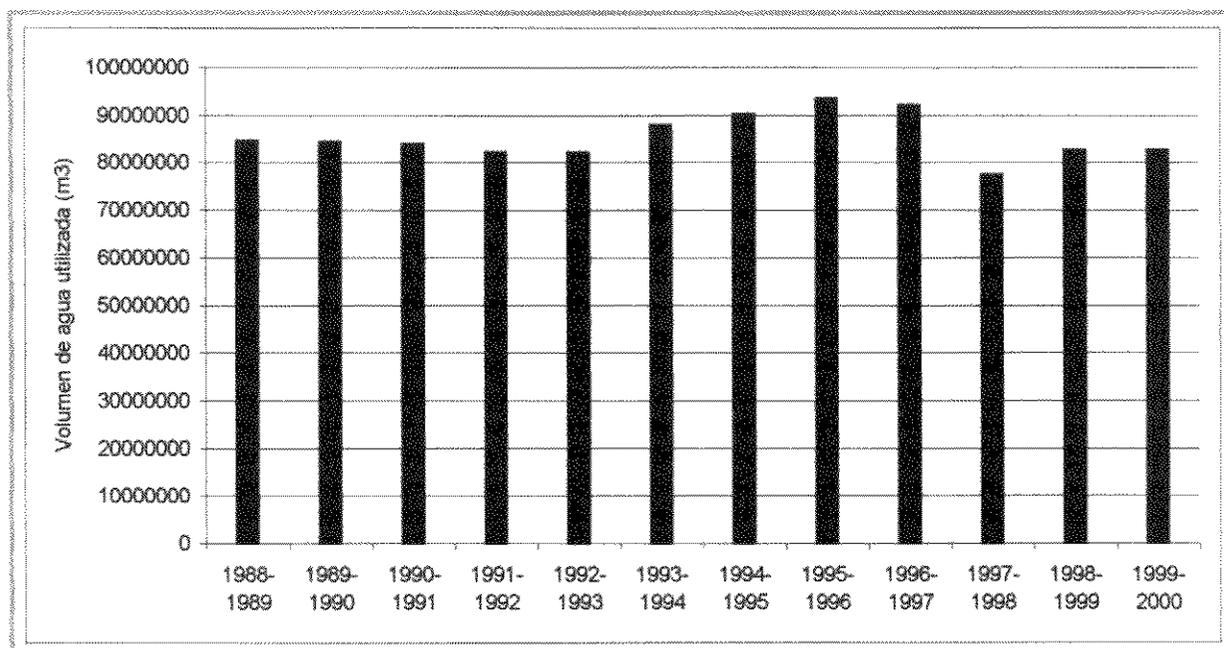


Figura 6. Agua total utilizada en las últimas 12 campañas agrícolas del Valle Calchaquí.

4.2.4. PRECIOS DEL AGUA PARA RIEGO

Debido a la falta de información sobre los precios y costos de los productos agrícolas en las campañas anteriores al período 1999-2000 no se pudieron realizar las estimaciones del precio que debería tener el agua antes del citado período. El canon de riego que históricamente pagan los productores de ambos valles independientemente del volumen de agua empleado en la campaña agrícola es de \$24 anuales. Este precio se ha establecido para todas las propiedades empadronadas con riego permanente en cada una de las Intendencias de Riego ya mencionadas en párrafos anteriores.

Si el área bajo riego se registra bajo la categoría de riego temporal, el canon establecido se reduce a \$12. La cantidad de hectáreas bajo esta denominación representan un bajo porcentaje con respecto a las áreas bajo riego permanente. En el Valle de Lerma, considerando que el volumen de agua que en promedio se ha proporcionado por hectárea es equivalente 8481 m³/año, el valor del m³ es igual a \$0.0028 por año. Este valor no varió en los últimos 10 años.

Para el Valle Calchaquí este valor en función del agua proporcionada (6092 m³/ha/año) es equivalente a \$0.0039/año; valor que ha permanecido invariable al igual que en el Valle de Lerma. El promedio ponderado del precio del agua para riego en el Valle Calchaquí, en función de los volúmenes de agua actualmente utilizados (P_r^{ag}), indican que el precio del m³ de agua en función de los rendimientos actuales debería ser de \$0.1319, lo que representa un canon de riego de \$172 anuales por hectárea. Para el Valle de Lerma, el valor de P_r^{ag} debería ser de \$0.4030, representando para los productores un canon de riego anual de \$548 por hectárea.

Sin embargo, el promedio ponderado de los precios del m^3 de agua para riego teniendo en cuenta el volumen ideal de agua que debería utilizarse (P_i^{ag}) son superiores a los valores de P_r^{ag} . En el Valle de Lerma el valor P_i^{ag} es de \$1,8 por m^3 y en el Valle Calchaquí de \$0.15 por m^3 , representando cánones de riego de \$2450 y \$196 anuales por hectárea respectivamente.

La diferencia observada entre los valores de P_r^{ag} y P_i^{ag} se debe fundamentalmente a que las cantidades de agua ideales para riego son menores que los volúmenes actualmente utilizados; esto indica que en ambas zonas productivas podrían obtenerse los mismos rendimientos utilizando una menor cantidad de agua. Los altos valores del canon de riego en el Valle de Lerma se deben principalmente al cultivo de tabaco Virginia, el cual posee una rentabilidad mayor en comparación con los otros cultivos que se practican en la zona (Cuadro12).

Concientes de que los valores propuestos representarían un incremento sustancial en los costos de producción y que bajo las actuales condiciones socioeconómicas del sector agropecuario serán difíciles de afrontar, la modificación tarifaria debe ser de \$50/ha/año para los Valles Calchaquí y de \$100/ha/año para el Valle de Lerma. Estos nuevos valores representan reducciones de 71% y del 81% para ambos Valles respectivamente (del valor obtenido), lo que se considera razonable y necesario de aplicar bajo los actuales patrones de uso del agua para riego. Es importante recalcar que, los incrementos tarifarios no tienen como objetivo mejorar la rentabilidad de las empresas prestadoras del servicio, sino la creación de un fondo que permita la gestión del recurso mediante la educación y capacitación a los productores y prestatarios del servicio, de técnicas y prácticas que conduzcan al uso eficiente

del agua en el riego; además de mejorar la actual infraestructura de riego, mediante la construcción de canales de conducción y distribución que reduzcan las pérdidas en esta etapa.

Cuadro 12. Rendimientos, precios y costos de los cultivos del Valle de Lerma y el Valle Calchaquí.

Cultivo	Valle de Lerma			Valle Calchaquí		
	Rendimiento kg/ha	Precio \$/kg	Costo \$/kg	Rendimiento kg/ha	Precio \$/kg	Costo \$/kg
Ají	1000	1,000	0,680	0,000	0,000	0,000
Ajo	4000	1,000	0,665	4000	1,000	0,665
Alfalfa	12000	0,150	0,035	3000	0,110	0,018
Arveja	3300	0,500	0,310	3500	0,500	0,310
Avena	2796	0,083	0,024	1200	0,083	0,019
Batata	0,000	0,000	0,000	15000	0,170	0,050
Cebada	3255	0,083	0,013	3192	0,083	0,013
Cebolla	15000	0,120	0,075	15000	0,120	0,075
Haba	3000	0,175	0,003	3000	0,175	0,030
Maíz	3400	0,155	0,050	0,000	0,000	0,000
Papa	20000	0,100	0,050	10000	0,100	0,050
Pimiento morrón	20000	0,139	0,031	20000	0,139	0,031
Pimiento pimentón	900	1,500	1,250	1900	1,500	1,250
Poroto pallar	0,000	0,000	0,000	1000	1,000	0,700
Poroto colorado	1200	1,000	0,15	0,000	0,000	0,000
Poroto negro	1200	0,900	0,150	0,000	0,000	0,000
Tabaco Criollo	1279	1,150	0,38	0,000	0,000	0,000
Tabaco Virginia	1913	2,350	1,220	0,000	0,000	0,000
Tomate	25000	0,125	0,014	25000	0,125	0,014
Vid blanca	0,000	0,000	0,000	13766	0,150	0,110
Vid negra	0,000	0,000	0,000	13766	0,700	0,150
Zanahoria	16000	0,150	0,05	16000	0,150	0,050
Zapallo	6000	0,080	0,009	6000	0,100	0,008
Zapallito	16000	0,130	0,100	16000	0,130	0,100

5.0 EXCEDENTE DEL CONSUMIDOR

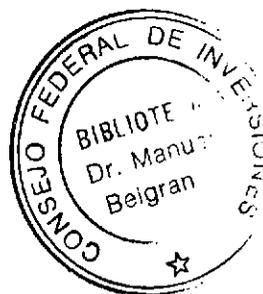
5.1. METODOLOGÍA.

La determinación del excedente del consumidor, incorpora el beneficio percibido por los usuarios a nivel de los hogares de las ciudades localizadas en la Alta Cuenca del Río Juramento de la Provincia de Salta.

El agua suministrada a nivel de los hogares está destinado a diferentes usos como bebida, cocina, baño, lavado, piletas y jardines. Esta diversidad de usos a su vez está determinada por la condición económica del usuario y la época del año, ya que la demanda de agua en Verano es mayor a la de Invierno.

En esta parte del estudio se evalúa el beneficio social que resulta de aumentar la oferta de agua, en base a las nuevas demandas por el crecimiento vegetativo de la población de los siguientes municipios: Salta Capital, Cerrillos, Campo Quijano, Rosario de Lerma, Chicoana, Coronel Moldes, La Viña, Cafayate, San Carlos, Cachi.

El valor del incremento en la oferta se estima por medio de la correspondiente neta de la utilidad que le reporta a cada una de las localidades citadas.



Considerando que el valor actual refleja de la tarifa de agua corresponde a la siguiente expresión:

$$T = C_s$$

Donde :

T= tarifa actual de agua (\$/m³)

C_s= costos de suministro de agua (\$/m³)

Este valor no refleja el valor del uso del agua, por lo que se incorporó en la tarifa mediante la siguiente expresión:

$$T = C_s + P_{ag}$$

Donde:

T= tarifa del agua para uso doméstico, industrial-comercial y servicios públicos (\$/m³)

C_s= costos de suministro del agua. (\$/m³) más la utilidad por la administración del recurso.

P_{ag}= valor del agua de uso doméstico.

El valor P_{ag}, fue estimado un análisis de demanda del recurso, para lo cual se utilizará la una función tipo Cobb-Douglas de la siguiente forma:

$$Q = k P_{ag}^{\epsilon}$$

Donde :

Q= Volumen de agua (m³)

K= factor de proporcionalidad

P_{ag}= precio del agua (\$/m³)

ε= elasticidad precio de la demanda

Conociendo el valor actual de un punto de precio-consumo (Q1, P1) y ε se calculó el valor de k₁, para el valor de la demanda en el periodo 1, D1:

$$k_1 = Q_1 * P_1^{-\epsilon}$$

Una vez estimado el valor de D1, se determinó la curva de demanda del periodo subsiguiente, en función de una tasa de crecimiento poblacional g del 2.5%, tal que:

$$k_t = k_1 (1+g)^{t-1} \quad (t= 2, \dots, T)$$

Donde :

t= índice representativo del periodo siguiente.

Habiendo estimado el valor de la demanda D1 y D2 de dos periodos, supone que habrá un aumento en la oferta que traerá consigo un aumento en el precio del agua, el valor neto (VN) que representará el excedente social del consumo por sector domestico, se calculó de la siguiente forma:

$$\mathbf{VN} = \frac{P_1(Q_2^{x+1} - Q_1^{x+1})}{Q_1^x(x+1)} - P_2(Q_2 - Q_1)$$

Donde: $x = 1/\varepsilon$ y $P_2(Q_2 - Q_1)$ es el costo social del incremento en la oferta de agua.

Se evaluaron las variaciones en el excedente social mediante tres valores de elasticidad-precio que son de 0.2, 0.3 y 0.4. Considerando que la demanda de agua es inelástica respecto al precio, los valores referidos son negativos.

5.2. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

El actual servicio de agua para el consumo doméstico en las localidades de Salta Capital, Cerrillos, Campo Quijano, Rosario de Lerma, Chicoana, Coronel Moldes, La Viña, Cafayate, San Carlos y Cachi; están a cargo de la Empresa Aguas de Salta S.A.

La población total servida por la Empresa tanto en abastecimiento de agua potable se muestra en el cuadro siguiente (Cuadro 1)

Cuadro 1. Población servida y no servida con agua potable (año 2000) en diferentes municipios y localidades de la Alta Cuenca del Río Juramento.

DEPARTAMENTO	POBLACION AÑO 2000	POBLACION TOTAL SERVIDA	POBLACION NO SERVIDA
CAPITAL	486501	461093	25408
CERRILLOS	23882	19372	4510
ROSARIO DE LERMA	31445	30364	1081
CHICOANA	16079	5206	10873
LA VIÑA	7105	4678	2427
CAFAYATE	10913	10474	439
SAN CARLOS	7314	2884	4430
CACHI	6692	2224	4468
TOTAL	589931	536295	53636

Fuente: Cálculos propios en base a estadísticas de la Fundación Salta y Aguas de Salta S.A.

El total poblacional representa el 55.27% del total provincial que se encuentra en el 18% del área total del área correspondiente a la Provincia de Salta. Lo anterior muestra la alta presión sobre el recurso hídrico en los diferentes usos del consumo doméstico del agua. Esta presión sobre el consumo también se refleja en la

depreciación del recurso que por la vía de los efluentes contaminados la población vierte a los ríos.

Aún y cuando y alto porcentaje de la población actual es servida con agua potable, existe una cantidad de habitantes que no pueden gozar de los beneficios que provee el agua potable, fundamentalmente porque, existe un sector de la población que hace un uso inadecuado que lleva al desperdicio del recurso.

Esta situación se revela en los valores de consumo actual del agua en cada uno de los municipios que se presentan en el cuadro 2, observándose que el consumo promedio de agua por habitante por mes es similar, pero en los totales de agua por mes, la mayor demanda se produce en Salta Capital con el 85.75% del total producida por la Aguas de Salta S.A. Lógicamente que el crecimiento y la concentración de la población en ésta ciudad traerá consigo una creciente demanda, que no se puede asegurar que se será satisfecha bajo los actuales patrones de consumo.

Por otro lado, este consumo nunca ha sido ajustado bajo ningún mecanismo de aplicación de instrumentos de gestión del recurso. Esto queda demostrado por las tarifas que actualmente se cobran, las cuales son valores constantes independientemente del consumo (no existen medidores de consumo de agua).

Bajo estas circunstancias, el afán de las Empresas que bajo diferentes administraciones han proveído del servicio de agua a la población de Salta, ha

sido garantizar el abastecimiento, o sea mantener o incrementar la oferta, sin regular la demanda o consumo.

Cuadro 2. Consumo actual de agua por habitante por día y por localidad.

MUNICIPIO O LOCALIDAD	CONSUMO DIARIO (M3)/HAB	CONSUMO MENSUAL (M3)/HAB	CONSUMO ANUAL DE AGUA POR HAB. (EN M3)	PRODUCCION DE AGUA POR AÑO EN M3	PRODUCCION DE AGUA POR MES EN M3
CAPITAL	0.663	19.90	238.564	110000000	9166666.667
CERRILLOS	0.676	20.272	243.259	3481772	290147.6667
LA MERCED	0.670	20.097	241.164	1220049	101670.75
ROSARIO DE LERMA	0.668	20.047	240.562	5448250	454020.8333
CAMPO QUIJANO	0.683	20.478	245.736	1896102	158008.5
CHICOANA	0.676	20.277	243.322	1040688	86724
LA VIÑA	0.674	20.225	242.698	390258	32521.5
CORONEL MOLDES	0.676	20.277	243.325	747009	62250.75
CAFAYATE	0.682	20.449	245.387	2815574	234631.1667
SAN CARLOS	0.676	20.275	243.300	701676	58473
CACHI	0.671	20.125	241.501	537098	44758.16667
TOTAL				128278476	10689873
PROMEDIO	0.674	20.218	242.620		971806.6364

Fuente: Elaboración propia sobre la base de la información de Aguas de Salta S.A

Al analizar los precios que actualmente se cobran por el suministro de agua y cloacas que es de \$13/mes, es de suponer que dicho valor representan los costos promedios de provisión del servicio más la renta de la Empresa, con lo cual el valor promedio del metro cúbico de agua por mes sería en promedio de \$0.161 como se muestra en el cuadro 3, sin reflejar dicha tarifa el valor del uso del agua para el consumo doméstico; ni la aplicación de instrumentos económicos que reflejen el fenómeno de escasez del recurso que conduzca a su uso racional.

Cuadro 3. Precios del metro cúbico del agua consumida.

DEPARTAMENTO	CONSUMO DIARIO (M3)/HAB	CONSUMO MENSUAL (M3)/HAB	PRECIO DEL AGUA POR MES/HAB.	PRECIO POR M3
CAPITAL	0.663	19.90	3.25	0.163
CERRILLOS	0.676	20.272	3.25	0.160
LA MERCED	0.670	20.097	3.25	0.162
ROSARIO DE LERMA	0.668	20.047	3.25	0.162
CAMPO QUIJANO	0.683	20.478	3.25	0.1587
CHICOANA	0.676	20.277	3.25	0.160
LA VIÑA	0.674	20.225	3.25	0.161
CORONEL MOLDES	0.676	20.277	3.25	0.160
CAFAYATE	0.682	20.449	3.25	0.159
SAN CARLOS	0.676	20.275	3.25	0.160
CACHI	0.671	20.125	3.25	0.161
PROMEDIO	0.674	20.218		0.161

Fuente: Elaboración propia

5.2.1. DEMANDA ACTUAL Y FUTURA DEL AGUA.

Partiendo de que la tarifa actual de agua que incluye en algunos casos el precio del agua y cloaca, con una composición porcentual de 80% para agua y 40% para cloaca; se elaboraron las demandas de agua, de acuerdo a la metodología detallada al inicio.

Los valores obtenidos de una demanda futura de agua, basada en un crecimiento vegetativo de la población del 2.5%, proyectada para el año 2005, muestra que el la demanda del recurso tendrá que ser acompañada con una oferta similar a la actual, si es que no se llevan a cabo programas de gestión eficiente del recurso.

El volumen actual de agua producido para el consumo de agua potable es de 130.1137477 Hm³, que con un crecimiento poblacional promedio del 2.5% la demanda será de 165.393702 Hm³ en el año 2005, lo que obliga a un aumento de la oferta de 35.28 Hm³ en tan solo 5 años. Este aumento tiene que ser ofrecido en base a nuevas estrategias de abastecimiento que se enmarcan en nuevas redes de captación que la Empresa está proyectando realizar. Del volumen total de agua que se demanda, gran parte proviene de fuentes subterráneas, sobre todo en Departamento Capital (65% del volumen producido proviene de perforaciones) que es el de mayor demanda del recurso.

Esta lógica del abastecimiento futuro, no está revelando que el agua sea un recurso con prioridad gestión hacia una regulación del consumo, sobre todo porque, sigue permaneciendo a precios demasiado bajos.

El Excedente Neto (Vn) que a los consumidores (a nivel de sociedad) les reporta el incremento de su demanda de agua varía desde \$0.0028 hasta \$0.0032, con una elasticidad precio-cantidad de 0.3, que a valores unitarios del Vn es de \$0.006 en promedio, lo que significa el costo en que la sociedad estaría incurriendo por incrementar su consumo desde Q₁ hasta Q₂, que es en promedio de 0.49 m³ para las localidades analizadas.

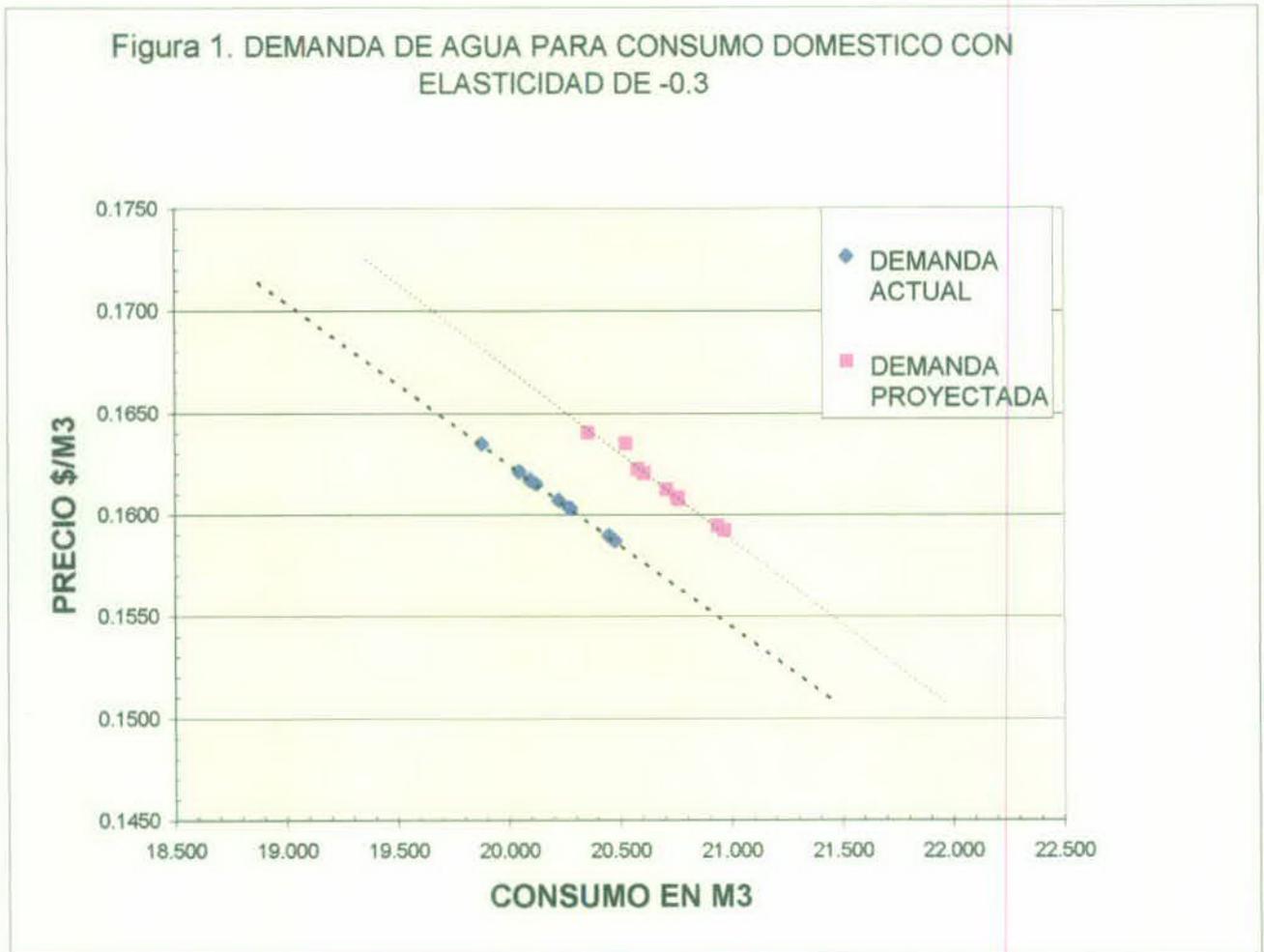
Cuadro 4. Excedente Total y Neto del Excedente del Consumidor (Elasticidad de 0.3)

DEPARTAMENTO	CONSUMO DIARIO (M3/HAB)	CONSUMO MENSUAL (M3/HAB)	\$/M3	P1	E	K1	g	K2	Q2	P2	V1	V1u	Vn	Vnu
CAPITAL	0.663	19.880	3.25	0.163	-0.3	11.547	0.025	11.835	20.357	0.165	0.0814	0.1706	0.0028	0.0059
CERRILLOS	0.676	20.272	3.25	0.160	-0.3	11.705	0.025	11.998	20.758	0.161	0.0814	0.1673	0.0032	0.0065
LA MERCED	0.670	20.097	3.25	0.162	-0.3	11.635	0.025	11.926	20.579	0.162	0.0814	0.1688	0.0032	0.0066
ROSARIO DE LERMA	0.668	20.047	3.25	0.162	-0.3	11.614	0.025	11.905	20.528	0.163	0.0814	0.1692	0.0028	0.0057
CAMPO QUIJANO	0.683	20.478	3.25	0.159	-0.3	11.789	0.025	12.083	20.970	0.159	0.0814	0.1657	0.0032	0.0065
CHICOANA	0.676	20.277	3.25	0.160	-0.3	11.708	0.025	12.000	20.763	0.161	0.0814	0.1673	0.0032	0.0066
LA VIÑA	0.674	20.225	3.25	0.161	-0.3	11.686	0.025	11.979	20.710	0.161	0.0814	0.1677	0.0032	0.0065
CORONEL MOLDES	0.676	20.277	3.25	0.160	-0.3	11.708	0.025	12.000	20.764	0.161	0.0814	0.1673	0.0032	0.0066
CAFAYATE	0.682	20.449	3.25	0.159	-0.3	11.777	0.025	12.071	20.940	0.159	0.0814	0.1659	0.0032	0.0065
SAN CARLOS	0.676	20.275	3.25	0.160	-0.3	11.707	0.025	11.999	20.762	0.161	0.0814	0.1673	0.0032	0.0065
CACHI	0.671	20.125	3.25	0.161	-0.3	11.646	0.025	11.937	20.608	0.162	0.0814	0.1686	0.0032	0.0066
PROMEDIO	0.674	20.218		0.161					20.704	0.161	0.081	0.168	0.003	0.006

Fuente: Elaboración propia

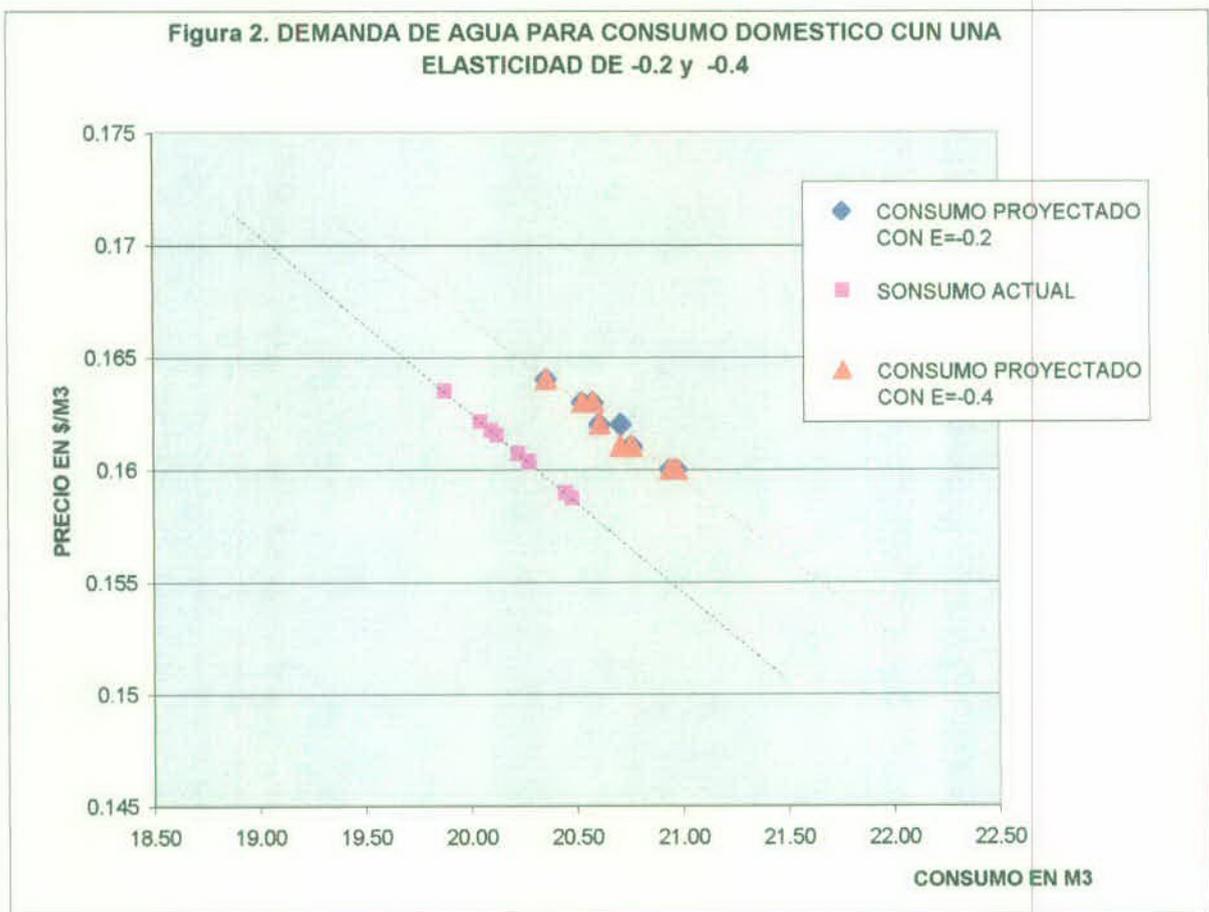
Es importante hacer notar que el consumo de agua supone una elasticidad precio-consumo negativa, lo que significa que por cada aumento en un 1% en el aumento del precio del agua, la demanda se reduce en un 0.3%.

El valor de la elasticidad utilizada ha sido en referencia a los valores promedios reportados en otras ciudades de Europa, EE.UU y Centroamérica. La representación gráfica de los resultados de la estimación de la demanda se presentan en el siguiente gráfico (Gráfico 1)



El gráfico muestra la proyección de los niveles de consumo actual y futuro, a un mismo precio reportan excedentes netos a la sociedad elevados a un bajo precio, con el consecuente riesgo de un futuro abastecimiento a las generaciones venideras. Esto implica que con los sistemas tarifarios actuales que se caracterizan por ser de tipo Plana o casi gratuita, es decir que no están elaboradas en función del volumen de agua consumido, por lo que no incentivan, en modo alguno al uso racional y eficiente del agua.

Esto es evidente cuando se valora el excedente social de un incremento en el consumo, bajo dos escenarios más de elasticidad precio-consumo de la demanda de agua (ver figura 2 y cuadro 5 y 6).



Cuadro 5. Excedente Total y Neto del Excedente del Consumidor (Elasticidad de 0.2)

DEPARTAMENTO	CONSUMO DIARIO (M3)/HAB	Q1	P1/mes	P1	E	K1	g	K2	Q2	P2	Vt	Vtu	Vn	Vnu
CAPITAL	0.663	19.880	3.250	0.163	-0.2	13.839	0.025	14.185	20.357	0.164	0.083	0.174	0.005	0.010
CERRILLOS	0.676	20.272	3.250	0.160	-0.2	14.057	0.025	14.408	20.758	0.161	0.083	0.171	0.005	0.010
LA MERCED	0.670	20.097	3.250	0.162	-0.2	13.960	0.025	14.309	20.579	0.163	0.083	0.172	0.005	0.009
ROSARIO DE LERMA	0.668	20.047	3.250	0.162	-0.2	13.932	0.025	14.280	20.528	0.163	0.083	0.173	0.005	0.010
CAMPO QUIJANO	0.683	20.478	3.250	0.159	-0.2	14.171	0.025	14.526	20.970	0.160	0.083	0.169	0.005	0.009
CHICOANA	0.676	20.277	3.250	0.160	-0.2	14.060	0.025	14.411	20.763	0.161	0.083	0.171	0.005	0.010
LA VIÑA	0.674	20.225	3.250	0.161	-0.2	14.031	0.025	14.382	20.710	0.162	0.083	0.171	0.005	0.009
CORONEL MOLDES	0.676	20.277	3.250	0.160	-0.2	14.060	0.025	14.411	20.764	0.161	0.083	0.171	0.005	0.010
CAFAYATE	0.682	20.449	3.250	0.159	-0.2	14.155	0.025	14.509	20.940	0.160	0.083	0.170	0.005	0.010
SAN CARLOS	0.676	20.275	3.250	0.160	-0.2	14.059	0.025	14.410	20.762	0.161	0.083	0.171	0.005	0.010
CACHI	0.671	20.125	3.250	0.161	-0.2	13.975	0.025	14.325	20.608	0.162	0.083	0.172	0.005	0.010
PROMEDIO	0.674	20.218		0.161					20.704	0.162	0.083	0.171	0.005	0.010

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 6. Excedente Total y Neto del Excedente del Consumidor (Elasticidad de 0.4)

DEPARTAMENTO	CONSUMO DIARIO (M3)/HAB	Q1	P1/mes	P1	E	K1	g	K2	Q2	P2	Vt	Vtu	Vn	Vnu
CAPITAL	0.663	19.880	3.250	0.163	-0.4	9.634	0.025	9.875	20.357	0.164	0.081	0.169	0.002	0.005
CERRILLOS	0.676	20.272	3.250	0.160	-0.4	9.747	0.025	9.991	20.758	0.161	0.081	0.166	0.002	0.005
LA MERCED	0.670	20.097	3.250	0.162	-0.4	9.697	0.025	9.939	20.579	0.163	0.081	0.167	0.002	0.004
ROSARIO DE LERMA	0.668	20.047	3.250	0.162	-0.4	9.682	0.025	9.924	20.528	0.163	0.081	0.167	0.002	0.004
CAMPO QUIJANO	0.683	20.478	3.250	0.159	-0.4	9.807	0.025	10.052	20.970	0.160	0.081	0.164	0.002	0.004
CHICOANA	0.676	20.277	3.250	0.160	-0.4	9.749	0.025	9.993	20.763	0.161	0.081	0.166	0.002	0.005
LA VIÑA	0.674	20.225	3.250	0.161	-0.4	9.734	0.025	9.977	20.710	0.161	0.081	0.166	0.002	0.005
CORONEL MOLDES	0.676	20.277	3.250	0.160	-0.4	9.749	0.025	9.993	20.764	0.161	0.081	0.166	0.002	0.005
CAFAYATE	0.682	20.449	3.250	0.159	-0.4	9.798	0.025	10.043	20.940	0.160	0.081	0.164	0.002	0.004
SAN CARLOS	0.676	20.275	3.250	0.160	-0.4	9.748	0.025	9.992	20.762	0.161	0.081	0.166	0.002	0.005
CACHI	0.671	20.125	3.250	0.161	-0.4	9.705	0.025	9.948	20.608	0.162	0.081	0.167	0.002	0.005
PROMEDIO	0.674	20.218		0.161					20.704	0.162	0.081	0.166	0.002	0.004

Fuente: Elaboración propia

Los valores encontrados demuestran que al igual que con una elasticidad de 0.3, los valores del excedente social del consumo, es decir, el beneficio que reporta a la sociedad seguir disfrutando del servicio de agua, resulta muy grande, pero a precios bajos, con los consecuentes perjuicios sobre un recurso que bajo estos nuevos escenarios, no revela su fenómeno de escasez por la vía de los precios.

Cuando pasar de un consumo promedio en las localidades analizadas, de 20.218 m³/hab/mes a un precio de \$0.161/m³, a un consumo proyectado de 20.704 m³/hab/mes, el precio se eleva en tan solo \$0.002 al precio inicial (con una elasticidad de 0.4), lo cual representa el costo social del incremento del consumo en 0.5 m³ en un periodo de 5 años que fueron los utilizados en la proyección.

Situación similar sucede cuando la elasticidad toma un valor de 0.2, ya que, por el incremento en el consumo en 0.5 m³, el costo social es aún menor e igual a \$0.005, reafirmando el escenario del uso ineficiente e inadecuado del consumo de agua para el uso domiciliario. Esta situación pretende ser revertida a partir de un nuevo sistema tarifario que la Empresa Aguas de Salta proyecta implementar mediante lo que en adelante se llamará el régimen medido del consumo del agua.

Este nuevo sistema tarifario se caracteriza por ser de tipo lineal, en la que existirá una cuota fija de entrada que será igual al 40% del valor de la tarifa actual (\$13/mes) y un costo por metro cúbico de agua consumido igual a \$0.37.

Esto lleva a pensar que el objetivo de la Empresa es el de garantizar un cobro por volumen de agua consumido y no el de revertir el uso inadecuado del recurso. Esto es así si se analiza que las personas de mayor capacidad y disposición de pago, mantendrán o en el peor de los casos incrementarán su consumo de agua, en detrimento del abastecimiento para las futuras generaciones. En tal sentido, lo mejor es establecer un sistema tarifario en función de las características socioeconómicas de la población de cada municipio o localidad; es decir que aquellos que tienen una renta estar dentro de un sistema tarifario volumétrico con cuota fija y tarifas por bloques crecientes de consumo con discriminación entre distintos tipos de usuarios (esto es más aplicable a grandes núcleos poblacionales como la ciudad de Salta Capital).

Con la aplicación del nuevo sistema tarifario, el precio del m³ de agua pasaría de \$0.161 a \$0.41. Esto significa un incremento del precio en un 254.65%, transformándose tal ajuste en un posible instrumento económico de gestión del recurso. Lo cual como se ha referido antes, no será tan afectivo para los sectores con capacidad de pago alta, pero sí para los sectores con menores recursos económicos para afrontar tal incremento.

Si la alternativa para regular el consumo con propósitos de gestión del recurso agua, se deben tomar los valores de referencia establecidos para el consumo de agua con el cual una persona satisface sus necesidades. Este valor se encuentra entre 40 a 50 m³ por año, que comparado con los calculados para el presente trabajo, evidencian un desperdicio de 192.64 m³ por año, sin

considerar que el valor del agua debe ser diferente de acuerdo a la época del año.

Las variaciones estacionales del consumo de agua son marcadas y lógicas de esperar, con altos valores de demanda en verano y una reducción de la misma en invierno, con costos de marginales del suministro también diferentes.

Las diferencias en costos están asociadas a dos factores que son: la calidad deteriorada del agua recepcionada antes de su tratamiento para la distribución a los usuarios y la mayor demanda que conlleva a la Empresa a mantener la oferta.

Estas situaciones tampoco se consideran en la tarifa actual ni la propuesta, con lo que queda es imposible transmitir a los usuarios y a la Empresa misma las señales sobre el costo del servicio y la escasez del recurso.

Esto se ve gravado aún más si se considera que las decisiones sobre variaciones en las tarifas del servicio no se rigen sobre criterios económicos y ecológicos, sino sobre criterios políticos, que en muchos casos coinciden con procesos electorales o circunstancias políticas, que conlleva a decisiones erradas con pérdida de eficiencia en el uso y asignación del recurso.

6.0. VALORACIÓN ECONÓMICA DEL AGUA COMO DESECHO DEL PROCESO PRODUCTIVO

6.1. INTRODUCCIÓN

El agua es un recurso imprescindible para la vida y el desarrollo de las actividades humanas. Su valor radica en su calidad, cantidad y disponibilidad. Cuando su calidad se ve afectada negativamente por la incorporación de productos y residuos provenientes de la actividad humana, se afecta también su valor como bien de consumo.

Se considera que un curso fluvial o cuerpo de agua posee cierta capacidad natural de depuración, que permite que se recupere la calidad original del agua. La existencia de actividades humanas concentradas a lo largo de un curso fluvial, que vierten sus desechos al curso sin tratamientos previos adecuados, provoca una depreciación del recurso en magnitudes en las que se supera la capacidad de autodepuración.

La depreciación del recurso se expresa cuando éste debe ser sometido a tratamientos que mejoren su calidad, antes de ser empleado nuevamente para una actividad productiva o para el consumo humano.

Actualmente, se vierten a los cursos fluviales que forman la Alta Cuenca del Río Juramento en la Provincia de Salta, grandes volúmenes de efluentes, provenientes de actividades productivas y del uso doméstico, comercial y municipal. El vertido del agua residual sin los tratamientos previos adecuados está produciendo un efecto cuya magnitud total resulta muy difícil de cuantificar, debido a la limitada información existente y, sus altos costos y plazos para generarla.

Las actuales actividades desarrolladas en la Alta Cuenca del Río Juramento, producen dos tipos de contaminación, una difusa y la otra puntual. Entre las actividades que generan contaminación difusa están la agricultura y la ganadería la cual es muy difícil de cuantificar y caracterizar y, en el caso de fuentes puntuales se encuentran los vertidos cloacales e industriales, entre otros. Para las fuentes puntuales de contaminación, la cuantificación de las sustancias vertidas a un curso o cuerpo de agua, requiere el conocimiento de los siguientes aspectos:

1. Tipo y número de actividades generadoras de efluentes.
2. Para cada actividad:
 - Periodicidad de la producción (continua, intermitente, estacional)
 - Volumen de agua empleado en la actividad
 - Volumen de agua consumida por unidad producida (o litros de agua consumida para bebida y preparación de alimentos, por habitante)
 - Volumen de efluente generado por unidad producida (o por habitante)
 - Dimensión de la actividad (número de unidades producidas por unidad de tiempo, número de habitantes de la localidad)
 - Sustancias empleadas en el proceso o actividad (colorantes, conservantes, detergentes, etc.)
 - Sustancias generadas por la actividad y que se presentan en los efluentes.
 - Variación de las concentraciones de sustancias en el efluente, en función de la dimensión de la producción.
 - Periodicidad y variación del volumen vertido de efluentes.

- Aplicación de tratamientos a los efluentes en forma previa a su vertido (capacidad y efectividad del tratamiento).

Por otro lado, debe conocerse el régimen hidrológico del curso receptor, puesto que el impacto del vertido se relaciona con el mismo.

Los tipos de tratamientos de efluentes a aplicar dependen del tipo de actividad, es decir, de la calidad de los efluentes generados.

Los costos de tratamiento dependerán de los tipos de contaminantes contenidos en ellos, de su concentración y volumen total; pero sobre todo del conocimiento preciso que se pueda tener de las actividades en base al listado de aspectos listados en el párrafo anterior.

6.2. METODOLOGÍA

La cuantificación total de cada contaminante por actividad puede realizarse mediante el cálculo del siguiente indicador:

$$\lambda_{in} = \text{TCA}_{in} / \text{VAR}_n$$

Donde:

λ_{in} = Contaminante i generado por la actividad o sector n (ton/m³)

TCA_{in} = Total del contaminante i generado por el sector n (ton/año)

VAR_n = Volumen total de aguas residuales del sector n (m³/año)

Para la cuantificación de los contaminantes presentes en los efluentes analizados de las actividades analizadas se contó con la siguiente información:

- valores de contaminantes presentes en el efluente de la industria o sector (que surgen de los análisis físico químicos presentados en el Informe Parcial N° 1, (Salusso y Moraña, Enero de 2001)), y

- volúmenes empleados en la actividad (por unidad producida o por habitante).

Para el cálculo de la contaminación generada, se establecieron los siguientes **Supuestos**:

- La actividad posee una intensidad media constante a lo largo del año.
- El caudal promedio anual de agua empleada y de efluentes generados en la actividad se mantienen constantes.
- Las concentraciones promedio de las sustancias en los efluentes son constantes.

Con base en estos Supuestos, se considera que el valor encontrado en los análisis físico químicos de los efluentes es **representativo** para la actividad considerada, durante todo el año.

Las actividades para las cuales fue posible cuantificar los volúmenes de contaminación son: consumo doméstico (efluentes municipales), mataderos y frigoríficos, curtiembre Arlei, fábrica de baterías, grasas y productos de limpieza.

6.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se presentan a continuación los resultados obtenidos a nivel de la Alta Cuenca del Río Juramento, para los sectores: **Efluentes Municipales** y **Mataderos y Frigoríficos** y posteriormente los resultados obtenidos en el Departamento Rosario de Lerma, para la **Curtiembre Arlei** y en el Departamento Capital, para las siguientes industrias instaladas en el Parque Industrial: **BATERPLAC, TUYU GRASAS, LIPSA GRASAS, MANCLEAN** y **QUÍMICA AGENOR**.

6.3.1. CUANTIFICACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN A NIVEL DE LA ALTA CUENCA DEL RÍO JURAMENTO

6.3.1.1. EFLUENTES MUNICIPALES

Se incluyen aquí las localidades pertenecientes a la Alta Cuenca del Juramento (Provincia de Salta), que actualmente tienen provisión de agua potable y de cloacas, a través de la Empresa Aguas de Salta.

Para el cálculo del Volumen de agua consumido, por Localidad y por Departamento (Tabla N° 1), se calcularon los valores de **Volumen consumido de agua por habitante** (elaboración propia) en $m^3/\text{hab.año}$, sobre la base de los datos de: *Volumen de agua producida por año* y *Población servida por la Empresa Aguas de Salta S.A.*

Debido a que se desconocen los volúmenes destinados a industrias, a uso municipal y comercial, se considera aquí que toda el agua potable producida por la empresa es consumida por la población que cuenta con el servicio. Fue descontada una pérdida del 30% del agua, por infiltración (Informe Parcial N° 1), mediante el cálculo del **Volumen efectivo consumido** ($m^3/\text{hab.año}$).

El cálculo de **Volumen Total de agua, consumido por Departamento** ($m^3/\text{año}$), se obtuvo multiplicando el *Volumen efectivo consumido* ($m^3/\text{hab.año}$), por el *Número de habitantes* con provisión de agua por la empresa. Cabe aclarar que la población representada por estos cálculos es el 91% de la *población total* del área, ya que un 9% de la misma no cuenta con provisión de agua potable por la empresa Aguas de Salta.

Tabla Nº 1: Volúmenes de agua consumida, por Localidad y por Departamento

Localidad	Población total servida *		Vol. producido		Volumen efectivo			Vol. Total consumido	
	por localidad	por departamento	anual m ³ /hab.año **	diario m ³ /hab.día	anual m ³ /hab.año	mensual m ³ /hab.mes	diario m ³ /hab.día	por localidad m ³ /año	por departamento m ³ /año
Capital	461093	461.093	238,56	0,654	166,99	13,92	0,458	76.998.842	76.998.842
Cachi	2224	2.224	241,50	0,662	169,05	14,09	0,463	375.967	375.967
Cafayate	11474	11.474	245,39	0,672	171,77	14,31	0,471	1.970.923	1.970.923
Cerrillos	14313	19.372	243,26	0,666	170,28	14,19	0,467	2.437.246	3.291.620
La Merced	5059		241,26	0,661	168,88	14,07	0,463	854.374	
Chicoana	4277	4.277	243,32	0,667	170,32	14,19	0,467	728.476	728.476
Guachipas	2787	2.787	243,36	0,667	170,35	14,20	0,467	474.771	474.771
La Viña	1608		242,70	0,665	169,89	14,16	0,465	273.183	796.099
Coronel Moldes	3070	4.678	243,33	0,667	170,33	14,19	0,467	522.916	
Molinos	sin servicio								
R° de Lerma	22648	30.364	240,56	0,659	168,39	14,03	0,461	3.813.742	5.141.033
Campo Quijano	7716		245,74	0,673	172,02	14,33	0,471	1.327.291	
San Carlos	2884	2.884	243,30	0,667	170,31	14,19	0,467	491.174	491.174
TOTAL	539153	539.153						90268906	90.268.906

* Fuente: Aguas de Salta S.A.

**Fuente: elaboración propia, con base en datos suministrados por Aguas de Salta.

El **Volumen de efluentes generado** (Tabla N° 2), se calculó considerando un uso consuntivo de 4 litros de agua para bebida, por persona y por día, los cuales se restan al *Volumen consumido por habitante*.

Según se deduce de la información obtenida, existe una proporción variable de habitantes que poseen servicio de agua potable pero no servicio de cloacas, por lo que se calculó, por Localidad, la **Proporción de efluentes volcados a red cloacal**, con lo que se deduce que el resto sería derivado directamente a pozos sépticos o al río, sin tratamiento previo.

Los efluentes que **no son derivados** a red cloacal, representan un **23%** del total de efluentes municipales generados (20.516.265 m³/año). Por otro lado, el Departamento Molinos no cuenta con provisión de agua potable ni servicio de cloacas, por parte de la Empresa.

El **Volumen de efluentes derivado a red cloacal** se calculó refiriendo el *Volumen de efluentes generado* a la *Proporción* mencionada, para cada Localidad.

El volumen diario de efluentes generados y derivados a red cloacal, dentro de la Alta Cuenca del río Juramento es de 171.655,7 m³/día. En la Tabla N°3 se presentan los volúmenes de efluentes derivados al sistema cloacal y los efluentes que no son derivados a cloacas, referidos a Departamentos y los porcentajes que éstos representan.

Tabla Nº 2: Volúmenes de efluentes generados y derivados a red cloacal, por Localidad

Departamento	Localidad	Población total servida por localidad	Vol. Agua consumido m ³ /hab.día	Vol. Efluentes generado m ³ /hab.día	Vol. Total consumido m ³ /año	Vol. Efluentes generados por Localidad	Proporción de efluentes volcados a red cloacal	Vol. Efluentes volcados a red cloacal	Vol. Efluentes sin tratamiento
CAPITAL	Capital	461.093	0,458	0,454	76.998.842	76.407.721	0,82	6.265.431	13.753.390
CACHI	Cachi	2.224	0,463	0,459	375.967	372.598	0,84	31.2982	59.616
CAFAYATE	Cafayate	11.474	0,471	0,467	1.970.923	1.955.801	0,90	1760221	195.580
CERRILLOS	Cerrillos	14.313	0,467	0,463	2.437.246	2.418.825	0,68	1644801	774.024
	La Merced	5.059	0,463	0,459	854.374	847.560	0	0	847.560
CHICOANA	Chicoana	4.277	0,467	0,463	728.476	722.792	0,56	404763	318.028
GUACHIPAS	Guachipas	2.787	0,467	0,463	474.771	470.989	0	0	470.989
LA VIÑA	La Viña	1.608	0,465	0,461	273.183	270.570	0	0	270.570
	Coronel Moldes	3.070	0,467	0,463	522.916	518.815	0	0	518.815
MOLINOS	Molinos	sin servicio							
R° DE LERMA	R° de Lerma	22.648	0,461	0,457	3.813.742	3.777.800	0,51	1926678	1.851.122
	Campo Quijano	7.716	0,471	0,467	1.327.291	1.315.231	0	0	1.315.231
SAN CARLOS	San Carlos	2.884	0,467	0,463	491.174	487.382	0,71	346041	141.341
	TOTAL	539.153			90.268.906	89.566.082		69049817	20.516.265
							Porcentajes	77	23

Volumen de efluentes generado: resulta de restar al volumen de agua consumido el volumen de bebida: 0,004 m³/hab.día.

Tabla N° 3. Volúmenes de efluentes derivados a red cloacal, por Departamento

Departamento	Población total servida	Vol. Efluentes generados	Efluentes volcados a red cloacal		Efluentes sin tratamiento	
			Volumen	%	Volumen	%
CAPITAL	461.093	76.407.721	62.654.331	90,7	13.753.390	67,0
CACHI	2.224	372.598	312.982	0,5	59.616	0,3
CAFAYATE	11.474	1.955.801	1.760.221	2,5	195.580	1,0
CERRILLOS	19.372	3.266.385	1.644.801	2,4	1.621.584	7,9
CHICOANA	4.277	722.792	404.763	0,6	318.028	1,6
GUACHIPAS	2.787	470.989	0	0,0	470.989	2,3
LA VIÑA	4.678	789.385	0	0,0	789.385	3,8
MOLINOS	sin servicio					
R° DE LERMA	30.364	5.093.030	1.926.678	2,8	3.166.353	15,4
SAN CARLOS	2.884	487.382	346.041	0,5	141.341	0,7
	539.153	89.566.082	69.049.817	100	20.516.265	100

La Tabla N° 4 muestra la Composición de los efluentes analizados, para los Departamentos: Capital, Cachi, Chicoana y R° de Lerma. En el caso del Departamento Capital, se calculó un valor promedio para todos los parámetros, el cual fue usado más adelante para el cálculo de la contaminación generada. Debe tenerse en cuenta que lo correcto sería calcular una media ponderada, pero no se conocen los caudales vertidos en cada uno de los puntos muestreados.

Las Tablas N° 5 a 8 muestran la **Contaminación generada** por los efluentes municipales, en tn/m³ y en tn/año, para los distintos Departamentos. Este último valor se calculó refiriendo el valor unitario al *Volumen total de aguas residuales volcadas a red cloacal*.

Tabla N° 4. Composición de los efluentes municipales, por Departamento (Salusso y Moraña, 2001)

Parametro	Unidad	CAPITAL							
		DESCARGA Vª 20 DE JUNIO	DESCARGA CALLE ITUZANGÓ	PLANTA DEPURADORA SUR (SALTA)	Promedio	CACHI	CHICOANA	R. DE LERMA	
PROPIEDADES FÍSICAS									
S. Suspendidos totales (STS)	mg/l	220	442	47	236	76	203	64	
S. disueltos totales (STD)	mg/l	321	334	187	281	545	319	235	
Residuo sólido a 105 °C (ST)	mg/l	586	1122	298	669	720	580	299	
CONSTITUYENTES INORGÁNICOS NO METÁLICOS:									
Boro	mg B/l	0.2	0.2	1.1	0.5	2.2	n.s.d.	0.1	
Cloruro	mg Cl-/l	40.4	39	20.6	33.3	61.8	24.4	25	
Fluoruro	mg F-/l	1.58	2.18	0.29	1.4	0.5	0.85	0.44	
Amoniaco	mg N-NH ₃ /l	20.7	1.2	4.6	8.8	1	20.6	18.7	
Nitrato	mg N-NO ₃ /l	0.8	0.03	0.1	0.31	0.05	0.5	0.6	
Nitrato	mg N-NO ₂ /l	0.22	44	0.006	14.7		0.019	0.017	
N Total	mg N/l	40	11.4	9	24.5		35	28	
Fosforo total	mg P/l	7.4	21.1	2.1	7	6.18	8.7	4.3	
FRS	mg PO ₄ ⁻³ /l	12.2	48	2.6	12	13.2	8.84	8.54	
Sulfatos	mg SO ₄ ⁻² /l	64	0.02	34	49	74	94	42	
Sulfuro	mg S ⁻² /l	0.226	0.404	0.065	0.232	0.185	0.118	0.108	
Cloro	mg Cl ₂ /l	0.09	0.02	0.03	0.047	0.03	0.19	0.04	
CONSTITUYENTES INORGÁNICOS METÁLICOS:									
Aluminio, menor que	mg /l	0.58	0.02	2	0.867	0.27	0.24	0.07	
Arsénico	mg /l	0.0008	0.00009	0.0054	0.002	0.00003	0.0000018		
Cadmio, menor que	mg /l	0.0352	0.0368	0.00025	0.024	0.05222		0.0768	
Calcio	mg/l			48	48		41.6		
Cinc	mg/l	0.06	0.1	0.025	0.062	0.04	0.12	0.04	
Cromo 6+	mg/l	0.01	0.03	n.s.d.	0.02	0.1	0.02	0.04	
Hierro	mg/l	1.79			1.79	0.54	1.19		
Hierro total	mg/l		0.89	1.6	1.25			0.19	
Magnesio	mg/l	17.57	15.62	9.76	14.317	37.83	26.35	9.76	
Manganeso, menor que	mg/l	0.6	0.6	0.37	0.52	0.6	0.6	0.6	
Mercurio, menor que	mg/l	n.s.d.	0.0000001	0.0005	0.0003	n.s.d.	n.s.d.		
Plomo	mg/l			0.01	0.01				
Potasio	mg/l	5.8	14.2	4.6	8.2	10.4	6	5.8	
Sodio	mg/l			22.3	22.3	120	58		

Tabla N° 5. Contaminación generada por los efluentes municipales Departamento

Capital

Vol. Total de aguas residuales volcadas a red cloacal (m³/año): 62.654.331

Parámetro	Salta (1) mg/l	Salta (2) mg/l	Salta (3) mg/l	Valor medio mg/l	Valor medio tn/m ³	Total generado tn/año
PROPIEDADES FÍSICAS						
S. Suspendidos totales (STS)	220	442	47	236	0.00024	14807
S. disueltos totales (STD)	321	334	187	281	0.00028	17585
Residuo sólido a 105 °C (ST)	586	1122	298	669	0.00067	41895
CONSTITUYENTES INORGÁNICOS NO METÁLICOS:						
Boro	0.2	0.2	1.1	0.5	0.000001	31.33
Cloruro	40.4	39	20.6	33.3	0.00003	2088.48
Fluoruro	1.58	2.18	0.29	1.4	0.000001	84.58
Amoniaco	20.7	1.2	4.6	8.8	0.00001	553.45
Nitrato	0.8	0.03	0.1	0.31	0.0000003	19.42
Nitrito	0.22	44	0.006	14.7	0.00001	923.65
N Total	40		9	24.5	0.00002	1535.03
Fósforo total	7.4	11.4	2.1	7	0.00001	436.49
PRS	12.2	21.1	2.6	12	0.00001	749.76
Sulfatos	64	48	34	49	0.00005	3049.18
Sulfuro	0.226	0.404	0.065	0.232	0.0000002	14.51
Cloro	0.09	0.02	0.03	0.047	0.00000005	2.92
CONSTITUYENTES INORGÁNICOS METÁLICOS:						
Aluminio, menor que	0.58	0.02	2	0.867	0.000001	54.3
Arsénico	0.0008	0.00009	0.0054	0.002	0.000000002	0.13
Cadmio, menor que	0.0352	0.0368	0.00025	0.024	0.00000002	1.51
Calcio			48	48	0.00005	3007.41
Cinc	0.06	0.1	0.025	0.062	0.0000001	3.86
Cromo 6+	0.01	0.03	n.s.d.	0.02	0.00000002	1.25
Hierro	1.79			1.79	0.000002	112.15
Hierro total		0.89	1.6	1.25	0.000001	78.00
Magnesio	17.57	15.62	9.76	14.317	0.00001	897.00
Manganeso, menor que	0.6	0.6	0.37	0.52	0.000001	32.79
Mercurio, menor que	n.s.d.	1E-07	0.0005	0.0003	0.00000000	0.02
Plomo			0.01	0.01	0.00000001	0.63
Potasio	5.8	14.2	4.6	8.2	0.00001	513.77
Sodio			22.3	22.3	0.00002	1397.19

- (1) Efluente cloacal Villa 20 de Junio
 (2) Efluente cloacal calle Ituzaingó
 (3) Efluente salida Planta Depuradora Sur
 celdas sombreadas: leer "menor que"

Tabla N° 6. Contaminación generada por los efluentes municipales Departamento

Cachi

Vol. Total de aguas residuales volcadas a red cloacal (m³/año): 312.982

Parámetro	mg/l	tn/m ³	Total generado tn/año
PROPIEDADES FISICAS			
S. Suspendidos totales (STS)	76	0.000076	23.79
S. disueltos totales (STD)	545	0.000545	170.58
Residuo sólido a 105 °C (ST)	720	0.00072	225.35
CONSTITUYENTES INORGÁNICOS NO METÁLICOS:			
Boro	2.2	0.0000022	0.69
Cloruro	61.8	0.0000618	19.34
Fluoruro	0.5	0.0000005	0.16
Amoníaco	1	0.000001	0.31
Nitrato	0.05	0.00000005	0.02
Nitrito			
N Total			
Fósforo total	6.18	0.00000618	1.93
PRS	13.2	0.0000132	4.13
Sulfatos	74	0.000074	23.16
Sulfuro	0.185	1.85E-07	0.06
Cloro	0.03	0.00000003	0.01
CONSTITUYENTES INORGÁNICOS METÁLICOS:			
Aluminio	0.27	0.00000027	0.085
Arsénico	0.00003	3E-11	0.00001
Cadmio	0.05222	5.222E-08	0.016
Calcio			
Cinc, menor que	0.04	0.00000004	0.013
Cromo 6+	0.1	0.0000001	0.031
Hierro	0.54	0.00000054	0.169
Hierro total			
Magnesio	37.83	0.00003783	11.84
Manganeso, menor que	0.6	0.0000006	0.19
Mercurio, menor que	n.s.d.		
Plomo			
Potasio	10.4	0.0000104	3.3
Sodio	120	0.00012	37.6

celdas sombreadas: leer "menor que"

Tabla N° 7. Contaminación generada por los efluentes municipales Departamento

Chicoana

Vol. Total de aguas residuales volcadas a red cloacal (m³/año): 404.763

Parámetro	mg/l	tn/m ³	Total generado tn/año
PROPIEDADES FÍSICAS			
S. Suspendidos totales (STs)	203	0.000203	82.17
S. disueltos totales (STD)	319	0.000319	129.12
Residuo sólido a 105 °C (S)	580	0.00058	234.76
CONSTITUYENTES INORGÁNICOS NO METÁLICOS:			
Boro	n.s.d.		
Cloruro	24.4	0.0000244	9.88
Fluoruro	0.85	0.00000085	0.34
Amoniaco	20.6	0.0000206	8.34
Nitrato	0.5	0.0000005	0.20
Nitrito	0.019	1.9E-08	0.01
N Total	35	0.000035	14.17
Fósforo total	6.7	0.0000067	2.71
PRS	8.84	0.00000884	3.58
Sulfatos	94	0.000094	38.05
Sulfuro	0.118	1.18E-07	0.05
Cloro	0.19	0.00000019	0.08
CONSTITUYENTES INORGÁNICOS METÁLICOS:			
Aluminio	0.24	0.00000024	0.10
Arsénico	0.0000018	1.8E-12	0.000001
Cadmio			
Calcio	41.6	0.0000416	16.84
Cinc	0.12	0.00000012	0.05
Cromo 6+	0.02	0.00000002	0.01
Hierro	1.19	0.00000119	0.48
Hierro total			
Magnesio	26.35	0.00002635	10.67
Manganeso, menor que	0.6	0.0000006	0.24
Mercurio	n.s.d.		
Plomo			
Potasio	6	0.000006	2.43
Sodio	58	0.000058	23.48

celdas sombreadas: leer "menor que"

Tabla N° 8. Contaminación generada por los efluentes municipales Departamento

Rosario de Lerma

Vol. Total de aguas residuales volcadas a red cloacal (m³/año): 1.926.678

Parámetro	mg/l	tn/m ³	Total generado tn/año
PROPIEDADES FÍSICAS			
S. Suspendidos totales (STC)	64	0.000064	123.31
S. disueltos totales (STD)	235	0.000235	452.77
Residuo sólido a 105 °C (SR)	299	0.000299	576.08
CONSTITUYENTES INORGÁNICOS NO METÁLICOS:			
Boro	0.1	0.0000001	0.19
Cloruro	25	0.000025	48.17
Fluoruro	0.44	0.00000044	0.85
Amoníaco	18.7	0.0000187	36.03
Nitrato	0.6	0.0000006	1.16
Nitrito	0.017	0.000000017	0.03
N Total	26	0.000026	50.09
Fósforo total	4.3	0.0000043	8.28
PRS	8.54	0.0000085	16.45
Sulfatos	42	0.000042	80.92
Sulfuro	0.108	0.00000011	0.21
Cloro	0.04	0.00000004	0.08
CONSTITUYENTES INORGÁNICOS METÁLICOS:			
Aluminio	0.07	0.00000007	0.13
Arsénico			
Cadmio	0.0768	7.68E-08	0.15
Calcio			
Cinc	0.04	0.00000004	0.08
Cromo 6+	0.04	0.00000004	0.08
Hierro			
Hierro total	0.19	0.00000019	0.37
Magnesio	9.76	0.00000976	18.80
Manganeso, menor que	0.6	0.0000006	1.16
Mercurio			
Plomo			
Potasio	5.8	0.0000058	11.17
Sodio			

celdas sombreadas: leer "menor que"

6.3.1.1.1. CONTAMINACIÓN GENERADA POR EFLUENTES MUNICIPALES

La Tabla N° 9 contiene los totales de contaminantes generados por los efluentes municipales derivados al sistema cloacal, por Departamento y el ***total parcial*** en la Alta Cuenca del Juramento, valores que corresponden al **78.3 %** del total de efluentes derivados a red cloacal. Queda sin analizar un 21.7% de los efluentes, correspondientes a los Departamentos de Cafayate, Cerrillos, Guachipas y San Carlos, de los cuales no se posee información. Podría considerarse (en base a los Supuestos establecidos precedentemente), que los valores obtenidos de Contaminación generada por los efluentes municipales, para cada parámetro, permiten caracterizar a toda el área de estudio.

Tabla N° 9. Contaminación generada por los efluentes municipales en la Alta

Cuenca del Juramento, Provincia de Salta

Vol. Total de aguas residuales volcadas a red cloacal en los Departamentos considerados: 65298754 m³/año.

Parámetro	Unidad	Capital tn/año	Cachi tn/año	Chicoana tn/año	R° de Lerma tn/año	Totales Alta Cuenca
Vol. Efluentes	m ³	62.654.331	312.982	404.763	1.926.678	65.298.754
PROPIEDADES FÍSICAS						
S. Susp. totales (STS)	mg/l	14807	23.8	82.17	123.31	15036.57
S. disueltos tot. (STD)	mg/l	17585	170.6	129.12	452.77	18337.45
Residuo sól. a 105 °C (ST)	mg/l	41895	225.3	234.76	576.08	42931.05
CONSTITUYENTES INORGÁNICOS NO METÁLICOS:						
Boro	mg B/l	31.3	0.69	0	0.19	32.21
Cloruro	mg Cl-/l	2088.5	19.34	9.8762	48.17	2165.86
Fluoruro	mg F-/l	84.6	0.16	0.3440	0.85	85.93
Amoníaco	mg N-NH ₃ /l	553.4	0.31	8.3381	36.03	598.13
Nitrato	mg N-NO ₃ /l	19.4	0.016	0.2024	1.16	20.80
Nitrito	mg N-NO ₂ /l	923.7	0	0.0077	0.03	923.69
N Total	mg N/l	1535.0	0	14.1667	50.09	1599.29
Fósforo total	mg P/l	436.5	1.93	2.7119	8.28	449.42
PRS	mg PO ₄ ³⁻ /l	749.8	4.13	3.5781	16.45	773.93
Sulfatos	mg SO ₄ ²⁻ /l	3049.2	23.16	38.0477	80.92	3191.31
Sulfuro	mg S ²⁻ /l	14.5	0.058	0.0478	0.21	14.83
Cloro	mg Cl ₂ /l	2.9	0.009	0.0769	0.08	3.09
CONSTITUYENTES INORGÁNICOS METÁLICOS:						
Aluminio, menor que	mg /l	54.3	0.085	0.1	0.13	54.62
Arsénico	mg /l	0.13	9.389E-06	0.00	0	0.13
Cadmio, menor que	mg /l	1.5	0.016	0	0.15	1.67
Calcio	mg/l	3007.4	0	16.84	0	3024.25
Cinc	mg/l	3.9	0.01	0.05	0.08	4.00
Cromo 6+	mg/l	1.3	0.03	0.01	0.08	1.37
Hierro	mg/l	112.2	0.17	0.48	0	112.80
Hierro total	mg/l	78.0	0	0	0.37	78.37
Magnesio	mg/l	897.0	11.84	10.7	18.80	938.31
Manganeso, menor que	mg/l	32.8	0.1877893	0.2	1.16	34.38
Mercurio, menor que	mg/l	0.016	0	0	0	0.02
Plomo	mg/l	0.63	0	0	0	0.63
Potasio	mg/l	513.8	3.26	2.4	11.17	530.62
Sodio	mg/l	1397.2	37.56	23.5	0	1458.23

6.3.1.2. MATADEROS Y FRIGORÍFICOS

Se realizó el análisis de la actividad de mataderos, referida solamente a **ganado vacuno** faenado en el área de estudio (Tabla N°10), empleando datos anuales suministrados por la Dirección General de Estadísticas de los años 1999 y 2000 (Departamento Capital). Según los cálculos realizados, se faenan anualmente un total de 29.790 vacunos en el área de estudio.

El cálculo de los **Volúmenes necesarios** de agua para la actividad, se realizó considerando el uso de 1,5 m³/animal faenado (Salusso y Moraña, 2001). Estos valores son estimativos y deberán confirmarse en cada caso, para ajustar los cálculos. El volumen teórico mensual requerido es de 3.723,8 m³. Debe recordarse que estos valores sólo se refieren a ganado vacuno.

Tabla N° 10. Ganado vacuno faenado y volumen de agua empleado anualmente por Departamento

Departamento	Cant. Faenada/año **	Cant. Faenada/mes **	Caudal necesario (m ³ /año)	Caudal necesario (m ³ /mes)	Caudal necesario (m ³ /día)
CAPITAL ***	26442	2204	39663	3305,3	108,7
CACHI	269	22	403,5	33,6	1,1
CAFAYATE	106	9	159	13,3	0,4
CERRILLOS	697	58	1045,5	87,1	2,9
CHICOANA	131	11	196,5	16,4	0,5
GUACHIPAS	301	25	451,5	37,6	1,2
LA VIÑA	493	41	739,5	61,6	2,0
MOLINOS	318	27	477	39,8	1,3
R° DE LERMA	754	63	1131	94,3	3,1
SAN CARLOS	279	23	418,5	34,9	1,1
Totales	29790	2483	43135,5	3594,6	118,2

Cálculos propios basados en las siguientes datos de las siguiente fuentes:

* Dirección General de Estadísticas, año 2000, cifras provisorias de mataderos municipales y frigoríficos privados.

** Dirección Gral. de Estadísticas, año 1999.

Se considera que el agua empleada en mataderos no tiene un uso consuntivo y que se elimina un volumen igual al que ingresa, aunque debería agregarse a éste el líquido proveniente de sangre y vísceras de los animales faenados.

Para realizar el cálculo de la **Carga contaminante anual** producida por la actividad (Tabla N° 11), se tuvieron en cuenta los valores típicos de Sólidos suspendidos y Nitrógeno Orgánico (mg/l), para líquidos residuales originados en matadero, los cuales se presentan en la Tabla N° 12. La Tabla N° 13 presenta a su vez los valores expresados en tn/m³.

Tabla N° 11. Contaminantes generados por los mataderos (tn/año), por Departamento

Departamento	Cant. Faenada/año **	Caudal necesario (m ³ /año)	Valores típicos		Total generado por el sector	
			Sólidos Susp. (tn/m ³)	N. Org. (tn/m ³)	Sólidos Susp. (tn/año)	N. Org. (tn/año)
CAPITAL ***	26442	39663	0,028	0,0075	1.110,6	297,5
CACHI	269	403,5	0,028	0,0075	11,3	3,0
CAFAYATE	106	159	0,028	0,0075	4,5	1,2
CERRILLOS	697	1045,5	0,028	0,0075	29,3	7,8
CHICOANA	131	196,5	0,028	0,0075	5,5	1,5
GUACHIPAS	301	451,5	0,028	0,0075	12,6	3,4
LA VIÑA	493	739,5	0,028	0,0075	20,7	5,5
MOLINOS	318	477	0,028	0,0075	13,4	3,6
R° DE LERMA	754	1131	0,028	0,0075	31,7	8,5
SAN CARLOS	279	418,5	0,028	0,0075	11,7	3,1
Totales	29790	44685,0			1.251,2	335,1

Fuente: elaboración propia

Tabla N° 12. Valores típicos para líquidos residuales en las distintas etapas del procesamiento

Etapa del procesamiento	Sólidos Suspendidos mg/l	Nitrógeno Orgánico mg/l
Recinto de sacrificio	220	134
Sangre y agua del tanque	3690	5400
Líquido de escalde	8360	1290
Cortado de la carne	610	33
Lavado de tripas	15120	643
Totales	28000	7500

Tabla N° 13. Contaminante generado por la actividad de los mataderos

Parámetros	Valores referencia		
	mg/l	kg/m ³	tr/m ³
Sólidos Suspendidos	28000	28	0,028
Nitrógeno Orgánico	7500	7,5	0,0075

Debe recordarse que los cálculos se realizaron empleando valores típicos, que deben ser confirmados mediante la realización de un monitoreo.

6.3.2. CUANTIFICACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN GENERADA POR LA CURTIEMBRE ARLEI – DEPARTAMENTO ROSARIO DE LERMA

Se realizó el análisis de la actividad de la Empresa, considerando un gasto promedio de 1,2 m³ de agua por cuero curtido (PRODIA, 1994) y se realizó el cálculo de los volúmenes de agua requeridos para distintos niveles de la actividad, es decir, para un mínimo, medio y máximo de cueros curtidos por día y refiriendo esos valores al año. Se estableció un total de 264* días laborables.

Los valores empleados en el cálculo son los siguientes:

Volúmenes unitarios requeridos:

m³/cuero curtido*: 1 a 1,4

Volumen medio (m³/cuero curtido): **1,2**

Tabla N° 14. Número de cueros procesados y caudales requeridos:

	Mín	Promedio	Máx
cueros procesados/día	600	850	1.100
Q diario m ³	720	1.020	1.320
Q anual * m ³	190.080	269.280	348.480

El cálculo de la contaminación generada por la actividad sigue los mismos Supuestos establecidos anteriormente y se basa en la utilización de un caudal promedio de 1,2 m³/cuero curtido. Los valores obtenidos se presentan en la Tabla N° 15.

Tabla N° 15. Contaminación generada por la actividad de la Curtiembre

ARLEI - Departamento R° de Lerma

PROPIEDADES FÍSICAS	Parámetro	Unidad	mg/l	tn/m ³	min tn/año	promedio tn/año	máx tn/año
	S. Suspendidos tot. (STS)	mg/l	30.91	0.000031	5.88	8.32	10.77
S. disueltos totales (STD)	mg/l	3820	0.00382	726.11	1.028.65	1.331.19	
Residuo sól. a 105 °C (ST)	mg/l	4693	0.00469	892.05	1.263.73	1.635.42	

CONSTITUYENTES INORGÁNICOS NO METÁLICOS	Parámetro	Unidad	mg/l	tn/m ³	min tn/año	promedio tn/año	máx tn/año
	Boro	mg B/l	0.3	0.0000003	0.06	0.08	0.10
Cloruro	mg Cl-/l	1.240	0.00124	235.70	333.91	432.12	
Fluoruro	mg F-/l	1.34	0.00000134	0.25	0.36	0.47	
Amoníaco	mg N-NH ₃ /l	130	0.00013	24.71	35.01	45.30	
Nitrato	mg N-NO ₃ /l	0.6	0.0000006	0.11	0.16	0.21	
Nitrito	mg N-NO ₂ /l	0.012	0.00000001	0.00	0.003	0.00	
Fósforo total	mg P/l	0.9	0.0000009	0.17	0.24	0.31	
PRS	mg PO ₄ ³⁻ /l	0.23	0.00000023	0.04	0.06	0.08	
Sulfatos	mg SO ₄ ²⁻ /l	1800	0.0018	342.14	484.70	627.26	
Sulfuro	mg S ²⁻ /l	0.039	0.00000004	0.01	0.01	0.01	
Cloro	mg Cl ₂ /l	0.06	0.00000006	0.01	0.02	0.02	

CONSTITUYENTES INORGÁNICOS METÁLICOS	Parámetro	Unidad	mg/l	tn/m ³	min tn/año	promedio tn/año	máx tn/año
	Aluminio	mg/l	2.56	0.00000256	0.49	0.69	0.89
Arsénico, menor que	microg/l	0.004	4E-09	0.00	0.001	0.00	
Cadmio	microg/l	0.0006	6E-10	0.00	0.0002	0.00	
Calcio	mg/l	125.66	0.00012566	23.89	33.84	43.79	
Cromo ⁶⁺	mg/l	0.02	0.00000002	0.00	0.01	0.01	
Hierro	mg/l	0.2	0.0000002	0.04	0.05	0.07	
Plomo	mg/l	0.01	0.00000001	0.00	0.003	0.00	
Magnesio	mg/l	15.93	0.00001593	3.03	4.29	5.55	
Manganeso	mg/l	0.28	0.00000028	0.05	0.08	0.10	
Mercurio, menor que	microg/l	0.0005	5E-10	0.00	0.0001	0.00	
Potasio	mg/l	25.5	0.0000255	4.85	6.87	8.89	
Sodio	mg/l	1363	0.001363	259.08	367.03	474.98	
Cinc	mg/l	0.066	6.6E-08	0.01	0.02	0.02	
Cobre, menor que	mg/l	0.00008	8E-11	0.00	0.00002	0.00	

PARÁM. ORG. Y MICROB.	Parámetro	Unidad	mg/l	tn/m ³	min tn/año	promedio tn/año	máx tn/año
	Taninos	mg/l ác.tanic	13.2	0.0000132	2.51	3.55	4.60

6.3.3. CUANTIFICACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN EN EL PARQUE INDUSTRIAL – DEPARTAMENTO CAPITAL

En este apartado se realiza la cuantificación de la contaminación generada por algunas de las industrias instaladas en el Parque Industrial de la Ciudad de Salta, Departamento Capital. La Tabla N° 16 (página siguiente), presenta las actividades e industrias ya mencionadas en el Informe Parcial N° 1 (Salusso y Moraña), junto a los caudales de agua empleados por cada una de ellas y otros datos sobre las que ya no se encuentran en funcionamiento o que están por terminar sus actividades (información suministrada por la Administración del Parque Industrial: A.P.I.). Los caudales de agua consignados en la tabla, son los otorgados por la Administración del Parque a los distintos integrantes del Parque, pero algunos tienen pozo propio y por lo tanto no puede conocerse el caudal empleado por ellos.

Las Empresas analizadas aquí son: EL TUYU, LIPSA, QUÍMICA AGENOR, BATERPLAC y MANCLEAN. La Tabla N° 17 muestra los volúmenes empleados por cada una de ellas.

Tabla N° 16. Caudales suministrados por la Administración del Parque Industrial
a las distintas Industrias

Item	Razón Social	Caudal empleado m ³ /mes	Observaciones
Agua gasificada	Sodería Don Darío R. Rocabado		No funciona
Agua gasificada	Sodería El Parque	60	
Alimentaria	Gis Brocado		No se conoce
Alimentaria	Jose Prina- El Tuyu	160 a 190	
Alimentaria	Lipsa S.A.	30 a 45	
Alimentaria	Vinagre Limache S.A.	100 a 200	
Alimentaria	María Muñoz R.Barrionuevo	10	
Alimentaria	Nafra S.A.	20	
Alimentaria	Golosalta S.R.L.		No funciona
Alimentaria	Walter Heine S.A.		Cerrada
Alimentaria	Mercosur S.R.L. Agro Legumbres	50 a 80	
Baterías	Baterplac S.R.L.=Edna	400	Promedio año
Boro	Deribor S.A.		Cerrada
Boro	Química Agenor S.A.	230 a 240	
Boro	Fedema S.A.		Cerrada
Boro	Industrias Qcas. Baradero		Cerrada
Boro	Norquímica S.A.		Cerrada
Cerámica	Cattaneo (Emprendim. Ma. Auxiliadora S.A.)	300	
Cerámica	Chimberí S.R.L.	70 a 90	
Construcción	Antonio Srur (Sinsa, Serv. A Edesa)	10	
Construcción	Constructora Norte	5	
Construcción	Angel G. Issa	200	
Construcción	Enda Hnos. S.A.		Pozo propio
Construcción	Juan A. Punti		No está
Curtiembre	Cristina López		Pozo propio
Jabones	Manclean S.R.L.	20 a 30	
Madera	Gustavo Sales (Abud Carpintería)	10	
Madera	Bernardo Rubin	10	
Madera	Complejo San Jorge	5 a 10	A veces cierra
Madera	Leña Fuegoito S.R.L.	10	
Metalúrgica	Ingheco S.A.	10	
Metalúrgica	Ricardo M. Jarruz		Es un proyecto
Metalúrgica	Sermetal S.A.		Sin actividad
Metalúrgica	Gay S.A.	20	
Metalúrgica	Plegamet S.R.L.	20	
Minerales	Tecnoar S.R.L.		No funciona
Plástico	Libio Zozzoli S.A.	80 a 120	
Res. Sólidos	Agrotécnica Fuegoita S.A.	300 a 400	Lava Camiones
Res. Patológicos	Agrotécnica Fuegoita S.A.	40	
Tabaco	Interagro = Miguel Pascuzzi E Hijos S.A.	320	
Tabaco	Tecnimeter S.A.	30	

Tabla N° 17. Volúmenes de agua empleados por las industrias analizadas del
Parque Industrial de Salta

Razón Social	Descripción	Caudal empleado m ³ /mes	Caudal empleado m ³ /año
JOSE PRINA- EL TUYU	fábrica de grasa comestible y harina de carne	175	2100
LIPSA S.A	fábrica de grasa comestible y harina de carne	37,5	450
QUIMICA AGENOR S.A.	procesamiento de boratos e industrialización de fertilizantes	235	2820
BATERPLAC S.R.L	fábrica de baterías	400	4800
MANCLEAN S.R.L	fábrica de productos de limpieza	25	300
Totales		872,5	10470

La Tabla N° 18 presenta los resultados de los análisis realizados en las industrias.

A continuación, se analiza la contaminación generada por tipo de actividad y finalmente, por las Industrias analizadas en forma global

Tabla N° 18. Composición de los efluentes de las industrias analizadas en el Parque Industrial

Parámetro	Unidad	TUYU GRASAS S.A.	LIPSA GRASAS	QUIMICA AGENOR S.A.	BATERPLAC	MANCLEAN
PROPIEDADES FÍSICAS						
S. Suspendidos tot. (STS)	mg/l	848	2530	15.3	78.5	59.5
S. disueltos tot. (STD)	mg/l	1471	3650	538	10950	246
Residuo sól. a 105 °C (ST)	mg/l	2319	6183	2420	11034	502
CONSTITUYENTES INORGÁNICOS NO METÁLICOS:						
Boro	mg B/l	0.3	0.8	415	0.5	0.6
Cloruro	mg Cl-/l	380	540	15	30	30
Fluoruro	mg F-/l	4.24	4.18	0.04	2.76	2.18
Amonio	NH4+				1.4	
Amoniaco	mg N-NH3/l	291	327	0.05	1.1	0.16
Nitrato	mg N-NO3/l	1	3	0.8	4.5	2.4
Nitrito	mg N-NO2/l	0.01	0.02	0.152	0.005	0.037
N Total	mg N/l	300	600		1	
Fósforo total	mg P/l	35.75	29	0.52	0.29	0.64
PRS	mg P-PO43-/l	200	201.75	1.39	2.44	1.68
Silice reactivo	mg SiO2/l			1517		2418
Sulfatos	mg SO42-/l	100	20	54	8100	80
Sulfuro	mg S2-/l	5375	8.5	0.02	0.022	0.001
Cloro	mg Cl2/l			0.29	0.27	0.35
CONSTITUYENTES INORGÁNICOS METÁLICOS:						
Aluminio	mg /l	0.09	0.09	< 2,0	5.19	n.s.d.
Arsénico	mg /l			0.00021	0.0092	
Cadmio	mg /l			0.0005	0.0003	
Calcio	mg/l			78.4		48
Cinc	mg/l	0.22	0.4	0.052	0.136	< 0,04
Cobre	mg/l			< 0,08	0.24	
Cromo 6+	mg/l	0.03	0.02	0.07	0.08	0.06
Hierro	mg/l	1.69	6.92	1.2		0.29
Hierro total	mg/l				10.7	
Magnesio	mg/l	53.68	34.16	0	0	13.66
Manganeso	mg/l	< 0,6	< 0,6	< 0,1	< 0,1	< 0,6
Mercurio, menor que	? g/l			0.0005	0.0005	
Plomo	mg/l			0.017	23.2	
Potasio	mg/l	157.5	270	2.2	5	1.2
Sodio	mg/l			287	69.6	

6.3.3.1. FABRICACIÓN DE GRASAS COMESTIBLES

Con base en los volúmenes de agua empleados por las empresas EL TUYU y LIPSA S.A. (Tabla N° 18) se realizó el cálculo de la **Contaminación generada** por cada una (Tablas N° 19 y 20). Se desconoce si existe un valor consuntivo del agua que deba ser considerado para el cálculo del volumen de efluentes, por lo que los valores obtenidos aquí son tentativos.

Tabla N° 19. Volúmenes de efluentes generados por la fabricación de grasas comestibles – Parque Industrial

Razón Social	Caudal empleado (m ³ /año)	Caudal empleado (m ³ /mes)	Caudal empleado m ³ /día
JOSE PRINA- EL TUYU	2.100	175,0	5,8
LIPSA S.A.	450	37,5	1
Total	2.550		

Tabla N° 20. Contaminación generada por la Empresa El TUYU – Parque

Industrial – Departamento Capital

		TUYU GRASAS S.A.		
Volumen efluentes	m ³ /año	2100		
Parámetro	Unidad	mg/l	tn/m ³	tn/año
PROPIEDADES FÍSICAS				
S. Suspendidos totales (STS)	mg/l	848	0.000848	1.78
S. disueltos totales (STD)	mg/l	1471	0.001471	3.09
Residuo sólido a 105 °C (ST)	mg/l	2319	0.002319	4.87
CONSTITUYENTES INORGÁNICOS NO METÁLICOS:				
Boro	mg B/l	0.3	0.0000003	0.001
Cloruro	mg Cl-/l	380	0.00038	0.80
Fluoruro	mg F-/l	4.24	0.00000424	0.01
Amonio	NH ₄ ⁺			
Amoníaco	mg N-NH ₃ /l	291	0.000291	0.61
Nitrato	mg N-NO ₃ /l	1	0.000001	0.002
Nitrito	mg N-NO ₂ /l	0.01	0.00000001	0.00002
N Total	mg N/l	300	0.0003	0.63
Fósforo total	mg P/l	35.75	0.00003575	0.08
PRS	mg P-PO ₄ ³⁻ /l	200	0.0002	0.42
Silice reactivo	mg SiO ₂ /l			
Sulfatos	mg SO ₄ ²⁻ /l	100	0.0001	0.21
Sulfuro	mg S ₂ ⁻ /l	5375	0.005375	11.29
Cloro	mg Cl ₂ /l			
CONSTITUYENTES INORGÁNICOS METÁLICOS:				
Aluminio, menor que	mg/l	0.09	0.00000009	0.00019
Arsénico	mg/l			
Cadmio	mg/l			
Calcio	mg/l			
Cinc, menor que	mg/l	0.22	0.00000022	0.0005
Cobre, menor que	mg/l			
Cromo 6+	mg/l	0.03	0.00000003	0.0001
Hierro	mg/l	1.69	0.00000169	0.0035
Hierro total	mg/l			
Magnesio	mg/l	53.68	0.00005368	0.11
Manganeso, menor que	mg/l	0.6	0.0000006	0.0013
Mercurio, menor que	? g/l			
Plomo	mg/l			
Potasio	mg/l	157.5	0.0001575	0.33
Sodio	mg/l			

Celdas sombreadas: leer "menor que"

Tabla N° 21. Contaminación generada por la Empresa LIPSA – Parque Industrial

Departamento Capital

Volumen efluentes	LIPSA GRASAS		
	450		
Parámetro	mg/l	tn/m ³	tn/año
PROPIEDADES FÍSICAS			
S. Suspendidos totales (STS)	2530	0.00253	1.14
S. disueltos totales (STD)	3650	0.00365	1.64
Residuo sólido a 105 °C (ST)	6183	0.006183	2.78
CONSTITUYENTES INORGÁNICOS NO METÁLICOS:			
Boro	0.8	0.0000008	0.00036
Cloruro	540	0.00054	0.243
Fluoruro	4.18	4.18E-06	0.0019
Amonio			
Amoniaco	327	0.000327	0.15
Nitrato	3	0.000003	0.0014
Nitrito	0.02	2E-08	0.000009
N Total	600	0.0006	0.27
Fósforo total	29	0.000029	0.013
PRS	201.75	0.0002018	0.091
Silice reactivo			
Sulfatos	20	0.00002	0.009
Sulfuro	8.5	0.0000085	0.004
Cloro			
CONSTITUYENTES INORGÁNICOS METÁLICOS:			
Aluminio, menor que	0.09	9E-08	0.0000405
Arsénico			
Cadmio			
Calcio			
Cinc, menor que	0.4	0.0000004	0.00018
Cobre, menor que			
Cromo 6+	0.02	2E-08	0.000009
Hierro	6.92	6.92E-06	0.0031
Hierro total			
Magnesio	34.16	3.416E-05	0.015
Manganeso, menor que	0.6	0.0000006	0.00027
Mercurio, menor que			
Plomo			
Potasio	270	0.00027	0.122
Sodio			

Celdas sombreadas: leer "menor que"

6.3.3.2. FABRICACIÓN DE FERTILIZANTES

Esta actividad demanda la segunda cantidad mayor de agua de las industrias analizadas. Se presentan en la Tabla N° 22 los valores obtenidos en función del análisis del efluente.

Tabla N° 22. Volúmenes de efluentes generados en la fabricación de fertilizantes

Parque Industrial

Razón Social	Caudal empleado (m ³ /año)	Caudal empleado (m ³ /mes)	Caudal empleado m ³ /día
QUIMICA AGENOR S.A.	2.820	235,0	7,8
Total	2.820		

Tabla N° 23. Contaminación generada por la Empresa QUÍMICA AGENOR Parque

Industrial – Departamento Capital

QUÍMICA AGENOR S.A.			
Volumen efluentes	2820		
Parámetro	mg/l	tn/m ³	tn/año
PROPIEDADES FÍSICAS			
S. Suspendidos totales (STS)	15,3	0,0000153	0,043
S. disueltos totales (STD)	538	0,000538	1,52
Residuo sólido a 105 °C (ST)	2420	0,00242	6,82
CONSTITUYENTES INORGÁNICOS NO METÁLICOS:			
Boro	415	0,000415	1,170
Cloruro	15	0,000015	0,042
Fluoruro	0,04	0,00000004	0,00011
Amonio			
Amoniaco	0,05	0,00000005	0,00014
Nitrato	0,8	0,0000008	0,0023
Nitrito	0,152	0,000000152	0,0004
N Total			
Fósforo total	0,52	0,00000052	0,001
PRS	1,39	0,00000139	0,004
Silice reactivo	1517	0,001517	4,28
Sulfatos	54	0,000054	0,15
Sulfuro	0,02	0,00000002	0,00006
Cloro	0,29	0,00000029	0,0008
CONSTITUYENTES INORGÁNICOS METÁLICOS:			
Aluminio, menor que	2	0,000002	0,006
Arsénico	0,00021	2,1E-10	5,922E-07
Cadmio	0,0005	5E-10	0,000001
Calcio	78,4	0,0000784	0,221
Cinc, menor que	0,052	0,000000052	0,0001
Cobre, menor que	0,08	0,00000008	0,0002
Cromo 6+	0,07	0,00000007	0,0002
Hierro	1,2	0,0000012	0,0034
Hierro total			
Magnesio			
Manganeso, menor que	0,1	0,0000001	0,0003
Mercurio, menor que	0,0005	5E-10	0,000001
Plomo	0,017	0,000000017	0,00005
Potasio	2,2	0,0000022	0,006
Sodio	287	0,000287	0,81

Celdas sombreadas: leer "menor que"

6.3.3.3. FABRICACIÓN DE BATERÍAS

La fabricación de baterías es una actividad que varía estacionalmente, por lo cual los caudales empleados varían igualmente, entre 20 m³ en los meses de menor actividad y 800 m³ en los de mayor producción (meses fríos). El caudal consignado en la tabla N° 23, 400 m³/mes, es un promedio mensual, que fue usado para el cálculo del caudal anual empleado en la industria.

Se considera que el caudal empleado es igual al caudal de efluentes generado.

Tabla N° 24. Volúmenes de efluentes generados por la Fabricación de Baterías

Parque Industrial

Razón Social	Caudal empleado (m ³ /año)	Caudal empleado (m ³ /mes)	Caudal empleado m ³ /día
BATERPLAC S.R.L	4.800	400,0	13,3
Total	4.800		

Tabla N° 25. Contaminación generada por la Empresa BATERPLAC – Parque

Industrial – Departamento Capital

Volumen efluentes	BATERPLAC		
	4800		
Parámetro	mg/l	tn/m ³	tn/año
PROPIEDADES FÍSICAS			
S. Suspendidos totales (STS)	78,5	0,00008	0,38
S. disueltos totales (STD)	10950	0,01095	52,56
Residuo sólido a 105 °C (ST)	11034	0,01103	52,96
CONSTITUYENTES INORGÁNICOS NO METÁLICOS:			
Boro	0,5	0,0000005	0,002
Cloruro	30	0,00003	0,144
Fluoruro	2,76	0,00000276	0,0132
Amonio	1,4	0,0000014	0,0067
Amoniaco	1,1	0,0000011	0,0053
Nitrato	4,5	0,0000045	0,022
Nitrito	0,005	5E-09	0,000024
N Total	1	0,000001	0,005
Fósforo total	0,29	0,00000029	0,0014
PRS	2,44	0,00000244	0,012
Silice reactivo		0	0
Sulfatos	8100	0,0081	38,9
Sulfuro	0,022	2,2E-08	0,00011
Cloro	0,27	0,00000027	0,0013
CONSTITUYENTES INORGÁNICOS METÁLICOS:			
Aluminio, menor que	5,19	0,00000519	0,024912
Arsénico	0,0092	9,2E-09	0,00004
Cadmio	0,0003	3E-10	0,000001
Calcio			
Cinc, menor que	0,136	1,36E-07	0,0007
Cobre, menor que	0,24	0,00000024	0,0012
Cromo 6+	0,08	0,00000008	0,0004
Hierro			
Hierro total	10,7	0,000011	0,051
Magnesio			
Manganeso, menor que	0,1	0,0000001	0,0005
Mercurio, menor que	0,0005	5E-10	0,0000024
Plomo	23,2	0,0000232	0,111
Potasio	5	0,000005	0,024
Sodio	69,6	0,0000696	0,334

Celdas sombreadas: leer "menor que"

6.3.3.4. FABRICACIÓN DE PRODUCTOS DE LIMPIEZA

La Empresa MANCLEAN S.R.L. se dedica a la preparación de productos químicos, en la que no intervendría el agua como insumo, sino que se trataría simplemente del mezclado de químicos y el agua se usaría sólo para el lavado, según la información brindada por la A.P.I. Esto explicaría el escaso caudal empleado por mes.

Tabla Nº 26. Volúmenes de efluentes generados por la fabricación de productos de limpieza – Parque Industrial

Razón Social	Caudal empleado (m ³ /año)	Caudal empleado (m ³ /mes)	Caudal empleado m ³ /día
MANCLEAN S.R.L.	300	25,0	0,8
Total	300		

Tabla N° 27. Contaminación generada por la Empresa MANCLEAN – Parque

Industrial – Departamento Capital

Volumen efluentes	MANCLEAN		
	300		
Parámetro	mg/l	tn/m ³	tn/año
PROPIEDADES FÍSICAS			
S. Suspendidos totales (STS)	59.5	0.0000595	0.018
S. disueltos totales (STD)	246	0.000246	0.074
Residuo sólido a 105 °C (ST)	502	0.000502	0.15
CONSTITUYENTES INORGÁNICOS NO METÁLICOS:			
Boro	0.6	0.0000006	0.0002
Cloruro	30	0.00003	0.009
Fluoruro	2.18	0.00000218	0.0007
Amonio			
Amoníaco	0.16	0.00000016	0.00005
Nitrato	2.4	0.0000024	0.0007
Nitrito	0.037	3.7E-08	0.00001
N Total			
Fósforo total	0.64	0.00000064	0.00019
PRS	1.68	0.00000168	0.0005
Silice reactivo	2418	0.002418	0.73
Sulfatos	80	0.00008	0.024
Sulfuro	0.001	1E-09	0.0000003
Cloro	0.35	0.00000035	0.00011
CONSTITUYENTES INORGÁNICOS METÁLICOS:			
Aluminio, menor que	n.s.d.		
Arsénico			
Cadmio			
Calcio	48	0.000048	0.014
Cinc, menor que	0.04	0.00000004	0.00001
Cobre, menor que			
Cromo 6+	0.06	0.00000006	0.00002
Hierro	0.29	0.00000029	0.00009
Hierro total			
Magnesio	13.66	0.00001366	0.0041
Manganeso, menor que	0.6	0.0000006	0.00018
Mercurio, menor que			
Plomo			
Potasio	1.2	0.0000012	0.0004
Sodio			

Celdas sombreadas: leer "menor que"

6.3.2.5. ACTIVIDAD GLOBAL EN EL PARQUE INDUSTRIAL

La Tabla N° 27 muestra las cantidades de contaminantes generadas por la actividad global de las empresas analizadas del Parque Industrial.

Se realizó el cálculo de los volúmenes empleados por año en las empresas que se encuentran actualmente en funcionamiento (Tabla N° 28), resultando un total de 32.400 m³/año, para las empresas con suministro por la A.P.I. Se considera aquí que todo el caudal empleado es liberado como efluente, debido a que se desconocen las proporciones del recurso que tienen un uso consuntivo y pasan a formar parte del producto fabricado. El volumen global generado por éstas es de 10470 m³/año, valor que representa el 32% del volumen.

Por otra parte, hay un volumen adicional no cuantificado que ingresa a la red colectora de efluentes del Parque Industrial, proveniente de la actividad de las empresas que poseen fuentes privadas de agua (Ver Empresas con pozo propio, en Tabla N° 16). La composición de los mismos se adiciona a la de las empresas analizadas y se cuantificó en los análisis químicos de efluentes.

Por estas causas, los cálculos de contaminantes generados por el conjunto de industrias son estimativos.

Se requiere la medición de los caudales vertidos en la salida de la colectora de efluentes del Parque, con el objeto de tener un cálculo más real de la generación de contaminantes de todas las actividades desarrolladas en el lugar. Por otro lado, sería necesario contabilizar los caudales empleados por las empresas que poseen pozo propio y determinar los volúmenes consumidos en cada actividad y que no se transforman en efluentes, sino en productos.

Tabla N° 28. Contaminación global generada por las industrias analizadas –

Parque Industrial – Departamento Capital

	TUYU GRASAS S.A.	LIPSA GRASAS	QUÍMICA AGENOR S.A.	BATERPLAC	MANCLEAN	Total generado
Volumen efluentes	2100	450	2820	4800	300	10470
Parámetro	tn/año	tn/año	tn/año	tn/año	tn/año	tn/año
PROPIEDADES FÍSICAS						
S. Suspendidos tot. (STS)	1,78	1,14	0,043	0,38	0,018	3,357
S. disueltos tot. (STD)	3,09	1,64	1,52	52,56	0,074	58,883
Residuo sól. a 105 °C (ST)	4,87	2,78	6,82	52,96	0,15	67,590
CONSTITUYENTES INORGÁNICOS NO METÁLICOS:						
Boro	0,001	0,00036	1,170	0,002	0,0002	1,174
Cloruro	0,80	0,243	0,042	0,144	0,009	1,236
Fluoruro	0,01	0,0019	0,00011	0,0132	0,0007	0,025
Amonio				0,0067		0,007
Amoniaco	0,61	0,15	0,00014	0,0053	0,00005	0,764
Nitrato	0,002	0,0014	0,0023	0,022	0,0007	0,028
Nitrito	0,00002	0,000009	0,0004	0,000024	0,00001	0,000
N Total	0,63	0,27		0,005		0,905
Fósforo total	0,08	0,013	0,001	0,0014	0,00019	0,091
PRS	0,42	0,091	0,004	0,012	0,0005	0,527
Silice reactivo			4,28	0	0,73	5,003
Sulfatos	0,21	0,009	0,15	38,9	0,024	39,275
Sulfuro	11,29	0,004	0,00006	0,00011	0,0000003	11,291
Cloro			0,0008	0,0013	0,00011	0,002
CONSTITUYENTES INORGÁNICOS METÁLICOS:						
Aluminio, menor que	0,00019	0,0000405	0,006	0,024912		0,031
Arsénico			5,922E-07	0,00004		0,000
Cadmio			0,000001	0,000001		0,000
Calcio			0,221		0,014	0,235
Cinc, menor que	0,0005	0,00018	0,0001	0,0007	0,00001	0,001
Cobre, menor que			0,0002	0,0012		0,001
Cromo 6+	0,0001	0,000009	0,0002	0,0004	0,00002	0,001
Hierro	0,0035	0,0031	0,0034		0,00009	0,010
Hierro total				0,051		0,051
Magnesio	0,11	0,015			0,0041	0,132
Manganeso, menor que	0,0013	0,00027	0,0003	0,0005	0,00018	0,002
Mercurio, menor que			0,000001	0,0000024		0,000
Plomo			0,00005	0,111		0,111
Potasio	0,33	0,122	0,006	0,024	0,0004	0,483
Sodio			0,81	0,334		1,143
PARÁMETROS ORGÁNICOS Y MICROBIOLÓGICOS:						
SSEE	1,11	0,91				2,011
S.A.A.M.					0,00387	0,004

Celdas sombreadas: leer "menor que"

Tabla N° 29. Volúmenes promedio de agua empleados por las industrias en funcionamiento, provistos por el pozo comunitario de la A.P.I.

Vol. Total de aguas residuales volcadas a red cloacal (m³/año): 32400 *

* este valor cuantifica sólo el volumen de agua procedente del pozo común administrado por la A.P.I.

Item	Razón Social	Caudal empleado m ³ /mes	Caudal empleado m ³ /año
Agua gasificada	SODERÍA EL PARQUE	60	720
Alimentaria	JOSE PRINA- EL TUYU	175	2100
Alimentaria	LIPSA S.A.	37.5	450
Alimentaria	VINAGRE LIMACHE S.A.	150	1800
Alimentaria	MARÍA MUÑOZ R.BARRIONUEVO	10	120
Alimentaria	NAFRA S.A.	20	240
Alimentaria	MERCOSUR S.R.L. AGRO LEGUMBRES	65	780
Baterías	BATERPLAC S.R.L. = EDNA	400	4800
Boro	QUIMICA AGENOR S.A.	235	2820
Cerámica	CATTANEO (EMA: Emprendim. Ma. Auxiliadora S.A.	300	3600
Cerámica	CHIMBERI S.R.L.	80	960
Construcción	ANTONIO SRUR (SINSA, serv. A EDESA)	10	120
Construcción	CONSTRUCTORA NORTE	5	60
Construcción	ANGEL G. ISSA	200	2400
Jabones	MANCLEAN S.R.L.	25	300
Madera	GUSTAVO SALES (ABUD carpintería)	10	120
Madera	BERNARDO RUBIN	10	120
Madera	COMPLEJO SAN JORGE	7.5	90
Madera	LEÑA FUEGUITO S.R.L.	10	120
Metalúrgica	INGHECO S.A.	10	120
Metalúrgica	GAY S.A.	20	240
Metalúrgica	PLEGAMET S.R.L.	20	240
Plástico	LIBIO ZOZZOLI S.A.	100	1200
Res. sólidos	AGROTÉCNICA FUEGUINA S.A.	350	4200
Res. Patológicos	AGROTÉCNICA FUEGUINA S.A.	40	480
Tabaco	MIGUEL PASCUZZI E HIJOS S.A. (INTERAGRO S.A.	320	3840
Tabaco	TECNIMETER S.A.	30	360
Totales		2700	32400

La determinación de los volúmenes de efluentes y sus contaminantes se constituye en una de las etapas para determinación de las alternativas tecnológicas de tratamiento, tendientes a alcanzar los estándares de calidad de las aguas residuales.

Esta etapa, de determinación de los volúmenes de los contaminantes presentes en los efluentes de aquellas actividades consideradas, se ha realizado con una validez relativa en cuanto a los resultados, esto debido a las razones expuestas al inicio del capítulo. No obstante se realizan un esbozo de una propuesta de tratamiento de el efluente de las curtiembres, precisando la información mínima necesaria para realizar propuestas de tratamiento para las demás industrias del parque industrial, sobre todo porque no se cuenta con tal información, que para poder ser obtenida presenta grandes obstáculos de los mismos propietarios que impiden que se conozca desde adentro el funcionamiento de sus industrias.

6.3.4. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS PARA DISMINUIR LA CONTAMINACIÓN GENERADA POR LAS INDUSTRIAS

Los residuos generados por la actividad industrial degradan la calidad ambiental y afectan la salud pública en gran medida, cuando no son sometidos a tratamientos adecuados que minimicen su impacto en el ambiente. Esta es la situación que presentan todos los efluentes que producen las industrias que se encuentran en la Alta Cuenca del Río Juramento de la Provincia de Salta.

Entre las razones por las cuales esta situación no se ha revertido, es debido a los factores ligados a la falta de aplicación rigurosa de la legislación ambiental y el alto costo de la mano de obra.

Entre las industrias generadoras de contaminación, la OPS y el CEPIS (2000) destacan el problema de las Pequeñas y Medianas Empresas (PYME), las cuales presentan limitaciones en cuanto a su capacidad física, tecnológica, técnica, y económica para tomar medidas tendientes a reducir la contaminación: “El equipo de reducción de la contaminación se caracteriza por economías de escala que hacen que los costos por unidad de tratamiento de residuos sean mucho menores para las grandes empresas que para las pequeñas”. En el caso de las industrias identificadas como contaminantes, son fieles representantes del sector de las PYME.

Por otro lado, puntualizan que: “la mayoría de las ciudades de los países recién industrializados tiene información inadecuada sobre la ubicación y el tipo de industrias y desconoce las actuales prácticas de generación y manejo de residuos... Las Autoridades ambientales competentes necesitan esta información a fin de establecer prioridades para tomar acción y controlar de manera sistemática los residuos y emisiones dentro de sus jurisdicciones.”

6.3.4.1. OPCIONES PARA DISMINUIR LA CONTAMINACIÓN

Existen variadas alternativas para disminuir la contaminación, las cuales pueden agruparse en tres tipos:

- ✓ Minimización de residuos
- ✓ Pretratamiento de residuos
- ✓ Tratamiento Centralizado de Residuos en Plantas Comunes de tratamiento de Efluentes (PCTE)

La primera opción está orientada a su aplicación dentro del proceso industrial, la segunda antes de la salida de residuos del predio de la industria y la tercera

al tratamiento de los residuos fuera de la empresa. Un aspecto adicional es el de la capacitación de los empresarios en el manejo de residuos.

Para asegurar la Rentabilidad, el tratamiento al final del proceso industrial sólo debe considerarse una vez que las oportunidades de modificación de procesos, minimización de residuos y recuperación de recursos se hayan examinado a fondo (OPS/CEPIS, 2000). A continuación se especifican las dos primeras alternativas, dado que la tercera carece de aplicación para las actividades industriales localizadas en el Parque Industrial de la ciudad de Salta.

6.3.4.1.1. MINIMIZACIÓN DE RESIDUOS

Según un estudio realizado por el Banco Mundial, esta es la alternativa menos costosa para resolver muchos problemas asociados con la eliminación de los residuos industriales, la cual debe ser aplicada a las industrias analizadas dentro del Parque Industrial de la ciudad de Salta.

La minimización de residuos es definida como “el proceso de adopción de **medidas organizativas y operativas** que permiten **disminuir**, hasta **niveles económica y técnicamente factibles**, la **cantidad y peligrosidad** de los subproductos generados que precisan un tratamiento o eliminación final”

La **Reducción, en la medida de lo posible, de los residuos** peligrosos generados o posteriormente tratados, almacenados o dispuestos.

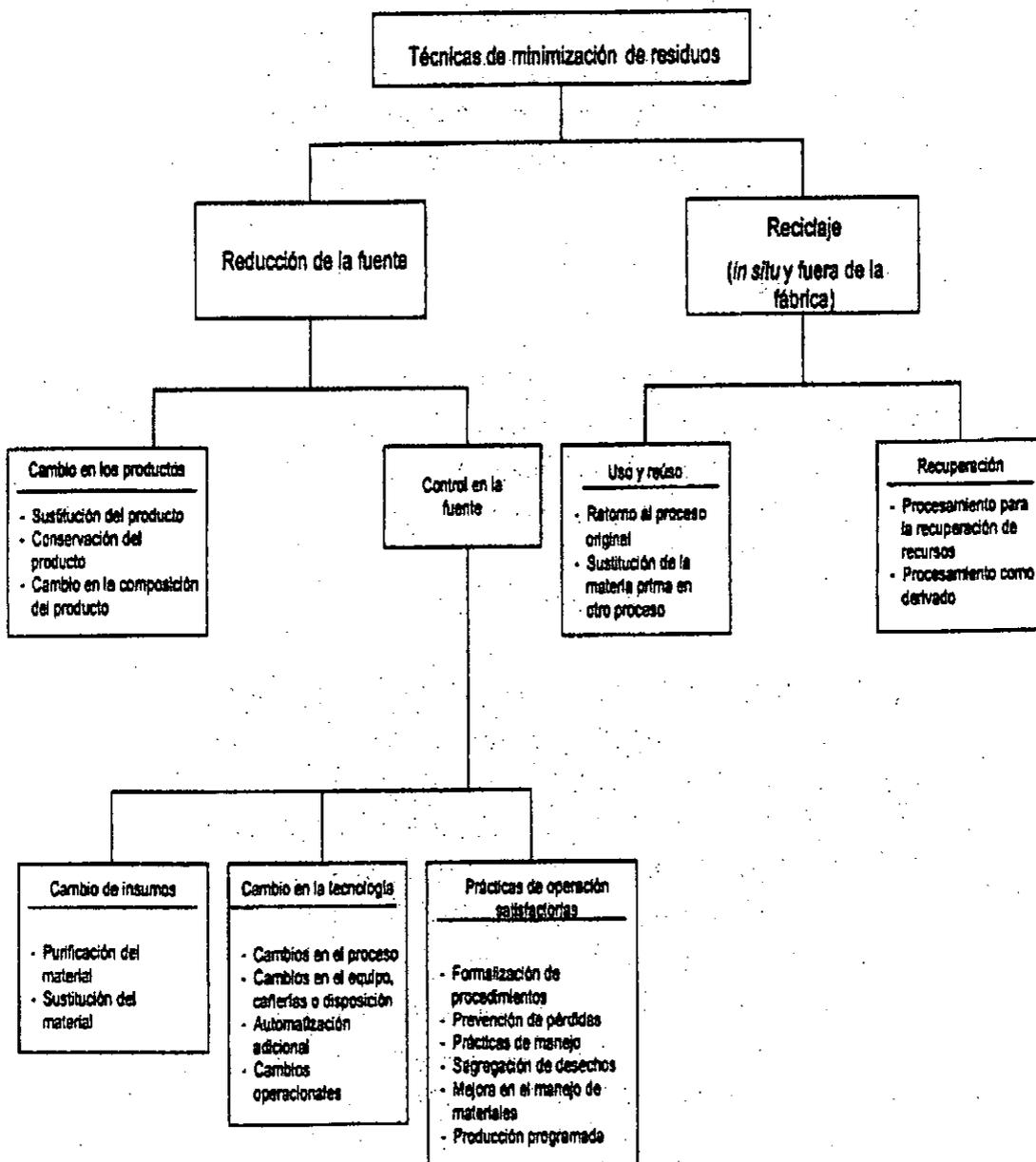
Esta alternativa incluye: la **reducción** en origen, del volumen o cantidad total de residuos y/o el **reciclaje** o la recuperación de materiales. Se prefiere la reducción en la fuente, antes que el reciclaje, por sus beneficios ambientales.

“La minimización de residuos se presenta como una alternativa interesante porque reduce el volumen del residuo generado por la industria, disminuye la

carga contaminante lanzada al ambiente y optimiza el proceso productivo, lo que se traduce en beneficios económicos para la industria." (CEPIS, 1997)

La Figura siguiente presenta las opciones posibles de minimización.

Figura N° 1. Técnicas de minimización de residuos



Fuente: O.P.S./C.E.P.I.S., 2000.

6.3.4.1.2. PRETRATAMIENTO DE RESIDUOS

Consiste en el tratamiento en planta de algunas aguas residuales industriales que serán tratadas posteriormente en una Planta Común de Tratamiento de Efluentes, con el fin de extraer las sustancias tóxicas que pueden afectar negativamente sus operaciones.

Según la O.P.S./C.E.P.I.S, las opciones apropiadas para manejar el tratamiento de residuos en cada industria dependen de:

- los materiales específicos,
- los productos químicos y
- los procesos empleados.

En el caso de las industrias localizadas dentro del complejo del Parque Industrial de la ciudad de Salta, la aplicación de las opciones de minimización de residuos y su pretratamiento se convierten en las de mayor aplicación, considerando algunos aspectos tales como el volumen de efluentes (el volumen promedio de efluentes es de 20 m³/mes en las industrias de grasas y baterías) y la intensidad de sus actividades. En el caso de las fabricas de grasas la utilización de tratamientos de tipo biológico dentro de las plantas permitirían reducir los niveles de DBO a los niveles deseados o establecidos por las normativas locales. Entre las alternativas se encuentran la neutralización con un tratamiento biológico complementario (PRODIA, 1994).

Para la industria de fabrica de baterías una de las alternativas de tratamiento puede ser la de Precipitación, con la previa aplicación de alternativas de minimización de residuos dentro de los procesos industriales acompañado en de un posible recambio tecnológico (PRODIA, 1994).

6.3.4.3.1. SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTOS

La selección del proceso de tratamiento adecuado, debe considerar varios factores, entre ellos la efectividad, confiabilidad y costo.

Almeida de Souza (1997), estudió las metodologías empleadas por numerosos autores para determinar las opciones más adecuadas de tratamiento de residuos. Prioriza en la selección de tecnologías, aquellas que incluyan el **reuso del agua**, cuya "planificación debe realizarse **a nivel de la cuenca hidrográfica** y considerar la cooperación entre diferentes órganos y agentes interesados. Se debe incluir los siguientes puntos:

1. inventario de las necesidades de tratamiento y disposición de aguas residuales;
2. inventario de la demanda y suministro de agua;
3. inventario de los beneficios del abastecimiento de agua mediante el reúso;
4. análisis del mercado para el agua residual recuperada;
5. análisis técnico y económico de alternativas (incluida la distribución de las aguas residuales recuperadas para distintos usuarios) y
6. plan de implementación del reúso con análisis financiero

La metodología desarrollada por este autor para la selección de sistemas integrados de *tratamiento, recuperación y uso de aguas residuales* es la basada en "**métodos de análisis de decisión con objetivos y criterios múltiples** que permiten un tratamiento holístico de la selección tecnológica (OPS/C.E.P.I.S 2000). Es una manera de considerar todas las variables de decisión al mismo tiempo y combinarlas para obtener una respuesta que satisfaga a las personas interesadas."

Debido a la complejidad inherente al tratamiento integral de residuos y a la variabilidad de situaciones posibles, la selección de una tecnología debe ser considerada localmente; las soluciones no pueden generalizarse.

Esta metodología **de análisis de decisión** presenta las siguientes **etapas:**

- 1) Definición de los *objetivos* del sistema, del uso del agua y de la calidad de los efluentes tratados.
- 2) Definición de la *calidad del agua residual* natural o del efluente tratado. Esta etapa se cumple con el establecimiento de los estándares de calidad de agua que se desea obtener mediante el/los tratamiento/s.
- 3) Definición de las *alternativas* de sistemas integrados de tratamiento y uso de aguas residuales.
- 4) Definición de las *variables de decisión* para seleccionar la alternativa de recuperación de aguas residuales.
- 5) Comparación de las *alternativas de recuperación* de aguas residuales con las *variables de decisión*.
- 6) Elección de un *método auxiliar* para la decisión.
- 7) *Jerarquización* de las alternativas de recuperación de aguas residuales y aceptación del resultado.
- 8) Repetición del proceso con modificaciones si no se ha llegado a una decisión.

Las variables de decisión pueden incluir **principios de la tecnología apropiada y del desarrollo sostenible**, tales como:

- maximización del uso de recursos materiales y mano de obra locales;
- minimización del consumo de energía;
- maximización de la calidad y cantidad del efluente final para el reúso;

- minimización del impacto ambiental;
- rentabilidad económica;
- facilidad de operación y mantenimiento;
- minimización del riesgo para la salud de los trabajadores y del público;
- participación social; y
- aceptación pública.

La metodología de ***análisis con objetivos y criterios múltiples*** para selección de tecnología es la más recomendada actualmente por varios autores **“para escapar de la excesiva monetarización de las variables de decisión y alcanzar un punto de satisfacción de los objetivos delineados en la elección de tecnología”**.

“Es necesario entender que no hay una solución óptima para el problema y que se debe llegar a una "solución de compromiso" que no se puede definir fácilmente en términos numéricos.

En resumen, la selección de las alternativas de tratamiento que las industrias localizadas dentro del Parque Industrial de la Ciudad de Salta deben incorporar para cumplir las normativas de volcado de efluentes que actualmente se aplica, son diversas y requieren del conocimiento desde adentro, de sus actuales procesos productivos, los materiales empleados y la tecnología de que disponen ya que, en función de estos aspectos, la utilización de variables multicriteriales conducirían a tomar la mejor decisión sobre los tratamientos de sus efluentes.

En cuanto a los costos que implican las inversiones de la construcción de plantas de tratamiento de efluentes industriales, los valores están determinados como se dijo antes por el volumen de efluente a tratar por día y

por los tipos de tratamientos a aplicar. En promedio EPA (1985), reporta valores que oscilan así:

- ✓ Plantas pequeñas \$200.000 - \$300.000
- ✓ Plantas medianas \$700.000 – 800.000
- ✓ Plantas grandes \$ 1.500.000 – 2.000.000

6.3.6. BIBLIOGRAFÍA

ALMEIDA DE SOUZA, Marco Antonio. 1997: Metodología de análisis de decisiones para seleccionar alternativas de tratamiento y uso de aguas residuales. Universidad de Brasilia. Dpto de Ingeniería Civil. Campus Universitario - Asa Norte. 71910 - 090 Brasilia - DF, Brasil. En: www.cepis.ops-oms.org.

EPA. 1985. Estimating sludge management costs at municipal wastewater treatment facilities (manual). Washington, D.C.

O.P.S.-C.E.P.I.S.-E.P.A. 2000. Prevención de la Contaminación en la Pequeña y Mediana Industria. Volumen I, Guía de criterios y Conceptos básicos. Lima, Perú.

P.R.O.D.I.A. 1994. Manual para Inspectores, Control de Efluentes Industriales. Ministerio de Desarrollo Social y Medio Ambiente. S.D.S y P.A. Buenos Aires, Argentina