



UNIVERSIDAD DE CHILE
Facultad de Ciencias Agronómicas
Departamento de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales Renovables

INFORME FINAL

ANÁLISIS DEL IMPACTO ECONÓMICO EN SECTOR SILVOAGROPECUARIO DEL ANTEPROYECTO DE NORMA DE CALIDAD DE AGUAS DEL RIO CACHAPOAL

**Equipo consultor
Universidad de Chile**

Ing. Agr. PhD. Alejandro León
Ing. Agr. Andrés de la Fuente
Ing. Agr. M.Sc. Ricardo Marchant
Ing. Agr. Eduardo Parra

Abril 2006

1. TABLA DE CONTENIDOS

1. Tabla de contenidos	2
2. CONSIDERACIONES PREVIAS	6
3. MÉTODO.....	7
3.1 ELECCIÓN DE PARÁMETROS.....	7
3.2 ESTANDARIZACIÓN DE UNIDADES DE MEDIDA.....	7
3.3 ELABORACIÓN DE CUADROS DE DATOS.....	8
3.4 CRITERIOS DE COMPARACIÓN.....	11
3.5 Cartografía de riego	11
3.5.1 Procesamiento del Modelo Digital de Elevación (DEM) para la delimitación de Microcuencas de la zona en estudio	11
3.5.2 Identificación, agrupación y reclasificación de canales según familias... 13	13
3.5.3 Construcción de la tabla de consulta para el <i>shape</i> “Cuencas agrícolas” 15	15
3.5.4 Construcción de la tabla de consulta para el <i>shape</i> “Familias de canales”	17
3.5.5 Relación entre las familias de canales y las bocatomas correspondientes	18
3.5.6 Asignación de tramos de control de calidad de agua a las bocatomas.....	19
3.5.7 Asignación de tramos de control de calidad de agua a las familias de Canales.....	19
3.5.8 Asignación de tramos de control de calidad de agua a las microcuencas modeladas.....	20
3.5.9 Construcción de carta de sensibilidad de series de suelo.....	21
3.5.10 Asociación de series de suelo con tramo de vigilancia respectivo	22
3.5.11 Consideraciones generales	23
4. CARACTERIZACIÓN DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS EN LA CUENCA DEL RÍO CACHAPOAL	24
4.1 ÁREAS DE VIGILANCIA PARA LA CUENCA DEL RÍO CACHAPOAL	24
4.2 CALIDAD DE AGUA DE RIEGO EN LA CUENCA CACHAPOAL.....	26
4.2.1 Primer Tramo: Río Cachapoal en Chacayanes (CA-01).....	26
4.2.2 Segundo Tramo: Río Cachapoal rivera sur (CA-02).	27
4.2.3 Tercer Tramo: Río Cachapoal en puente coinco (CA-03).....	28
4.2.4 Cuarto Tramo: Río Cachapoal en puente arqueado (CA-04).....	29
4.2.5 Quinto Tramo: Río Cachapoal a/j Coya (CA-05).....	30
4.2.6 Sexto Tramo: Río Cachapoal en puente codao (CA-06).	31
4.2.7 Séptimo Tramo: Río Cachapoal en Termas de Cauquenes (CA-07).	32
4.2.8 Octavo Tramo: Río Coya a/j Cachapoal (Co-01).	33
4.2.9 Noveno Tramo: Estero la Cadena en desembocadura (Lc- 01).	34
4.2.10 Décimo Tramo: Río Claro en Hacienda las Nieves (CL-01).....	34
4.2.10 Décimo Tramo: Río Claro en Hacienda las Nieves (CL-01).....	35
4.2.11 Décimo Primer Tramo: Río Claro en puente Chanqueahue (CL-02). ...	36
4.2.12 Duodécimo Tramo: Estero Zamorano (Za-01).	37
4.2.13 Décimo Tercer Tramo: Estero Pangal (Pa-01).....	38
4.2.14 Décimo Cuarto Tramo: Estero Rigolemú (Ri-01).	39
4.2.15 Décimo Quinto Tramo: Estero Antivero 1 (AV-01).....	40

4.2.16 Décimo Sexto Tramo: Estero Antivero 2 (AV-02).....	41
4.2.17 Décimo Séptimo Tramo: Estero Antivero (AV-03).....	42
5. RESUMEN DE PARÁMETROS	43
5.1 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	43
5.1.1 Situación de la Conductividad eléctrica en la cuenca del Río Cachapoal.	43
5.1.2 Impacto de la Conductividad eléctrica en el suelo y los cultivos.	45
5.2 DBO ₅	46
5.2.1 Situación de DBO ₅ en la cuenca del Río Cachapoal:	46
5.3 OXÍGENO DISUELTO	48
5.3.1 Situación del Oxígeno disuelto en la cuenca del Río Cachapoal:.....	48
5.4 pH.....	50
5.4.1 Situación del pH en la cuenca del Río Cachapoal:	50
5.4.2 Impacto del pH en el suelo y los cultivos.	51
5.5 SÓLIDOS DISUELTOS	53
5.5.1 Situación de los Sólidos Disueltos en la cuenca del Río Cachapoal:	53
5.6 SÓLIDOS SUSPENDIDOS.....	55
5.6.1 Situación de los Sólidos Suspendidos en la cuenca del Río Cachapoal: 55	
5.6.2 Impacto de los Sólidos suspendidos en el suelo y los cultivos.	56
5.7 COLIFORMES FECALES	58
5.7.1 Situación de los Coliformes fecales en la cuenca del Río Cachapoal:	58
5.8 COLIFORMES TOTALES	60
5.8.1 Situación de los Coliformes totales en la cuenca del Río Cachapoal:	60
5.9 AMONIO	62
5.9.1 Situación del Amonio en la cuenca del Río Cachapoal:	62
5.10 CIANURO	64
5.10.1 Situación del Cianuro en la cuenca del Río Cachapoal:	64
5.11 CLORURO	66
5.11.1 Situación del Cloruro en la cuenca del Río Cachapoal:.....	66
5.11.2 Impacto de los Cloruros en el suelo y los cultivos.....	67
5.12 FLUORUROS.....	69
5.12.1 Situación del Fluoruro en la cuenca del Río Cachapoal:	69
5.13 NITRITOS	71
5.13.1 Situación del Nitrito en la cuenca del Río Cachapoal:	71
5.14 SULFATOS	73
5.14.1 Situación de los Sulfatos en la cuenca del Río Cachapoal:	73
5.14.2 Impacto de los Sulfatos en el suelo y los cultivos.	74
5.15 ACEITES Y GRASAS	76
5.15.1 Situación de los Aceites y Grasas en la cuenca del Río Cachapoal:.....	76
5.16 DETERGENTES	78
5.16.1 Situación del Detergente en la cuenca del Río Cachapoal:.....	78
5.17 BORO.....	80
5.17.1 Situación del Boro en la cuenca del Río Cachapoal:	80
5.17.2 Impacto del Boro en el suelo y los cultivos.	81
5.18 COBRE	86
5.18.1 Situación del Cobre en la cuenca del Río Cachapoal:	86
5.18.2 Impacto del Cobre en el suelo y los cultivos.	87

5.19 CROMO	91
5.19.1 Situación del Cromo en la cuenca del Río Cachapoal:	91
5.20 HIERRO	93
5.20.1 Situación del Hierro en la cuenca del Río Cachapoal:.....	93
5.20.2 Impacto del Hierro en el suelo y los cultivos.....	94
5. 21 MANGANESO	96
5.21.1 Situación del Manganeso en la cuenca del Río Cachapoal:.....	96
5.21.2 Impacto del Manganeso en el suelo y los cultivos.....	97
5.22 MOLIBDENO.....	99
5.22.1 Situación del Molibdeno en la cuenca del Río Cachapoal:.....	99
5.22.2 Impacto del Molibdeno en el suelo y los cultivos.....	100
5.23 NÍQUEL.....	102
5.14.1 Situación del Níquel en la cuenca del Río Cachapoal:	102
5.23.2 Impacto del Níquel en el suelo y los cultivos.	103
5.24 SELENIO	104
5.24.1 Situación del Selenio en la cuenca del Río Cachapoal:	104
5.25 CINC.....	106
5.25.1 Situación del Cinc en la cuenca del Río Cachapoal:.....	106
5.25.2 Impacto del Cinc en el suelo y los cultivos.....	107
5.26 ALUMINIO	109
5.26.1 Situación del Aluminio en la cuenca del Río Cachapoal:	109
5.26.2 Impacto del Aluminio en el suelo y los cultivos.	110
5.27 ARSÉNICO.....	114
5.27.1 Situación del Arsénico en la cuenca del Río Cachapoal:.....	114
5.17.2 Impacto del Arsénico en el suelo y los cultivos.....	115
5.28 CADMIO	117
5.28.1 Situación del Cadmio en la cuenca del Río Cachapoal:	117
5.29 PLOMO.....	119
5.28.1 Situación del Plomo en la cuenca del Río Cachapoal:.....	119
5.29.2 Impacto del Plomo en el suelo y los cultivos.....	120
6. EVALUACIÓN ECONÓMICA.....	122
6.1 CONSIDERACIONES PREVIAS	122
6.1.1 Contraste de efectos potenciales con química de suelos:.....	122
6.1.2 Determinación de cultivos presentes en la cuenca:.....	127
6.2 DIAGNÓSTICO ECONÓMICO.....	129
6.3 ESTIMACIÓN DE COSTOS	130
6.3.1 Mantenición de equipos de riego localizado de alta frecuencia y reposición de goteros de riego	130
6.3.2 Pérdida de margen bruto asociado a pérdidas de rendimiento comercial	131
6.3.1 Primer Tramo: Río Cachapoal en Chacayanes (CA-01).....	132
6.3.2 Segundo Tramo: Río Cachapoal rivera sur (CA-02).	133
6.3.3 Tercer Tramo: Río Cachapoal en puente coinco (CA-03).	134
6.3.4 Cuarto Tramo: Río Cachapoal en puente arqueado (CA-04).....	134
6.3.5 Quinto Tramo: Río Cachapoal a/j Coya (CA-05).	135
6.3.6 Sexto Tramo: Río Cachapoal en puente codao (CA-06).	136
6.3.7 Séptimo Tramo: Río Cachapoal en Termas de Cauquenes (CA-07).	137

6.3.8 Octavo Tramo: Río Coya a/j Cachapoal (Co-01).	138
6.3.9 Noveno Tramo: Estero la Cadena en desembocadura (Lc- 01).	139
6.3.10 Décimo Tramo: Río Claro en Hacienda las Nieves (CL-01).	140
6.3.11 Décimo Primer Tramo: Río Claro en puente Chanqueahue (CL-02). .	141
6.3.12 Duodécimo Tramo: Estero Zamorano (Za-01).	142
6.3.13 Décimo Tercer Tramo: Estero Pangal (Pa-01).....	143
6.3.14 Décimo Cuarto Tramo: Estero Rigolemu (Ri-01).	144
6.3.15 Décimo Quinto Tramo: Estero Antivero 1 (AV-01).....	145
6.3.16 Décimo Sexto Tramo: Estero Antivero 2 (AV-02).....	146
6.3.17 Décimo Séptimo Tramo: Estero Antivero (AV-03).....	147
6.4 EVALUACIÓN DE BENEFICIOS	149
6.5 PROYECCIÓN DE EFECTOS	169
6.5.1 Manganeso:.....	170
6.5.1.1 Primer Tramo: Río Cachapoal en Chacayanes (CA-01).....	171
6.5.1.2 Segundo Tramo: Río Cachapoal rivera sur (CA-02).	172
6.5.1.3 Tercer Tramo: Río Cachapoal en puente coinco (CA-03).....	173
6.5.1.4 Cuarto Tramo: Río Cachapoal en puente arqueado (CA-04).....	174
6.5.1.5 Quinto Tramo: Río Cachapoal a/j Coya (CA-05).....	175
6.5.1.6 Sexto Tramo: Río Cachapoal en puente codao (CA-06).	176
6.5.1.7 Séptimo Tramo: Río Cachapoal en Termas de Cauquenes (CA-07). .	177
6.6 BALANCE BENEFICIO – COSTO.....	178
7. CONCLUSIONES	180
8.LITERATURA CITADA	181
9. ANEXOS	183
9.1 ANEXO I	183
9.2 ANEXO II.....	186
9.3. ANEXO III.....	187
9.4 TABLA DE CONTENIDOS DE CUADROS	189

2. CONSIDERACIONES PREVIAS

El Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) ha trabajado en el diseño del Anteproyecto de Norma Secundaria de calidad de aguas que debería aplicarse en la Región del Libertador Bernardo O'Higgins, específicamente la cuenca del río Cachapoal. El presente estudio apunta a determinar el impacto económico que generaría una nueva Norma secundaria de calidad de aguas sobre el sector agropecuario en la cuenca del Río Cachapoal.

El informe final que se presenta contiene los resultados, los cuales deben ser analizados con precaución dada la falta de datos que permita llegar a resultados más confiables.

A continuación se describen cada uno de los procedimientos empleados en el análisis económico realizado.

3. MÉTODO

De acuerdo a lo sugerido por la Dirección Regional del SAG VI Región, se procedió al procesamiento de la información de la línea base contenida en el documento “Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivos de calidad” (CADE-IDEPE, 2004). Los valores de los parámetros establecidos en el “Anteproyecto de Norma Secundaria de calidad de aguas superficial de la cuenca del río Cachapoal y sus tributarios principales” (SAG, 2005) se contrastaron con la información de la línea base (CADE-IDEPE, 2004) y con los valores sugeridos en el estudio FAO de riego y drenaje 29 (FAO, 1987).

El contraste entre los valores presentados por el Anteproyecto con estudios tales como el de FAO en su publicación sobre Riego y Drenaje 29 (FAO, 1987) permite estimar el efecto que los diversos parámetros del agua de riego podrían ocasionar sobre los cultivos. En este caso, se seleccionó el estudio de FAO ya que al analizar dos estudios complementarios (i) Irrigation water quality standart and salinity management strategies, Texas A & M university system (1996) y ii) El estudio de calidad de aguas, Universidad Politécnica de Madrid (1997)), estos presentan valores similares para casi la totalidad de los parámetros evaluados exceptuando a los valores sugeridos para los elementos traza, los cuales presentan pequeñas variaciones con respecto a los valores sugeridos por el estudio FAO de riego y drenaje 29 (FAO, 1987).

El procedimiento utilizado para desarrollar el procesamiento de la información fue el siguiente:

3.1 ELECCIÓN DE PARÁMETROS

En el ámbito de la elaboración del Anteproyecto de Norma Secundaria de calidad de aguas, la Dirección Regional del SAG VI Región, centró su análisis en 30 parámetros. El listado de los parámetros considerados se muestran en el Cuadro 1.

3.2 ESTANDARIZACIÓN DE UNIDADES DE MEDIDA

Como primera labor se igualaron las unidades de medida de los parámetros contenidos en los documentos: i) “Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivos de calidad” (CADE-IDEPE, 2004), ii) “Anteproyecto de Norma Secundaria de calidad de aguas superficial de la cuenca del río Cachapoal y sus tributarios principales” (SAG, 2005) y iii) “Estudio FAO de riego y drenaje 29” (FAO, 1987).

Las unidades de medidas utilizadas se encuentran en el Cuadro 1.

Cuadro 1: Parámetros analizados y sus respectivas unidades de medida.

Parámetro	Unidad
CE	us/cm
RAS	s/i
DBO5	mg/L
O2 Disuelto	mg/L
pH	Unidad
Sól. Dis	mg/L
Sol. Susp	mg/L
Amonio	mg/L
Cianuro	mg/L
Cloruro	mg/L
Fluoruro	mg/L
Nitrito	mg/L
Sulfato	mg/L
Ac y grasa	mg/L
Detergente	mg/L
Boro	mg/L
Cobre	mg/L
Cromo	ug/L
Hierro	mg/L
Manganeso	mg/L
Molibdeno	mg/L
Niquel	ug/L
Selenio	ug/L
Zinc	mg/L
Aluminio	mg/L
Arsénico	mg/L
Cadmio	mg/L
Plomo	mg/L
Col. Fec	NMP/100 ml
Col. Tot	NMP/100 ml

Fuente: Elaboración propia en base a CADE-IDEPE (2004)

3.3 ELABORACIÓN DE CUADROS DE DATOS

Posterior a la estandarización de unidades se procedió a la elaboración de cuadros base en formato Excel para un mejor manejo de la información.

A continuación se describen los cuadros base confeccionados, el método utilizado y la interrelación entre ellos:

- i. Cuadro resumen con valores del estudio CADE-IDEPE (2004): contiene la información contenida en el anexo 7 (Índice de Calidad Actual cuenca del río Rapel) de acuerdo a los valores asignados a los parámetros por el estudio “Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivos de calidad: cuenca del río Rapel CADE-IDEPE (2004). Se confeccionó una tabla con cada uno de los valores por parámetro asignados a la situación existente en cada uno de los tramos (hojas de cálculo de 1C al 17C). En el CD adjunto los valores de los parámetros considerados en el estudio CADE – IDEPE para la elaboración de los cuadros se encuentran en el libro Excel llamado “Tablas y Gráficos”, en la hoja de cálculo “Resumen CADE”.
- ii. Incorporación de los Límites FAO: Elaboración de Cuadro con los límites publicados en “Estudio FAO de riego y drenaje 29” (FAO, 1987) para los parámetros analizados. En el caso de pH, Cloruro y Sulfato se calculó un promedio entre los rangos (Cuadro 2), en el resto de los parámetros se conservó el valor original.

Cuadro 2: Parámetros FAO (1987) a los cuales se les calculó un promedio¹.

Parámetro	Unidad	Rango	Promedio
pH	Unidad	6,5 - 8,5	7,5
Cloruro	mg/L	0 - 30	15
Sulfato	mg/L	0 - 40	20

Fuente: FAO (1987)

- iii. Cuadro con valores de parámetros del Anteproyecto de Norma (SAG 2005) propuestos por la Dirección Regional del SAG, VI Región: Se confeccionó un cuadro resumen con todos los tramos, en los que se incluyeron los valores de cada parámetro establecido en el Anteproyecto de Norma (SAG 2005). En el CD adjunto los valores de los parámetros considerados en el Anteproyecto de Norma para la elaboración de los cuadros se encuentran en el libro Excel llamado “Tablas y Gráficos”, en la hoja de cálculo “Ant. Norma”

Una vez elaborados los cuadros base en formato Excel se procedió a la elaboración de cuadros de comparación interrelacionando la información contenida en los cuadros base.

A continuación se detalla la forma de elaboración, el contenido e interpretación de los cuadros de comparación.

- iv. Cuadros con comparación entre valores del estudio CADE-IDEPE (2004), Anteproyecto de Norma (SAG, 2005) y límites FAO (1987): Se elaboró un cuadro por tramo, que contiene todos los parámetros asignados considerados por la Dirección Regional del SAG, VI Región. Estos cuadros consideran los datos de los parámetros del Estudio CADE-IDEPE (2004), Anteproyecto de Norma (SAG, 2005) y límites FAO (1987), no se ingresaron datos en forma directa, sino que se

¹ El Anexo II contiene los valores sugeridos por FAO para los parámetros considerados en el Anteproyecto de Norma.

creo un vínculo con el cuadro resumen CADE-IDEPE (“Resumen Cade”), cuadro resumen Anteproyecto de Norma (“Ant. Norma”) y cuadro con los límites FAO (“FAO”). Se debe considerar que en cada uno de los cuadros de comparación no se incluyeron valores en forma directa, sino fórmulas que relacionan las casillas de estos cuadro con los resultados que se encuentran en otras hojas de cálculo (específicamente en las hojas: “Resumen Cade” y “Ant. Norma”), por tanto no se deben realizar modificaciones, ni incluir valores en las celdas ya que esto eliminaría las fórmulas que han sido incluidas, las únicas casillas que pueden ser modificadas son aquellas que tienen texto). Este sistema se asegura la inexistencia de duplicidad de información, ya que los datos se ingresan solamente en los cuadros bases, por tanto si se modifica un valor en ellos (los cuadros base) se modifican automáticamente los valores en los cuadros interrelacionados.

La comparación de valores se realizó en dos etapas simultáneas: una de ellas consistió en ingresar la función de sustracción entre los valores propuestos por CADE-IDEPE (CADE-IDEPE, 2004) y los valores del Anteproyecto de Norma (SAG,2005), la otra comparación fue realizada a través de la función sustracción entre los valores del Estudio FAO 29 (FAO, 1987) y los del Anteproyecto de Norma (SAG,2005). El objetivo de la comparación es determinar si existe un “Aumento”, “Disminución” o “Igualdad” entre los valores propuestos por el Anteproyecto de Norma (SAG, 2005) con respecto a CADE-IDEPE (CADE-IDEPE, 2005) y FAO (FAO, 1987). En el presente informe, la comparación del Anteproyecto de Norma con la Calidad Actual y con los valores sugeridos por FAO para cada uno de los tramos de la cuenca del Cachapoal se encuentra en el capítulo 4.

En el CD adjunto los cálculos se encuentran en el libro Excel “Tablas y Gráficos”, las hojas de cálculo fueron nombradas bajo la siguiente nomenclatura: “N° de tramo” + “Cade_Ant_FAO”. Existe una hoja de cálculo por cada uno de los tramos asociados a la cuenca del Cachapoal, desde el “1Cade_Ant_FAO” al “17Cade_Ant_FAO”. Ej.: “1Cade_Ant_FAO”, Cuadros con comparación entre valores del estudio CADE-IDEPE (2004), Anteproyecto de Norma (SAG, 2005) y límites FAO (1987), para el tramo N° 1 “Río Cachapoal en Chacayanes”. La situación de cada uno de los parámetros en la cuenca del Cachapoal se encuentra en el presente informe en el capítulo 5, en dicho capítulo se realizan dos tipos de comparaciones:

iv.1 Anteproyecto de Norma vs Calidad actual: se presenta un cuadro resumen que muestra los cambios de condición que sufrió un determinado elemento al ser normado con respecto a los valores de Calidad Actual presentes en cada uno de los tramos de la cuenca del Cachapoal. Dicho análisis permite observar si el valor asignado a un determinado parámetro después de ser sometido al Anteproyecto de Norma aumenta, disminuye o se mantiene con respecto a los valores de Calidad Actual existentes en un determinado tramo.

iv.2 Anteproyecto de Norma vs FAO: se presenta un cuadro resumen que muestra los cambios de condición que sufrió un determinado elemento al ser normado con respecto a los valores internacionalmente sugeridos como normales por FAO para aguas de riego. Dicho análisis permite observar si el

valor asignado a un determinado parámetro después de ser sometido al Anteproyecto de Norma aumenta, disminuye o se mantiene con respecto a los valores sugeridos por FAO.

3.4 CRITERIOS DE COMPARACIÓN

Para determinar la existencia de variaciones se estableció el siguiente criterio:

- i. Si el resultado de la sustracción entre los valores del Anteproyecto de Norma (SAG, 2005) y CADE-IDEPE (2005) ó FAO (1987) arroja un resultado negativo (“A”), significa que los valores propuestos en el Anteproyecto de Norma (SAG, 2005) son más permisivos que los valores con los que se comparan .
- ii. Si el resultado de la sustracción entre los valores del Anteproyecto de Norma (SAG, 2005) y CADE-IDEPE (2005) ó FAO (1987) arroja un resultado positivo (“D”), implica que los valores propuestos en el Anteproyecto de Norma (SAG, 2005) son más restrictivos con respecto a los valores que se comparan.
- iii. Si el resultado de la sustracción entre los valores del Anteproyecto de Norma (SAG, 2005) y CADE-IDEPE (2005) ó FAO (1987) arroja un resultado igual a cero (“I”), implica que los valores propuestos en el Anteproyecto de Norma (SAG, 2005) no sufren variación con respecto a los valores que se comparan.

En los tramos donde no existía información en una o en ambas parejas de datos sometidos a análisis se usó la nomenclatura S/I (sin información).

3.5 CARTOGRAFÍA DE RIEGO

3.5.1 Procesamiento del Modelo Digital de Elevación (DEM) para la delimitación de Microcuencas de la zona en estudio

Se modeló la red de microcuencas hidrográficas de la Región del Libertador Bernardo O'Higgins con la finalidad de determinar los terrenos efectivamente regados por cada canal de regadío en la cuenca.

Las microcuencas se modelaron a partir de un Modelo Digital de Elevación (DEM) producto de la misión SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) de la NASA. Dicho modelo fue descargado directamente de la página del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS). Cabe señalar que el DEM descargado posee una resolución de 90 metros y tiene proyección geográfica (lat/long) con el *Datum* WGS 84, por tanto fue necesario hacer el respectivo cambio de proyección y *Datum* para Chile.

Para llevar a cabo esta tarea se recurrió a la ayuda de dos programas, *Arc View 3.2* e *Idrisi 32*. Con *Arc View 3.2* se procedió a transformar la proyección y *Datum* del DEM, quedando finalmente con proyección UTM19s y *Datum* PSAD 56. Con *Idrisi 32* se procedió a corregir los errores del DEM, los cuales eran esencialmente datos faltantes en ciertas áreas. Para solucionar estos errores se utilizó el comando *Filter* para suavizar datos y posteriormente *Pitremoval* con el fin de corregir datos erróneos (Figura 1).

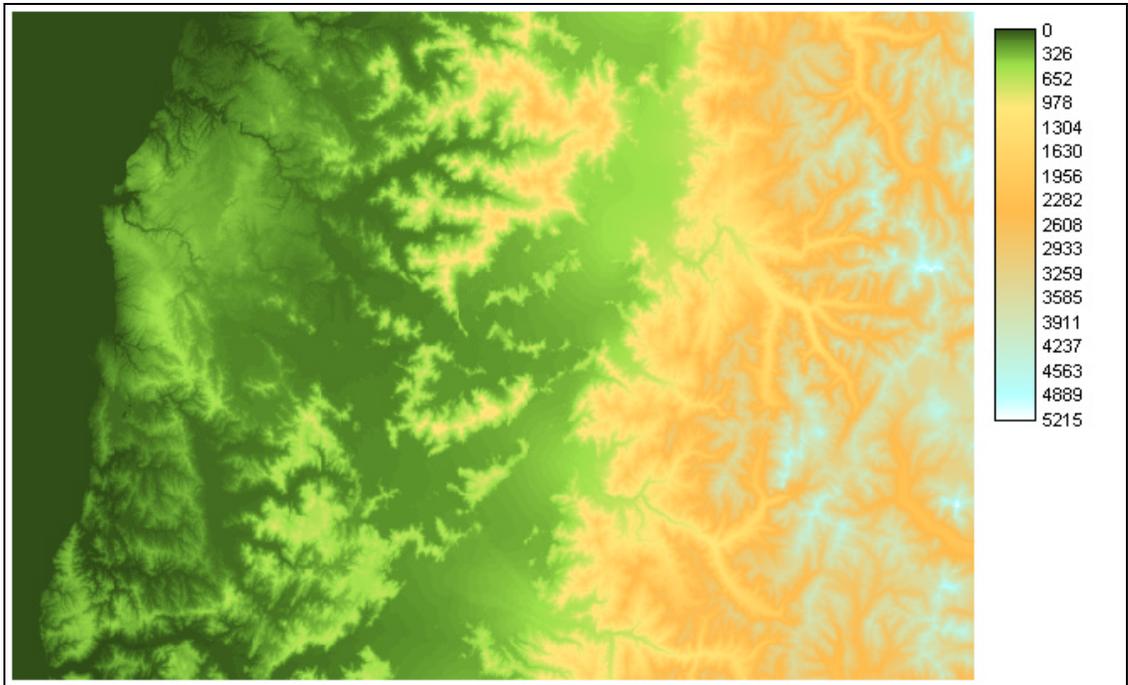


Figura 1. Modelo digital de elevación

Fuente: Elaboración propia en base a información arrojada por los programas Arc view 3.2 e Idrisi 32.

Una vez realizado el cambio de proyección se procedió a modelar las microcuencas para toda la Sexta Región. Para este fin se generó la hidrografía del sector mediante la utilización del comando *Runoff* de *Idrisi 32*, con el fin visualizar de mejor manera las microcuencas a generar (Figura 2).

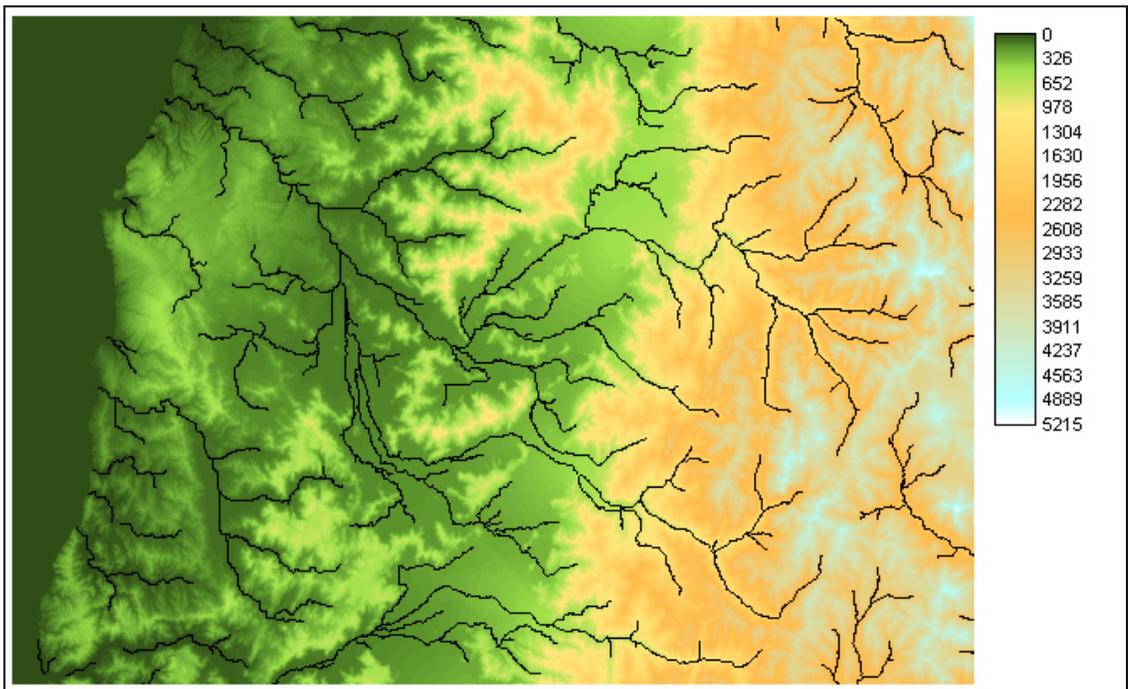


Figura 2. Drenaje Modelado con Idrisi 32.

Fuente: Elaboración propia en base a información arrojada por el programa Idrisi 32.

Las microcuencas se modelaron mediante la utilización del comando *Watershed* del programa *Idrisi 32*, lo que generó como resultado un total de 126 microcuencas (Figura 3) para toda la VI región abarcada por la red de canales proporcionados por el SAG (las cuencas que no incluyeran canales fueron eliminadas). Estas microcuencas se generaron de forma automática especificando el número mínimo de píxeles para la conformación de cada microcuenca (5.000).

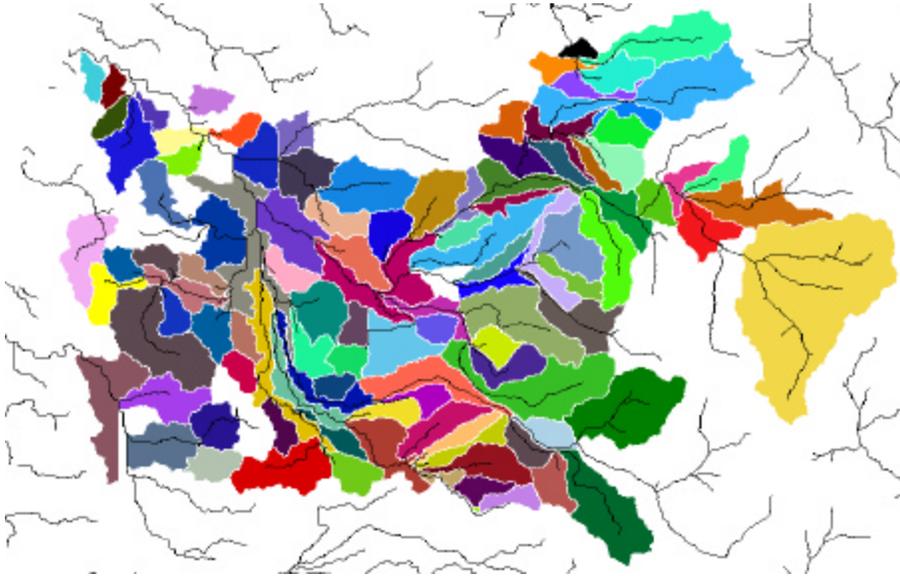


Figura 3. Cuencas modeladas con Idrisi 32

Fuente: Elaboración propia en base a información arrojada por el programa Idrisi 32.

3.5.2 Identificación, agrupación y reclasificación de canales según familias.

Se entenderá por una familia de canales a aquel conjunto de canales conectados entre sí que transportan el agua proveniente de un mismo punto del río (el que puede coincidir con la ubicación de una bocatoma).

La identificación de los canales pertenecientes a una familia se realizó siguiendo el código de la línea en el *shape* proporcionado por el SAG con el nombre original “Canales”. En dicho archivo, cada canal (línea) tenía como atributo un campo denominado “Codcan” (Código de canal). Este atributo estaba compuesto por un número de 23 cifras en el cual se puede reconocer si un canal cualquiera corresponde a una ramificación de otro canal. El reconocimiento es posible ya que el código de un canal secundario aumenta en comparación con el código del canal primario del cual proviene, pero al mismo tiempo mantiene las primeras cifras de dicho código sin variación. De este modo, al existir variación de algún dígito de los primeros 12 en el “Codean”, significa que existe cambio en la familia de canales. El cuadro 3 ejemplifica lo anteriormente descrito.

Cuadro 3. Nomenclatura de código de canales

Código de canal	Contador	Descripción
6001010011100000000000	1	Canal primario
6001010011101000000000	2	Primera ramificación en canal 1
6001010011102000000000	3	Segunda ramificación en canal 2
6001010011103000000000	4	Tercera ramificación en canal 1
6001010011103010000000	5	Primera ramificación en canal 4
6001010011104000000000	6	Cuarta ramificación en canal 1

Fuente: Elaborado por los autores en base a información arrojada por el programa Arc view 3.2

La representación gráfica de la agrupación y reclasificación de canales según familias se muestra en la Figura 4.

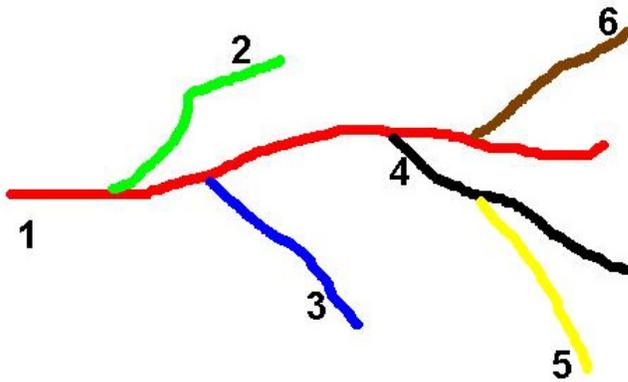


Figura 4. Especialización de canales enunciados en el cuadro 3.

Fuente: Elaborado por los autores en base a información generada por el programa Arc View 3.2

En la Figura 4 el número que acompaña a cada canal corresponde al contador del mismo en el cuadro 3, de esta manera se ordenó el campo “Codcan” manera ascendente en la tabla de atributos y se editó un campo nuevo que se denominó “Fam_canal” (familias de canales). Agrupando según los códigos se reclasificaron todas las familias de canales, siendo rebautizadas con el “Codcan” del canal principal o canal padre. En el ejemplo, el canal padre de la familia es el número 1, cuyo “Codcan” es “0600101001110000000000” por lo que la familia completa fue reclasificada con dicho valor en el campo “Fam_canal”.

Posteriormente, se disolvieron los demás atributos de la tabla, usando el comando *Dissolve*, creando un nuevo *shape* que fue denominado “Familias de canales”.

La tabla de atributos del *shape* “Familia de canales”, inicialmente poseía sólo el campo “Fam_Canal”, en el cual cada familia era identificada con el código original del canal padre. Para facilitar la comprensión del número se agregó un nuevo campo de atributos que se denominó “ID_simple” (identificador simple), que enumeró las familias de canales desde la 1 a la 730.

3.5.3 Construcción de la tabla de consulta para el *shape* “Cuencas agrícolas”

La región sometida a estudio fue dividida en 126 microcuencas, en cada una de ellas se identificó la familia de canales (o parte de ellas) que irrigan la superficie agrícola correspondiente. Esta información permitió la confección de una tabla de consulta, cuyo objetivo fue permitir la obtención de la información directamente sobre el *shape*, de modo que al consultar sobre una microcuenca determinada, automáticamente se conocieran los canales que irrigan dicha microcuenca.

Para construir la tabla de consulta, se trabajó con el software *Idrisi 32*, siguiendo los siguientes pasos:

- iv. En primer lugar se importó el *shape* “Familias de canales” a *Idrisi*.
- v. Se rasterizó el vector “Familias de canales”, el cual originalmente era de líneas, con una resolución espacial de 90 metros (al igual que el DEM). El archivo resultante fue asignado con los valores del campo “ID_simple”. De este modo cada familia de canales llevó un valor entre 1 y 730.
- vi. Para cada una de las 126 microcuencas se construyó una imagen booleana (Figura 5) en la cual el espacio encerrado por la microcuenca correspondiente llevaba el valor 1, y el resto de la imagen el valor 0 (esto se realizó usando el comando *Reclass*).

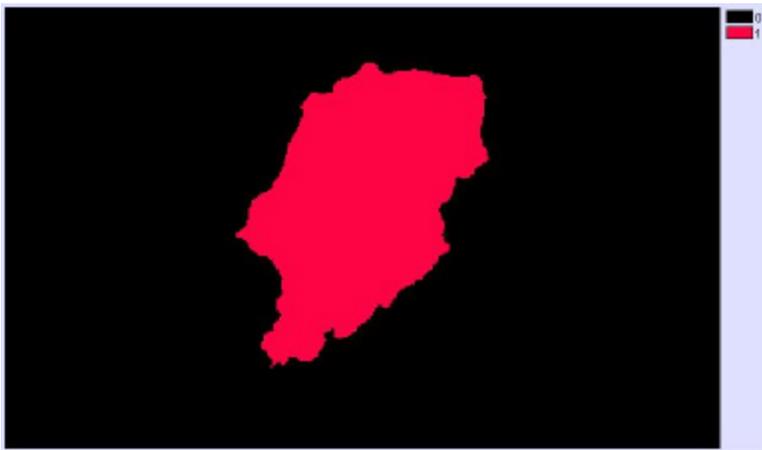


Figura 5. Cuenca 48

Fuente: Elaborado por los autores en base a información generada por el programa Arc View 3.2

- vii. Cada una de las imágenes resultantes del paso anterior fue multiplicado por el archivo raster de “Familias de canales”, usando la herramienta *Image Calculator*. De esto modo se obtuvo para cada microcuenca una imagen que permitió visualizar solamente los canales que la irrigan, tal como lo muestra la Figura 6.

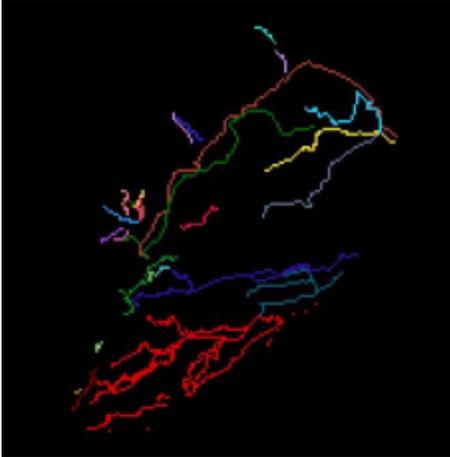


Figura 6. Canales de la microcuenca 48

Fuente: Elaborado por los autor en base a información generada por el programa Arc View 3.2

- viii. Posteriormente, para cada una de las imágenes resultantes del paso anterior se ocupó el comando *Area* para conocer automáticamente, a través de una tabla de valores, cada una de las categorías (de canales en este caso) existentes dentro de la microcuenca correspondiente.
- ix. A partir de la información obtenida en el paso anterior, se elaboró una tabla *Excel* en la cual es posible observar todos los canales que se encuentran en cada una de las microcuencas.
- x. Finalmente se utilizó la tabla de consulta para modificar el archivo “.dbf” del *shape* “Cuencas agrícolas”. De este modo, al consultar sobre una microcuenca específica es posible visualizar automáticamente los canales presentes en dicha microcuenca (Figura 7).

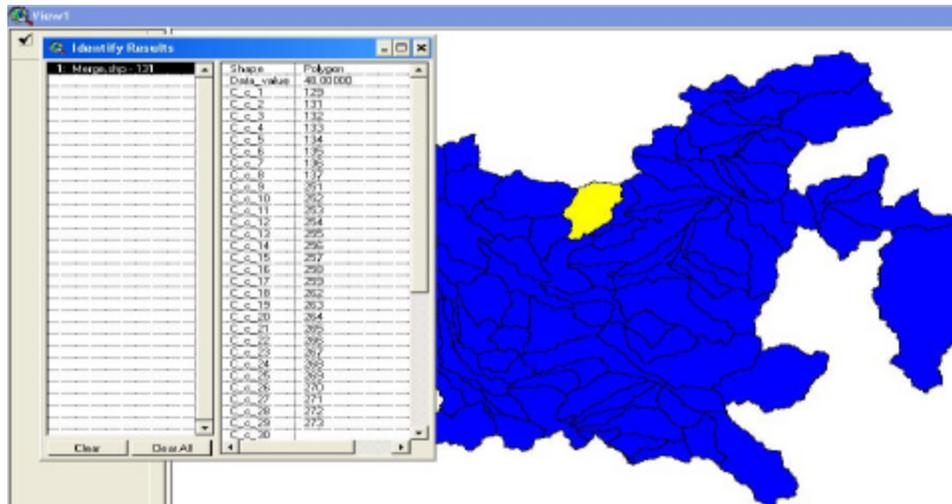


Figura 7. Consulta microcuena 48

Fuente: Elaborado por los autores en base a información generada por el programa Arc View 3.2

- xi. La Figura 7 muestra la microcuena 48, la cuál es regada por 29 familias de canales, lo cual se puede saber a través del “C_c” (contador de canal). Dichas familias se encuentran expresadas por el ID_simple.

3.5.4 Construcción de la tabla de consulta para el shape “Familias de canales”

El objetivo de la construcción de esta tabla de consulta fue permitir la obtención de la información directamente sobre el *shape* “Familias de canales”, de modo que al consultar sobre un canal en particular fuera posible en forma automática conocer las microcuencas regadas por dicho canal.

A partir de la tabla obtenida en el paso 6 de la sección anterior se realizó la operación inversa, que consistió en enumerar los canales desde el 1 al 730. A partir de este dato se completo el valor de las microcuencas que riegan dichos canales a partir de la tabla anteriormente mencionada. Por tanto, al consultar sobre un canal en específico se puede observar automáticamente la totalidad de las microcuencas regadas por dicho canal (Figura 8).

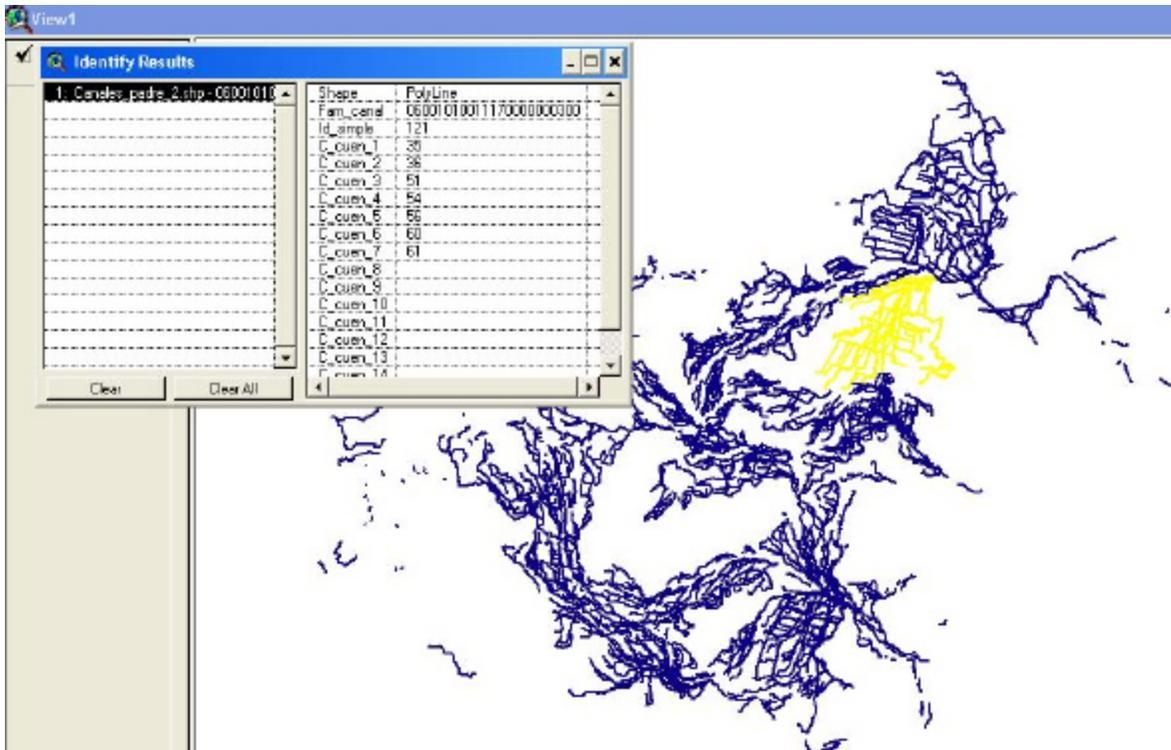


Figura 8: Consulta de canal 121

Fuente: Elaborado por los autores en base a información generada por el programa Arc View 3.2

Por ejemplo, en la Figura 8 se muestra la red (o familia) de canales 121 riega 7 microcuencas, lo que se sabe observando el “C_cuen” (contador de cuenca). Dichas microcuencas valores se expresan en la tabla de consulta.

3.5.5 Relación entre las familias de canales y las bocatomas correspondientes

Para poder asignar las familias de canales a la bocatoma correspondiente y posteriormente a los tramos de los ríos, basta observar el atributo de los canales “Fam_canal” del *shape* “Familias de canales”, ya que este coincide con el atributo de las “Codboc” (código de bocatoma) del *shape* “Bocatomas”, con la única salvedad de que el “Codboc” posee dos dígitos extra, estos son un 0 y un 1 al término del código. A modo de ejemplo obsérvese el siguiente cuadro.

Cuadro 4. Código de bocatoma y familia de canales correspondientes

Codboc	Fam_canal
0600101001117000000030001	06001010011170000000300
0600101001129000000040001	06001010011290000000400

Fuente: Elaborado por los autores en base a información generada por el programa Arc View 3.2

Tal como se ve en el cuadro 4, los códigos son idénticos, con la salvedad de que el “Codboc” posee un 01 adicional en cada caso (con color rojo en el cuadro).

3.5.6 Asignación de tramos de control de calidad de agua a las bocatomas

A partir del documento “Propuesta Anteproyecto Norma Secundaria de Calidad Ambiental para la Protección de las Aguas de la Cuenca del río Cachapoal, VI Región”, se cartografiaron digitalmente los puntos que delimitaban los distintos tramos de control, en *Arc View 3.2*.

Una vez establecidos los tramos de vigilancia se procedió a identificar cada una de las bocatomas existentes en cada segmento. Luego se complementó la tabla de atributos del *shape* “Bocatomas_tramos”, editando un nuevo campo de atributos denominado “Tramo”, cuyo valor indica el código del tramo del río del cual extrae agua la bocatoma correspondiente, tal como lo muestra la Figura 9.

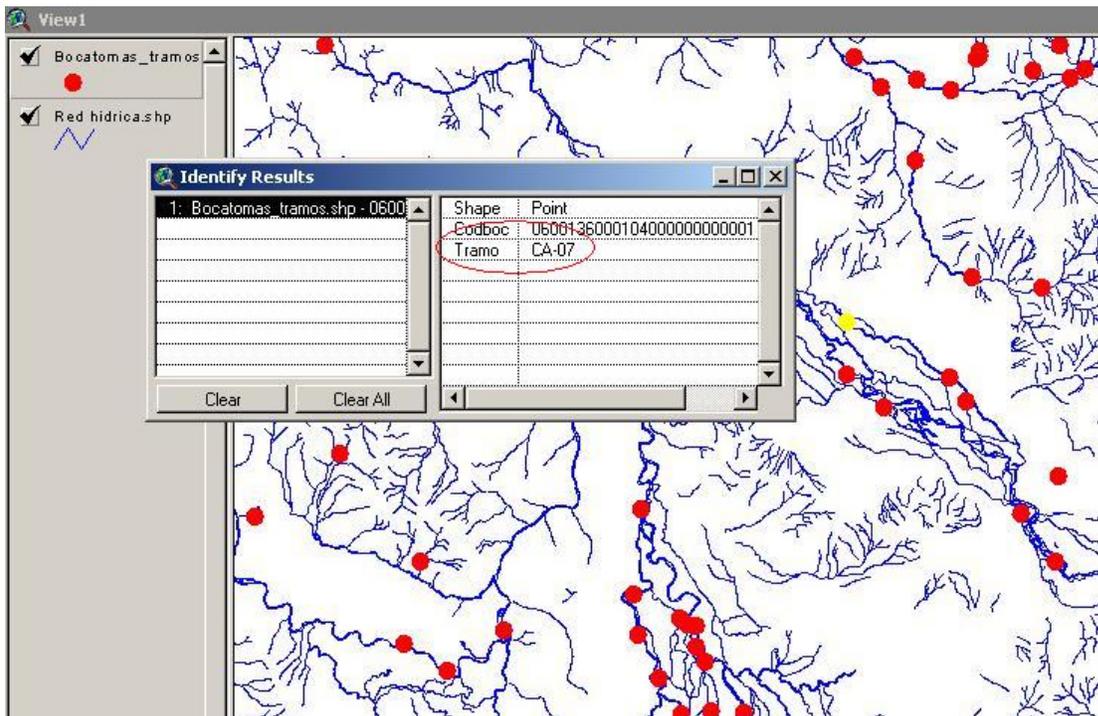


Figura 9. Consulta al *shape* “Bocatomas_tramos”

Fuente: Elaborado por los autores en base a información generada por el programa *Arc View 3.2*

3.5.7 Asignación de tramos de control de calidad de agua a las familias de Canales

De igual forma a lo expresado en la sección 3.5.4, se procedió a complementar la tabla de atributos del *shape* “Familias de canales” insertando un nuevo campo denominado “tramos”, el cual se construyó con la información correspondiente a cada segmento de control de calidad de agua. De esta manera al consultar la tabla de atributos del *shape* “Familias de canales”, es posible conocer el segmento del río del cual proviene el agua que circula por dichos canales (Figura 10).

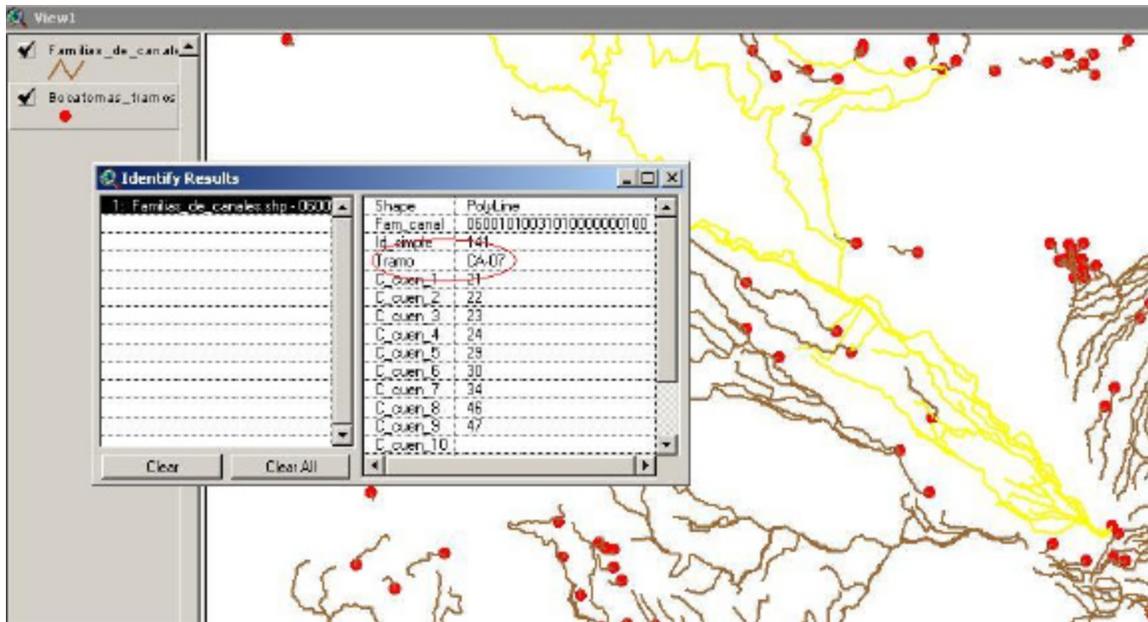


Figura 10. Consulta a shape “Familia de canales”

Fuente: Elaborado por los autores en base a información generada por el programa Arc View 3.2

3.5.8 Asignación de tramos de control de calidad de agua a las microcuencas modeladas

Conocido el tramo del río del cual proviene el agua transportada por cada canal, se pudo complementar la tabla de atributos del shape “Cuencas Agrícolas”, insertando un nuevo campo de atributos llamado “Tramos”, cuyo valor corresponde al tramo (o los tramos) del río del cual proviene el agua que circula por una determinada microcuenca. Por tanto al consultar sobre una microcuenca en específico, es posible conocer automáticamente el o los tramos del río de los cuales proviene el agua de los canales que circulan por dicha microcuenca (Figura 11).

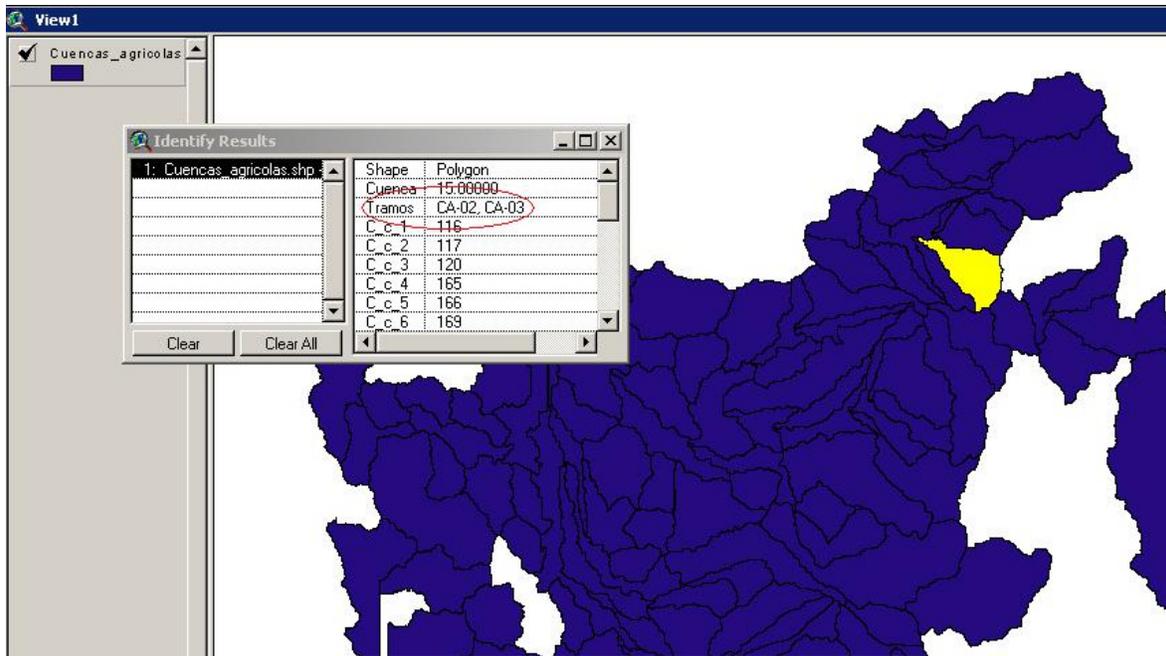


Figura 11. Consulta a Shape “Cuencas agrícolas”

Fuente: Elaborado por los autores en base a información generada por el programa Arc View 3.2

3.5.9 Construcción de carta de sensibilidad de series de suelo

Utilizando el *shape* de series de suelo e información sobre sensibilidad de parámetros (capítulo 6.1.1), se construyó un *shape* denominado “sensibilidad_series”, el cual permite conocer la sensibilidad de los suelos respecto de distintos grupos de contaminantes (Figura 12).

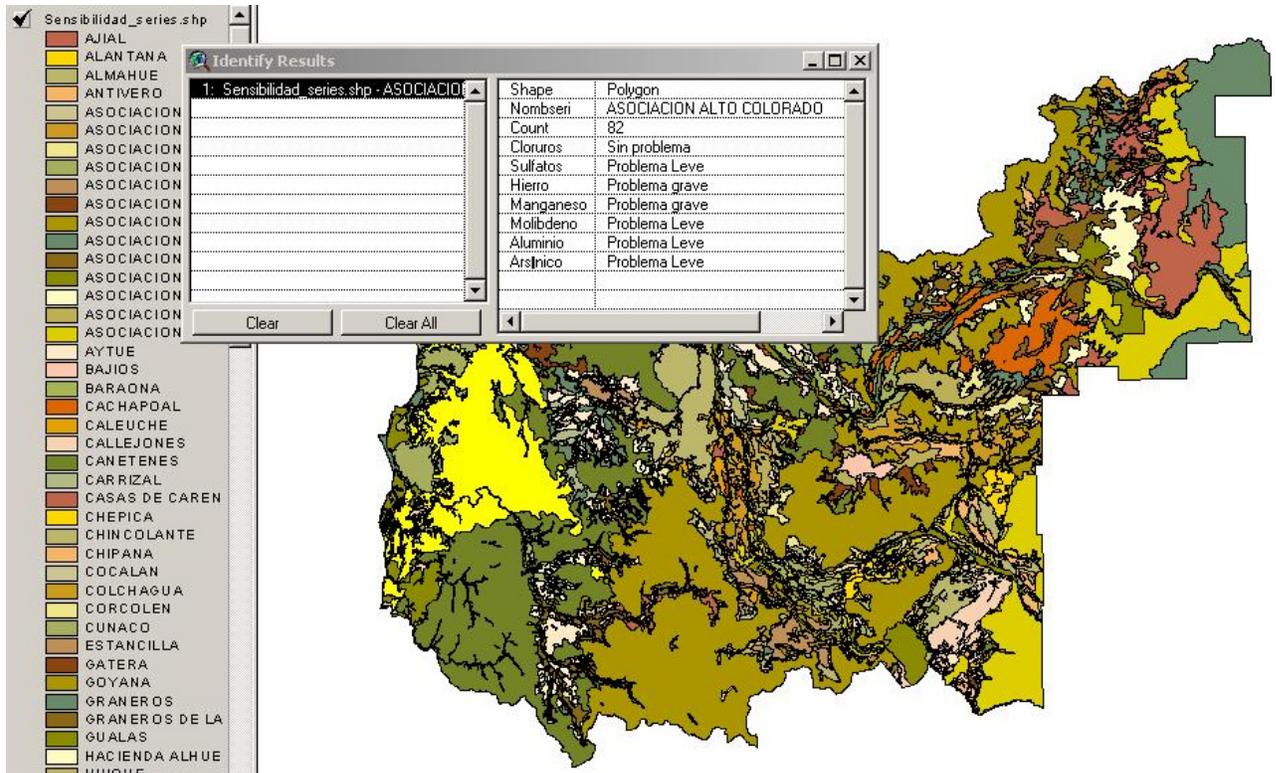


Figura 12. Consulta a *Shape* “sensibilidad series”

Fuente: Elaborado por los autores en base a información generada por el programa Arc View 3.2

3.5.10 Asociación de series de suelo con tramo de vigilancia respectivo

Tras la elaboración del *shape* “sensibilidad_serie”, se realizó la unión del mismo con el *shape* “cuencas_agricolas”. Dicha conjunción permite que al consultar sobre una determinada serie sea posible conocer el tramo del río del cual proviene el agua que riega dicha serie, así como los canales que circulan por ella. Esto se debe a que el *shape* “cuencas_agricolas” ya poseía la información que conectaba las cuencas con los tramos, por tanto la información se mantuvo al realizar la unión. El *shape* resultante fue denominado “serie_canal_tramo” (Figura 13).

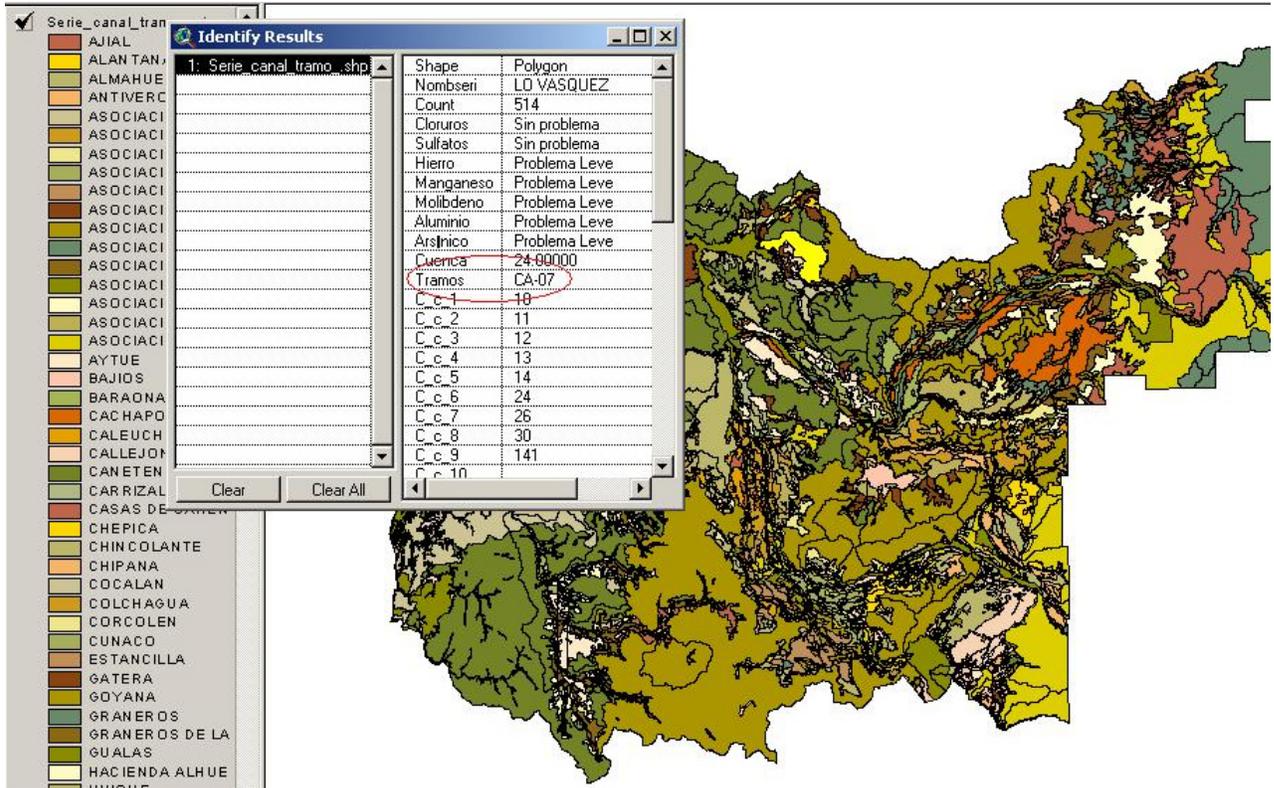


Figura 13. Consulta al Shape “serie_canal_tramo”

Fuente: Elaborado por los autores en base a información generada por el programa Arc View 3.2

3.5.11 Consideraciones generales

Se debe tener presente las siguientes consideraciones:

No todas las bocatomas se encontraban necesariamente dentro de alguno de los segmentos de control, por consiguiente no todas las bocatomas ni las familias de canales poseen el atributo “Tramo”. Lo anterior quiere decir que al consultar por los “Tramos” en el *shape* de “Cuencas agrícolas”, sólo se sabrá los tramos de aquellos canales cuyas bocatomas estén dentro de un tramo regulado.

Al consultar sobre el *shape* “Cuencas Agrícolas”, el atributo “Tramos”, tal vez indique el código del canal de una forma abreviada. Esto es así en aquellos casos en los que por la microcuenca circule agua proveniente de muchos canales. El cuadro 5 ejemplifica esta situación.

Cuadro 5. Abreviación de códigos de tramos de vigilancia

Abreviación	Tramos correspondientes
CA-01-02-03-04	CA-01, CA-02, CA-03, CA-04
CA-02-03, AV-01-02	CA-02, CA-03, AV-01, AV-02

Fuente: Elaborado por los autores en base a información generada por el programa Arc View 3.2

La información cartográfica se encuentra disponible en el CD “Cartografía_Norma Agua_Cuenca Cachapoal” que se adjunta con el presente informe.

4. CARACTERIZACION DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS EN LA CUENCA DEL RIO CACHAPOAL

4.1 ÁREAS DE VIGILANCIA PARA LA CUENCA DEL RÍO CACHAPOAL

La caracterización de la calidad de las aguas y el criterio de división (diecisiete tramos para la cuenca del Cachapoal) se ajusta a la propuesta realizada en el estudio “Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua, según objetivo de calidad” desarrollado por CADE - IDEPE (2004) (Cuadro 6).

Cuadro 6: Áreas de vigilancia para la cuenca del río Cachapoal

SEGMENTOS DE VIGILANCIA	DESDE	HASTA
CA-01	Naciente Río Cachapoal N 6.195.927E 397.503	Confluencia con Río Pangal N 6.210.777E 363.527
CA-02	Confluencia Río Pangal N 6.210.777E 363.527	Confluencia Río Coya N 6.213.758E 359.013
CA-03	Confluencia Río Coya N 6.213.764E 359.012	Confluencia Estero Los Leones N 6.212.199E 342.323
CA-04	Confluencia Estero Los Leones N 6.212.199E 342.323	Confluencia Estero La Cadena N 6.215.086E 330.172
CA-05	Confluencia Estero La Cadena N 6.215.086E 330.172	Confluencia Estero Idahue N 6.196.137E 302.585
CA-06	Confluencia Estero Idahue N 6.196.137E 302.585	Confluencia Río Claro de Rengo N 6.191.304E 304.404
CA-07	Confluencia Río Claro de Rengo N 6.191.304E 304.404	Entrada Embalse Rapel N 6.204.849E 281.871
PA-01	Naciente Río Pangal N 6.211.943E 382.958	Confluencia Río Cachapoal N 6.210.777E 363.527
CO-01	Naciente Río Coya N 6.234.931E 376.126	Confluencia Río Cachapoal N 6.213.764E 359.012
LC-01	Naciente Estero (confluencia esteros Machalf y Las Delicias) N 6.224.229 E 342.161	Confluencia Río Cachapoal N 6.215.086E 330.172
CL-01	Naciente Río Claro N 6.175.778E 357.023	Puente Chanqueahue Rengo N 6.191.106E 333.863
CL-02	Puente Chanqueahue, Rengo N 6.191.106E 333.863	Confluencia Río Cachapoal N 6.191.304E 304.404
ZA-01	Naciente, Puente Las Truchas, Malloa N 6.185.192E 319.198	Confluencia Río Cachapoal N 6.189.874E 299.576
RI-01	Naciente Estero N 6.173.237E 340.837	Confluencia Estero Zamorano N 6.185.192E 319.198
AV-01	Naciente Estero N 6.173.657E 346.658	Puente Antivero, Ruta 5 Sur N 6.170.377E 319.163
AV-02	Puente Antivero, Ruta 5 Sur N 6.170.377E 319.163	Puente Ruta IH, después de San Fernando N 6.179.158E 319.133
AV-03	Puente Ruta IH, después de San Fernando N 6.179.158E 319.133	Confluencia Estero Zamorano N 6.185.147E 319.193

Fuente: Anteproyecto de Norma Secundaria de calidad de aguas, cuenca Cachapoal (SAG, 2005).

Tras la elaboración de los cuadros y del establecimiento de criterios de comparación, se procedió a realizar el contraste entre los valores del Anteproyecto de Norma (SAG,2005) con respecto a CADE-IDEPE (2004) y FAO (1987), los resultados se presentan a continuación en los cuadros 7 al 23².

² FAO entrega recomendaciones sobre concentraciones posibles de causar fitotoxicidad medidas en mg/l (medida con la que se trabaja en los cuadros 7 al 23) para los elementos Cadmio, Niquel y Cromo. La

comparación de los elementos Cadmio, Niquel y Cromo medidos como ug/l se encuentra en los cuadros del anexo III.

4.2 CALIDAD DE AGUA DE RIEGO EN LA CUENCA CACHAPOAL

4.2.1 Primer Tramo: Río Cachapoal en Chacayanes (CA-01).

Cuadro 7: Parámetros de calidad en el tramo Río Cachapoal en Chacayanes (CA-01)

Compuesto	Unidad	CADE-IDEPE (Línea Base)	Ant. Norma	FAO	Variación		Variación	
					A. Norma vs Cade	A, D ó I*	A. Norma vs FAO	A, D ó I*
CE	us/cm	456,30	600,00	3.000,00	-143,70	Aumenta	2.400,00	Disminuye
RAS		s/i	s/i		s/i	s/i	s/i	s/i
DBO5	mg/L	2,00	5,00	s/i	-3,00	Aumenta	s/i	s/i
O2 Disuelto	mg/L	10,40	7,50	s/i	2,90	Disminuye	s/i	s/i
pH	Unidad	7,30	7,50	7,50	-0,20	Aumenta	0,00	Igual
Sól. Dis	mg/L	s/i	400,00	2.000,00	s/i	s/i	s/i	s/i
Sol. Susp	mg/L	2.667,00	316,00	2.000,00	2.351,00	Disminuye	1.684,00	Disminuye
Amonio	mg/L	s/i	s/i	5,00	s/i	s/i	s/i	s/i
Cianuro	mg/L	s/i	s/i		s/i	s/i	s/i	s/i
Cloruro	mg/L	46,40	80,00	15,00	-33,60	Aumenta	-65,00	Aumenta
Fluoruro	mg/L	s/i	s/i	1,00	s/i	s/i	s/i	s/i
Nitrito	mg/L	s/i	s/i	10,00	s/i	s/i	s/i	s/i
Sulfato	mg/L	109,60	120,00	20,00	-10,40	Aumenta	-100,00	Aumenta
Ac y grasa	mg/L	s/i	s/i		s/i	s/i	s/i	s/i
Detergente	mg/L	s/i	s/i		s/i	s/i	s/i	s/i
Boro	mg/L	s/i	s/i	3,00	s/i	s/i	s/i	s/i
Cobre	mg/L	0,00065	0,00100	0,20000	-0,00035	Aumenta	0,19900	Disminuye
Cromo	mg/L	s/i	0,00	0,10	s/i	s/i	0,10	Disminuye
Hierro	mg/L	10,80	8,95	5,00	1,85	Disminuye	-3,95	Aumenta
Manganeso	mg/L	0,33	0,48	0,20	-0,15	Aumenta	-0,28	Aumenta
Molibdeno	mg/L	0,02	0,15	0,01	-0,13	Aumenta	-0,14	Aumenta
Niquel	mg/L	s/i	0,00	0,20	s/i	s/i	0,20	Disminuye
Selenio	mg/L	s/i	0,000004	0,02	s/i	s/i	0,02	Disminuye
Zinc	mg/L	0,06	0,10	2,00	-0,04	Aumenta	1,90	Disminuye
Aluminio	mg/L	8,00	5,00	5,00	3,00	Disminuye	0,00	Igual
Arsénico	mg/L	0,03	0,04	0,10	-0,01	Aumenta	0,06	Disminuye
Cadmio	mg/L	s/i	0,00	0,01	s/i	s/i	0,01	Disminuye
Plomo	mg/L	s/i	0,20	5,00	s/i	s/i	4,80	Disminuye
Col. Fec	IMP/100 n	20,00	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
Col. Tot	IMP/100 n	0,00	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de norma (2005) y FAO 29 (1987).

4.2.2 Segundo Tramo: Río Cachapoal rivera sur (CA-02).

Cuadro 8: Parámetros de calidad en el tramo Río Cachapoal rivera sur (CA-02)

Compuesto	Unidad	CADE-	Ant. Norma	FAO	Variación		Variación	A, D ó I*
		IDEPE (Línea Base)			A. Norma vs Cade	A. Norma vs FAO		
CE	us/cm	550,90	600,00	3.000,00	-49,10	Aumenta	2.400,00	Disminuye
RAS		s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
DBO5	mg/L	2,00	20,00	s/i	-18,00	Aumenta	s/i	s/i
O2 Disuelto	mg/L	10,20	7,50	s/i	2,70	Disminuye	s/i	s/i
pH	Unidad	7,90	7,50	7,50	0,40	Disminuye	0,00	Aumenta
Sól. Dis	mg/L	s/i	400,00	2.000,00	s/i	s/i	1.600,00	Disminuye
Sol. Susp	mg/L	920,00	438,00	2.000,00	482,00	Disminuye	1.562,00	Disminuye
Amonio	mg/L	s/i	0,50	5,00	s/i	s/i	4,50	Disminuye
Cianuro	mg/L	s/i	5,00		s/i	s/i	-5,00	Aumenta
Cloruro	mg/L	44,30	80,00	15,00	-35,70	Aumenta	-65,00	Aumenta
Fluoruro	mg/L	s/i	0,80	1,00	s/i	s/i	0,20	Disminuye
Nitrato	mg/L	s/i	0,05	10,00	s/i	s/i	9,95	Disminuye
Sulfato	mg/L	188,50	120,00	20,00	68,50	Disminuye	-100,00	Aumenta
Ac y grasa	mg/L	s/i	10,00		s/i	s/i	-10,00	Aumenta
Detergente	mg/L	s/i	0,16		s/i	s/i	-0,16	Aumenta
Boro	mg/L	s/i	s/i	3,00	s/i	s/i	s/i	s/i
Cobre	mg/L	0,00	0,00020	0,20000	0,00037	Disminuye	0,19980	Disminuye
Cromo	mg/L	s/i	0,00	0,10	s/i	s/i	0,10	Disminuye
Hierro	mg/L	11,10	8,48	5,00	2,62	Disminuye	-3,48	Aumenta
Manganeso	mg/L	4,00	0,39	0,20	3,61	Disminuye	-0,19	Aumenta
Molibdeno	mg/L	0,03	0,15	0,01	-0,12	Aumenta	-0,14	Aumenta
Niquel	mg/L	s/i	0,00	0,20	s/i	s/i	0,20	Disminuye
Selenio	mg/L	s/i	0,000004	0,02	s/i	s/i	0,02	Disminuye
Zinc	mg/L	0,09	1,00	2,00	-0,91	Aumenta	1,00	Disminuye
Aluminio	mg/L	10,70	20,60	5,00	-9,90	Aumenta	-15,60	Aumenta
Arsénico	mg/L	0,04	0,04	0,10	0,00	Disminuye	0,06	Disminuye
Cadmio	mg/L	s/i	0,00	0,01	s/i	s/i	0,01	Disminuye
Plomo	mg/L	s/i	0,20	5,00	s/i	s/i	4,80	Disminuye
Col. Fec	NMP/100 ml	767,00	2.000,00	s/i	-1.233,00	Aumenta	s/i	s/i
Col. Tot	NMP/100 ml	0,00	5.000,00	s/i	-5.000,00	Aumenta	s/i	s/i

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de norma (2005) y FAO 29 (1987).

4.2.3 Tercer Tramo: Río Cachapoal en puente coinco (CA-03).

Cuadro 9: Parámetros de calidad en el tramo Río Cachapoal en puente coinco (CA-03)

Compuesto	Unidad	CADE-	Ant. Norma	FAO	Variación		Variación	A, D ó I*
		IDEPE (Línea Base)			A. Norma vs Cade	A. Norma vs FAO		
CE	us/cm	570,90	750,00	3.000,00	-179,10	Aumenta	2.250,00	Disminuye
RAS		s/í	s/í	s/í	s/í	s/í	s/í	s/í
DBO5	mg/L	5,10	5,00	s/í	0,10	Disminuye	s/í	s/í
O2 Disuelto	mg/L	10,00	5,50	s/í	4,50	Disminuye	s/í	s/í
pH	Unidad	7,60	7,50	7,50	0,10	Disminuye	0,00	Igual
Sól. Dis	mg/L	s/í	1.000,00	2.000,00	s/í	s/í	1.000,00	Disminuye
Sol. Susp	mg/L	41,00	767,00	2.000,00	-726,00	Aumenta	1.233,00	Disminuye
Amonio	mg/L	s/í	0,50	5,00	s/í	s/í	4,50	Disminuye
Cianuro	mg/L	s/í	5,00		s/í	s/í	-5,00	Aumenta
Cloruro	mg/L	46,90	80,00	15,00	-33,10	Aumenta	-65,00	Aumenta
Fluoruro	mg/L	s/í	0,80	1,00	s/í	s/í	0,20	Disminuye
Nitrito	mg/L	s/í	0,05	10,00	s/í	s/í	9,95	Disminuye
Sulfato	mg/L	120,90	500,00	20,00	-379,10	Aumenta	-480,00	Aumenta
Ac y grasa	mg/L	s/í	10,00		s/í	s/í	-10,00	Aumenta
Detergente	mg/L	s/í	0,16		s/í	s/í	-0,16	Aumenta
Boro	mg/L	s/í	s/í	3,00	s/í	s/í	s/í	s/í
Cobre	mg/L	0,00	0,00773	0,20000	-0,00767	Aumenta	0,19227	Disminuye
Cromo	mg/L	s/í	0,00	0,10	s/í	s/í	0,10	Disminuye
Hierro	mg/L	20,70	13,69	5,00	7,01	Disminuye	-8,69	Aumenta
Manganeso	mg/L	0,64	0,49	0,20	0,15	Disminuye	-0,29	Aumenta
Molibdeno	mg/L	0,02	0,50	0,01	-0,48	Aumenta	-0,49	Aumenta
Níquel	mg/L	s/í	0,00	0,20	s/í	s/í	0,20	Disminuye
Selenio	mg/L	s/í	0,000004	0,02	s/í	s/í	0,02	Disminuye
Zinc	mg/L	0,10	1,00	2,00	-0,90	Aumenta	1,00	Disminuye
Aluminio	mg/L	33,10	9,29	5,00	23,81	Disminuye	-4,29	Aumenta
Arsénico	mg/L	0,03	0,14	0,10	-0,11	Aumenta	-0,04	Aumenta
Cadmio	mg/L	s/í	0,00	0,01	s/í	s/í	0,01	Disminuye
Plomo	mg/L	s/í	0,20	5,00	s/í	s/í	4,80	Disminuye
Col. Fec	NMP/100 ml	1.100,00	2.000,00	s/í	-900,00	Aumenta	s/í	s/í
Col. Tot	NMP/100 ml	0,00	5.000,00	s/í	s/í	s/í	s/í	s/í

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de norma (2005) y FAO 29 (1987).

4.2.4 Cuarto Tramo: Río Cachapoal en puente arqueado (CA-04).

Cuadro 10: Parámetros de calidad en el tramo Río Cachapoal en puente arqueado (CA-04)

Compuesto	Unidad	CADE-	Ant. Norma	FAO	Variación	A, D ó I*	Variación	A, D ó I*
		IDEPE (Línea Base)			A. Norma vs Cade		A. Norma vs FAO	
CE	us/cm	569,70	600,00	3.000,00	-30,30	Aumenta	2.400,00	Disminuye
RAS		s/i	s/i		s/i	s/i	s/i	s/i
DBO5	mg/L	3,20	5,00	s/i	-1,80	Aumenta	s/i	s/i
O2 Disuelto	mg/L	9,80	7,50	s/i	2,30	Disminuye	s/i	s/i
pH	Unidad	8,00	7,50	7,50	0,50	Disminuye	0,00	Igual
Sól. Dis	mg/L	s/i	400,00	2.000,00	s/i	s/i	1.600,00	Disminuye
Sol. Susp	mg/L	67,00	529,00	2.000,00	-462,00	Aumenta	1.471,00	Disminuye
Amonio	mg/L	s/i	0,50	5,00	s/i	s/i	4,50	Disminuye
Cianuro	mg/L	s/i	5,00		s/i	s/i	-5,00	Aumenta
Cloruro	mg/L	37,80	80,00	15,00	-42,20	Aumenta	-65,00	Aumenta
Fluoruro	mg/L	s/i	0,80	1,00	s/i	s/i	0,20	Disminuye
Nitrito	mg/L	s/i	0,05	10,00	s/i	s/i	9,95	Disminuye
Sulfato	mg/L	124,60	150,00	20,00	-25,40	Aumenta	-130,00	Aumenta
Ac y grasa	mg/L	s/i	10,00		s/i	s/i	-10,00	Aumenta
Detergente	mg/L	s/i	0,16		s/i	s/i	-0,16	Aumenta
Boro	mg/L	s/i	s/i	3,00	s/i	s/i	s/i	s/i
Cobre	mg/L	0,00	0,00100	0,20000	-0,00019	Aumenta	0,19900	Disminuye
Cromo	mg/L	s/i	0,00	0,10	s/i	s/i	0,10	Disminuye
Hierro	mg/L	7,30	7,22	5,00	0,08	Disminuye	-2,22	Aumenta
Manganeso	mg/L	4,00	0,35	0,20	3,65	Disminuye	-0,15	Aumenta
Molibdeno	mg/L	0,02	0,15	0,01	-0,13	Aumenta	-0,14	Aumenta
Niquel	mg/L	s/i	0,00	0,20	s/i	s/i	0,20	Disminuye
Selenio	mg/L	s/i	0,000004	0,02	s/i	s/i	0,02	Disminuye
Zinc	mg/L	0,06	0,12	2,00	-0,06	Aumenta	1,88	Disminuye
Aluminio	mg/L	10,80	11,37	5,00	-0,57	Aumenta	-6,37	Aumenta
Arsénico	mg/L	0,02	0,04	0,10	-0,02	Aumenta	0,06	Disminuye
Cadmio	mg/L	s/i	0,00	0,01	s/i	s/i	0,01	Disminuye
Plomo	mg/L	s/i	0,20	5,00	s/i	s/i	4,80	Disminuye
Col. Fec	NMP/100 ml	170,00	2.000,00	s/i	-1.830,00	Aumenta	s/i	s/i
Col. Tot	NMP/100 ml	0,00	5.000,00	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de norma (2005) y FAO 29 (1987).

4.2.5 Quinto Tramo: Río Cachapoal a/j Coya (CA-05).

Cuadro 11: Parámetros de calidad en el tramo Río Cachapoal a/j Coya

Compuesto	Unidad	CADE- IDEPE (Línea Base)	Ant. Norma	FAO	Variación A. Norma vs Cade	A, D ó I*	Variación A. Norma vs FAO	A, D ó I*
CE	us/cm	482,10	600,00	3.000,00	-117,90	Aumenta	2.400,00	Disminuye
RAS		s/i	s/i		s/i	s/i	s/i	s/i
DBO5	mg/L	2,00	10,00	s/i	-8,00	Aumenta	s/i	s/i
O2 Disuelto	mg/L	10,30	5,50	s/i	4,80	Disminuye	s/i	s/i
pH	Unidad	7,40	7,50	7,50	-0,10	Aumenta	0,00	Aumenta
Sól. Dis	mg/L	s/i	400,00	2.000,00	s/i	s/i	1.600,00	Disminuye
Sol. Susp	mg/L	653,00	640,00	2.000,00	13,00	Disminuye	1.360,00	Disminuye
Amonio	mg/L	s/i	1,00	5,00	s/i	s/i	4,00	Disminuye
Cianuro	mg/L	s/i	5,00		s/i	s/i	-5,00	Aumenta
Cloruro	mg/L	45,50	80,00	15,00	-34,50	Aumenta	-65,00	Aumenta
Fluoruro	mg/L	s/i	0,80	1,00	s/i	s/i	0,20	Disminuye
Nitrito	mg/L	s/i	0,05	10,00	s/i	s/i	9,95	Disminuye
Sulfato	mg/L	114,20	150,00	20,00	-35,80	Aumenta	-130,00	Aumenta
Ac y grasa	mg/L	s/i	10,00		s/i	s/i	-10,00	Aumenta
Detergente	mg/L	s/i	0,16		s/i	s/i	-0,16	Aumenta
Boro	mg/L	s/i	0,40	3,00	s/i	s/i	2,60	Disminuye
Cobre	mg/L	0,00	0,00100	0,20000	-0,00096	Aumenta	0,19900	Disminuye
Cromo	mg/L	s/i	0,00	0,10	s/i	s/i	0,10	Disminuye
Hierro	mg/L	8,20	10,39	5,00	-2,19	Aumenta	-5,39	Aumenta
Manganeso	mg/L	1,11	0,49	0,20	0,62	Disminuye	-0,29	Aumenta
Molibdeno	mg/L	0,10	0,15	0,01	-0,05	Aumenta	-0,14	Aumenta
Niquel	mg/L	s/i	0,00	0,20	s/i	s/i	0,20	Disminuye
Selenio	mg/L	s/i	0,000004	0,02	s/i	s/i	0,02	Disminuye
Zinc	mg/L	0,22	0,12	2,00	0,10	Disminuye	1,88	Disminuye
Aluminio	mg/L	7,10	10,30	5,00	-3,20	Aumenta	-5,30	Aumenta
Arsénico	mg/L	0,14	0,10	0,10	0,04	Disminuye	0,00	Igual
Cadmio	mg/L	s/i	0,00	0,01	s/i	s/i	0,01	Disminuye
Plomo	mg/L	s/i	0,20	5,00	s/i	s/i	4,80	Disminuye
Col. Fec	NMP/100 m	310,00	2.000,00	s/i	-1.690,00	Aumenta	s/i	s/i
Col. Tot	NMP/100 m	0,00	5.000,00	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de norma (2005) y FAO 29 (1987).

4.2.6 Sexto Tramo: Río Cachapoal en puente codao (CA-06).

Cuadro 12: Parámetros de calidad en el tramo Río Cachapoal en puente codao (CA-06)

Compuesto	Unidad	CADE- IDEPE (Línea Base)	Ant. Norma	FAO	Variación A. Norma vs Cade	A, D ó I*	Variación A. Norma vs FAO	A, D ó I*
CE	us/cm	540,80	600,00	3.000,00	-59,20	Aumenta	2.400,00	Disminuye
RAS		s/i	s/i		s/i	s/i	s/i	s/i
DBO5	mg/L	5,00	10,00	s/i	-5,00	Aumenta	s/i	s/i
O2 Disuelto	mg/L	10,30	5,00	s/i	5,30	Disminuye	s/i	s/i
pH	Unidad	7,70	7,50	7,50	0,20	Disminuye	0,00	Igual
Sól. Dis	mg/L	s/i	400,00	2.000,00	s/i	s/i	1.600,00	Disminuye
Sol. Susp	mg/L	519,00	452,00	2.000,00	67,00	Disminuye	1.548,00	Disminuye
Amonio	mg/L	s/i	0,50	5,00	s/i	s/i	4,50	Disminuye
Cianuro	mg/L	s/i	5,00		s/i	s/i	-5,00	Aumenta
Cloruro	mg/L	31,30	80,00	15,00	-48,70	Aumenta	-65,00	Aumenta
Fluoruro	mg/L	s/i	0,80	1,00	s/i	s/i	0,20	Disminuye
Nitrito	mg/L	s/i	0,05	10,00	s/i	s/i	9,95	Disminuye
Sulfato	mg/L	112,00	120,00	20,00	-8,00	Aumenta	-100,00	Aumenta
Ac y grasa	mg/L	s/i	10,00		s/i	s/i	-10,00	Aumenta
Detergente	mg/L	s/i	0,16		s/i	s/i	-0,16	Aumenta
Boro	mg/L	s/i	0,40	3,00	s/i	s/i	2,60	Disminuye
Cobre	mg/L	0,00	0,00100	0,20000	-0,00095	Aumenta	0,19900	Disminuye
Cromo	mg/L	s/i	0,00	0,10	s/i	s/i	0,10	Disminuye
Hierro	mg/L	7,20	6,62	5,00	0,58	Disminuye	-1,62	Aumenta
Manganeso	mg/L	0,97	0,31	0,20	0,66	Disminuye	-0,11	Aumenta
Molibdeno	mg/L	0,10	0,15	0,01	-0,05	Aumenta	-0,14	Aumenta
Niquel	mg/L	s/i	0,00	0,20	s/i	s/i	0,20	Disminuye
Selenio	mg/L	s/i	0,000004	0,02	s/i	s/i	0,02	Disminuye
Zinc	mg/L	0,04	0,10	2,00	-0,06	Aumenta	1,90	Disminuye
Aluminio	mg/L	7,40	8,67	5,00	-1,27	Aumenta	-3,67	Aumenta
Arsénico	mg/L	0,02	0,04	0,10	-0,02	Aumenta	0,06	Disminuye
Cadmio	mg/L	s/i	0,00	0,01	s/i	s/i	0,01	Disminuye
Plomo	mg/L	s/i	0,20	5,00	s/i	s/i	4,80	Disminuye
Col. Fec	NMP/100 m	4.379,00	2.000,00	s/i	2.379,00	Disminuye	s/i	s/i
Col. Tot	NMP/100 m	0,00	5.000,00	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de norma (2005) y FAO 29 (1987).

4.2.7 Séptimo Tramo: Río Cachapal en Termas de Cauquenes (CA-07).

Cuadro 13: Parámetros de calidad en el tramo Río Cachapal en Termas de Cauquenes (CA-07)

Compuesto	Unidad	CADE- IDEPE (Línea Base)	Ant. Norma	FAO	Variación A. Norma vs Cade	A, D ó I*	Variación A. Norma vs FAO	A, D ó I*
CE	us/cm	556,40	750,00	3.000,00	-193,60	Aumenta	2.250,00	Disminuye
RAS		s/i	s/i		s/i	s/i	s/i	s/i
DBO5	mg/L	2,70	5,00	s/i	-2,30	Aumenta	s/i	s/i
O2 Disuelto	mg/L	8,50	7,50	s/i	1,00	Disminuye	s/i	s/i
pH	Unidad	7,40	7,50	7,50	-0,10	Aumenta	0,00	Igual
Sól. Dis	mg/L	s/i	400,00	2.000,00	s/i	s/i	1.600,00	Disminuye
Sol. Susp	mg/L	864,00	454,00	2.000,00	410,00	Disminuye	1.546,00	Disminuye
Amonio	mg/L	s/i	0,50	5,00	s/i	s/i	4,50	Disminuye
Cianuro	mg/L	s/i	5,00		s/i	s/i	-5,00	Aumenta
Cloruro	mg/L	28,50	80,00	15,00	-51,50	Aumenta	-65,00	Aumenta
Fluoruro	mg/L	s/i	0,80	1,00	s/i	s/i	0,20	Disminuye
Nitrito	mg/L	s/i	0,05	10,00	s/i	s/i	9,95	Disminuye
Sulfato	mg/L	171,10	150,00	20,00	21,10	Disminuye	-130,00	Aumenta
Ac y grasa	mg/L	s/i	10,00		s/i	s/i	-10,00	Aumenta
Detergente	mg/L	s/i	0,16		s/i	s/i	-0,16	Aumenta
Boro	mg/L	s/i	0,75	3,00	s/i	s/i	2,25	Disminuye
Cobre	mg/L	0,00	0,00100	0,20000	-0,00092	Aumenta	0,19900	Disminuye
Cromo	mg/L	s/i	0,00	0,10	s/i	s/i	0,10	Disminuye
Hierro	mg/L	15,80	5,00	5,00	10,80	Disminuye	0,00	Igual
Manganeso	mg/L	0,33	0,29	0,20	0,04	Disminuye	-0,09	Aumenta
Molibdeno	mg/L	0,02	0,15	0,01	-0,13	Aumenta	-0,14	Aumenta
Niquel	mg/L	s/i	0,00	0,20	s/i	s/i	0,20	Disminuye
Selenio	mg/L	s/i	0,000004	0,02	s/i	s/i	0,02	Disminuye
Zinc	mg/L	0,03	0,10	2,00	-0,07	Aumenta	1,90	Disminuye
Aluminio	mg/L	14,60	6,02	5,00	8,58	Disminuye	-1,02	Aumenta
Arsénico	mg/L	0,07	0,04	0,10	0,03	Disminuye	0,06	Disminuye
Cadmio	mg/L	s/i	0,00	0,01	s/i	s/i	0,01	Disminuye
Plomo	mg/L	s/i	0,00	5,00	s/i	s/i	5,00	Disminuye
Col. Fec	NMP/100 ml	51,00	2.000,00	s/i	-1.949,00	Aumenta	s/i	s/i
Col. Tot	NMP/100 ml	0,00	5.000,00	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de norma (2005) y FAO 29 (1987).

4.2.8 Octavo Tramo: Río Coya a/j Cachapoal (Co-01).

Cuadro 14: Parámetros de calidad en el tramo Río Coya a/j Cachapoal (Co-01)

Compuesto	Unidad	CADE- IDEPE (Línea Base)	Ant. Norma	FAO	Variación A. Norma vs Cade	A, D ó I*	Variación A. Norma vs FAO	A, D ó I*
CE	us/cm	1.005,00	1.500,00	3.000,00	-495,00	Aumenta	1.500,00	Disminuye
RAS		s/i	s/i		s/i	s/i	s/i	s/i
DBO5	mg/L	1,50	20,00	s/i	-18,50	Aumenta	s/i	s/i
O2 Disuelto	mg/L	9,70	7,50	s/i	2,20	Disminuye	s/i	s/i
pH	Unidad	5,60	5,50	7,50	0,10	Disminuye	2,00	Disminuye
Sól. Dis	mg/L	s/i	1.000,00	2.000,00	s/i	s/i	1.000,00	Disminuye
Sol. Susp	mg/L	373,00	1.592,00	2.000,00	-1.219,00	Aumenta	408,00	Disminuye
Amonio	mg/L	0,00	0,50	5,00	s/i	s/i	4,50	Disminuye
Cianuro	mg/L	s/i	5,00		s/i	s/i	-5,00	Aumenta
Cloruro	mg/L	17,60	80,00	15,00	-62,40	Aumenta	-65,00	Aumenta
Fluoruro	mg/L	s/i	0,80	1,00	s/i	s/i	0,20	Disminuye
Nitrito	mg/L	s/i	0,05	10,00	s/i	s/i	9,95	Disminuye
Sulfato	mg/L	490,90	500,00	20,00	-9,10	Aumenta	-480,00	Aumenta
Ac y grasa	mg/L	s/i	10,00		s/i	s/i	-10,00	Aumenta
Detergente	mg/L	s/i	0,16		s/i	s/i	-0,16	Aumenta
Boro	mg/L	s/i	s/i	3,00	s/i	s/i	s/i	s/i
Cobre	mg/L	0,00	0,01567	0,20000	-0,01551	Aumenta	0,18433	Disminuye
Cromo	mg/L	s/i	0,00	0,10	s/i	s/i	0,10	Disminuye
Hierro	mg/L	51,10	59,50	5,00	-8,40	Aumenta	-54,50	Aumenta
Manganeso	mg/L	3,50	2,09	0,20	1,41	Disminuye	-1,89	Aumenta
Molibdeno	mg/L	0,04	0,15	0,01	-0,12	Aumenta	-0,14	Aumenta
Niquel	mg/L	s/i	0,00	0,20	s/i	s/i	0,20	Disminuye
Selenio	mg/L	s/i	0,000005	0,02	s/i	s/i	0,02	Disminuye
Zinc	mg/L	1,44	1,00	2,00	0,44	Disminuye	1,00	Disminuye
Aluminio	mg/L	76,50	32,37	5,00	44,13	Disminuye	-27,37	Aumenta
Arsénico	mg/L	0,77	0,34	0,10	0,43	Disminuye	-0,24	Aumenta
Cadmio	mg/L	s/i	0,00	0,01	s/i	s/i	0,01	Disminuye
Plomo	mg/L	s/i	0,20	5,00	s/i	s/i	4,80	Disminuye
Col. Fec	∕MP/100 m	110,00	2.000,00	s/i	-1.890,00	Aumenta	s/i	s/i
Col. Tot	∕MP/100 m	0,00	5.000,00	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de norma (2005) y FAO 29 (1987).

4.2.9 Noveno Tramo: Estero la Cadena en desembocadura (Lc- 01).

Cuadro 15: Parámetros de calidad en el tramo Estero La Cadena en desembocadura (Lc-01)

Compuesto	Unidad	CADE- IDEPE (Línea Base)	Ant. Norma	FAO	Variación A. Norma vs Cade	A, D ó I*	Variación A. Norma vs FAO	A, D ó I*
CE	us/cm	433,30	600,00	3.000,00	-166,70	Aumenta	2.400,00	Disminuye
RAS		s/i	s/i		s/i	s/i	s/i	s/i
DBO5	mg/L	35,00	20,00	s/i	15,00	Disminuye	s/i	s/i
O2 Disuelto	mg/L	4,00	5,00	s/i	-1,00	Aumenta	s/i	s/i
pH	Unidad	7,30	7,50	7,50	-0,20	Aumenta	0,00	Igual
Sól. Dis	mg/L	s/i	400,00	2.000,00	s/i	s/i	1.600,00	Disminuye
Sol. Susp	mg/L	156,00	1.392,00	2.000,00	-1.236,00	Aumenta	608,00	Disminuye
Amonio	mg/L	s/i	2,50	5,00	s/i	s/i	2,50	Disminuye
Cianuro	mg/L	s/i	5,00		s/i	s/i	-5,00	Aumenta
Cloruro	mg/L	35,30	80,00	15,00	-44,70	Aumenta	-65,00	Aumenta
Fluoruro	mg/L	s/i	0,80	1,00	s/i	s/i	0,20	Disminuye
Nitrito	mg/L	s/i	0,06	10,00	s/i	s/i	9,94	Disminuye
Sulfato	mg/L	144,00	150,00	20,00	-6,00	Aumenta	-130,00	Aumenta
Ac y grasa	mg/L	s/i	10,00		s/i	s/i	-10,00	Aumenta
Detergente	mg/L	s/i	0,16		s/i	s/i	-0,16	Aumenta
Boro	mg/L	s/i	s/i	3,00	s/i	s/i	s/i	s/i
Cobre	mg/L	0,00	0,00100	0,20000	-0,00094	Aumenta	0,19900	Disminuye
Cromo	mg/L	s/i	0,00	0,10	s/i	s/i	0,10	Disminuye
Hierro	mg/L	8,00	12,75	5,00	-4,75	Aumenta	-7,75	Aumenta
Manganeso	mg/L	0,04	0,40	0,20	-0,36	Aumenta	-0,20	Aumenta
Molibdeno	mg/L	0,02	0,15	0,01	-0,13	Aumenta	-0,14	Aumenta
Niquel	mg/L	s/i	0,00	0,20	s/i	s/i	0,20	Disminuye
Selenio	mg/L	s/i	0,000004	0,02	s/i	s/i	0,02	Disminuye
Zinc	mg/L	0,08	1,00	2,00	-0,92	Aumenta	1,00	Disminuye
Aluminio	mg/L	12,30	14,37	5,00	-2,07	Aumenta	-9,37	Aumenta
Arsénico	mg/L	0,04	0,04	0,10	0,00	Igual	0,06	Disminuye
Cadmio	mg/L	s/i	0,00	0,01	s/i	s/i	0,01	Disminuye
Plomo	mg/L	s/i	0,20	5,00	s/i	s/i	4,80	Disminuye
Col. Fec	NMP/100 m	170.000,00	2.000,00	s/i	168.000,00	Disminuye	s/i	s/i
Col. Tot	NMP/100 m	0,00	5.000,00	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de norma (2005) y FAO 29 (1987).

4.2.10 Décimo Tramo: Río Claro en Hacienda las Nieves (CL-01).

Cuadro 16: Parámetros de calidad en el tramo Río Claro en Hacienda las Nieves (CL-01)

Compuesto	Unidad	CADE- IDEPE (Línea Base)	Ant. Norma	FAO	Variación A. Norma vs Cade	A, D ó I*	Variación A. Norma vs FAO	A, D ó I*
CE	us/cm	242,60	600,00	3.000,00	-357,40	Aumenta	2.400,00	Disminuye
RAS		s/i	s/i		s/i	s/i	s/i	s/i
DBO5	mg/L	2,00	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
O2 Disuelto	mg/L	9,10	7,50	s/i	1,60	Disminuye	s/i	s/i
pH	Unidad	7,10	7,50	7,50	-0,40	Aumenta	0,00	Igual
Sól. Dis	mg/L	0,00	s/i	2.000,00	s/i	s/i	s/i	s/i
Sol. Susp	mg/L	85,00	s/i	2.000,00	s/i	s/i	s/i	s/i
Amonio	mg/L	s/i	s/i	5,00	s/i	s/i	s/i	s/i
Cianuro	mg/L	s/i	s/i		s/i	s/i	s/i	s/i
Cloruro	mg/L	10,90	80,00	15,00	-69,10	Aumenta	-65,00	Aumenta
Fluoruro	mg/L	s/i	s/i	1,00	s/i	s/i	s/i	s/i
Nitrito	mg/L	s/i	s/i	10,00	s/i	s/i	s/i	s/i
Sulfato	mg/L	41,50	120,00	20,00	-78,50	Aumenta	-100,00	Aumenta
Ac y grasa	mg/L	s/i	s/i		s/i	s/i	s/i	s/i
Detergente	mg/L	s/i	s/i		s/i	s/i	s/i	s/i
Boro	mg/L	s/i	s/i	3,00	s/i	s/i	s/i	s/i
Cobre	mg/L	0,01	0,00100	0,20000	0,00803	Disminuye	0,19900	Disminuye
Cromo	mg/L	s/i	0,00	0,10	s/i	s/i	0,10	Disminuye
Hierro	mg/L	0,70	0,80	5,00	-0,10	Aumenta	4,20	Disminuye
Manganeso	mg/L	0,04	0,04	0,20	0,00	Igual	0,16	Disminuye
Molibdeno	mg/L	0,03	0,15	0,01	-0,12	Aumenta	-0,14	Aumenta
Niquel	mg/L	s/i	0,00	0,20	s/i	s/i	0,20	Disminuye
Selenio	mg/L	s/i	0,000004	0,02	s/i	s/i	0,02	Disminuye
Zinc	mg/L	0,02	0,10	2,00	-0,08	Aumenta	1,90	Disminuye
Aluminio	mg/L	0,80	5,00	5,00	-4,20	Aumenta	0,00	Igual
Arsénico	mg/L	0,04	0,04	0,10	0,00	Igual	0,06	Disminuye
Cadmio	mg/L	s/i	0,00	0,01	s/i	s/i	0,01	Disminuye
Plomo	mg/L	s/i	0,20	5,00	s/i	s/i	4,80	Disminuye
Col. Fec	NMP/100 m	2,00	1.000,00	s/i	-998,00	Aumenta	s/i	s/i
Col. Tot	NMP/100 m	0,00	5.000,00	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de norma (2005) y FAO 29 (1987).

4.2.11 Décimo Primer Tramo: Río Claro en puente Chanqueahue (CL-02).

Cuadro 17: Parámetros de calidad en el tramo Río Claro en puente Chanqueahue (CL-02)

Compuesto	Unidad	CADE-		FAO	Variación		Variación	
		IDEPE (Línea Base)	Ant. Norma		A. Norma vs Cade	A, D ó I*	A. Norma vs FAO	A, D ó I*
CE	us/cm	614,40	750,00	3.000,00	-135,60	Aumenta	2.250,00	Disminuye
RAS		s/i	s/i		s/i	s/i	s/i	s/i
DBO5	mg/L	4,70	10,00	s/i	-5,30	Aumenta	s/i	s/i
O2 Disuelto	mg/L	9,20	7,50	s/i	1,70	Disminuye	s/i	s/i
pH	Unidad	7,90	7,50	7,50	0,40	Disminuye	0,00	Igual
Sól. Dis	mg/L	s/i	400,00	2.000,00	s/i	s/i	s/i	s/i
Sol. Susp	mg/L	103,60	104,00	2.000,00	s/i	s/i	s/i	s/i
Amonio	mg/L	s/i	0,50	5,00	s/i	s/i	s/i	s/i
Cianuro	mg/L	s/i	5,00		s/i	s/i	s/i	s/i
Cloruro	mg/L	36,40	80,00	15,00	-43,60	Aumenta	-65,00	Aumenta
Fluoruro	mg/L	s/i	8,00	1,00	s/i	s/i	s/i	s/i
Nitrito	mg/L	s/i	0,05	10,00	s/i	s/i	s/i	s/i
Sulfato	mg/L	130,50	150,00	20,00	-19,50	Aumenta	-130,00	Aumenta
Ac y grasa	mg/L	s/i	10,00		s/i	s/i	s/i	s/i
Detergente	mg/L	s/i	0,16		s/i	s/i	s/i	s/i
Boro	mg/L	s/i	0,40	3,00	s/i	s/i	s/i	s/i
Cobre	mg/L	0,00	0,00002	0,20000	0,00006	Disminuye	0,19998	Disminuye
Cromo	mg/L	s/i	0,00	0,10	s/i	s/i	0,10	Disminuye
Hierro	mg/L	5,00	5,00	5,00	0,00	Igual	0,00	Igual
Manganeso	mg/L	0,31	0,04	0,20	0,27	Disminuye	0,16	Disminuye
Molibdeno	mg/L	0,02	0,15	0,01	-0,13	Aumenta	-0,14	Aumenta
Niquel	mg/L	s/i	0,00	0,20	s/i	s/i	0,20	Disminuye
Selenio	mg/L	s/i	0,000004	0,02	s/i	s/i	0,02	Disminuye
Zinc	mg/L	0,08	0,10	2,00	-0,02	Aumenta	1,90	Disminuye
Aluminio	mg/L	17,80	0,09	5,00	17,71	Disminuye	4,91	Igual
Arsénico	mg/L	0,01	0,04	0,10	-0,03	Aumenta	0,06	Disminuye
Cadmio	mg/L	s/i	0,00	0,01	s/i	s/i	0,01	Disminuye
Plomo	mg/L	s/i	0,20	5,00	s/i	s/i	4,80	Disminuye
Col. Fec	IMP/100 n	2.471,00	2.000,00	s/i	471,00	Disminuye	s/i	s/i
Col. Tot	IMP/100 n	0,00	5.000,00	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de norma (2005) y FAO 29 (1987).

4.2.12 Duodécimo Tramo: Estero Zamorano (Za-01).

Cuadro 18: Parámetros de calidad en el tramo Estero Zamorano (ZA-01)

Compuesto	Unidad	CADE- IDEPE (Línea Base)	Ant. Norma	FAO	Variación A. Norma vs Cade	A, D ó I*	Variación A. Norma vs FAO	A, D ó I*
CE	us/cm	416,60	600,00	3.000,00	-183,40	Aumenta	2.400,00	Disminuye
RAS		s/i	s/i		s/i	s/i	s/i	s/i
DBO5	mg/L	4,40	10,00	s/i	-5,60	Aumenta	s/i	s/i
O2 Disuelto	mg/L	9,10	7,50	s/i	1,60	Disminuye	s/i	s/i
pH	Unidad	7,80	7,50	7,50	0,30	Disminuye	0,00	Igual
Sól. Dis	mg/L	s/i	400,00	2.000,00	s/i	s/i	1.600,00	Disminuye
Sol. Susp	mg/L	33,00	24,00	2.000,00	9,00	Disminuye	1.976,00	Disminuye
Amonio	mg/L	s/i	0,50	5,00	s/i	s/i	s/i	s/i
Cianuro	mg/L	s/i	5,00		s/i	s/i	-5,00	Aumenta
Cloruro	mg/L	18,50	80,00	15,00	-61,50	Aumenta	-65,00	Aumenta
Fluoruro	mg/L	s/i	s/i	1,00	s/i	s/i	s/i	s/i
Nitrito	mg/L	s/i	0,06	10,00	s/i	s/i	9,94	Disminuye
Sulfato	mg/L	62,50	120,00	20,00	-57,50	Aumenta	-100,00	Aumenta
Ac y grasa	mg/L	s/i	10,00		s/i	s/i	s/i	s/i
Detergente	mg/L	s/i	0,16		s/i	s/i	-0,16	Aumenta
Boro	mg/L	s/i	0,40	3,00	s/i	s/i	2,60	Disminuye
Cobre	mg/L	0,01	0,00020	0,20000	0,00652	Disminuye	0,19980	Disminuye
Cromo	mg/L	s/i	0,00	0,10	s/i	s/i	0,10	Disminuye
Hierro	mg/L	1,80	5,00	5,00	-3,20	Aumenta	0,00	Igual
Manganeso	mg/L	0,18	0,20	0,20	-0,02	Aumenta	0,00	Igual
Molibdeno	mg/L	0,02	s/i	0,01	s/i	s/i	s/i	s/i
Niquel	mg/L	s/i	0,00	0,20	s/i	s/i	0,20	Disminuye
Selenio	mg/L	s/i	s/i	0,02	s/i	s/i	s/i	s/i
Zinc	mg/L	0,02	s/i	2,00	s/i	s/i	s/i	s/i
Aluminio	mg/L	4,30	5,00	5,00	-0,70	Aumenta	0,00	Igual
Arsénico	mg/L	0,01	s/i	0,10	s/i	s/i	s/i	s/i
Cadmio	mg/L	s/i	s/i	0,01	s/i	s/i	s/i	s/i
Plomo	mg/L	s/i	s/i	5,00	s/i	s/i	s/i	s/i
Col. Fec	∇MP/100 m	1.500,00	2.000,00	s/i	-500,00	Aumenta	s/i	s/i
Col. Tot	∇MP/100 m	0,00	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de norma (2005) y FAO 29 (1987).

4.2.13 Décimo Tercer Tramo: Estero Pangal (Pa-01).

Cuadro 19: Parámetros de calidad en el tramo Estero Pangal (Pa-01)

Compuesto	Unidad	CADE-	Ant. Norma	FAO	Variación	A, D ó I*	Variación	A, D ó I*
		IDEPE (Línea Base)			A. Norma vs Cade		A. Norma vs FAO	
CE	us/cm	s/i	1.500,00	3.000,00	s/i	s/i	1.500,00	Disminuye
RAS		s/i	s/i		s/i	s/i	s/i	s/i
DBO5	mg/L	s/i	5,00	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
O2 Disuelto	mg/L	s/i	0,00	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
pH	Unidad	s/i	7,50	7,50	s/i	s/i	0,00	Igual
Sól. Dis	mg/L	s/i	400,00	2.000,00	s/i	s/i	1.600,00	Disminuye
Sol. Susp	mg/L	s/i	132,00	2.000,00	s/i	s/i	1.868,00	Disminuye
Amonio	mg/L	s/i	s/i	5,00	s/i	s/i	s/i	s/i
Cianuro	mg/L	s/i	s/i		s/i	s/i	s/i	s/i
Cloruro	mg/L	s/i	s/i	15,00	s/i	s/i	s/i	s/i
Fluoruro	mg/L	s/i	s/i	1,00	s/i	s/i	s/i	s/i
Nitrito	mg/L	s/i	s/i	10,00	s/i	s/i	s/i	s/i
Sulfato	mg/L	s/i	120,00	20,00	s/i	s/i	-100,00	Aumenta
Ac y grasa	mg/L	s/i	s/i		s/i	s/i	s/i	s/i
Detergente	mg/L	s/i	s/i		s/i	s/i	s/i	s/i
Boro	mg/L	s/i	s/i	3,00	s/i	s/i	s/i	s/i
Cobre	mg/L	s/i	0,00020	0,20000	s/i	s/i	0,19980	Disminuye
Cromo	mg/L	s/i	s/i	0,10	s/i	s/i	s/i	s/i
Hierro	mg/L	s/i	5,00	5,00	s/i	s/i	0,00	Igual
Manganeso	mg/L	s/i	0,20	0,20	s/i	s/i	0,00	Igual
Molibdeno	mg/L	s/i	0,15	0,01	s/i	s/i	-0,14	Aumenta
Niquel	mg/L	s/i	s/i	0,20	s/i	s/i	s/i	s/i
Selenio	mg/L	s/i	s/i	0,02	s/i	s/i	s/i	s/i
Zinc	mg/L	s/i	s/i	2,00	s/i	s/i	s/i	s/i
Aluminio	mg/L	s/i	6,14	5,00	s/i	s/i	-1,14	Aumenta
Arsénico	mg/L	s/i	0,04	0,10	s/i	s/i	0,06	Disminuye
Cadmio	mg/L	s/i	s/i	0,01	s/i	s/i	s/i	s/i
Plomo	mg/L	s/i	0,20	5,00	s/i	s/i	4,80	Disminuye
Col. Fec	NMP/100 ml	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
Col. Tot	NMP/100 ml	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de norma (2005) y FAO 29 (1987).

4.2.14 Décimo Cuarto Tramo: Estero Rigolemu (Ri-01).

Cuadro 20: Parámetros de calidad en el tramo Estero Rigolemu (Ri-01)

Compuesto	Unidad	CADE-	Ant. Norma	FAO	Variación		Variación	A, D ó I*
		IDEPE (Línea Base)			A. Norma vs Cade	A. Norma vs FAO		
CE	us/cm	s/i	600,00	3.000,00	s/i	s/i	2.400,00	Disminuye
RAS		s/i	2,40		s/i	s/i	-2,40	Aumenta
DBO5	mg/L	s/i	10,00	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
O2 Disuelto	mg/L	s/i	5,50	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
pH	Unidad	s/i	7,50	7,50	s/i	s/i	0,00	Igual
Sól. Dis	mg/L	s/i	400,00	2.000,00	s/i	s/i	1.600,00	Disminuye
Sol. Susp	mg/L	s/i	380,00	2.000,00	s/i	s/i	1.620,00	Disminuye
Amonio	mg/L	s/i	s/i	5,00	s/i	s/i	s/i	s/i
Cianuro	mg/L	s/i	0,00		s/i	s/i	0,00	Aumenta
Cloruro	mg/L	s/i	80,00	15,00	s/i	s/i	-65,00	Aumenta
Fluoruro	mg/L	s/i	s/i	1,00	s/i	s/i	s/i	s/i
Nitrito	mg/L	s/i	0,06	10,00	s/i	s/i	9,94	Disminuye
Sulfato	mg/L	s/i	120,00	20,00	s/i	s/i	-100,00	Aumenta
Ac y grasa	mg/L	s/i	10,00		s/i	s/i	s/i	s/i
Detergente	mg/L	s/i	0,50		s/i	s/i	-0,50	Aumenta
Boro	mg/L	s/i	0,40	3,00	s/i	s/i	2,60	Disminuye
Cobre	mg/L	s/i	0,00020	0,20000	s/i	s/i	0,19980	Disminuye
Cromo	mg/L	s/i	0,00	0,10	s/i	s/i	0,10	Disminuye
Hierro	mg/L	s/i	5,00	5,00	s/i	s/i	0,00	Igual
Manganeso	mg/L	s/i	0,20	0,20	s/i	s/i	0,00	Igual
Molibdeno	mg/L	s/i	s/i	0,01	s/i	s/i	s/i	s/i
Niquel	mg/L	s/i	0,00	0,20	s/i	s/i	0,20	Disminuye
Selenio	mg/L	s/i	s/i	0,02	s/i	s/i	s/i	s/i
Zinc	mg/L	s/i	s/i	2,00	s/i	s/i	s/i	s/i
Aluminio	mg/L	s/i	5,00	5,00	s/i	s/i	0,00	Igual
Arsénico	mg/L	s/i	s/i	0,10	s/i	s/i	s/i	s/i
Cadmio	mg/L	s/i	s/i	0,01	s/i	s/i	s/i	s/i
Plomo	mg/L	s/i	s/i	5,00	s/i	s/i	s/i	s/i
Col. Fec	NMP/100 m	s/i	2.000,00	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
Col. Tot	NMP/100 m	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de norma (2005) y FAO 29 (1987).

4.2.15 Décimo Quinto Tramo: Estero Antivero 1 (AV-01).

Cuadro 21: Parámetros de calidad en el tramo Estero Antivero 1 (AV-01)

Compuesto	Unidad	CADE- IDEPE (Línea Base)	Ant. Norma	FAO	Variación		Variación A. Norma vs FAO	A, D ó I*
					A. Norma vs Cade	A, D ó I*		
CE	us/cm	s/i	600,00	3.000,00	s/i	s/i	2.400,00	Disminuye
RAS		s/i	2,40		s/i	s/i	-2,40	Aumenta
DBO5	mg/L	s/i	10,00	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
O2 Disuelto	mg/L	s/i	7,50	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
pH	Unidad	s/i	7,50	7,50	s/i	s/i	0,00	Igual
Sól. Dis	mg/L	s/i	400,00	2.000,00	s/i	s/i	1.600,00	Disminuye
Sol. Susp	mg/L	s/i	24,00	2.000,00	s/i	s/i	s/i	s/i
Amonio	mg/L	s/i	s/i	5,00	s/i	s/i	s/i	s/i
Cianuro	mg/L	s/i	s/i		s/i	s/i	s/i	s/i
Cloruro	mg/L	s/i	80,00	15,00	s/i	s/i	-65,00	Aumenta
Fluoruro	mg/L	s/i	s/i	1,00	s/i	s/i	s/i	s/i
Nitrito	mg/L	s/i	0,06	10,00	s/i	s/i	9,94	Disminuye
Sulfato	mg/L	s/i	120,00	20,00	s/i	s/i	-100,00	Aumenta
Ac y grasa	mg/L	s/i	10,00		s/i	s/i	s/i	s/i
Detergente	mg/L	s/i	0,16		s/i	s/i	-0,16	Aumenta
Boro	mg/L	s/i	0,40	3,00	s/i	s/i	2,60	Disminuye
Cobre	mg/L	s/i	0,00020	0,20000	s/i	s/i	0,19980	Disminuye
Cromo	mg/L	s/i	0,00	0,10	s/i	s/i	0,10	Disminuye
Hierro	mg/L	s/i	5,00	5,00	s/i	s/i	0,00	Igual
Manganeso	mg/L	s/i	2,00	0,20	s/i	s/i	-1,80	Aumenta
Molibdeno	mg/L	s/i	s/i	0,01	s/i	s/i	s/i	s/i
Níquel	mg/L	s/i	0,00	0,20	s/i	s/i	0,20	Disminuye
Selenio	mg/L	s/i	s/i	0,02	s/i	s/i	s/i	s/i
Zinc	mg/L	s/i	s/i	2,00	s/i	s/i	s/i	s/i
Aluminio	mg/L	s/i	5,77	5,00	s/i	s/i	-0,77	Aumenta
Arsénico	mg/L	s/i	s/i	0,10	s/i	s/i	s/i	s/i
Cadmio	mg/L	s/i	s/i	0,01	s/i	s/i	s/i	s/i
Plomo	mg/L	s/i	s/i	5,00	s/i	s/i	s/i	s/i
Col. Fec	NMP/100 ml	s/i	1.000,00	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
Col. Tot	NMP/100 ml	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de norma (2005) y FAO 29 (1987).

4.2.16 Décimo Sexto Tramo: Estero Antivero 2 (AV-02).

Cuadro 22: Parámetros de calidad en el tramo Estero Antivero 2 (AV-02)

Compuesto	Unidad	CADE- IDEPE (Línea Base)	Ant. Norma	FAO	Variación A. Norma vs Cade	A, D ó I*	Variación A. Norma vs FAO	A, D ó I*
CE	us/cm	s/i	600,00	3.000,00	s/i	s/i	2.400,00	Disminuye
RAS		s/i	2,40		s/i	s/i	-2,40	Aumenta
DBO5	mg/L	s/i	10,00	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
O2 Disuelto	mg/L	s/i	7,50	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
pH	Unidad	s/i	7,50	7,50	s/i	s/i	0,00	Igual
Sól. Dis	mg/L	s/i	400,00	2.000,00	s/i	s/i	1.600,00	Disminuye
Sol. Susp	mg/L	s/i	80,00	2.000,00	s/i	s/i	s/i	s/i
Amonio	mg/L	s/i	s/i	5,00	s/i	s/i	s/i	s/i
Cianuro	mg/L	s/i	s/i		s/i	s/i	s/i	s/i
Cloruro	mg/L	s/i	80,00	15,00	s/i	s/i	-65,00	Aumenta
Fluoruro	mg/L	s/i	s/i	1,00	s/i	s/i	s/i	s/i
Nitrito	mg/L	s/i	0,06	10,00	s/i	s/i	9,94	Disminuye
Sulfato	mg/L	s/i	120,00	20,00	s/i	s/i	-100,00	Aumenta
Ac y grasa	mg/L	s/i	10,00		s/i	s/i	s/i	s/i
Detergente	mg/L	s/i	0,16		s/i	s/i	-0,16	Aumenta
Boro	mg/L	s/i	0,40	3,00	s/i	s/i	2,60	Disminuye
Cobre	mg/L	s/i	0,00020	0,20000	s/i	s/i	0,19980	Disminuye
Cromo	mg/L	s/i	0,00	0,10	s/i	s/i	0,10	Disminuye
Hierro	mg/L	s/i	5,00	5,00	s/i	s/i	0,00	Igual
Manganeso	mg/L	s/i	0,05	0,20	s/i	s/i	0,15	Disminuye
Molibdeno	mg/L	s/i	s/i	0,01	s/i	s/i	s/i	s/i
Niquel	mg/L	s/i	0,00	0,20	s/i	s/i	0,20	Disminuye
Selenio	mg/L	s/i	s/i	0,02	s/i	s/i	s/i	s/i
Zinc	mg/L	s/i	s/i	2,00	s/i	s/i	s/i	s/i
Aluminio	mg/L	s/i	5,00	5,00	s/i	s/i	0,00	Igual
Arsénico	mg/L	s/i	s/i	0,10	s/i	s/i	s/i	s/i
Cadmio	mg/L	s/i	s/i	0,01	s/i	s/i	s/i	s/i
Plomo	mg/L	s/i	s/i	5,00	s/i	s/i	s/i	s/i
Col. Fec	∇MP/100 m	s/i	2.000,00	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
Col. Tot	∇MP/100 m	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de norma (2005) y FAO 29 (1987).

4.2.17 Décimo Séptimo Tramo: Estero Antivero (AV-03).

Cuadro 23: Parámetros de calidad en el tramo Estero Antivero 3 (AV-03)

Compuesto	Unidad	CADE- IDEPE (Línea Base)	Ant. Norma	FAO	Variación A. Norma vs Cade	A, D ó I*	Variación A. Norma vs FAO	A, D ó I*
CE	us/cm	s/i	600,00	3.000,00	s/i	s/i	2.400,00	Disminuye
RAS		s/i	2,40		s/i	s/i	-2,40	Aumenta
DBO5	mg/L	s/i	10,00	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
O2 Disuelto	mg/L	s/i	7,50	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
pH	Unidad	s/i	7,50	7,50	s/i	s/i	0,00	Igual
Sól. Dis	mg/L	s/i	400,00	2.000,00	s/i	s/i	1.600,00	Disminuye
Sol. Susp	mg/L	s/i	24,00	2.000,00	s/i	s/i	s/i	s/i
Amonio	mg/L	s/i	s/i	5,00	s/i	s/i	s/i	s/i
Cianuro	mg/L	s/i	s/i		s/i	s/i	s/i	s/i
Cloruro	mg/L	s/i	80,00	15,00	s/i	s/i	-65,00	Aumenta
Fluoruro	mg/L	s/i	s/i	1,00	s/i	s/i	s/i	s/i
Nitrito	mg/L	s/i	0,06	10,00	s/i	s/i	9,94	Disminuye
Sulfato	mg/L	s/i	120,00	20,00	s/i	s/i	-100,00	Aumenta
Ac y grasa	mg/L	s/i	10,00		s/i	s/i	s/i	s/i
Detergente	mg/L	s/i	0,20		s/i	s/i	-0,20	Aumenta
Boro	mg/L	s/i	0,40	3,00	s/i	s/i	2,60	Disminuye
Cobre	mg/L	s/i	0,00020	0,20000	s/i	s/i	0,19980	Disminuye
Cromo	mg/L	s/i	0,00	0,10	s/i	s/i	0,10	Disminuye
Hierro	mg/L	s/i	0,80	5,00	s/i	s/i	4,20	Disminuye
Manganeso	mg/L	s/i	0,04	0,20	s/i	s/i	0,16	Disminuye
Molibdeno	mg/L	s/i	s/i	0,01	s/i	s/i	s/i	s/i
Niquel	mg/L	s/i	0,00	0,20	s/i	s/i	0,20	Disminuye
Selenio	mg/L	s/i	s/i	0,02	s/i	s/i	s/i	s/i
Zinc	mg/L	s/i	s/i	2,00	s/i	s/i	s/i	s/i
Aluminio	mg/L	s/i	5,00	5,00	s/i	s/i	0,00	Igual
Arsénico	mg/L	s/i	s/i	0,10	s/i	s/i	s/i	s/i
Cadmio	mg/L	s/i	s/i	0,01	s/i	s/i	s/i	s/i
Plomo	mg/L	s/i	s/i	5,00	s/i	s/i	s/i	s/i
Col. Fec	NMP/100 m ³	s/i	1.000,00	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
Col. Tot	NMP/100 m ³	0	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de norma (2005) y FAO 29 (1987).

5. RESUMEN DE PARÁMETROS

Luego de la comparación de calidades de agua entre la línea base (CADE-IDEPE, 2004) y el Anteproyecto de Norma (SAG, 2005), se procedió a realizar un análisis por parámetro. El resultado de dicho análisis se muestra a continuación en los cuadros 24 al 110 y en las figuras 14 a la 60.

5.1 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

5.1.1 Situación de la Conductividad eléctrica en la cuenca del Río Cachapoal.

Cuadro 24: Conductividad eléctrica en la cuenca Cachapoal (uS/cm)

Tramo	Cauce	CADE-IDEPE	Ant. Norma	FAO	Variación	A, D ó I*	Variación A.	A, D ó I*
					A. Norma v/s Cade		Norma v/s FAO	
1	Cachapoal en Chacayanes	456	600	3000	-144	Aumenta	2400	Disminuye
2	Cachapoal en Rivera Sur	551	600	3000	-49	Aumenta	2400	Disminuye
3	Cachapoal en pte. coinco	571	750	3000	-179	Aumenta	2250	Disminuye
4	Cachapoal en pte. Arqueado	570	600	3000	-30	Aumenta	2400	Disminuye
5	Cachapoal a/j Coya	482	600	3000	-118	Aumenta	2400	Disminuye
6	Cachapoal en pte. Codao	541	600	3000	-59	Aumenta	2400	Disminuye
7	Cachapoal en Termas Cauquene	556	750	3000	-194	Aumenta	2250	Disminuye
8	Río Coya a/j Cachapoal	1005	1500	3000	-495	Aumenta	1500	Disminuye
9	Estero La Cadena	433	600	3000	-167	Aumenta	2400	Disminuye
10	Río Claro en hacienda las nieve	243	600	3000	-357	Aumenta	2400	Disminuye
11	Río Claro en pte. Zuñiga	614	750	3000	-136	Aumenta	2250	Disminuye
12	Estero Zamorano	417	600	3000	-183	Aumenta	2400	Disminuye
13	Estero Pangal	s/i	1500	3000	s/i	s/i	1500	Disminuye
14	Estero Rigolemu	s/i	600	3000	s/i	s/i	2400	Disminuye
15	Estero Antivero 1	s/i	600	3000	s/i	s/i	2400	Disminuye
16	Estero Antivero 2	s/i	600	3000	s/i	s/i	2400	Disminuye
17	Estero Antivero 3	s/i	600	3000	s/i	s/i	2400	Disminuye

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de norma (2005) y FAO 29 (1987)

*A: Aumenta, D: Disminuye, I: Se mantiene información y S/I: Sin información.

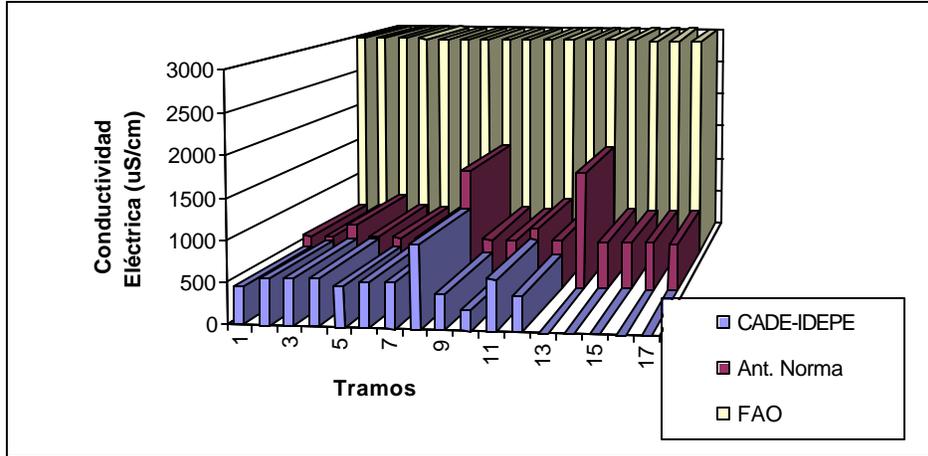


Figura 14: Valores del parámetro Conductividad eléctrica según datos de CADE – IDEPE, Anteproyecto de Norma y FAO

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de Norma (2005) y FAO 29 (1987).

- a. Al comparar los valores de Calidad Actual con los valores propuestos por el Anteproyecto de Norma se presenta la siguiente situación para cada uno de los tramos:

Cuadro 25. Calidad Actual de aguas (CADE-IDEPE) vs Anteproyecto de Norma

Estado	Tramos																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Se mantiene													s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
Disminuye													s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
Aumenta	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de Norma (2005) y FAO 29 (1987).

- b. Al comparar los valores establecidos por el Anteproyecto de Norma con los valores recomendados por FAO se presenta la siguiente situación para cada uno de los tramos:

Cuadro 26. Anteproyecto de Norma vs FAO

Estado	Tramos																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Sin Restricción	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x		x	x	x	x
Restricción Leve a Moderada								x					x				
Restricción Severa																	

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de Norma (2005) y FAO 29 (1987).

5.1.2 Impacto de la Conductividad eléctrica en el suelo y los cultivos.

En la Figura 15 se puede observar la tolerancia de algunos cultivos a distintos niveles de Conductividad eléctrica según Maas (1984)

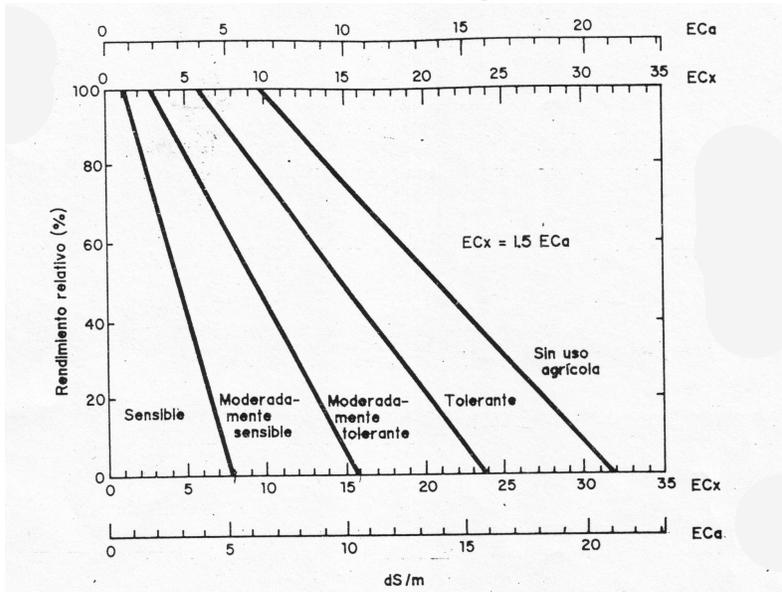


Figura 15: Valores límites de la tolerancia relativa de los cultivos a la salinidad y su rendimiento.

Fuente: MASS, 1984

5.2 DBO₅

5.2.1 Situación de DBO₅ en la cuenca del Río Cachapoal:

Cuadro 27: DBO₅ en la cuenca Cachapoal (mg/L)

Tramo	Cauce	CADE-IDEPE	Ant. Norma	FAO	Variación	
					A. Norma v/s Cade	A, D ó I*
1	Cachapoal en Chacayanes	2,00	5,00	s/i	-3,00	Aumenta s/i s/i
2	Cachapoal en Rivera Sur	2,00	20,00	s/i	-18,00	Aumenta s/i s/i
3	Cachapoal en pte. coinco	5,10	5,00	s/i	0,10	Disminuye s/i s/i
4	Cachapoal en pte. Arqueado	3,20	5,00	s/i	-1,80	Aumenta s/i s/i
5	Cachapoal a/j Coya	2,00	10,00	s/i	-8,00	Aumenta s/i s/i
6	Cachapoal en pte. Codao	5,00	10,00	s/i	-5,00	Aumenta s/i s/i
7	Cachapoal en Termas Cauquenes	2,70	5,00	s/i	-2,30	Aumenta s/i s/i
8	Río Coya a/j Cachapoal	1,50	20,00	s/i	-18,50	Aumenta s/i s/i
9	Estero La Cadena	35,00	20,00	s/i	15,00	Disminuye s/i s/i
10	Río Claro en hacienda las nieves	2,00	s/i	s/i	s/i	s/i s/i s/i
11	Río Claro en pte. Zuñiga	4,70	10,00	s/i	-5,30	Aumenta s/i s/i
12	Estero Zamorano	4,40	10,00	s/i	-5,60	Aumenta s/i s/i
13	Estero Pangal	s/i	5,00	s/i	s/i	s/i s/i s/i
14	Estero Rigolemu	s/i	10,00	s/i	s/i	s/i s/i s/i
15	Estero Antivero 1	s/i	10,00	s/i	s/i	s/i s/i s/i
16	Estero Antivero 2	s/i	10,00	s/i	s/i	s/i s/i s/i
17	Estero Antivero 3	s/i	10	s/i	s/i	s/i s/i s/i

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de norma (2005) y FAO 29 (1987).

*A: Aumenta, D: Disminuye, I: Se mantiene información y S/I: Sin información.

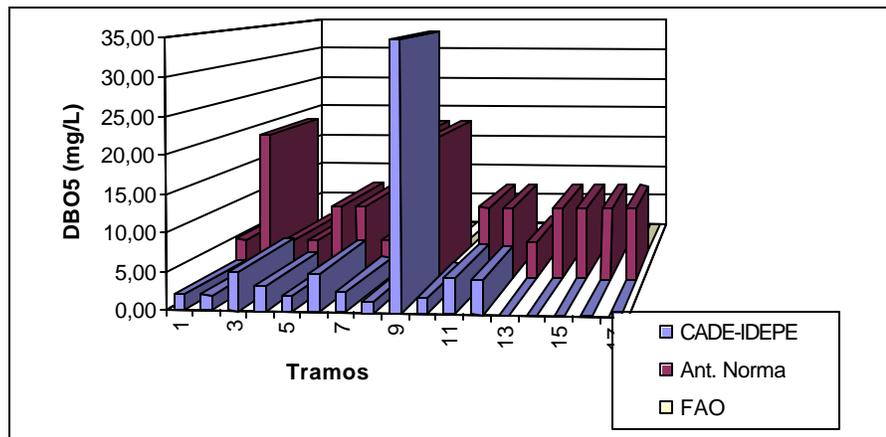


Figura 16: Valores del parámetro DBO₅ según datos de CADE – IDEPE, Anteproyecto de Norma y FAO

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de Norma (2005) y FAO 29 (1987).

- a. Al comparar los valores de Calidad Actual con los valores propuestos por el Anteproyecto de Norma se presenta la siguiente situación para cada uno de los tramos:

Cuadro 28. Calidad Actual de aguas (CADE-IDEPE) vs Anteproyecto de Norma

Estado	Tramos																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Se mantiene													s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
Disminuye			x						x				s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
Aumenta	x	x		x	x	x	x	x		s/i	x	x	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de Norma (2005) y FAO 29 (1987).

- b. FAO no sugiere valores para el parámetro DBO₅, por tanto es imposible realizar comparación alguna entre la situación con Anteproyecto de Norma y la sugerencia internacional realizada por FAO.

Cuadro 29. Anteproyecto de Norma vs FAO

Estado	Tramos																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Sin Restricción	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
Restricción Leve a Moderada	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
Restricción Severa	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de Norma (2005) y FAO 29 (1987).

5.3 OXÍGENO DISUELTO

5.3.1 Situación del Oxígeno disuelto en la cuenca del Río Cachapoal:

Cuadro 30: Oxígeno disuelto en la cuenca Cachapoal (mg/L)

Tramo	Cauce	CADE- IDEPE	Ant. Norma	FAO	Variación		Variación A.	
					A. Norma v/s Cade	A, D ó I*	Norma v/s FAO	A, D ó I*
1	Cachapoal en Chacayanes	10,40	7,50	s/i	2,90	Disminuye	s/i	s/i
2	Cachapoal en Rivera Sur	10,20	7,50	s/i	2,70	Disminuye	s/i	s/i
3	Cachapoal en pte. coinco	10,00	5,50	s/i	4,50	Disminuye	s/i	s/i
4	Cachapoal en pte. Arqueado	9,80	7,50	s/i	2,30	Disminuye	s/i	s/i
5	Cachapoal a/j Coya	10,30	5,50	s/i	4,80	Disminuye	s/i	s/i
6	Cachapoal en pte. Codao	10,30	5,00	s/i	5,30	Disminuye	s/i	s/i
7	Cachapoal en Termas Cauquenes	8,50	7,50	s/i	1,00	Disminuye	s/i	s/i
8	Río Coya a/j Cachapoal	9,70	7,50	s/i	2,20	Disminuye	s/i	s/i
9	Estero La Cadena	4,00	5,00	s/i	-1,00	Aumenta	s/i	s/i
10	Río Claro en hacienda las nieves	9,10	7,50	s/i	1,60	Disminuye	s/i	s/i
11	Río Claro en pte. Zúñiga	9,20	7,50	s/i	1,70	Disminuye	s/i	s/i
12	Estero Zamorano	9,10	7,50	s/i	1,60	Disminuye	s/i	s/i
13	Estero Pangal	s/i	0,00	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
14	Estero Rigolemu	s/i	5,50	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
15	Estero Antivero 1	s/i	7,50	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
16	Estero Antivero 2	s/i	7,50	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
17	Estero Antivero 3	s/i	7,50	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de norma (2005) y FAO 29 (1987).

*A: Aumenta, D: Disminuye, I: Se mantiene información y S/I: Sin información.

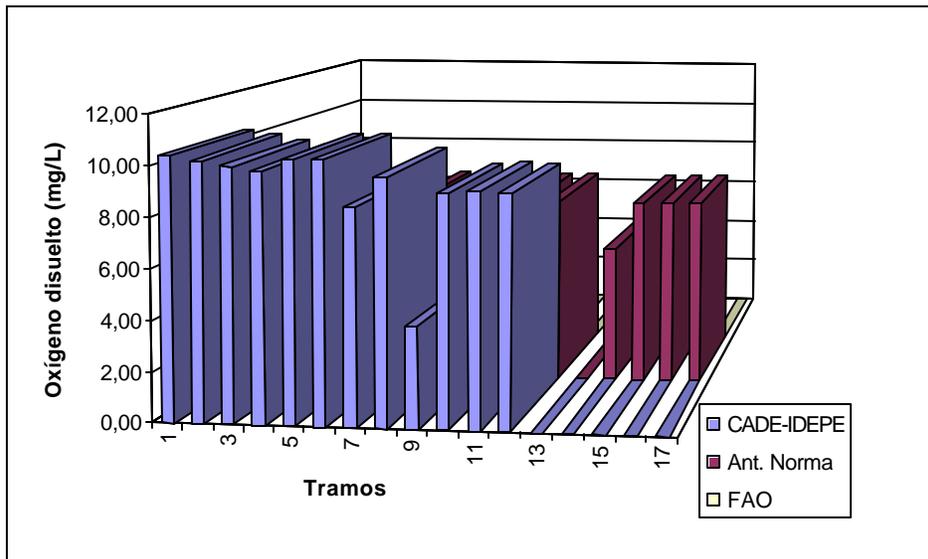


Figura 17: Valores del parámetro Oxígeno disuelto según datos de CADE – IDEPE, Anteproyecto de Norma y FAO

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de Norma (2005) y FAO 29 (1987).

- a. Al comparar los valores de Calidad Actual con los valores propuestos por el Anteproyecto de Norma se presenta la siguiente situación para cada uno de los tramos:

Cuadro 31. Calidad Actual de aguas (CADE-IDEPE) vs Anteproyecto de Norma

Estado	Tramos																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Se mantiene													s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
Disminuye	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
Aumenta									x				s/i	s/i	s/i	s/i	s/i

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de Norma (2005) y FAO 29 (1987).

- b. FAO no sugiere valores para el parámetro Oxígeno disuelto, por tanto es imposible realizar comparación alguna entre la situación con anteproyecto de Norma y la sugerencia internacional realizada por FAO.

Cuadro 32. Anteproyecto de Norma vs FAO

Estado	Tramos																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Sin Restricción	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
Restricción Leve a Moderada	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
Restricción Severa	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de Norma (2005) y FAO 29 (1987).

5.4 PH

5.4.1 Situación del pH en la cuenca del Río Cachapoal:

Cuadro 33: pH en la cuenca Cachapoal (unidad)

Tramo	Cauce	CADE- IDEPE	Ant. Norma	FAO	Variación A. Norma v/s Cade	A, D ó I*	Variación A. Norma v/s FAO	A, D ó I*
1	Cachapoal en Chacayanes	7,30	7,50	7,50	-0,20	Aumenta	0,00	Igual
2	Cachapoal en Rivera Sur	7,90	7,50	7,50	0,40	Disminuye	0,00	Aumenta
3	Cachapoal en pte. coinco	7,60	7,50	7,50	0,10	Disminuye	0,00	Igual
4	Cachapoal en pte. Arqueado	8,00	7,50	7,50	0,50	Disminuye	0,00	Igual
5	Cachapoal a/j Coya	7,40	7,50	7,50	-0,10	Aumenta	0,00	Aumenta
6	Cachapoal en pte. Codao	8	8	8	0	Igual	0	Igual
7	Cachapoal en Termas Cauquenes	7,4	7,5	7,5	-0,1	Aumenta	0,0	Igual
8	Río Coya a/j Cachapoal	5,60	5,50	7,50	0,10	Disminuye	2,00	Disminuye
9	Estero La Cadena	7,30	7,50	7,50	-0,20	Aumenta	0,00	Igual
10	Río Claro en hacienda las nieves	7,10	7,50	7,50	-0,40	Aumenta	0,00	Igual
11	Río Claro en pte. Zuñiga	7,90	7,50	7,50	0,40	Disminuye	0,00	Igual
12	Estero Zamorano	7,80	7,50	7,50	0,30	Disminuye	0,00	Igual
13	Estero Pangal	s/i	7,50	7,50	s/i	s/i	0,00	Igual
14	Estero Rigolemu	s/i	7,50	7,50	s/i	s/i	0,00	Igual
15	Estero Antivero 1	s/i	7,50	7,50	s/i	s/i	0,00	Igual
16	Estero Antivero 2	s/i	7,50	7,50	s/i	s/i	0,00	Igual
17	Estero Antivero 3	s/i	7,5	7,5	s/i	s/i	0,0	Igual

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de norma (2005) y FAO 29 (1987).

*A: Aumenta, D: Disminuye, I: Se mantiene información y S/I: Sin información.

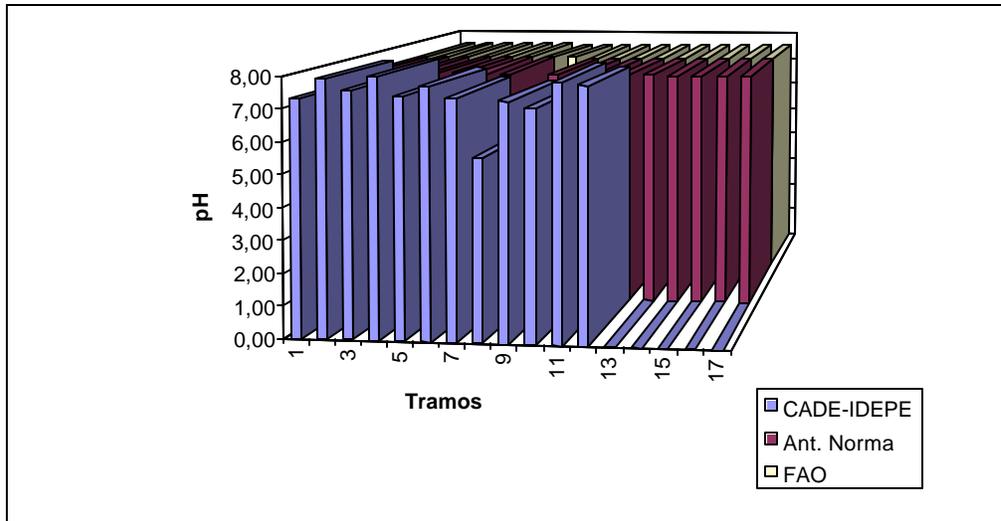


Figura 18: Valores del parámetro pH según datos de CADE – IDEPE, Anteproyecto de Norma y FAO.

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de Norma (2005) y FAO 29 (1987).

- a. En todos los tramos para los que existe información de Calidad Actual, el valor de pH se encuentra en el rango 6,5 – 8,5. Sin embargo al comparar los valores de Calidad

Actual con los valores propuestos por el Anteproyecto de Norma se observa la siguiente situación para cada uno de los tramos:

Cuadro 34. Calidad Actual de aguas (CADE-IDEPE) vs Anteproyecto de Norma

Estado	Tramos																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Se mantiene						x							s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
Disminuye		x	x	x				x			x	x	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
Aumenta	x				x		x		x	x			s/i	s/i	s/i	s/i	s/i

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de Norma (2005) y FAO 29 (1987).

b. Al comparar los valores propuestos por el Anteproyecto de Norma con los valores recomendados por FAO, se tiene la siguiente situación para cada uno de los tramos:

Cuadro 35. Anteproyecto de Norma vs FAO

Estado	Tramos																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Sin Restricción	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Restricción Leve a Moderada																	
Restricción Severa																	

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de Norma (2005) y FAO 29 (1987).

5.4.2 Impacto del pH en el suelo y los cultivos.

El nivel de pH que posee un suelo es un factor importante en la disponibilidad de nutrientes y cationes metálicos para las plantas (ver figuras 19 y 20).

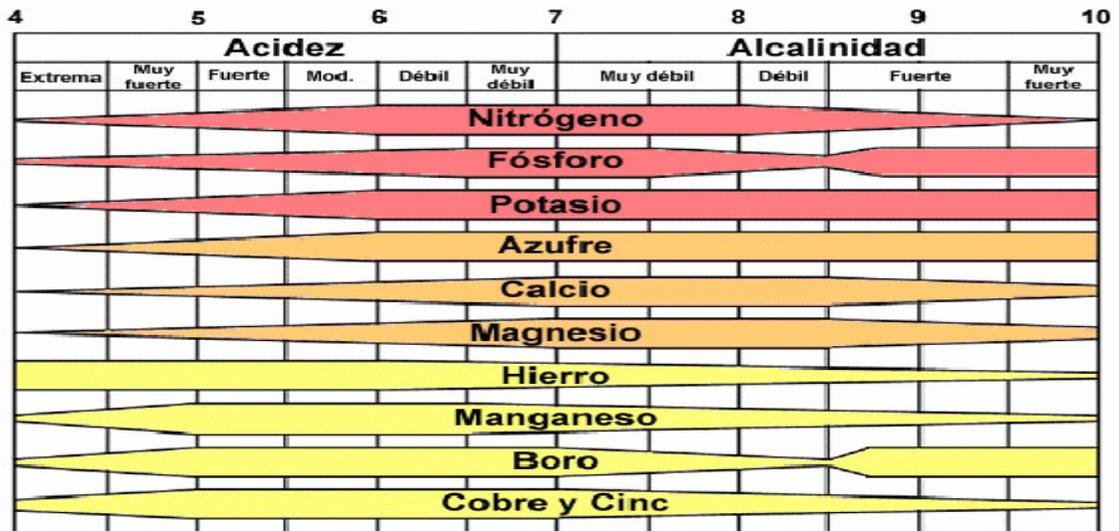


Figura 19: Absorción de nutrientes a distintos niveles de pH.

Fuente: The Texas A y M University System, 1996.

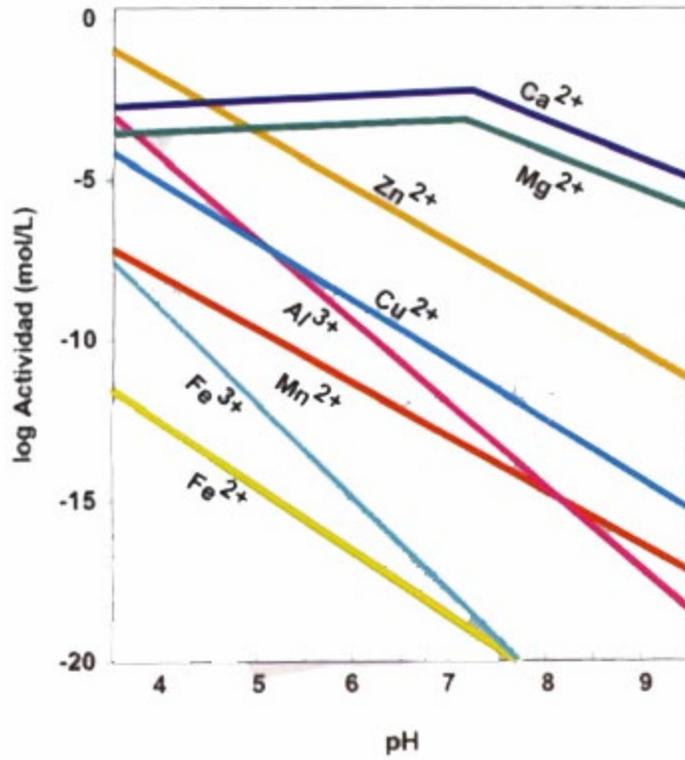


Figura 20: Solubilidad de Hierro y otros cationes metálicos a distintos de pH en suelos.
Fuente: Sociedad Química y Minera de Chile, 2001.

5.5 SÓLIDOS DISUELTOS

5.5.1 Situación de los Sólidos Disueltos en la cuenca del Río Cachapoal:

Cuadro 36: Sólidos Disueltos en la cuenca Cachapoal (mg/L)

Tramo	Cauce	CADE- IDEPE	Ant. Norma	FAO	Variación	A, D ó I*	Variación	A, D ó I*
					A. Norma v/s Cade		A. Norma v/s FAO	
1	Cachapoal en Chacayanes	s/í	400,00	2000,00	s/í	s/í	s/í	s/í
2	Cachapoal en Rivera Sur	s/í	400,00	2000,00	s/í	s/í	1600,00	Disminuye
3	Cachapoal en pte. coinco	s/í	1000,00	2000,00	s/í	s/í	1000,00	Disminuye
4	Cachapoal en pte. Arqueado	s/í	400,00	2000,00	s/í	s/í	1600,00	Disminuye
5	Cachapoal a/j Coya	s/í	400,00	2000,00	s/í	s/í	1600,00	Disminuye
6	Cachapoal en pte. Codao	s/í	400,00	2000,00	s/í	s/í	1600,00	Disminuye
7	Cachapoal en Termas Cauquenes	s/í	400,00	2000,00	s/í	s/í	1600,00	Disminuye
8	Río Coya a/j Cachapoal	s/í	1000,00	2000,00	s/í	s/í	1000,00	Disminuye
9	Estero La Cadena	s/í	400,00	2000,00	s/í	s/í	1600,00	Disminuye
10	Río Claro en hacienda las nieves	0,00	s/í	2000,00	s/í	s/í	s/í	s/í
11	Río Claro en pte. Zuñiga	s/í	400,00	2000,00	s/í	s/í	s/í	s/í
12	Estero Zamorano	s/í	400,00	2000,00	s/í	s/í	1600,00	Disminuye
13	Estero Pangal	s/í	400,00	2000,00	s/í	s/í	1600,00	Disminuye
14	Estero Rigolemu	s/í	400,00	2000,00	s/í	s/í	1600,00	Disminuye
15	Estero Antivero 1	s/í	400,00	2000,00	s/í	s/í	1600,00	Disminuye
16	Estero Antivero 2	s/í	400,00	2000,00	s/í	s/í	1600,00	Disminuye
17	Estero Antivero 3	s/í	400,00	2000,00	s/í	s/í	1600,00	Disminuye

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de norma (2005) y FAO 29 (1987).

*A: Aumenta, D: Disminuye, I: Se mantiene información y S/I: Sin información.

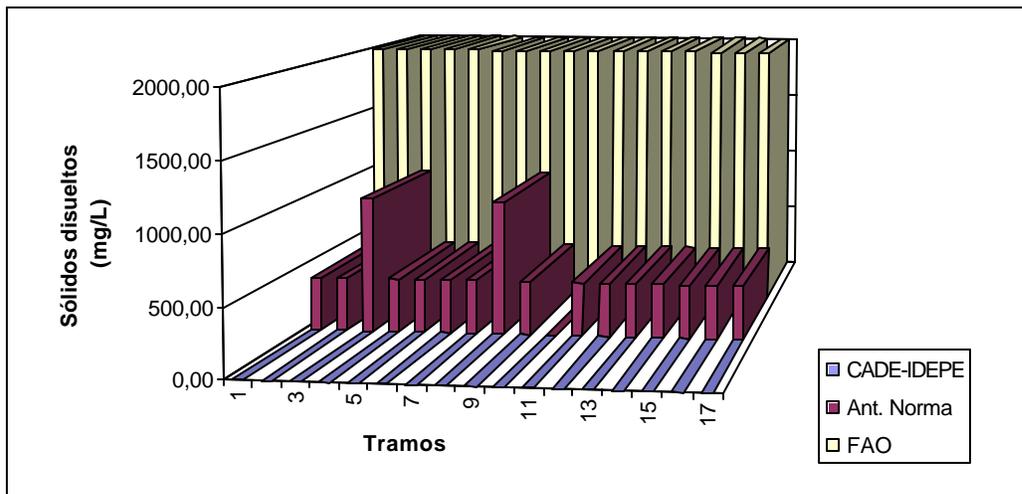


Figura 21: Valores del parámetro Sólidos disueltos según datos de CADE – IDEPE, Anteproyecto de Norma y FAO.

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de Norma (2005) y FAO 29 (1987).

- CADE-IDEPE no registra mediciones para el parámetro sólidos disueltos, por tanto es imposible realizar comparación alguna entre la situación con Anteproyecto de Norma y los valores de Calidad Actual existentes en la cuenca del Cachapoal.

Cuadro 37. Calidad Actual de aguas (CADE-IDEPE) vs Anteproyecto de Norma

Estado	Tramos																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Se mantiene	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
Disminuye	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
Aumenta	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de Norma (2005) y FAO 29 (1987).

- b. Al comparar los valores propuestos por el Anteproyecto de Norma con el valor sugerido por FAO (200 mg/L), se tiene la siguiente situación para cada tramo:

Cuadro 38. Anteproyecto de Norma vs FAO

Estado	Tramos																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Sin Restricción	x	x	x	x	x	x	x	x	x	s/i	x	x	x	x	x	x	x
Restricción Leve a Moderada										s/i							
Restricción Severa										s/i							

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de Norma (2005) y FAO 29 (1987).

5.6 SÓLIDOS SUSPENDIDOS

5.6.1 Situación de los Sólidos Suspendidos en la cuenca del Río Cachapoal:

Cuadro 39: Sólidos Disueltos en la cuenca Cachapoal (mg/L)

Tramo	Cauce	CADE- IDEPE	Ant. Norma	FAO	Variación		Variación A.	
					A. Norma v/s Cade	A, D ó I*	Norma v/s FAO	A, D ó I*
1	Cachapoal en Chacayanes	2.667,00	316,00	2.000,00	2.351,00	Disminuye	1.684,00	Disminuye
2	Cachapoal en Rivera Sur	920,00	438,00	2.000,00	482,00	Disminuye	1.562,00	Disminuye
3	Cachapoal en pte. coinco	41,00	767,00	2.000,00	-726,00	Aumenta	1.233,00	Disminuye
4	Cachapoal en pte. Arqueado	67,00	529,00	2.000,00	-462,00	Aumenta	1.471,00	Disminuye
5	Cachapoal a/j Coya	653,00	640,00	2.000,00	13,00	Disminuye	1.360,00	Disminuye
6	Cachapoal en pte. Codao	519,00	452,00	2.000,00	67,00	Disminuye	1.548,00	Disminuye
7	Cachapoal en Termas Cauquenes	864,00	454,00	2.000,00	410,00	Disminuye	1.546,00	Disminuye
8	Río Coya a/j Cachapoal	373,00	1.592,00	2.000,00	-1.219,00	Aumenta	408,00	Disminuye
9	Estero La Cadena	156,00	1.392,00	2.000,00	-1.236,00	Aumenta	608,00	Disminuye
10	Río Claro en hacienda las nieves	85,00	s/i	2.000,00	s/i	s/i	s/i	s/i
11	Río Claro en pte. Zuñiga	103,60	104,00	2.000,00	s/i	Disminuye	s/i	s/i
12	Estero Zamorano	33,00	24,00	2.000,00	9,00	Disminuye	1.976,00	Disminuye
13	Estero Pangal	s/i	132,00	2.000,00	s/i	s/i	1.868,00	Disminuye
14	Estero Rigolemu	s/i	380,00	2.000,00	s/i	s/i	1.620,00	Disminuye
15	Estero Antivero 1	s/i	24,00	2.000,00	s/i	s/i	s/i	s/i
16	Estero Antivero 2	s/i	80,00	2.000,00	s/i	s/i	s/i	s/i
17	Estero Antivero 3	s/i	24	2000	s/i	s/i	s/i	s/i

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de norma (2005) y FAO 29 (1987).

*A: Aumenta, D: Disminuye, I: Se mantiene información y S/I: Sin información.

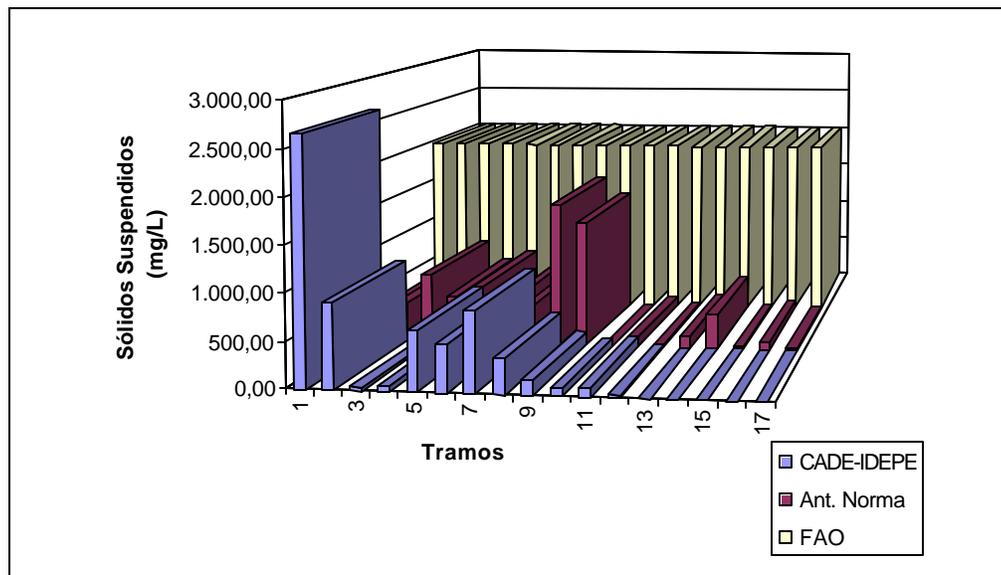


Figura 22: Valores del parámetro Sólidos suspendidos según datos de CADE – IDEPE, Anteproyecto de Norma y FAO.

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de Norma (2005) y FAO 29 (1987).

- a. Al comparar los valores de Calidad Actual con los valores propuestos por el Anteproyecto de Norma, se tiene la siguiente situación para cada uno de los tramos:

Cuadro 40. Calidad Actual de aguas (CADE-IDEPE) vs Anteproyecto de Norma

Estado	Tramos																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Se mantiene											s/i						
Disminuye	x	x			x	x	x				s/i	x	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
Aumenta			x	x				x	x	x	s/i		s/i	s/i	s/i	s/i	s/i

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de Norma (2005) y FAO 29 (1987).

En los tramos 13 al 17 no existe información de Calidad Actual para el parámetro sólidos suspendidos. Asimismo, El Anteproyecto de Norma no propone valores para este parámetro en el tramo 11.

- b. Al comparar los valores propuestos por el Anteproyecto de Norma con los valores sugeridos por FAO, se tiene la siguiente situación para cada uno de los tramos:

Cuadro 41. Anteproyecto de Norma vs FAO

Estado	Tramos																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Sin Restricción	x	x	x	x	x	x	x	x		s/i	x	x	x	x	x	x	x
Restricción Leve a Moderada								x	x								
Restricción Severa																	

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de Norma (2005) y FAO 29 (1987).

5.5.2 Impacto de los Sólidos suspendidos en el suelo y los cultivos.

Los sólidos suspendidos corresponden a todo el material que queda retenido en un filtro de 0,45 mm. La presencia del material sólido en suspensión se debe principalmente a factores naturales y su mayor implicancia es la obstrucción de sistemas de riego.

Existen restricciones del agua para su uso en sistemas de riego localizado, el grado de restricción de uso del agua destinada al riego localizado se muestra en la Figura 23.

Problemas	Unidades	Grado de Restricción de Uso		
		Ninguna	Ligera a Moderada	Severa
Físicos				
Sólidos en suspensión	mg/l	< 50	50 - 100	> 100
Químicos				
pH		< 7,0	7,0 - 8,0	> 8,0
Sólidos solubles	mg/l	< 500	500 - 2000	> 2000
Manganeso ²	mg/l	< 0,1	0,1 - 1,5	> 1,5
Hierro ³	mg/l	< 0,1	0,1 - 1,5	> 1,5
Acido sulfídrico	mg/l	< 0,5	0,5 - 2,0	> 2,0
Biológicos				
Poblaciones bacterianas	Max. n°/ml	<10 000	10 000 - 50 000	>50 000

Figura 23: Influencia de la calidad del agua en obstrucción de sistemas de riego localizado.

Fuente: Nakayama, 1982.

² Mientras que a estas concentraciones se espera que no ocurran obstrucciones en el sistema de riego localizado, las toxicidades por Manganeso pueden presentarse a concentraciones menores.

³ Las concentraciones de Hierro mayores a 5 mg/l pueden provocar en ciertos cultivo desequilibrios de nutrición.

5.7 COLIFORMES FECALES

5.7.1 Situación de los Coliformes fecales en la cuenca del Río Cachapoal:

Cuadro 42: Coliformes fecales en la cuenca Cachapoal (NMP/ 100 ml).

Tramo	Cauce	CADE- IDEPE	Variación			Variación A.		
			Ant. Norma	FAO	A. Norma v/s Cade	A, D ó I*	Norma v/s FAO	A, D ó I*
1	Cachapoal en Chacayanes	20,00	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
2	Cachapoal en Rivera Sur	767,00	2.000,00	s/i	-1.233,00	Aumenta	s/i	s/i
3	Cachapoal en pte. coinco	1.100,00	2.000,00	s/i	-900,00	Aumenta	s/i	s/i
4	Cachapoal en pte. Arqueado	170,00	2.000,00	s/i	-1.830,00	Aumenta	s/i	s/i
5	Cachapoal a/j Coya	310,00	2.000,00	s/i	-1.690,00	Aumenta	s/i	s/i
6	Cachapoal en pte. Codao	4.379,00	2.000,00	s/i	2.379,00	Disminuye	s/i	s/i
7	Cachapoal en Termas Cauquenes	51,00	2.000,00	s/i	-1.949,00	Aumenta	s/i	s/i
8	Río Coya a/j Cachapoal	110,00	2.000,00	s/i	-1.890,00	Aumenta	s/i	s/i
9	Estero La Cadena	170.000,00	2.000,00	s/i	168.000,00	Disminuye	s/i	s/i
10	Río Claro en hacienda las nieves	2,00	1.000,00	s/i	-998,00	Aumenta	s/i	s/i
11	Río Claro en pte. Zuñiga	2.471,00	2.000,00	s/i	471,00	Disminuye	s/i	s/i
12	Estero Zamorano	1.500,00	2.000,00	s/i	-500,00	Aumenta	s/i	s/i
13	Estero Pangal	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
14	Estero Rigolemu	s/i	2.000,00	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
15	Estero Antivero 1	s/i	1.000,00	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
16	Estero Antivero 2	s/i	2.000,00	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
17	Estero Antivero 3	s/i	1000	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de norma (2005) y FAO 29 (1987).

*A: Aumenta, D: Disminuye, I: Se mantiene información y S/I: Sin información.

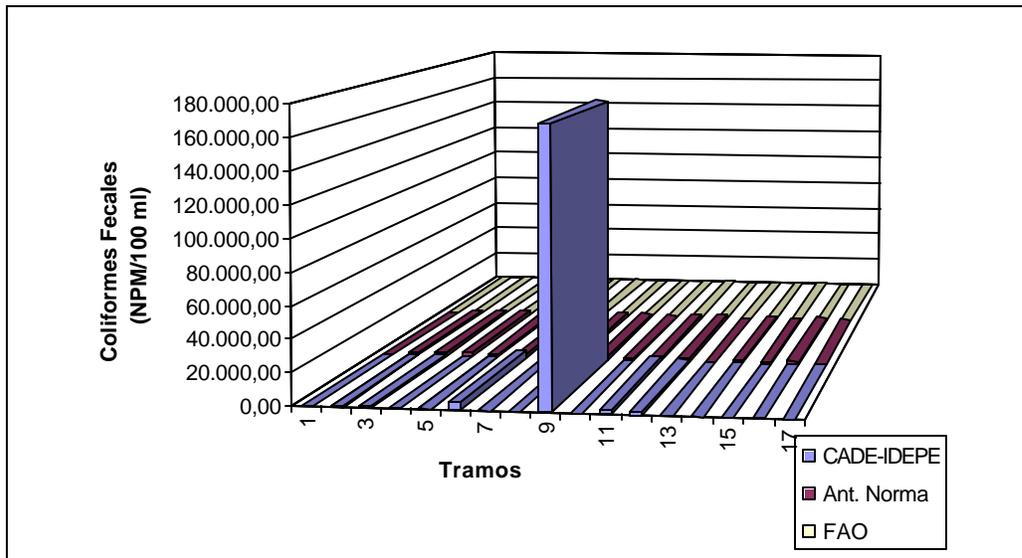


Figura 24: Valores del parámetro Coliformes fecales según datos de CADE – IDEPE, Anteproyecto de Norma y FAO.

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de Norma (2005) y FAO 29 (1987).

- a. Al comparar los valores de Calidad Actual con los valores propuestos por el Anteproyecto de Norma, se tiene la siguiente situación para cada uno de los tramos:

Cuadro 43. Calidad Actual de aguas (CADE-IDEPE) vs Anteproyecto de Norma

Estado	Tramos																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Se mantiene	s/i												s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
Disminuye	s/i					x			x		x		s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
Aumenta	s/i	x	x	x	x		x	x		x		x	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de Norma (2005) y FAO 29 (1987).

- b. FAO no sugiere valores para el parámetro Coliformes fecales, por tanto es imposible realizar comparación alguna entre la situación con Anteproyecto de Norma y la sugerencia internacional realizada por FAO.

Cuadro 44. Anteproyecto de Norma vs FAO

Estado	Tramos																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Sin Restricción	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
Restricción Leve a Moderada	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
Restricción Severa	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de Norma (2005) y FAO 29 (1987).

5.8 COLIFORMES TOTALES

5.8.1 Situación de los Coliformes totales en la cuenca del Río Cachapoal:

Cuadro 45: Coliformes totales en la cuenca Cachapoal (NMP/ 100 ml).

Tramo	Cauce	CADE- IDEPE	Ant. Norma	FAO	Variación A. Norma v/s Cade	A, D ó I*	Variación A. Norma v/s FAO	A, D ó I*
1	Cachapoal en Chacayanes	0,00	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
2	Cachapoal en Rivera Sur	0,00	5000,00	s/i	-5000,00	Aumenta	s/i	s/i
3	Cachapoal en pte. coinco	0,00	5000,00	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
4	Cachapoal en pte. Arqueado	0,00	5000,00	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
5	Cachapoal a/j Coya	0,00	5000,00	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
6	Cachapoal en pte. Codao	0,00	5000,00	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
7	Cachapoal en Termas Cauquenes	0,00	5000,00	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
8	Río Coya a/j Cachapoal	0,00	5000,00	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
9	Estero La Cadena	0,00	5000,00	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
10	Río Claro en hacienda las nieves	0,00	5000,00	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
11	Río Claro en pte. Zuñiga	0,00	5000,00	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
12	Estero Zamorano	0,00	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
13	Estero Pangal	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
14	Estero Rigolemu	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
15	Estero Antivero 1	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
16	Estero Antivero 2	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
17	Estero Antivero 3	0,00	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de norma (2005) y FAO 29 (1987).

*A: Aumenta, D: Disminuye, I: Se mantiene información y S/I: Sin información.

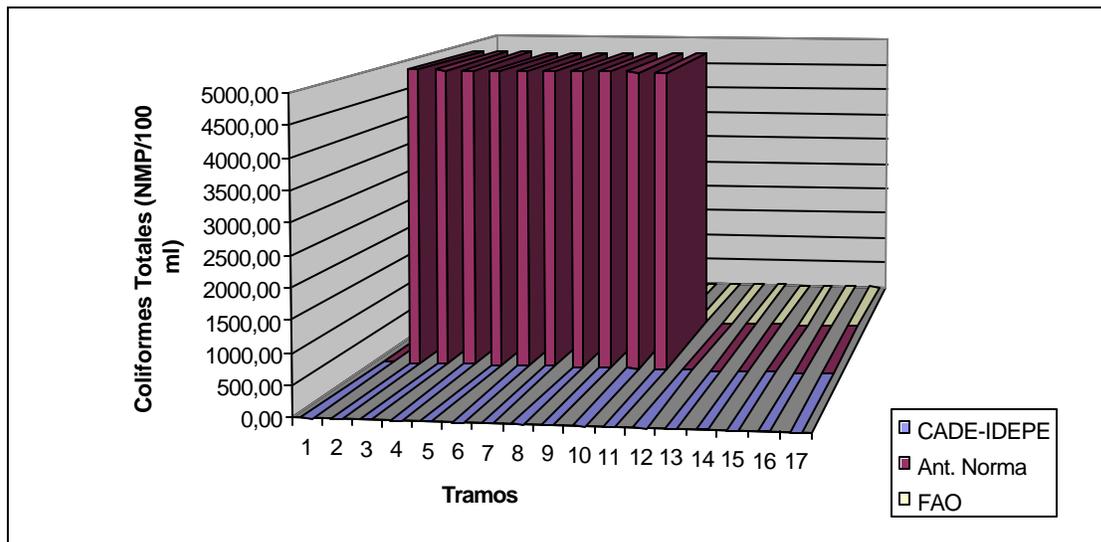


Figura 25: Valores del parámetro Coliformes totales según datos de CADE – IDEPE, Anteproyecto de Norma y FAO.

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de Norma (2005) y FAO 29 (1987).

- a. CADE-IDEPE no registra mediciones para el parámetro Coliformes totales, por tanto es imposible realizar comparación alguna entre la situación con Anteproyecto de Norma y los valores de Calidad Actual existentes en la cuenca del Cachapoal.

Cuadro 46. Calidad Actual de aguas (CADE-IDEPE) vs Anteproyecto de Norma

Estado	Tramos																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Se mantiene	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
Disminuye	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
Aumenta	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de Norma (2005) y FAO 29 (1987).

- b. FAO no sugiere valores para el parámetro Coliformes totales, por tanto es imposible realizar comparación alguna entre la situación con Anteproyecto de Norma y la sugerencia internacional realizada por FAO.

Cuadro 47. Anteproyecto de Norma vs FAO

Estado	Tramos																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Se mantiene	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
Disminuye	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
Aumenta	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de Norma (2005) y FAO 29 (1987).

5.9 AMONIO

5.9.1 Situación del Amonio en la cuenca del Río Cachapoal:

Cuadro 48: Amonio en la cuenca Cachapoal (mg/L)

Tramo	Cauce	CADE- IDEPE	Ant. Norma	FAO	Variación A. Norma v/s Cade	A, D ó I*	Variación A. Norma v/s FAO	A, D ó I*
1	Cachapoal en Chacayanes	s/i	s/i	5,00	s/i	s/i	s/i	s/i
2	Cachapoal en Rivera Sur	s/i	0,50	5,00	s/i	s/i	4,50	Disminuye
3	Cachapoal en pte. coinco	s/i	0,50	5,00	s/i	s/i	4,50	Disminuye
4	Cachapoal en pte. Arqueado	s/i	0,50	5,00	s/i	s/i	4,50	Disminuye
5	Cachapoal a/j Coya	s/i	1,00	5,00	s/i	s/i	4,00	Disminuye
6	Cachapoal en pte. Codao	s/i	0,50	5,00	s/i	s/i	4,50	Disminuye
7	Cachapoal en Termas Cauquenes	s/i	0,50	5,00	s/i	s/i	4,50	Disminuye
8	Río Coya a/j Cachapoal	0,00	0,50	5,00	s/i	s/i	4,50	Disminuye
9	Estero La Cadena	s/i	2,50	5,00	s/i	s/i	2,50	Disminuye
10	Río Claro en hacienda las nieves	s/i	s/i	5,00	s/i	s/i	s/i	s/i
11	Río Claro en pte. Zuñiga	s/i	0,50	5,00	s/i	s/i	s/i	s/i
12	Estero Zamorano	s/i	0,50	5,00	s/i	s/i	s/i	s/i
13	Estero Pangal	s/i	s/i	5,00	s/i	s/i	s/i	s/i
14	Estero Rigolemu	s/i	s/i	5,00	s/i	s/i	s/i	s/i
15	Estero Antivero 1	s/i	s/i	5,00	s/i	s/i	s/i	s/i
16	Estero Antivero 2	s/i	s/i	5,00	s/i	s/i	s/i	s/i
17	Estero Antivero 3	s/i	s/i	5,00	s/i	s/i	s/i	s/i

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de norma (2005) y FAO 29 (1987).

*A: Aumenta, D: Disminuye, I: Se mantiene información y S/I: Sin información.

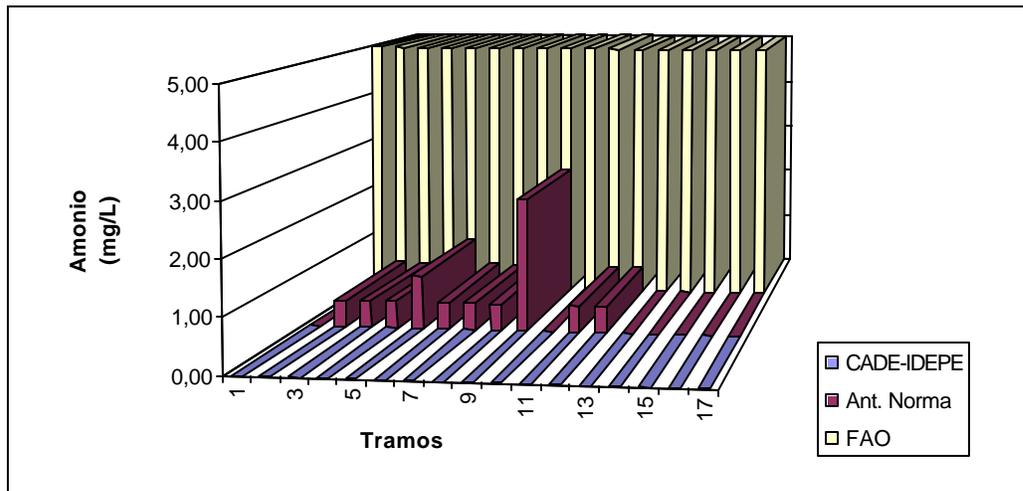


Figura 26: Valores del parámetro Amonio según datos de CADE – IDEPE, Anteproyecto de Norma y FAO.

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de Norma (2005) y FAO 29 (1987).

- CADE-IDEPE no registra mediciones para el parámetro Amonio, por tanto es imposible realizar comparación alguna entre la situación con Anteproyecto de Norma y los valores de Calidad Actual existentes en la cuenca del Cachapoal.

Cuadro 49. Calidad Actual de aguas (CADE-IDEPE) vs Anteproyecto de Norma

Estado	Tramos																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Se mantiene	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
Disminuye	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
Aumenta	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de Norma (2005) y FAO 29 (1987).

- b. Al comparar los valores propuestos por el Anteproyecto de Norma con el valor máximo recomendado por la literatura (5mg/L), se tiene la siguiente situación para cada tramo.

Cuadro 50. Anteproyecto de Norma vs FAO

Estado	Tramos																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Sin Restricción	s/i	x	x	x	x	x	x	x		s/i	x	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
Restricción Leve a Moderada	s/i								x	s/i		s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
Restricción Severa	s/i									s/i		s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de Norma (2005) y FAO 29 (1987).

5.10 CIANURO

5.10.1 Situación del Cianuro en la cuenca del Río Cachapoal:

Cuadro 51: Cianuro en la cuenca Cachapoal (mg/L)

Tramo	Cauce	CADE-IDEPE	Ant. Norma	FAO	Variación A. Norma v/s Cade	A, D ó I*	Variación A. Norma v/s FAO	A, D ó I*
1	Cachapoal en Chacayanes	s/i	s/i	0,00	s/i	s/i	s/i	s/i
2	Cachapoal en Rivera Sur	s/i	5,00	0,00	s/i	s/i	-5,00	Aumenta
3	Cachapoal en pte. coinco	s/i	5,00	0,00	s/i	s/i	-5,00	Aumenta
4	Cachapoal en pte. Arqueado	s/i	5,00	0,00	s/i	s/i	-5,00	Aumenta
5	Cachapoal a/j Coya	s/i	5,00	0,00	s/i	s/i	-5,00	Aumenta
6	Cachapoal en pte. Codao	s/i	5,00	0,00	s/i	s/i	-5,00	Aumenta
7	Cachapoal en Termas Cauquenes	s/i	5,00	0,00	s/i	s/i	-5,00	Aumenta
8	Río Coya a/j Cachapoal	s/i	5,00	0,00	s/i	s/i	-5,00	Aumenta
9	Estero La Cadena	s/i	5,00	0,00	s/i	s/i	-5,00	Aumenta
10	Río Claro en hacienda las nieves	s/i	s/i	0,00	s/i	s/i	s/i	s/i
11	Río Claro en pte. Zuñiga	s/i	5,00	0,00	s/i	s/i	s/i	s/i
12	Estero Zamorano	s/i	5,00	0,00	s/i	s/i	-5,00	Aumenta
13	Estero Pangal	s/i	s/i	0,00	s/i	s/i	s/i	s/i
14	Estero Rigolemu	s/i	0,00	0,00	s/i	s/i	0,00	Aumenta
15	Estero Antivero 1	s/i	s/i	0,00	s/i	s/i	s/i	s/i
16	Estero Antivero 2	s/i	s/i	0,00	s/i	s/i	s/i	s/i
17	Estero Antivero 3	s/i	s/i	0,00	s/i	s/i	s/i	s/i

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de norma (2005) y FAO 29 (1987).

*A: Aumenta, D: Disminuye, I: Se mantiene información y S/I: Sin información.

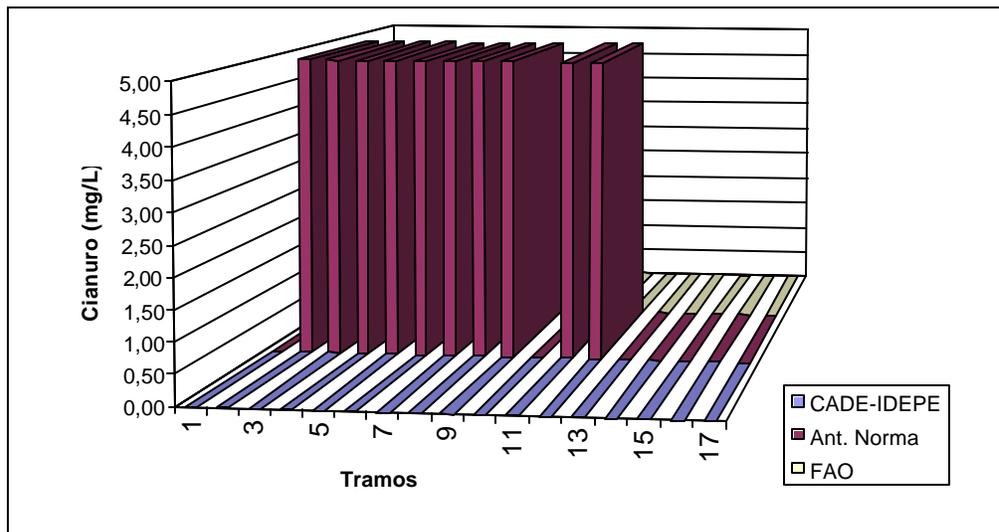


Figura 27: Valores del parámetro Cianuro según datos de CADE – IDEPE, Anteproyecto de Norma y FAO.

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de Norma (2005) y FAO 29 (1987).

- a. CADE-IDEPE no registra mediciones para el parámetro Cianuro, por tanto es imposible realizar comparación alguna entre la situación con anteproyecto de Norma y los valores de Calidad Actual existentes en la cuenca del Cachapoal.

Cuadro 52. Calidad Actual de aguas (CADE-IDEPE) vs Anteproyecto de Norma

Estado	Tramos																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Se mantiene	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
Disminuye	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
Aumenta	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de Norma (2005) y FAO 29 (1987).

- b. FAO nos sugiere valores para el parámetro Cianuro, por tanto es imposible realizar comparación alguna entre la situación con Anteproyecto de Norma y la sugerencia internacional realizada por FAO.

Cuadro 53. Anteproyecto de Norma vs FAO

Estado	Tramos																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Sin Restricción	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
Restricción Leve a Moderada	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
Restricción Severa	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de Norma (2005) y FAO 29 (1987).

5.11 CLORURO

5.11.1 Situación del Cloruro en la cuenca del Río Cachapoal:

Cuadro 54: Cloruro en la cuenca Cachapoal (mg/L)

Tramo	Cauce	CADE- IDEPE	Ant. Norma	FAO	Variación		Variación	
					A. Norma v/s Cade	A, D ó I*	A. Norma v/s FAO	A, D ó I*
1	Cachapoal en Chacayanes	46,40	80,00	15,00	-33,60	Aumenta	-65,00	Aumenta
2	Cachapoal en Rivera Sur	44,30	80,00	15,00	-35,70	Aumenta	-65,00	Aumenta
3	Cachapoal en pte. coinco	46,90	80,00	15,00	-33,10	Aumenta	-65,00	Aumenta
4	Cachapoal en pte. Arqueado	37,80	80,00	15,00	-42,20	Aumenta	-65,00	Aumenta
5	Cachapoal a/j Coya	45,50	80,00	15,00	-34,50	Aumenta	-65,00	Aumenta
6	Cachapoal en pte. Codao	31,30	80,00	15,00	-48,70	Aumenta	-65,00	Aumenta
7	Cachapoal en Termas Cauquenes	28,50	80,00	15,00	-51,50	Aumenta	-65,00	Aumenta
8	Río Coya a/j Cachapoal	17,60	80,00	15,00	-62,40	Aumenta	-65,00	Aumenta
9	Estero La Cadena	35,30	80,00	15,00	-44,70	Aumenta	-65,00	Aumenta
10	Río Claro en hacienda las nieves	10,90	80,00	15,00	-69,10	Aumenta	-65,00	Aumenta
11	Río Claro en pte. Zuñiga	36	80	15	-44	Aumenta	-65	Aumenta
12	Estero Zamorano	18,50	80,00	15,00	-61,50	Aumenta	-65,00	Aumenta
13	Estero Pangal	s/i	s/i	15,00	s/i	s/i	s/i	s/i
14	Estero Rigolemu	s/i	80,00	15,00	s/i	s/i	-65,00	Aumenta
15	Estero Antivero 1	s/i	80,00	15,00	s/i	s/i	-65,00	Aumenta
16	Estero Antivero 2	s/i	80,00	15,00	s/i	s/i	-65,00	Aumenta
17	Estero Antivero 3	s/i	80,00	15,00	s/i	s/i	-65,00	Aumenta

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de norma (2005) y FAO 29 (1987).

*A: Aumenta, D: Disminuye, I: Se mantiene información y S/I: Sin información.

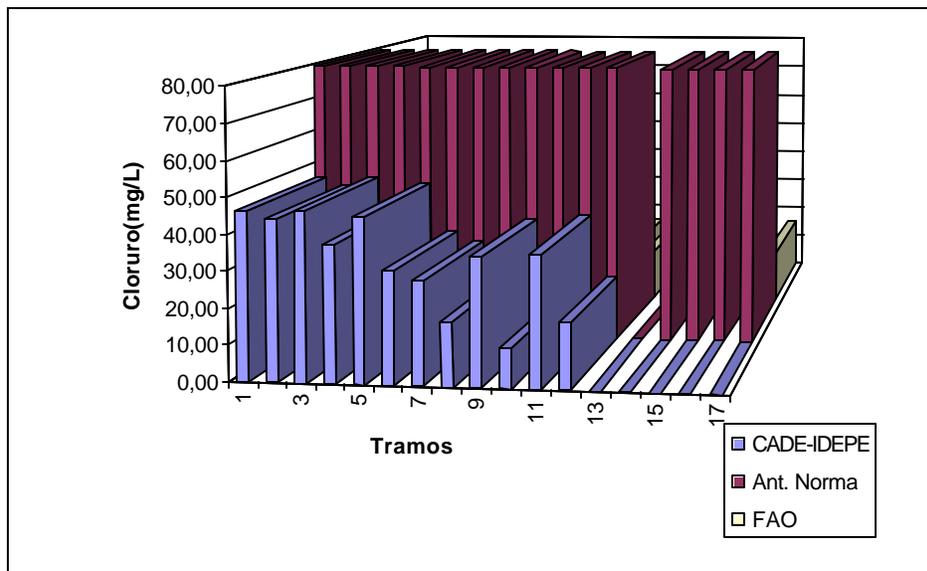


Figura 28: Valores del parámetro Cloruro según datos de CADE – IDEPE, Anteproyecto de Norma y FAO.

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de Norma (2005) y FAO 29 (1987).

- a. Al comparar los valores de Calidad Actual con los valores propuestos por el Anteproyecto de Norma, se tiene la siguiente situación para cada uno de los tramos:

Cuadro 55. Calidad Actual de aguas (CADE-IDEPE) vs Anteproyecto de Norma

Estado	Tramos																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Se mantiene													s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
Disminuye													s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
Aumenta	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de Norma (2005) y FAO 29 (1987).

No existe información de Calidad Actual para el parámetro cloruro en los tramos 13 al 17. asimismo el Anteproyecto de Norma no propone valor para el tramo 13.

- b. Al comparar los valores propuestos por el Anteproyecto de Norma con el valor máximo recomendado por la literatura (15 mg/L), se tiene la siguiente situación para cada tramo:

Cuadro 56. Anteproyecto de Norma vs FAO

Estado	Tramos																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Sin Restricción																	
Restricción Leve a Moderada																	
Restricción Severa	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de Norma (2005) y FAO 29 (1987).

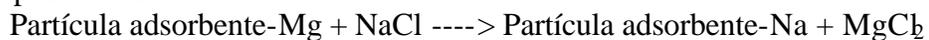
5.11.2 Impacto de los Cloruros en el suelo y los cultivos.

El Cloruro sódico es la sal más frecuente en los suelos salinos, junto con los Sulfatos sódico y magnésico, y suele formar parte de las eflorescencias blancas. Su toxicidad es alta y muy común en el agua de riego (Tisdale, 1995).

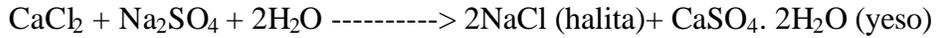
El Cloruro no es adsorbido por el suelo, por lo que se moviliza con la solución de suelo, es captado por las plantas, acumulándose en sus hojas. Si su concentración en las hojas excede la tolerancia del cultivo, se desarrollan síntomas de daño hasta quemarla, efecto que en algunos cultivos limita su comercialización. La toxicidad por Cloruro puede ocurrir también por absorción directa por las hojas al regar por aspersión. Los Cloruros se eliminan con mayor facilidad por percolación en los suelos de textura gruesa.

Las diferentes clases de Cloruros existentes se muestran a continuación:

- a. Cloruro magnésico: Se acumula en suelos que tienen una salinidad extremadamente alta. Es una sal de toxicidad muy elevada y se puede formar en suelos con alto contenido en NaCl, en los que el Na^+ se intercambia con el Mg_2^+ adsorbido en las posiciones de intercambio:



- b. Cloruro cálcico: Presenta una solubilidad muy alta, sin embargo es una sal muy poco frecuente en suelos debido a la mayor estabilidad de otras sales cálcicas, como los Sulfatos o los carbonatos:



Tanto el yeso como el carbonato cálcico precipitan

- c. Cloruro potásico: Presenta propiedades análogas a las del NaCl, aunque es poco frecuente en los suelos debido a que el K se inmoviliza, bien en la estructura de las arcillas de tipo ilita o en la biomasa debido a su carácter de macronutriente.

El cloro en cantidades excesivas tiene un efecto perjudicial sobre algunas plantas como es el caso del tabaco y de las papas, en ambas especies las hojas se adelgazan, tienden a enrollarse y disminuye la calidad de almacenamiento (Tisdale, 1995).

Los síntomas de toxicidad por cloro se manifiesta como quemaduras que afectan el borde de las hojas o bien su ápice, la necrosis alcanza su máxima expresión hacia fines de verano, momento en que se puede comprometer gran parte de la lámina. Estos problemas se acentúan cuándo los suelos presentan drenaje imperfecto, así como en situaciones de sequía donde los Cloruros no se han podido lixiviar. (Razeto, 1993)

5.12 FLUORUROS

5.12.1 Situación del Fluoruro en la cuenca del Río Cachapoal:

Cuadro 57: Fluoruro en la cuenca Cachapoal (mg/L)

Tramo	Cauce	CADE- IDEPE	Ant. Norma	FAO	Variación A. Norma v/s Cade	A, D ó I*	Variación A. Norma v/s FAO	A, D ó I*
1	Cachapoal en Chacayanes	s/i	s/i	1,00	s/i	s/í	s/i	s/i
2	Cachapoal en Rivera Sur	s/i	0,80	1,00	s/i	s/í	0,20	Disminuye
3	Cachapoal en pte. coinco	s/i	0,80	1,00	s/i	s/í	0,20	Disminuye
4	Cachapoal en pte. Arqueado	s/i	0,80	1,00	s/i	s/í	0,20	Disminuye
5	Cachapoal a/j Coya	s/i	0,80	1,00	s/i	s/í	0,20	Disminuye
6	Cachapoal en pte. Codao	s/i	0,80	1,00	s/i	s/í	0,20	Disminuye
7	Cachapoal en Termas Cauquenes	s/i	0,80	1,00	s/i	s/í	0,20	Disminuye
8	Río Coya a/j Cachapoal	s/i	0,80	1,00	s/i	s/í	0,20	Disminuye
9	Estero La Cadena	s/i	0,80	1,00	s/i	s/í	0,20	Disminuye
10	Río Claro en hacienda las nieves	s/i	s/i	1,00	s/i	s/í	s/i	s/i
11	Río Claro en pte. Zuñiga	s/i	8,00	1,00	s/i	s/í	s/i	s/i
12	Estero Zamorano	s/i	s/i	1,00	s/i	s/í	s/i	s/i
13	Estero Pangal	s/i	s/i	1,00	s/i	s/í	s/i	s/i
14	Estero Rigolemu	s/i	s/i	1,00	s/i	s/í	s/i	s/i
15	Estero Antivero 1	s/i	s/i	1,00	s/i	s/í	s/i	s/i
16	Estero Antivero 2	s/i	s/i	1,00	s/i	s/í	s/i	s/i
17	Estero Antivero 3	s/i	s/i	1,00	s/i	s/í	s/i	s/i

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de norma (2005) y FAO 29 (1987).

*A: Aumenta, D: Disminuye, I: Se mantiene información y S/I: Sin información.

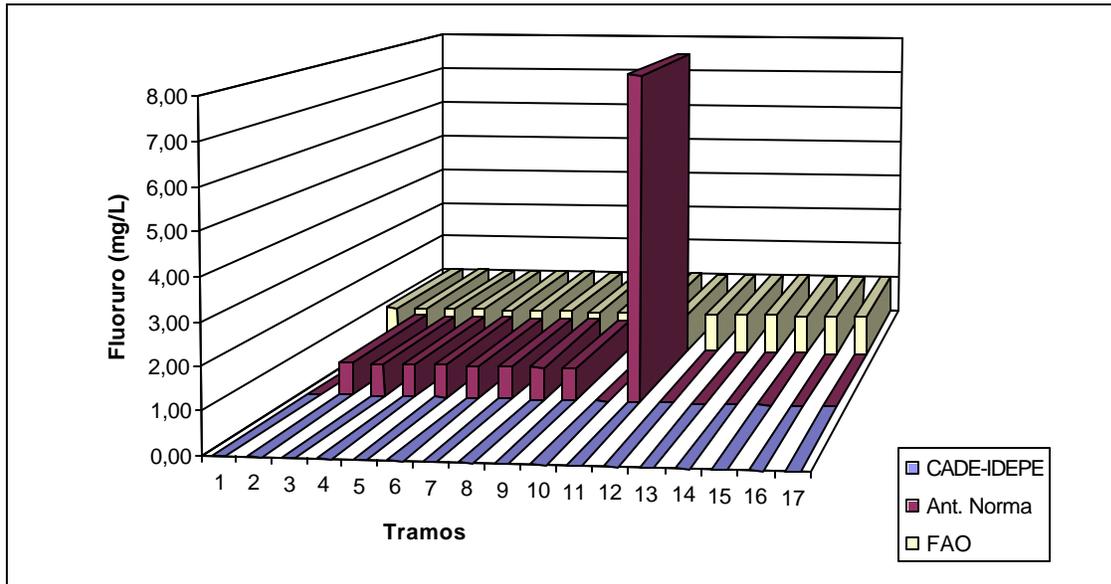


Figura 29: Valores del parámetro Fluoruro según datos de CADE – IDEPE, Anteproyecto de Norma y FAO.

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de Norma (2005) y FAO 29 (1987).

- CADE-IDEPE no registra mediciones para el parámetro Fluoruro, por tanto es imposible realizar comparación alguna entre la situación con Anteproyecto de Norma y la sugerencia internacional realizada por FAO.

Cuadro 58. Calidad Actual de aguas (CADE-IDEPE) vs Anteproyecto de Norma

Estado	Tramos																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Se mantiene	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
Disminuye	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
Aumenta	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de Norma (2005) y FAO 29 (1987).

- b. Al comparar los valores propuestos por el Anteproyecto de Norma con el valor máximo recomendado por la literatura (1mg/L), se tiene la siguiente situación para cada tramo:

Cuadro 59. Anteproyecto de Norma vs FAO

Estado	Tramos																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Sin Restricción	s/i									s/i		s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
Restricción Leve a Moderada	s/i	x	x	x	x	x	x	x	x	s/i		s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
Restricción Severa	s/i									s/i	x	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de Norma (2005) y FAO 29 (1987).

No existen valores propuestos por el Anteproyecto de Norma para los tramos 1, 10, 12, 13, 14, 15, 16 y 17.

5.13 NITRITOS

5.13.1 Situación del Nitrito en la cuenca del Río Cachapoal:

Cuadro 60: Nitrito en la cuenca Cachapoal (mg/L)

Tramo	Cauce	CADE- IDEPE	Ant. Norma	FAO	Variación		Variación	
					A. Norma v/s Cade	A, D ó I*	A. Norma v/s FAO	A, D ó I*
1	Cachapoal en Chacayanes	s/i	s/i	10,00	s/i	s/i	s/i	s/i
2	Cachapoal en Rivera Sur	s/i	0,05	10,00	s/i	s/i	9,95	Disminuye
3	Cachapoal en pte. coinco	s/i	0,05	10,00	s/i	s/i	9,95	Disminuye
4	Cachapoal en pte. Arqueado	s/i	0,05	10,00	s/i	s/i	9,95	Disminuye
5	Cachapoal a/j Coya	s/i	0,05	10,00	s/i	s/i	9,95	Disminuye
6	Cachapoal en pte. Codao	s/i	0,05	10,00	s/i	s/i	9,95	Disminuye
7	Cachapoal en Termas Cauquenes	s/i	0,05	10,00	s/i	s/i	9,95	Disminuye
8	Río Coya a/j Cachapoal	s/i	0,05	10,00	s/i	s/i	9,95	Disminuye
9	Estero La Cadena	s/i	0,06	10,00	s/i	s/i	9,94	Disminuye
10	Río Claro en hacienda las nieves	s/i	s/i	10,00	s/i	s/i	s/i	s/i
11	Río Claro en pte. Zuñiga	s/i	0,05	10,00	s/i	s/i	s/i	s/i
12	Estero Zamorano	s/i	0,06	10,00	s/i	s/i	9,94	Disminuye
13	Estero Pangal	s/i	s/i	10,00	s/i	s/i	s/i	s/i
14	Estero Rigolemu	s/i	0,06	10,00	s/i	s/i	9,94	Disminuye
15	Estero Antivero 1	s/i	0,06	10,00	s/i	s/i	9,94	Disminuye
16	Estero Antivero 2	s/i	0,06	10,00	s/i	s/i	9,94	Disminuye
17	Estero Antivero 3	s/i	0,06	10,00	s/i	s/i	9,94	Disminuye

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de norma (2005) y FAO 29 (1987).

*A: Aumenta, D: Disminuye, I: Se mantiene información y S/I: Sin información.

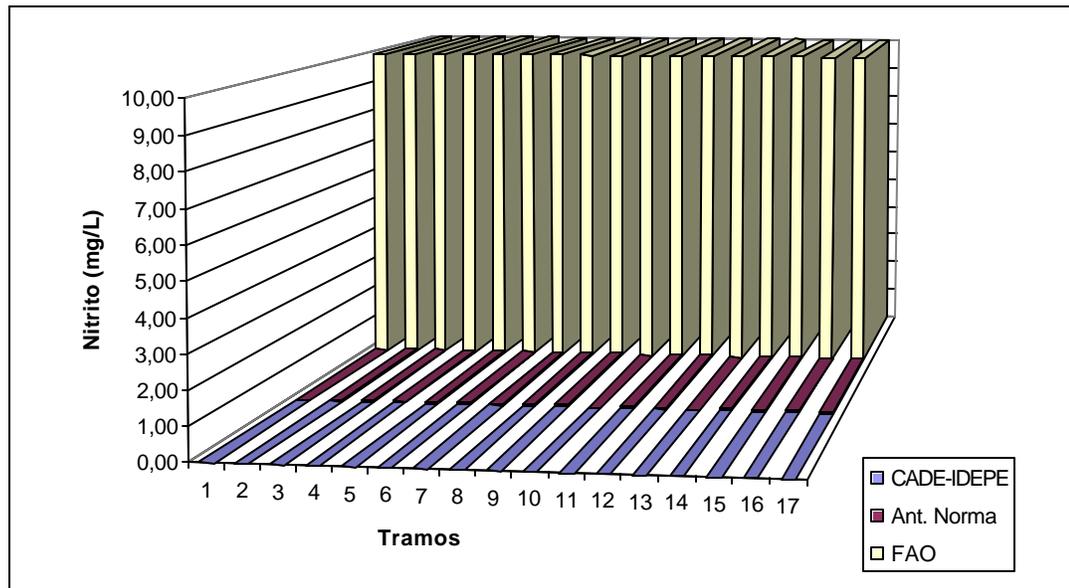


Figura 30: Valores del parámetro Nitrito según datos de CADE – IDEPE, Anteproyecto de Norma y FAO.

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de Norma (2005) y FAO 29 (1987).

- a. CADE-IDEPE no registra mediciones para el parámetro Nitrito, por tanto es imposible realizar comparación alguna entre la situación con Anteproyecto de Norma y los valores de Calidad Actual existentes en la cuenca del Cachapoal.

Cuadro 61. Calidad Actual de aguas (CADE-IDEPE) vs Anteproyecto de Norma

Estado	Tramos																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Se mantiene	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
Disminuye	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
Aumenta	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de Norma (2005) y FAO 29 (1987).

- b. Al comparar los valores propuestos por el Anteproyecto de Norma con el valor máximo recomendado por la literatura (10 mg/L), se tiene la siguiente situación para cada tramo:

Cuadro 62. Anteproyecto de Norma vs FAO

Estado	Tramos																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Sin Restricción	s/i	x	x	x	x	x	x	x	x	s/i	x	x	s/i	x	x	x	x
Restricción Leve a Moderada	s/i									s/i			s/i				
Restricción Severa	s/i									s/i			s/i				

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de Norma (2005) y FAO 29 (1987).

- No existen valores propuestos por el Anteproyecto de Norma para los tramos 10 y 13.

5.14 SULFATOS

5.14.1 Situación de los Sulfatos en la cuenca del Río Cachapoal:

Cuadro 63: Sulfatos en la cuenca Cachapoal (mg/L)

Tramo	Cauce	CADE- IDEPE	Ant. Norma	FAO	Variación		A, D ó I*	
					A. Norma v/s Cade	Variación A. Norma v/s FAO		
1	Cachapoal en Chacayanes	109,60	120,00	20,00	-10,40	Aumenta	-100,00	Aumenta
2	Cachapoal en Rivera Sur	188,50	120,00	20,00	68,50	Disminuye	-100,00	Aumenta
3	Cachapoal en pte. coinco	120,90	500,00	20,00	-379,10	Aumenta	-480,00	Aumenta
4	Cachapoal en pte. Arqueado	124,60	150,00	20,00	-25,40	Aumenta	-130,00	Aumenta
5	Cachapoal a/j Coya	114,20	150,00	20,00	-35,80	Aumenta	-130,00	Aumenta
6	Cachapoal en pte. Codao	112,00	120,00	20,00	-8,00	Aumenta	-100,00	Aumenta
7	Cachapoal en Termas Cauquenes	171,10	150,00	20,00	21,10	Disminuye	-130,00	Aumenta
8	Río Coya a/j Cachapoal	490,90	500,00	20,00	-9,10	Aumenta	-480,00	Aumenta
9	Estero La Cadena	144,00	150,00	20,00	-6,00	Aumenta	-130,00	Aumenta
10	Río Claro en hacienda las nieves	41,50	120,00	20,00	-78,50	Aumenta	-100,00	Aumenta
11	Río Claro en pte. Zuñaiga	130,50	150,00	20,00	-19,50	Aumenta	-130,00	Aumenta
12	Estero Zamorano	62,50	120,00	20,00	-57,50	Aumenta	-100,00	Aumenta
13	Estero Pangal	s/i	120,00	20,00	s/i	s/i	-100,00	Aumenta
14	Estero Rigolemu	s/i	120,00	20,00	s/i	s/i	-100,00	Aumenta
15	Estero Antivero 1	s/i	120,00	20,00	s/i	s/i	-100,00	Aumenta
16	Estero Antivero 2	s/i	120,00	20,00	s/i	s/i	-100,00	Aumenta
17	Estero Antivero 3	s/i	120,00	20,00	s/i	s/i	-100,00	Aumenta

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de norma (2005) y FAO 29 (1987).

*A: Aumenta, D: Disminuye, I: Se mantiene información y S/I: Sin información.

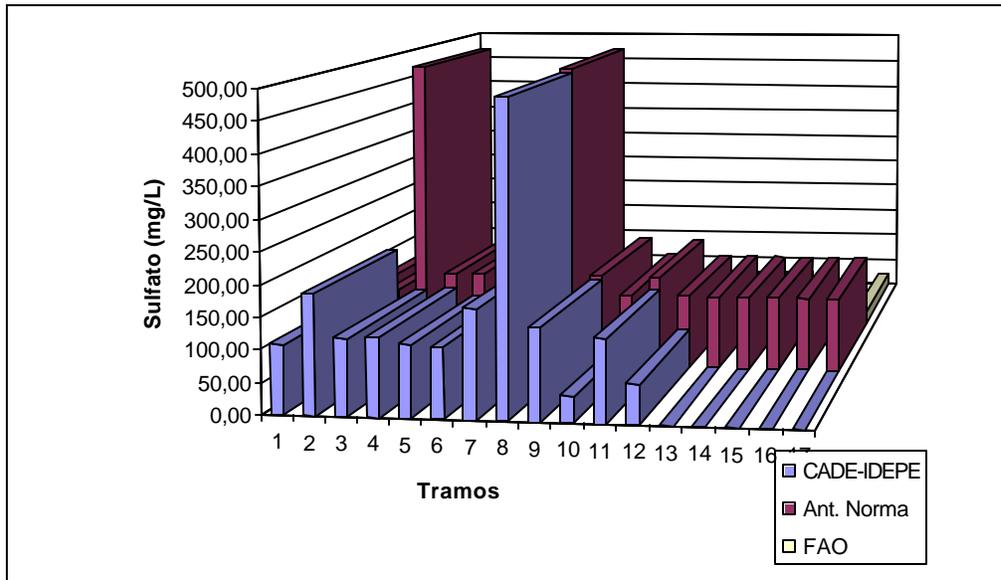


Figura 31: Valores del parámetro Sulfato según datos de CADE – IDEPE, Anteproyecto de Norma y FAO.

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de Norma (2005) y FAO 29 (1987).

- a. Al comparar los valores de Calidad Actual con los valores propuestos por el Anteproyecto de Norma, se tiene la siguiente situación para cada uno de los tramos:

Cuadro 64. Calidad Actual de aguas (CADE-IDEPE) vs Anteproyecto de Norma

Estado	Tramos																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Se mantiene													s/í	s/í	s/i	s/i	s/í
Disminuye		x					x						s/í	s/í	s/i	s/i	s/í
Aumenta	x		x	x	x	x		x	x	x	x	x	s/í	s/í	s/i	s/i	s/í

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de Norma (2005) y FAO 29 (1987).

- b. Al comparar los valores propuestos por el Anteproyecto de Norma con el valor máximo recomendado por la literatura (20 mg/L), se tiene la siguiente situación para cada tramo:

Cuadro 65. Anteproyecto de Norma vs FAO

Estado	Tramos																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Sin Restricción																	
Restricción Leve a Moderada																	
Restricción Severa	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de Norma (2005) y FAO 29 (1987).

Es importante destacar los valores excesivamente altos (500 mg/L) Normados para los tramos 3 y 8.

5.14.2 Impacto de los Sulfatos en el suelo y los cultivos.

El sulfato sódico es frecuente en los suelos salinos. Su solubilidad se ve afectada fuertemente por la temperatura (tiende a precipitar en climas áridos), lo que hace que tienda a concentrarse en la superficie del suelo, ya que durante el período cálido asciende a la superficie del suelo, es una sal mucho menos tóxica que el sulfato magnésico, ver Figura 32.

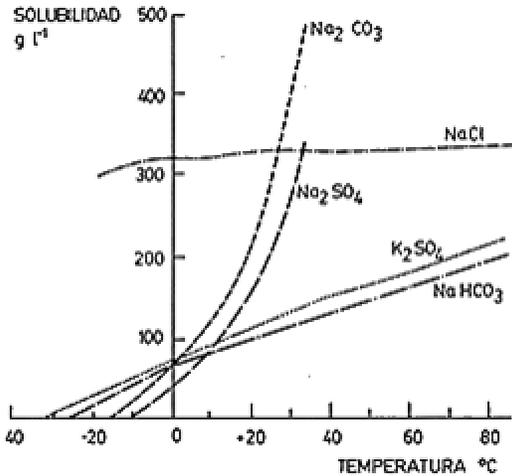


Figura 32: Solubilidad de distintos compuestos con respecto a la temperatura del suelo.
Fuente: The Texas A y M University System, 1996.

El ión sulfato no produce efectos específicos en suelos y plantas. Sin embargo, contribuye a aumentar la salinidad del suelo. Cuando el agua de riego contiene altas concentraciones de calcio y sulfato, estos dos elementos se combinan en el suelo y forman yeso. Por lo tanto, las sales solubles dañinas depositadas en el suelo serán reducidas y habrá menos riesgo para una cierta calidad de agua. El agua que es rica en sulfato y calcio puede ser usada en suelos arcillosos.

El sulfato magnésico es una sal frecuente en los suelos salinos, muy soluble y altamente tóxica.

El sulfato potásico generalmente es escaso en los suelos salinos, por lo que no suele ser responsable de salinizaciones en condiciones naturales, aunque puede crear problemas cuando se hace un mal uso de los abonos, generalmente en invernaderos. Junto con el KCl son las sales menos tóxicas.

5.15 ACEITES Y GRASAS

5.15.1 Situación de los Aceites y Grasas en la cuenca del Río Cachapoal:

Cuadro 66: Aceites y Grasas en la cuenca Cachapoal (mg/L)

Tramo	Cauce	CADE- IDEPE	Ant. Norma	FAO	Variación A. Norma v/s Cade	A, D ó I*	Variación A. Norma v/s FAO	A, D ó I*
1	Cachapoal en Chacayanes	s/i	s/i	s/i	s/i	s/í	s/i	s/i
2	Cachapoal en Rivera Sur	s/i	10,00	s/í	s/i	s/í	-10,00	Aumenta
3	Cachapoal en pte. coinco	s/i	10,00	s/í	s/i	s/í	-10,00	Aumenta
4	Cachapoal en pte. Arqueado	s/i	10,00	s/í	s/i	s/í	-10,00	Aumenta
5	Cachapoal a/j Coya	s/i	10,00	s/í	s/i	s/í	-10,00	Aumenta
6	Cachapoal en pte. Codao	s/i	10,00	s/í	s/i	s/í	-10,00	Aumenta
7	Cachapoal en Termas Cauquenes	s/i	10,00	s/í	s/i	s/í	-10,00	Aumenta
8	Río Coya a/j Cachapoal	s/i	10,00	s/í	s/i	s/í	-10,00	Aumenta
9	Estero La Cadena	s/i	10,00	s/í	s/i	s/í	-10,00	Aumenta
10	Río Claro en hacienda las nieves	s/i	s/i	s/í	s/i	s/í	s/i	s/i
11	Río Claro en pte. Zuñiga	s/i	10,00	s/í	s/i	s/í	s/i	s/i
12	Estero Zamorano	s/i	10,00	s/í	s/i	s/í	s/i	s/i
13	Estero Pangal	s/i	s/i	s/í	s/i	s/í	s/i	s/i
14	Estero Rigolemu	s/i	10,00	s/í	s/i	s/í	s/i	s/i
15	Estero Antivero 1	s/i	10,00	s/í	s/i	s/í	s/i	s/i
16	Estero Antivero 2	s/i	10,00	s/í	s/i	s/í	s/i	s/i
17	Estero Antivero 3	s/i	10,00	s/í	s/i	s/í	s/i	s/i

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de norma (2005) y FAO 29 (1987).

*A: Aumenta, D: Disminuye, I: Se mantiene información y S/I: Sin información.

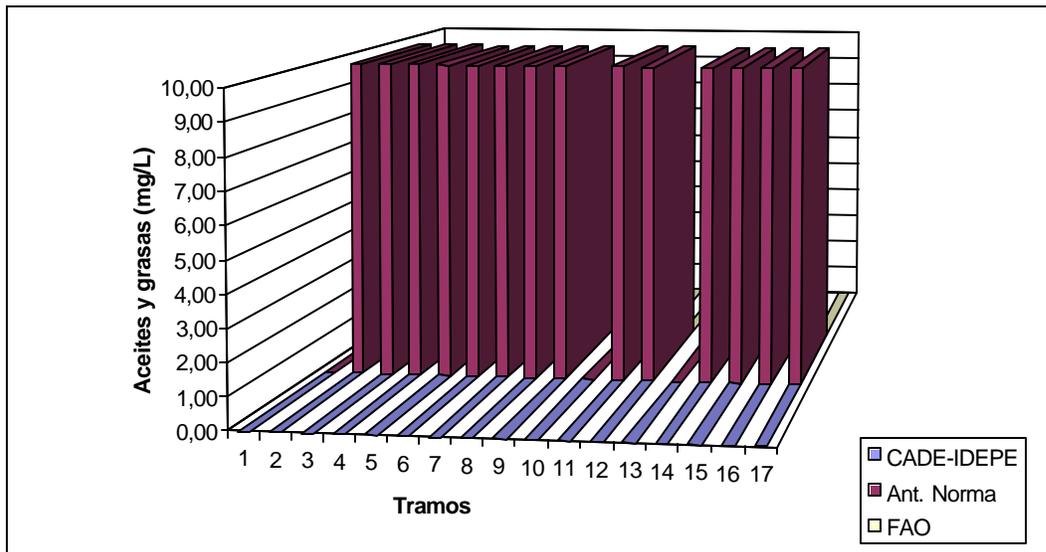


Figura 33: Valores del parámetro Aceites y Grasas según datos de CADE – IDEPE, Anteproyecto de Norma y FAO.

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de Norma (2005) y FAO 29 (1987).

- CADE-IDEPE no registra mediciones para el parámetro Aceites y Grasas, por tanto es imposible realizar comparación alguna entre la situación con Anteproyecto de Norma y los valores de Calidad Actual existentes en la cuenca del Cachapoal.

Cuadro 67. Calidad Actual de aguas (CADE-IDEPE) vs Anteproyecto de Norma

Estado	Tramos																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Se mantiene	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
Disminuye	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
Aumenta	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de Norma (2005) y FAO 29 (1987).

- b. FAO no sugiere valores para el parámetro Aceites y Grasas, por tanto es imposible realizar comparación alguna entre la situación con Anteproyecto de Norma y la sugerencia internacional realizada por FAO.

Cuadro 68. Anteproyecto de Norma vs FAO

Estado	Tramos																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Sin Restricción	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
Restricción Leve a Moderada	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
Restricción Severa	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de Norma (2005) y FAO 29 (1987).

5.16 DETERGENTES

5.16.1 Situación del Detergente en la cuenca del Río Cachapoal:

Cuadro 69: Detergentes en la cuenca Cachapoal (mg/L)

Tramo	Cauce	CADE- IDEPE	Ant. Norma	FAO	Variación A. Norma v/s Cade	A, D ó I*	Variación A. Norma v/s FAO	A, D ó I*
1	Cachapoal en Chacayanes	s/i	s/i	0,00	s/i	s/i	s/i	s/i
2	Cachapoal en Rivera Sur	s/i	0,16	0,00	s/i	s/i	-0,16	Aumenta
3	Cachapoal en pte. coinco	s/i	0,16	0,00	s/i	s/i	-0,16	Aumenta
4	Cachapoal en pte. Arqueado	s/i	0,16	0,00	s/i	s/i	-0,16	Aumenta
5	Cachapoal a/j Coya	s/i	0,16	0,00	s/i	s/i	-0,16	Aumenta
6	Cachapoal en pte. Codao	s/i	0,16	0,00	s/i	s/i	-0,16	Aumenta
7	Cachapoal en Termas Cauquenes	s/i	0,16	0,00	s/i	s/i	-0,16	Aumenta
8	Río Coya a/j Cachapoal	s/i	0,16	0,00	s/i	s/i	-0,16	Aumenta
9	Estero La Cadena	s/i	0,16	0,00	s/i	s/i	-0,16	Aumenta
10	Río Claro en hacienda las nieves	s/i	s/i	0,00	s/i	s/i	s/i	s/i
11	Río Claro en pte. Zuñiga	s/i	0,16	0,00	s/i	s/i	s/i	s/i
12	Estero Zamorano	s/i	0,16	0,00	s/i	s/i	-0,16	Aumenta
13	Estero Pangal	s/i	s/i	0,00	s/i	s/i	s/i	s/i
14	Estero Rigolemu	s/i	0,50	0,00	s/i	s/i	-0,50	Aumenta
15	Estero Antivero 1	s/i	0,16	0,00	s/i	s/i	-0,16	Aumenta
16	Estero Antivero 2	s/i	0,16	0,00	s/i	s/i	-0,16	Aumenta
17	Estero Antivero 3	s/i	0,20	0,00	s/i	s/i	-0,20	Aumenta

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de norma (2005) y FAO 29 (1987).

*A: Aumenta, D: Disminuye, I: Se mantiene información y S/I: Sin información.

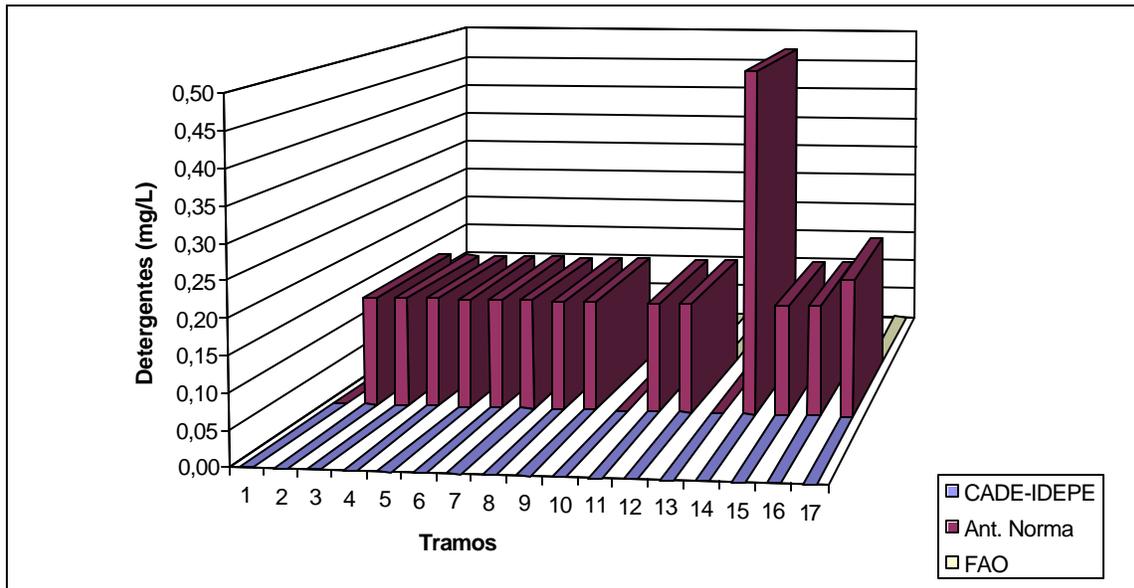


Figura 34: Valores del parámetro Detergente según datos de CADE – IDEPE, Anteproyecto de Norma y FAO.

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de Norma (2005) y FAO 29 (1987).

- a. CADE-IDEPE no registra mediciones para el parámetro Detergentes, por tanto es imposible realizar comparación alguna entre la situación con Anteproyecto de Norma y los valores de Calidad Actual existentes en la cuenca del Cachapoal.

Cuadro 70. Calidad Actual de aguas (CADE-IDEPE) vs Anteproyecto de Norma

Estado	Tramos																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Se mantiene	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
Disminuye	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
Aumenta	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de Norma (2005) y FAO 29 (1987).

- b. FAO, no sugiere valores para el parámetro Detergentes, por tanto es imposible realizar comparación alguna entre la situación con Anteproyecto de Norma y la sugerencia internacional realizada por FAO.

Cuadro 71. Anteproyecto de Norma vs FAO

Estado	Tramos																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Sin Restricción	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
Restricción Leve a Moderada	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
Restricción Severa	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de Norma (2005) y FAO 29 (1987).

5.17 BORO

5.17.1 Situación del Boro en la cuenca del Río Cachapoal:

Cuadro 72: Boro en la cuenca Cachapoal (mg/L)

Tramo	Cauce	CADE- IDEPE	Ant. Norma	FAO	Variación		Variación	
					A. Norma v/s Cade	A, D ó I*	A. Norma v/s FAO	A, D ó I*
1	Cachapoal en Chacayanes	s/i	s/i	3,00	s/i	s/i	s/i	s/i
2	Cachapoal en Rivera Sur	s/i	s/i	3,00	s/i	s/i	s/i	s/i
3	Cachapoal en pte. coinco	s/i	s/i	3,00	s/i	s/i	s/i	s/i
4	Cachapoal en pte. Arqueado	s/i	s/i	3,00	s/i	s/i	s/i	s/i
5	Cachapoal a/j Coya	s/i	0,40	3,00	s/i	s/i	2,60	Disminuye
6	Cachapoal en pte. Codao	s/i	0,40	3,00	s/i	s/i	2,60	Disminuye
7	Cachapoal en Termas Cauquenes	s/i	0,75	3,00	s/i	s/i	2,25	Disminuye
8	Río Coya a/j Cachapoal	s/i	s/i	3,00	s/i	s/i	s/i	s/i
9	Estero La Cadena	s/i	s/i	3,00	s/i	s/i	s/i	s/i
10	Río Claro en hacienda las nieves	s/i	s/i	3,00	s/i	s/i	s/i	s/i
11	Río Claro en pte. Zuñiga	s/i	0	3	s/i	s/i	s/i	s/i
12	Estero Zamorano	s/i	0	3	s/i	s/i	3	Disminuye
13	Estero Pangal	s/i	s/i	3	s/i	s/i	s/i	s/i
14	Estero Rigolemu	s/i	0	3	s/i	s/i	3	Disminuye
15	Estero Antivero 1	s/i	0	3	s/i	s/i	3	Disminuye
16	Estero Antivero 2	s/i	0	3	s/i	s/i	3	Disminuye
17	Estero Antivero 3	s/i	0	3	s/i	s/i	3	Disminuye

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de norma (2005) y FAO 29 (1987).

*A: Aumenta, D: Disminuye, I: Se mantiene información y S/I: Sin información.

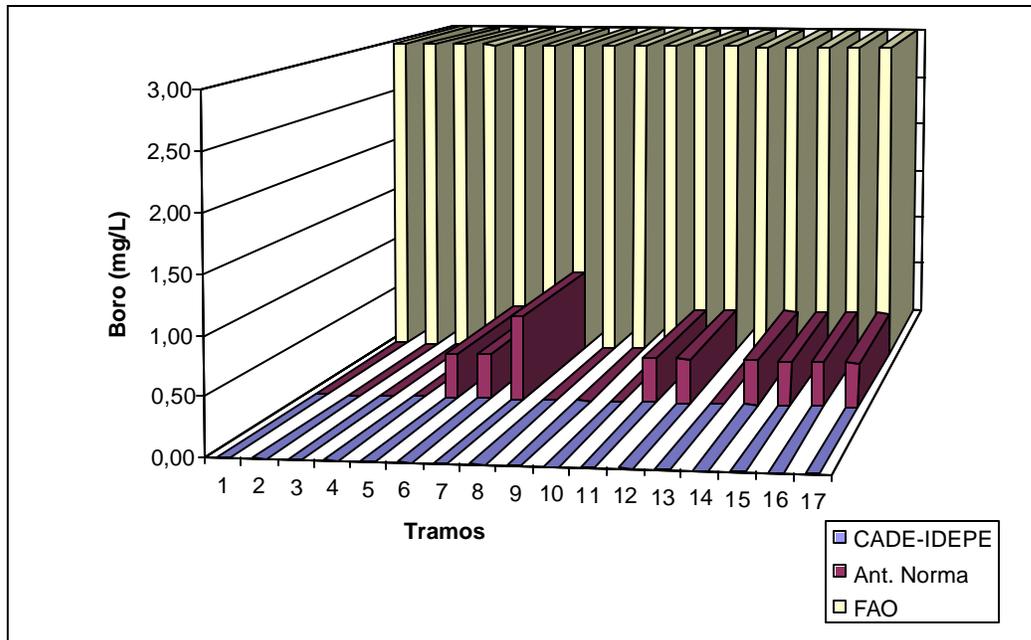


Figura 35: Valores del parámetro Boro según datos de CADE – IDEPE, Anteproyecto de Norma y FAO.

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de Norma (2005) y FAO 29 (1987).

- a. CADE-IDEPE no registra mediciones para el parámetro Boro, por tanto es imposible realizar comparación alguna entre la situación con Anteproyecto de Norma y los valores de Calidad Actual existentes en la cuenca del Cachapoal.

Cuadro 73. Calidad Actual de aguas (CADE-IDEPE) vs Anteproyecto de Norma

Estado	Tramos																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Se mantiene	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
Disminuye	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
Aumenta	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de Norma (2005) y FAO 29 (1987).

- b. Al comparar los valores propuestos por el Anteproyecto de Norma con el valor máximo recomendado por la literatura (3 mg/L), se tiene la siguiente situación para cada tramo:

Cuadro 74. Anteproyecto de Norma vs FAO

Estado	Tramos																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Sin Restricción	s/i	s/i	s/i	s/i	x	x	x	s/i	s/i	s/i	s/i	x	s/i	x	x	x	x
Restricción Leve a Moderada	s/i	s/i	s/i	s/i				s/i	s/i	s/i	s/i		s/i				
Restricción Severa	s/i	s/i	s/i	s/i				s/i	s/i	s/i	s/i		s/i				

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de Norma (2005) y FAO 29 (1987).

No existen valores propuestos por el Anteproyecto de Norma para los tramos 1, 2, 3, 4, 8, 9, 10, 11 y 13.

5.17.2 Impacto del Boro en el suelo y los cultivos.

El Boro pertenece al grupo de elementos que poseen un alto potencial iónico. La mayor parte del Boro en los suelos se encuentra en forma turmalina, altamente insoluble, siendo también importante el aporte natural del suelo por boro-silicatos y boratos (Thompson, 1965).

En la solución suelo se le puede encontrar como anión o ácido bórico sin disociar, el cual es directamente aprovechable por las plantas. El Boro asimilable se encuentra en forma orgánica e inorgánica. Entre las formas inorgánicas se encuentran los boratos de Sodio, Calcio y Magnesio que pueden provenir de la disolución lenta de los minerales que contienen Boro. A su vez el Boro orgánico disponible resulta una fuente importante en suelos con buena actividad microbiana y con un suficiente contenido de materia orgánica.

El Boro es absorbido a través de las raíces de las plantas bajo la forma de ácido bórico no disociado.

Los contenidos de Boro en la capa arable varían desde 2 a 200 ppm y el Boro soluble puede variar desde 0,05 a 5 ppm. En concentraciones iguales o superiores a 5 ppm los cultivos semitolerantes ya comienzan a mostrar indicios de daños.

El movimiento del Boro en el suelo se relaciona con a) pH, b) la textura, c) la humedad y d) los componentes minerales.

- a. Efecto del pH: El Boro total (entre 2 y 200 ppm) que principalmente depende del tipo de suelo, se encuentra bajo las siguientes formas: a) en minerales silicatados (no asimilable por las plantas); b) adsorbido sobre los minerales arcillosos (con un máximo de absorción hacia pH 8,5 - 9); c) adsorbido sobre hidróxidos de hierro y Aluminio (con un máximo de absorción entre pH 8-9 para hidróxidos de hierro y hacia pH 7 para hidróxido de Aluminio); y ligado a la materia orgánica (provocando un aumento del contenido en Boro en las plantas). Generalmente al aumentar el pH del suelo, la adsorción del Boro es mayor y, en consecuencia, la disponibilidad para las plantas menor.
- b. Efecto de la textura: La textura del suelo es también un factor importante a considerar. Los suelos con textura gruesa contienen en general mayores cantidades de Boro soluble que los suelos de textura fina debido a que en estos el Boro es adsorbido por la arcilla, lo que restringe la lixiviación (figuras 36 y 37).
- c. Efectos de la humedad: Las condiciones climáticas pueden tener relación con la tolerancia al Boro, pero no en todos los cultivos los efectos son los mismos, sino que unos acumulan más Boro en condiciones de altas temperaturas y climas secos y otros lo hacen a bajas temperaturas y humedades más altas.
- d. Efecto de los componentes minerales: Los componentes minerales del suelo también influyen en la disponibilidad de Boro. En suelos alcalinos con presencia de iones Ca libres la disponibilidad de Boro es mucho menor. Lo mismo ocurre para el magnesio.

El Boro puede ser causante de toxicidad para las plantas, se sabe que las concentraciones de Boro en agua de riego menores de 0,70 ppm, suelen ser beneficiosas para la mayoría de las plantas, sin embargo, valores comprendidos entre 1,0 y 4,0 ppm producen necrosis celular siendo inadecuadas para las plantas.

Los cultivos pueden clasificarse, atendiendo a la concentración máxima permitida de Boro en el agua de riego, en tres categorías por orden de tolerancia creciente:

- a. Cultivos sensibles (0,30 - 1,00 ppm): manzano, cerezo, limonero, naranjo, peral, durazno, pomelo, palto, olmo, damasco, higuera, vid, y ciruelo.
- b. Cultivos semitolerantes (1,00 - 2,05 ppm): cebada, alfalfa, repollo, zanahoria, lechuga, cebolla, papa, zapallo, espinaca, tabaco, olivo, rosal, tomate y trigo.
- c. Cultivos tolerantes (2,05 - 4,00 ppm): espárrago, arándano, algodón, pepino, gladiolo, sésamo, tulipán, remolacha, haba, menta y centeno.

En la Figura 38 se pueden observar las concentraciones máximas toleradas en el agua del suelo, o extracto de saturación, sin pérdidas de rendimiento o reducción en el crecimiento. Las concentraciones máximas en el riego son aproximadamente igual a las

indicadas o ligeramente inferiores. Las tolerancias varían con el clima, condiciones del suelo y con las variedades de los cultivos (FAO, 1987).

Las plantas tolerantes acumulan Boro a una velocidad baja mientras que las plantas sensibles lo hacen muy rápidamente. Las diferencias de tolerancia al Boro en plantas pueda ser causada por las distintas proporciones de acumulación de Boro en hojas y no por las diferencias de sensibilidad en ellas. Así, las diferencias del tiempo necesario en las plantas para mostrar síntomas de toxicidad se basan únicamente en dicha acumulación. La distribución de Boro en las plantas no es uniforme. Su acumulación es más alta en las hojas que en raíces, tallos y frutos.

El contenido de Boro en las plantas varía con las especies, la edad y los órganos analizados, de tal manera que los síntomas de toxicidad generalmente aparecerán por encima de 200 ppm. Estos síntomas coinciden en la mayoría de los cultivos con necrosis progresiva de las hojas que comienza por un amarillamiento de los bordes de las hojas, progresa entre los nervios laterales hacia la nervadura central y termina con un oscurecimiento y la posterior necrosis. Las monocotiledóneas muestran necrosis en las puntas, mientras que en las dicotiledóneas la necrosis es tanto marginal como apical.

A pesar de que los síntomas de toxicidad son provocados por una aplicación excesiva de Boro, el rendimiento comercial del cultivo no se ve afectado hasta que los síntomas visibles son muy graves. Sin embargo, en el caso de plantas ornamentales esto no ocurre ya que un buen rendimiento implica la ausencia total de hojas con síntomas necróticos.

Otras causas de los síntomas de toxicidad en las plantas pueden ser los suelos derivados de sedimentos marinos, suelos de las regiones áridas o semiáridas o de suelos derivados de una roca madre rica en Boro encontrándose éste en solución como ácido bórico (H_3BO_3) o como Bórax ($Na_2B_4O_7$).

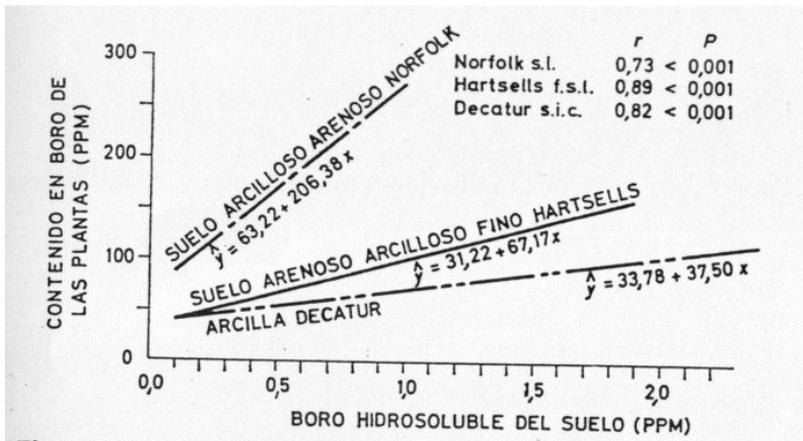


Figura 36: Efecto de la textura del suelo y el contenido de Boro hidrosoluble

Fuente: Tisdale et al, 1995.

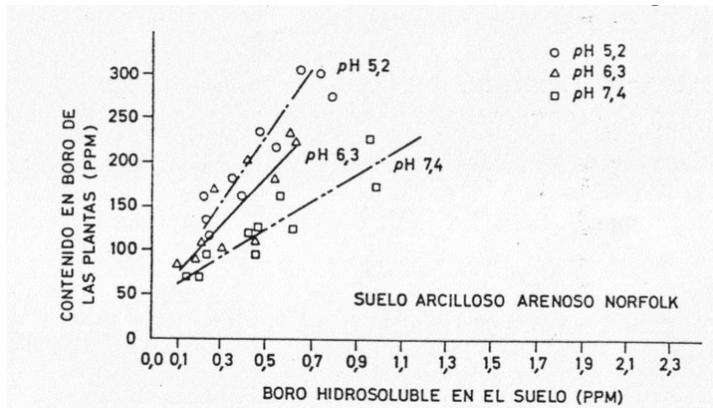


Figura 37: Efecto del pH y del contenido de Boro hidrosoluble.

Fuente: Tisdale et al, 1995.

Muy Sensibles (< 0,5 mg/l)

Limonero Citrus limon
Zarzamora Rubus spp.

Sensibles (0,5 - 0,75 mg/l)

Aguacate Persea americana
Pomelo, toronja Citrus X paradisi
Naranja Citrus sinensis
Albaricoquero Prunus armeniaca
Melocotonero Prunus persica
Cerezo Prunus avium
Ciruelo Prunus domestica
Caqui Diospyros kaki
Higuera Ficus carica
Vid Vitis vinifera
Nogal Juglans regia
Pecana Carya illinoensis
Caupíes Vigna unguiculata
Cebolla Allium cepa

Sensibles (0,75 - 1,0 mg/l)

Ajo Allium sativum
Camote, batata Ipomoea batatas
Trigo Triticum aestivum
Cebada Hordeum vulgare
Girasol Helianthus annuus
Frijol chino Vigna radiata
Ajonjolí Sesamum indicum
Lupino, altramuza Lupinus hartwegii
Freza, frutilla Fragaria spp.
Alcachofa Helianthus tuberosus
Frijoles Phaseolus vulgaris
Pallar, judía lima Phaseolus lunatus
Maní, cacahuete Arachis hypogaea

Moderadamente Sensibles (1,0 - 2,0 mg/l)

Pimiento, aji Capsicum annuum
Guisante, arveja Pisum sativa
Zanahoria Daucus carota
Rabanito Raphanus sativus
Papas, patatas Solanum tuberosum
Pepino Cucumis sativus

Moderadamente Tolerantes (2,0 - 4,0 mg/l)

Lechuga Lactuca sativa
Repollo Brassica oleracea capitata
Apio Apium graveolens
Nabo Brassica rapa
Pasto azul Poa pratensis
Avena Avena sativa
Maíz Zea mays
Alcachofa Cynara scolymus
Tabaco Nicotiana glauca
Mostaza Brassica juncea
Trébol dulce Melilotus indica
Calabaza, zapallo Cucurbita pepo
Melón Cucumis melo

Tolerantes (4,0 - 6,0 mg/l)

Sorgo Sorghum bicolor
Tomate Lycopersicon lycopersicum
Alfalfa Medicago sativa
Veza Vicia benghalensis
Perejil Petrocelinum crispum
Betarraga Beta vulgaris
Remolacha azucarera Beta vulgaris

Muy Tolerantes (6,0 - 15,0 mg/l)

Algodón Gossypium hirsutum
Espárrago Asparagus officinalis

Figura 38: Tolerancia relativa al Boro de algunos cultivos.

Fuente: Maas, 1984.

Nombre Común	Nombre Botánico	Acumulación de Boro
<u>Citricos</u>		
Alemow	Citrus macrophylla	Bajo ↓ Alto
Gajanimma	Citrus pennivesiculata or C. moi	
Naranja china	Severina buxifolia	
Naranja amargo	Citrus aurantium	
Calamondín	X Citrofortunella mitis	
Naranja	Citrus sinensis	
Yuzú	Citrus junos	
Limón rugoso	Citrus limon	
Pomelo, toronja	Citrus X paradisi	
Lima, cidra	Citrus X limonia	
Troyer citrange	X Citroncirus webberi	
Savage citranger	X Citroncirus webberi	
Mandarina Cleopatra	Citrus reticulata	
Rusk citrange	X Citroncirus webberi	
Mandarina sunki	Citrus reticulata	
Limón dulce	Citrus limon	
Naranja trifoliado	Poncirus trifoliata	
Citrumelo 4475	Poncirus trifoliata X C. paradisi	
Mandarina ponkan	Citrus reticulata	
Tangelo	Citrus X tangelo	
Pomelo cubano	Citrus maxima	
Lima dulce	Citrus aurantiifolia	
<u>Frutales de hueso</u>		
Almendro	Prunus dulcis	Bajo ↓ Alto
Cerezo	Prunus cerasifera	
Albaricoquero, damasco	Prunus armeniaca	
Ciruelo	Prunus domestica	
Melocotonero, durazno	Prunus persica	

Figura 39: Acumulación y transporte de Boro a las hojas de patrones de cítricos y frutales de huesos, en orden ascendente.

Fuente: Maas, 1984

5.18 COBRE

5.18.1 Situación del Cobre en la cuenca del Río Cachapoal:

Cuadro 75: Cobre en la cuenca Cachapoal (mg/L)

Tramo	Cauce	CADE- IDEPE	Ant. Norma	FAO	Variación	A, D ó I*	Variación A.	A, D ó I*
					A. Norma v/s Cade		Norma v/s FAO	
1	Cachapoal en Chacayanes	0,00065	0,00100	0,20	0,00	Aumenta	0,20	Disminuye
2	Cachapoal en Rivera Sur	0,00057	0,00020	0,20	0,00	Disminuye	0,20	Disminuye
3	Cachapoal en pte. coinco	0,00006	0,00773	0,20	-0,01	Aumenta	0,19	Disminuye
4	Cachapoal en pte. Arqueado	0,00081	0,00100	0,20	0,00	Aumenta	0,20	Disminuye
5	Cachapoal a/j Coya	0,00004	0,00100	0,20	0,00	Aumenta	0,20	Disminuye
6	Cachapoal en pte. Codao	0,00005	0,00100	0,20	0,00	Aumenta	0,20	Disminuye
7	Cachapoal en Termas Cauquenes	0,00008	0,00100	0,20	0,00	Aumenta	0,20	Disminuye
8	Río Coya a/j Cachapoal	0,00016	0,01567	0,20	-0,02	Aumenta	0,18	Disminuye
9	Estero La Cadena	0,00006	0,00100	0,20	0,00	Aumenta	0,20	Disminuye
10	Río Claro en hacienda las nieves	0,00903	0,00100	0,20	0,01	Disminuye	0,20	Disminuye
11	Río Claro en pte. Zuñiga	0,00008	0,00002	0,20	0,00	Disminuye	0,20	Disminuye
12	Estero Zamorano	0,00672	0,00020	0,20	0,01	Disminuye	0,20	Disminuye
13	Estero Pangal	s/i	0,00020	0,20	s/i	s/i	0,20	Disminuye
14	Estero Rigolemu	s/i	0,00020	0,20	s/i	s/i	0,20	Disminuye
15	Estero Antivero 1	s/i	0,00020	0,20	s/i	s/i	0,20	Disminuye
16	Estero Antivero 2	s/i	0,00020	0,20	s/i	s/i	0,20	Disminuye
17	Estero Antivero 3	s/i	0,00020	0,20	s/i	s/i	0,20	Disminuye

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de norma (2005) y FAO 29 (1987).

*A: Aumenta, D: Disminuye, I: Se mantiene información y S/I: Sin información.

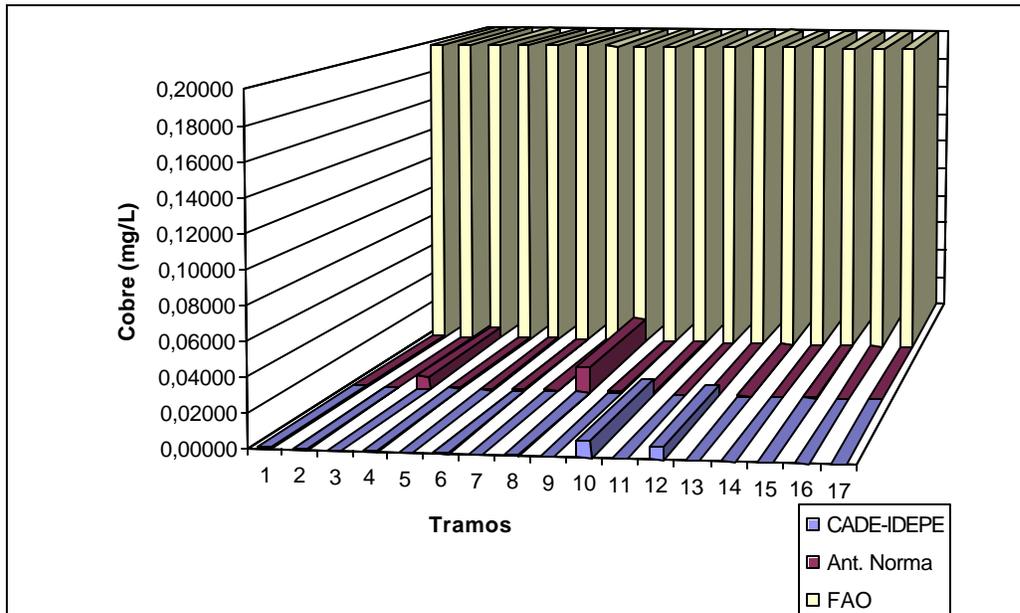


Figura 40: Valores del parámetro Cobre según datos de CADE – IDEPE, Anteproyecto de Norma y FAO.

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de Norma (2005) y FAO 29 (1987).

- a. Al comparar los valores de Calidad Actual con los valores propuestos por el Anteproyecto de Norma, se tiene la siguiente situación para cada uno de los tramos:

Cuadro 76. Calidad Actual de aguas (CADE-IDEPE) vs Anteproyecto de Norma

Estado	Tramos																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Se mantiene													s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
Disminuye		x								x	x	x	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
Aumenta	x		x	x	x	x	x	x	x				s/i	s/i	s/i	s/i	s/i

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de Norma (2005) y FAO 29 (1987).

- b. Al comparar los valores propuestos por el Anteproyecto de Norma con el valor máximo recomendado por la literatura (0,2 mg/L), se tiene la siguiente situación para cada tramo:

Cuadro 77. Anteproyecto de Norma vs FAO

Estado	Tramos																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Sin Restricción	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Restricción Leve a Moderada																	
Restricción Severa																	

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de Norma (2005) y FAO 29 (1987).

5.18.2 Impacto del Cobre en el suelo y los cultivos.

El contenido de Cobre en la litosfera varía entre 2 ppm – 100 ppm, los suelos de texturas franca arcillosa presentan contenidos entre 10 a 200 ppm, suelos muy arenosos contienen entre 1 a 30 ppm. El Cobre se encuentra como sales solubles e insolubles en agua, como ión de cambio, fijo en compuestos orgánicos y en las redes cristalinas de aluminosilicatos y otros minerales presentándose en forma divalente. Los carbonatos, sulfitos y sulfuros forman sales insolubles con Cobre (Schintzer, 1966).

El Cobre es muy escaso en el suelo, con concentraciones alrededor de 0,01 ppm, estimándose que el Cobre soluble no llega a 1 ppm lo que corresponde más o menos al 1% del Cobre total. Cloruros, nitratos y Sulfatos forman sales solubles con el Cobre, pero se cree que la mayor parte de los compuestos cúpricos solubles en agua sean sales de ácidos orgánicos, tales como acético, oxálico, cítrico, etc. El Cobre por las plantas es absorbido como ión cúprico o como ión cuproso, actúa como activador de varias enzimas, cumple rol en la fotosíntesis (formando parte de la plastocianina), forma parte de la clorofila (junto con Manganeseo) (Devlin, 1969).

El ión Cobre es fuertemente adsorbido por los coloides minerales y orgánicos del suelo, de modo relativamente intercambiable. La energía de adsorción relativa de los iones divalentes sobre un suelo orgánico se presenta en orden decreciente de la siguiente forma: Pb, Cu, Co, Zn, Mn, Mg y Ca (Tisdale, 1995).

El Cobre también se encuentra presente en el agua de riego y la adición de esta puede generar grandes acumulaciones en el suelo. La disponibilidad de Cobre para las plantas depende de los siguientes factores:

- a. Efecto de la capacidad de intercambio catiónico: En general, la retención de Cobre aumenta con la capacidad de intercambio catiónico, así en suelos arcillosos la proporción del Cobre aprovechable es pequeña. El Cobre es retenido especialmente en la fracción materia orgánica del suelo. La materia orgánica adsorbe Cobre hasta que se satura su capacidad de intercambio catiónico, después de lo cuál lo hace la fracción arcillosa (Razeto, 1969).
- b. Efecto del pH: La cantidad de Cobre intercambiable disminuye al aumentar el pH, en general el metal es retenido más fuertemente por el suelo en el rango de pH 7 a 8, apreciablemente entre pH 6 a 7 y progresivamente menos cuándo el suelo es más ácido, produciéndose el máximo de solubilidad cuándo el pH es de 5,5 (Tisdale, 1995) (Figura 41).
- c. Efecto del fósforo: Alto contenido de fosfatos en los suelos con exceso de Cobre disminuye el efecto tóxico para el caso de los cítricos, sin embargo no se ha podido comprobar que la cantidad de Cobre soluble disminuya, por lo que se supone que la asimilación disminuye por precipitación como fosfato sobre la superficie de la raíz (Bingham et al, 1960).
- d. Efecto de los carbonatos: La presencia de carbonatos solubles e insolubles produce un aumento de la fijación de Cobre por precipitación como carbonato básico.
- e. Efecto del Hierro: El Cobre interfiere en el movimiento ascendente del Hierro, el cuál en condiciones de exceso de Cobre disminuye su contenido en las raíces y en las hojas se presentan síntomas de clorosis debido al escaso contenido de Hierro.
- f. Efecto del Aluminio: Disminuye el efecto tóxico del Cobre, sin disminuir la adsorción de Cobre por la planta (Figura 42).
- g. Efecto del Molibdeno: Existe antagonismo mutuo con el Molibdeno, aliviando la toxicidad del elemento en exceso y agravando la deficiencia del elemento deficiente.
- h. Efecto del Cinc y el Manganeso: Altos niveles de Cobre tienden a disminuir la absorción de Cinc y Manganeso. Una situación similar ocurre para el caso del nitrógeno.
- i. Efecto del sodio y del calcio: La introducción de Na^+ y Ca^{++} , disminuye la retención de Cu^{++} en suelos ácidos, pero en suelos neutros la influencia es mínima.
- j. Efecto de la saturación de bases: La no saturación de los suelos mantiene un mayor porcentaje de Cu^{++} en estado intercambiable y en formas solubles ácidas.
- k. Efecto del drenaje: En condiciones de drenaje limitado aumenta la movilidad de los elementos traça.

Estados de toxicidad se manifiestan con un pobre crecimiento, raíces fibrosas y raicillas normalmente oscuras, amarillamiento del follaje, gomosis y rajadura de la corteza, defoliación y pérdida de calibre de la fruta.

Las plantas según su resistencia a los excesos de Cobre se dividen en:

- a. Plantas susceptibles: Alfalfa, porotos, cítricos, trébol, maíz, gladiolo, amapola, espinaca y cucurbitáceas en general.
- b. Plantas Tolerantes o semitolerantes: Vid.

La toxicidad se presenta raramente sobre frutales y viñedos debido a que su sistema radicular se encuentra por debajo de la capa de acumulación, situación que no ocurre con las hortalizas.

Los valores de toxicidad varían mucho sin embargo se observan síntomas de clorosis cuando el Cobre total de un suelo muy arenoso se encuentra en condiciones de pH 5, 0 o menor. Se ha determinado que para que exista daño en las raíces la cantidad de Cobre que debe estar presente en la materia seca debe ser igual superior a 400ppm.

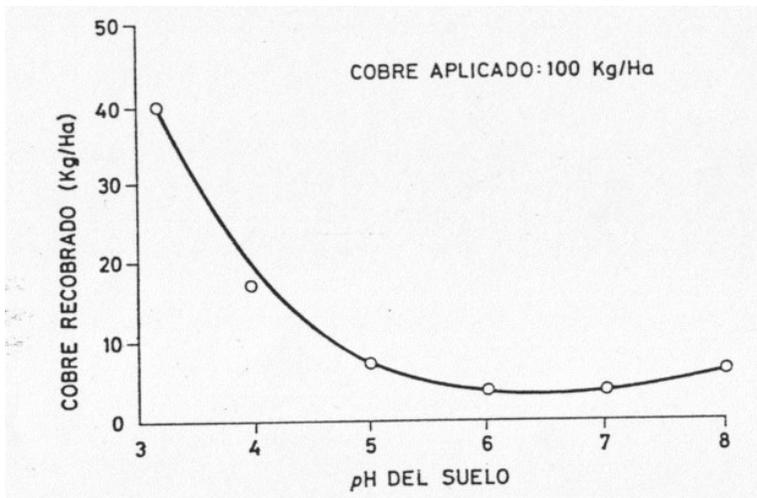


Figura 41: Efecto del pH en el aprovechamiento del Cobre.

Fuente: Tisdale et al, 1995.

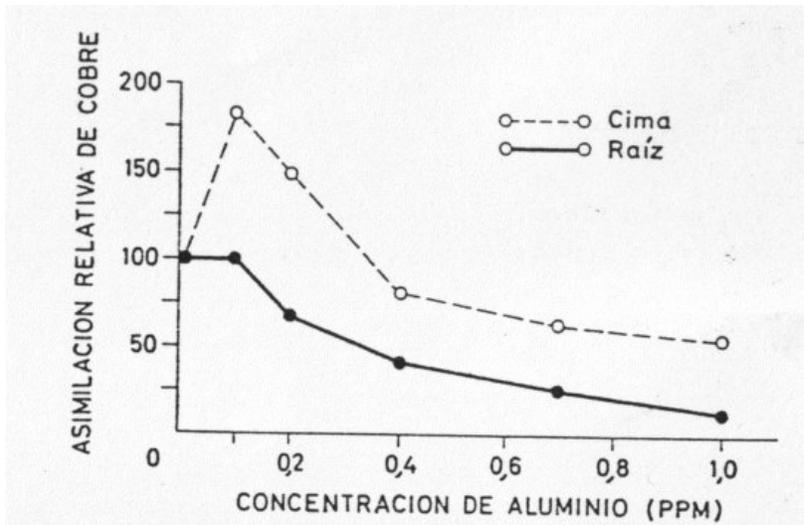


Figura 42: Asimilación relativa del Cobre por plantas de trigo en 48 hrs de una solución que contiene 0,02 ppm de Cobre y diferentes concentraciones de Aluminio.

Fuente: Tisdale et al, 1995

5.19 CROMO

5.19.1 Situación del Cromo en la cuenca del Río Cachapoal:

Cuadro 78: Cromo en la cuenca Cachapoal (mg/L)

Tramo	Cauce	CADE- IDEPE	Ant. Norma	FAO	Variación	A, D ó I*	Variación	A, D ó I*
					A. Norma v/s Cade		A. Norma v/s FAO	
1	Cachapoal en Chacayanes	s/i	0,00	0,10	s/i	s/i	0,10	Disminuye
2	Cachapoal en Rivera Sur	s/i	0,00	0,10	s/i	s/i	0,10	Disminuye
3	Cachapoal en pte. coinco	s/i	0,00	0,10	s/i	s/i	0,10	Disminuye
4	Cachapoal en pte. Arqueado	s/i	0,00	0,10	s/i	s/i	0,10	Disminuye
5	Cachapoal a/j Coya	s/i	0,00	0,10	s/i	s/i	0,10	Disminuye
6	Cachapoal en pte. Codao	s/i	0,00	0,10	s/i	s/i	0,10	Disminuye
7	Cachapoal en Termas Cauquenes	s/i	0,00	0,10	s/i	s/i	0,10	Disminuye
8	Río Coya a/j Cachapoal	s/i	0,00	0,10	s/i	s/i	0,10	Disminuye
9	Estero La Cadena	s/i	0,00	0,10	s/i	s/i	0,10	Disminuye
10	Río Claro en hacienda las nieves	s/i	0,00	0,10	s/i	s/i	0,10	Disminuye
11	Río Claro en pte. Zuñiga	s/i	0,00	0,10	s/i	s/i	0,10	Disminuye
12	Estero Zamorano	s/i	0,00	0,10	s/i	s/i	0,10	Disminuye
13	Estero Pangal	s/i	s/i	0,10	s/i	s/i	s/i	s/i
14	Estero Rigolemu	s/i	0,00	0,10	s/i	s/i	0,10	Disminuye
15	Estero Antivero 1	s/i	0,00	0,10	s/i	s/i	0,10	Disminuye
16	Estero Antivero 2	s/i	0,00	0,10	s/i	s/i	0,10	Disminuye
17	Estero Antivero 3	s/i	0,00	0,10	s/i	s/i	0,10	Disminuye

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de norma (2005) y FAO 29 (1987).

*A: Aumenta, D: Disminuye, I: Se mantiene información y S/I: Sin información.

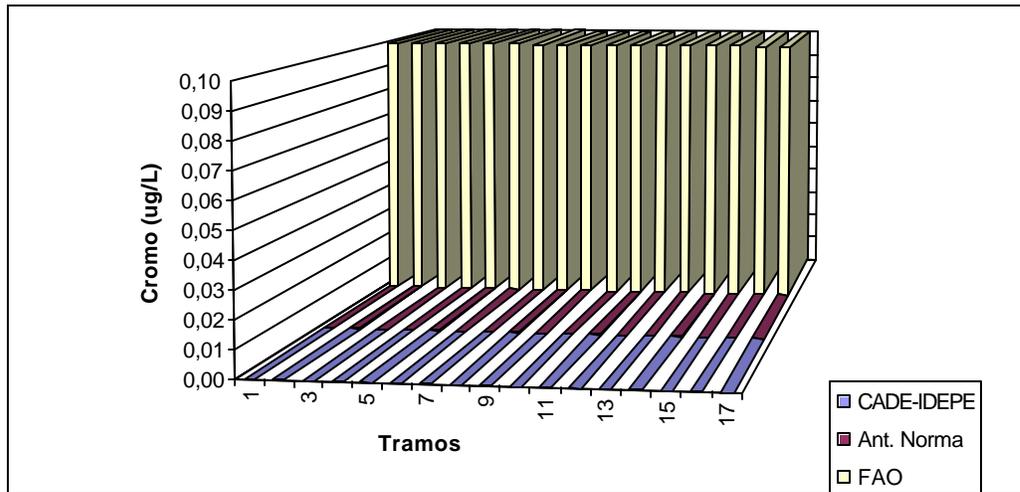


Figura 43: Valores del parámetro Cromo según datos de CADE – IDEPE, Anteproyecto de Norma y FAO.

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de Norma (2005) y FAO 29 (1987).

- a. CADE-IDEPE no registra mediciones para el parámetro Cromo, por tanto es imposible realizar comparación alguna entre la situación con Anteproyecto de Norma y los valores de Calidad Actual existentes en la cuenca del Cachapoal.

Cuadro 79. Calidad Actual de aguas (CADE-IDEPE) vs Anteproyecto de Norma

Estado	Tramos																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Se mantiene	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
Disminuye	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
Aumenta	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de Norma (2005) y FAO 29 (1987).

- b. Al comparar los valores propuestos por el Anteproyecto de Norma con el valor máximo recomendado por la literatura (0,1 mg/L), se tiene la siguiente situación para cada tramo:

Cuadro 80. Anteproyecto de Norma vs FAO

Estado	Tramos																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Sin Restricción	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Restricción Leve a Moderada																	
Restricción Severa																	

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de Norma (2005) y FAO 29 (1987).

5.20 HIERRO

5.20.1 Situación del Hierro en la cuenca del Río Cachapoal:

Cuadro 81: Hierro en la cuenca Cachapoal (mg/L)

Tramo	Cauce	CADE-IDEPE	Ant. Norma	FAO	Variación		Variación A.	
					A. Norma v/s Cade	A, D ó I*	Norma v/s FAO	A, D ó I*
1	Cachapoal en Chacayanes	10,80	8,95	5,00	1,85	Disminuye	-3,95	Aumenta
2	Cachapoal en Rivera Sur	11,10	8,48	5,00	2,62	Disminuye	-3,48	Aumenta
3	Cachapoal en pte. coinco	20,70	13,69	5,00	7,01	Disminuye	-8,69	Aumenta
4	Cachapoal en pte. Arqueado	7,30	7,22	5,00	0,08	Disminuye	-2,22	Aumenta
5	Cachapoal a/j Coya	8,20	10,39	5,00	-2,19	Aumenta	-5,39	Aumenta
6	Cachapoal en pte. Codao	7,20	6,62	5,00	0,58	Disminuye	-1,62	Aumenta
7	Cachapoal en Termas Cauquenes	15,80	5,00	5,00	10,80	Disminuye	0,00	Igual
8	Río Coya a/j Cachapoal	51,10	59,50	5,00	-8,40	Aumenta	-54,50	Aumenta
9	Estero La Cadena	8,00	12,75	5,00	-4,75	Aumenta	-7,75	Aumenta
10	Río Claro en hacienda las nieves	0,70	0,80	5,00	-0,10	Aumenta	4,20	Disminuye
11	Río Claro en pte. Zuñiga	5,00	5,00	5,00	0,00	Igual	0,00	Igual
12	Estero Zamorano	1,80	5,00	5,00	-3,20	Aumenta	0,00	Igual
13	Estero Pangal	s/i	5,00	5,00	s/i	s/i	0,00	Igual
14	Estero Rigolemu	s/i	5,00	5,00	s/i	s/i	0,00	Igual
15	Estero Antivero 1	s/i	5,00	5,00	s/i	s/i	0,00	Igual
16	Estero Antivero 2	s/i	5,00	5,00	s/i	s/i	0,00	Igual
17	Estero Antivero 3	s/i	0,80	5,00	s/i	s/i	4,20	Disminuye

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de norma (2005) y FAO 29 (1987).

*A: Aumenta, D: Disminuye, I: Se mantiene información y S/I: Sin información.

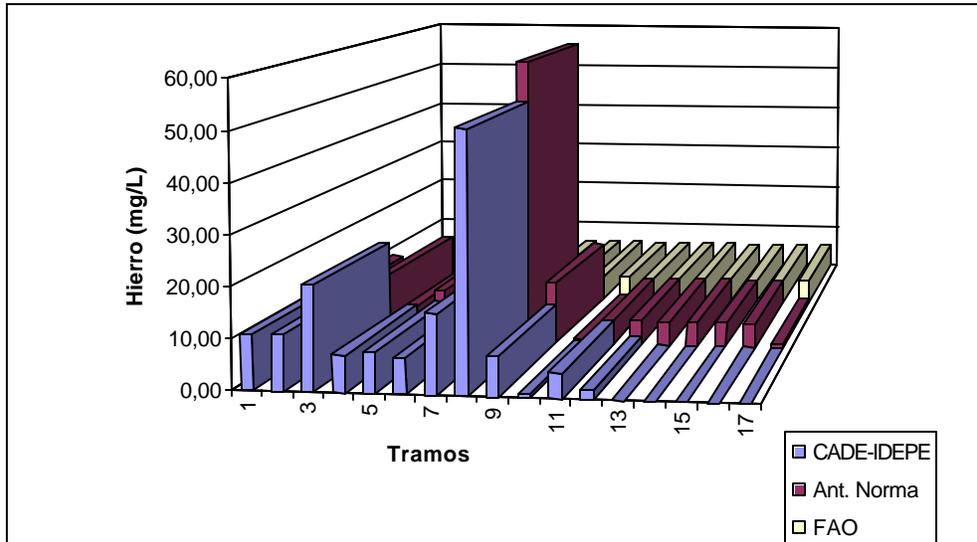


Figura 44: Valores del parámetro Hierro según datos de CADE – IDEPE, Anteproyecto de Norma y FAO.

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de Norma (2005) y FAO 29 (1987).

- a. Al comparar los valores de Calidad Actual con los valores propuestos por el Anteproyecto de Norma, se tiene la siguiente situación para cada uno de los tramos:

Cuadro 82. Calidad Actual de aguas (CADE-IDEPE) vs Anteproyecto de Norma

Estado	Tramos																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Se mantiene											x	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	
Disminuye	x	x	x	x		x	x					s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	
Aumenta					x			x	x	x		x	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de Norma (2005) y FAO 29 (1987).

No existe información de Calidad Actual para el parámetro hierro en los tramos 13 al 17.

- b. Al comparar los valores propuestos por el Anteproyecto de Norma con el valor máximo recomendado por la literatura (5 mg/L), se tiene la siguiente situación para cada tramo:

Cuadro 83. Anteproyecto de Norma vs FAO

Estado	Tramos																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Sin Restricción										x	x						x
Restricción Leve a Moderada							x					x	x	x	x	x	
Restricción Severa	x	x	x	x	x	x		x	x								

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de Norma (2005) y FAO 29 (1987).

5.20.2 Impacto del Hierro en el suelo y los cultivos.

La cantidad de hierro en los suelos es variable y oscila entre 200 ppm hasta constituir el 10% de ellos (Tisdale, 1995).

La toxicidad de Fe está relacionada con el estrés causado por la deficiencia de varios nutrientes, situación que reduce el poder de oxidación de las raíces. Las raíces de las plantas deficientes en potasio (K), fósforo (P), calcio (Ca) y/o magnesio (Mg) exudan más metabolitos de bajo peso molecular (azúcares solubles, amidas, aminoácidos) que las plantas con adecuado suplemento de estos nutrientes. Durante los períodos de intensa actividad metabólica, esta condición da como resultado un aumento de la población de rizoflora, lo cual a su vez incrementa la demanda por receptores de electrones, esto hace que las bacterias anaeróbicas (facultativas y obligadas) reduzcan el Fe^{3+} a Fe^{2+} . La continua reducción del Fe^{3+} contenido en la capa de óxido de hierro III (Fe_2O_3) que cubre las raíces puede paralizar la oxidación del Fe, resultando en un flujo incontrolado de Fe^{2+} hacia las raíces de la planta. La disponibilidad del Fe depende en gran parte del pH del suelo, así en suelos ácidos ($pH < 5,0$) el Hierro se encuentra de la forma más disponible para las plantas y en suelos alcalinos (sobre pH 7) la solubilidad del Hierro disminuye drásticamente (Tisdale, 1995).

La toxicidad de Fe se caracteriza por la siguiente sintomatología (Razeto, 1993):

- a. Presencia de pequeñas manchas de color pardo que aparecen primero en las puntas de las hojas viejas.

- b. Hojas enteras de color amarillo - anaranjado a pardo.
- c. Superficie de las raíces cubierta por una capa de color negro.

Cuándo la toxicidad de Fe es severa las hojas toman un color púrpura – parduzco, en algunas variedades, las puntas de las hojas presentan tonalidades de color entre anaranjado – amarillento y se secan (Razeto, 1993).

5. 21 MANGANESO

5.21.1 Situación del Manganeso en la cuenca del Río Cachapoal:

Cuadro 84: Manganeso en la cuenca Cachapoal (mg/L)

Tramo	Cauce	CADE- IDEPE	Ant. Norma	FAO	Variación		Variación A.	
					A. Norma v/s Cade	A, D ó I*	Norma v/s FAO	A, D ó I*
1	Cachapoal en Chacayanes	0,33	0,48	0,20	-0,15	Aumenta	-0,28	Aumenta
2	Cachapoal en Rivera Sur	4,00	0,39	0,20	3,61	Disminuye	-0,19	Aumenta
3	Cachapoal en pte. coinco	0,64	0,49	0,20	0,15	Disminuye	-0,29	Aumenta
4	Cachapoal en pte. Arqueado	4,00	0,35	0,20	3,65	Disminuye	-0,15	Aumenta
5	Cachapoal a/j Coya	1,11	0,49	0,20	0,62	Disminuye	-0,29	Aumenta
6	Cachapoal en pte. Codao	0,97	0,31	0,20	0,66	Disminuye	-0,11	Aumenta
7	Cachapoal en Termas Cauquenes	0,33	0,29	0,20	0,04	Disminuye	-0,09	Aumenta
8	Río Coya a/j Cachapoal	3,50	2,09	0,20	1,41	Disminuye	-1,89	Aumenta
9	Estero La Cadena	0,04	0,40	0,20	-0,36	Aumenta	-0,20	Aumenta
10	Río Claro en hacienda las nieves	0,04	0,04	0,20	0,00	Igual	0,16	Disminuye
11	Río Claro en pte. Zuñiga	0,31	0,04	0,20	0,27	Disminuye	0,16	Disminuye
12	Estero Zamorano	0,18	0,20	0,20	-0,02	Aumenta	0,00	Igual
13	Estero Pangal	s/i	0,20	0,20	s/i	s/i	0,00	Igual
14	Estero Rigolemu	s/i	0,20	0,20	s/i	s/i	0,00	Igual
15	Estero Antivero 1	s/i	2,00	0,20	s/i	s/i	-1,80	Aumenta
16	Estero Antivero 2	s/i	0,05	0,20	s/i	s/i	0,15	Disminuye
17	Estero Antivero 3	s/i	0,04	0,20	s/i	s/i	0,16	Disminuye

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de norma (2005) y FAO 29 (1987).

*A: Aumenta, D: Disminuye, I: Se mantiene información y S/I: Sin información.

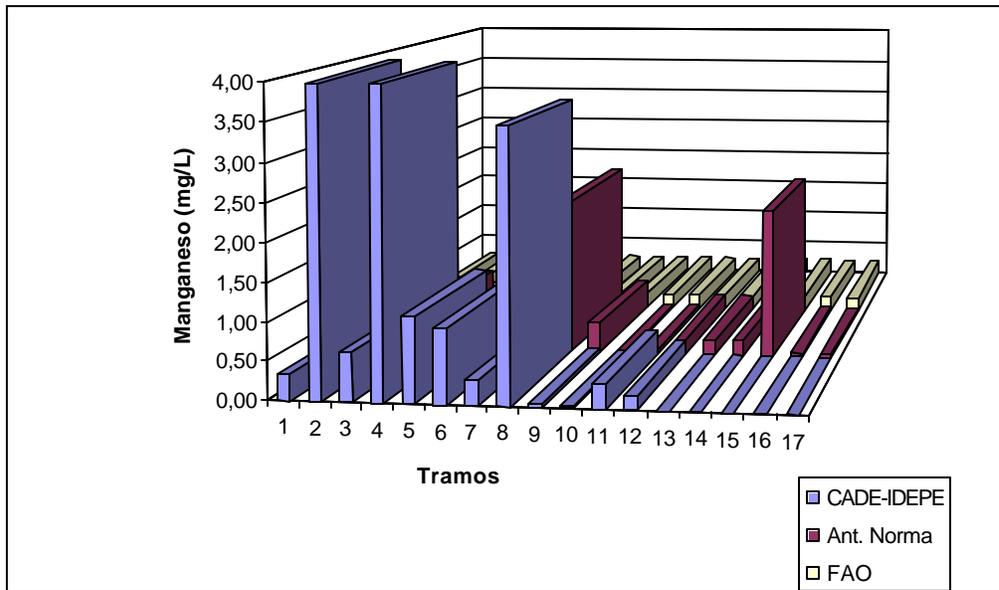


Figura 45: Valores del parámetro Manganeso según datos de CADE – IDEPE, Anteproyecto de Norma y FAO.

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de Norma (2005) y FAO 29 (1987).

- a. Al comparar los valores de Calidad Actual con los valores propuestos por el Anteproyecto de Norma, se tiene la siguiente situación para cada uno de los tramos:

Cuadro 85. Calidad Actual de aguas (CADE-IDEPE) vs Anteproyecto de Norma

Estado	Tramos																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Se mantiene										x			s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
Disminuye		x	x	x	x	x	x	x			x		s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
Aumenta	x								x			x	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de Norma (2005) y FAO 29 (1987).

No existe información de Calidad Actual para el parámetro Manganeseo en los tramos 13 al 17.

- b. Al comparar los valores propuestos por el Anteproyecto de Norma con el valor máximo recomendado por la literatura (0,2 mg/L), se tiene la siguiente situación para cada tramo:

Cuadro 86. Anteproyecto de Norma vs FAO

Estado	Tramos																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Sin Restricción										x	x					x	x
Restricción Leve a Moderada												x	x	x			
Restricción Severa	x	x	x	x	x	x	x	x	x							x	

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de Norma (2005) y FAO 29 (1987).

5.21.2 Impacto del Manganeseo en el suelo y los cultivos.

El Manganeseo en el suelo se encuentra en tres estados de valencia: 1) Manganeseo divalente, Mn^{2+} que se encuentra en la solución suelo, 2) Manganeseo trivalente Mn_2O_3 en forma de óxido altamente reactivo y 3) Manganeseo tetravalente Mn^{4+} que es la forma más inerte. Las investigaciones sugieren que entre estas tres formas existe un equilibrio dinámico en el suelo. La forma divalente se encuentra favorecida por suelos con pH ácidos. En suelos ricos en materia orgánica y con pH cercano a la neutralidad ciertos cultivos (especialmente cereales) muestran grados de déficit de Manganeseo (Tisdale et al., 1995). La relación que existe entre la humedad y la adsorción del Manganeseo es un poco confusa, sin embargo se sugiere que en condiciones de suelo seco la disponibilidad de Manganeseo es mayor, se relaciona esta característica ya que a condiciones de suelos que comienzan a secarse se produce un aumento de la actividad microbiana (con el consecuente aumento de la temperatura) y por tanto a nivel del suelo se produce un cambio en los niveles de pH (disminución). Se sabe que existe una relación lineal entre el pH en relaciones que van en valores de 3,2 – 8; se ha determinado que la máxima disponibilidad de Manganeseo se encuentra a pH inferiores a 6,5 y en suelos de condición extremadamente ácida da como resultado la presencia de toxicidad por disponibilidad excesiva, sin embargo, cabe destacar que el descenso del pH no es por sí solo la causa de la disponibilidad del Manganeseo (Figura 46).

Es conocido que aplicaciones de fertilizantes ricos en Ca tienden disminuir los efectos tóxicos causados por Manganeseo (Jones et al. , 1991). Los compuestos de calcio

que aumentan el pH del suelo tienen una correlación positiva con la solución de toxicidad de Manganeseo.

La literatura describe la existencia de antagonismos entre altos niveles de Manganeseo deprimen la absorción de Magnesio en tomate, trigo y soya (Heenan y Campbell, 1981). Una situación similar a la anteriormente descrita ocurre con la presencia de Fe, se ha logrado determinar que la presencia de Manganeseo, disminuye la absorción de Fierro (Nazrul., 1986), sin embargo, la revisión bibliográfica llevada a cabo por Warden y Reiseuner (1991) demostró que la interacción entre Fe – Mn varía entre las especies y que no es siempre consistente en los diferentes estudios, se pudo establecer la inexistencia de interacción en suelos de texturas arenosas en contraposición de lo que ocurre en suelos de texturas francas y arcillosas.

Los contenidos de Manganeseo se correlacionan positivamente con los contenidos de Boro y de Silicio y negativamente con los contenidos de Cinc.

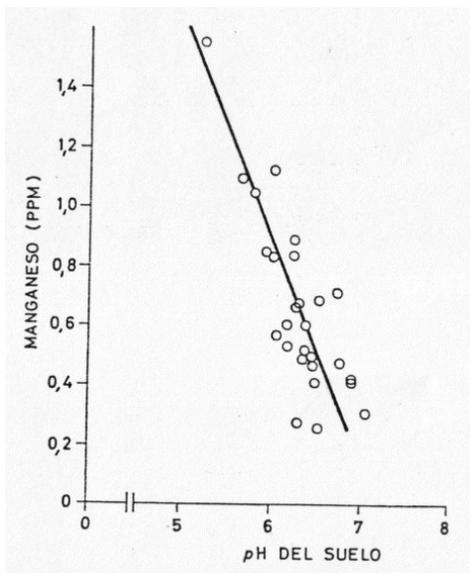


Figura 46: Relación entre el pH del suelo y el Manganeseo extraíble en un suelo negro arenoso, Indiana (USA)

Fuente: Tisdale et al, 1995.

5.22 MOLIBDENO

5.22.1 Situación del Molibdeno en la cuenca del Río Cachapoal:

Cuadro 87.: Molibdeno en la cuenca Cachapoal (mg/L)

Tramo	Cauce	CADE- IDEPE	Ant. Norma	FAO	Variación	Variación A.		
					A. Norma v/s Cade	A, D ó I*	Norma v/s FAO	A, D ó I*
1	Cachapoal en Chacayanes	0,02	0,15	0,01	-0,13	Aumenta	-0,14	Aumenta
2	Cachapoal en Rivera Sur	0,03	0,15	0,01	-0,12	Aumenta	-0,14	Aumenta
3	Cachapoal en pte. coinco	0,02	0,50	0,01	-0,48	Aumenta	-0,49	Aumenta
4	Cachapoal en pte. Arqueado	0,02	0,15	0,01	-0,13	Aumenta	-0,14	Aumenta
5	Cachapoal a/j Coya	0,10	0,15	0,01	-0,05	Aumenta	-0,14	Aumenta
6	Cachapoal en pte. Codao	0,10	0,15	0,01	-0,05	Aumenta	-0,14	Aumenta
7	Cachapoal en Termas Cauquenes	0,02	0,15	0,01	-0,13	Aumenta	-0,14	Aumenta
8	Río Coya a/j Cachapoal	0,04	0,15	0,01	-0,12	Aumenta	-0,14	Aumenta
9	Estero La Cadena	0,02	0,15	0,01	-0,13	Aumenta	-0,14	Aumenta
10	Río Claro en hacienda las nieves	0,03	0,15	0,01	-0,12	Aumenta	-0,14	Aumenta
11	Río Claro en pte. Zuñiga	0,02	0,15	0,01	-0,13	Aumenta	-0,14	Aumenta
12	Estero Zamorano	0,02	s/i	0,01	s/i	s/i	s/i	s/i
13	Estero Pangal	s/i	0,15	0,01	s/i	s/i	-0,14	Aumenta
14	Estero Rigolemu	s/i	s/i	0,01	s/i	s/i	s/i	s/i
15	Estero Antivero 1	s/i	s/i	0,01	s/i	s/i	s/i	s/i
16	Estero Antivero 2	s/i	s/i	0,01	s/i	s/i	s/i	s/i
17	Estero Antivero 3	s/i	s/i	0,01	s/i	s/i	s/i	s/i

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de norma (2005) y FAO (1987).

*A: Aumenta, D: Disminuye, I: Se mantiene información y S/I: Sin información.

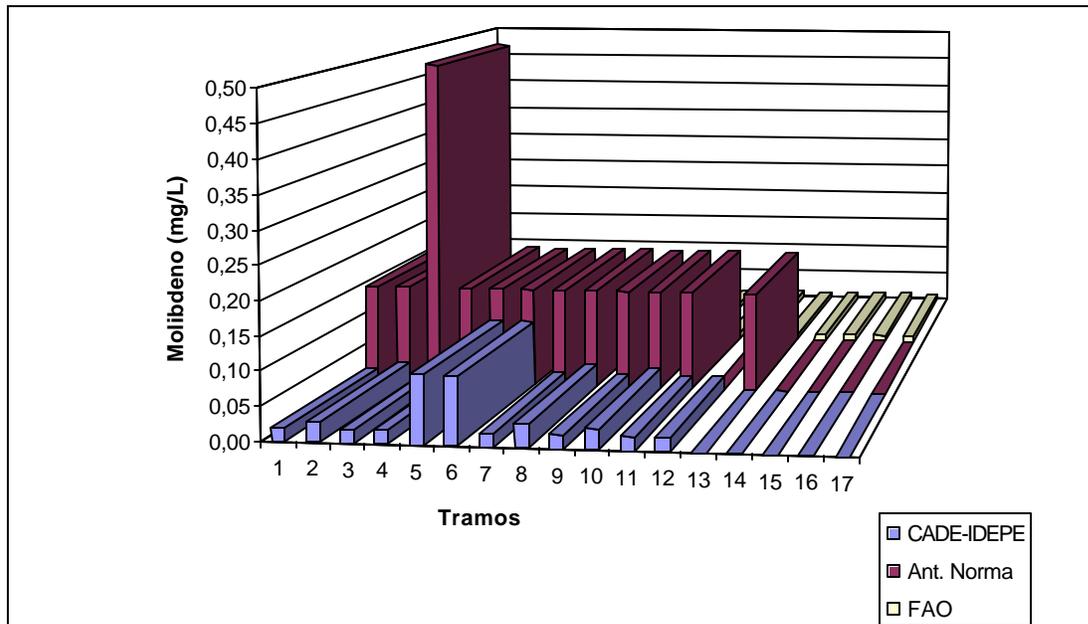


Figura 47: Valores del parámetro Molibdeno según datos de CADE – IDEPE, Anteproyecto de Norma y FAO.

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de Norma (2005) y FAO (1987).

- a. Al comparar los valores de Calidad Actual con los valores propuestos por el Anteproyecto de Norma, se tiene la siguiente situación para cada uno de los tramos:

Cuadro 88. Calidad Actual de aguas (CADE-IDEPE) vs Anteproyecto de Norma

Estado	Tramos																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Se mantiene												s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
Disminuye												s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
Aumenta	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de Norma (2005) y FAO 29 (1987).

No existe información de Calidad Actual para el parámetro Molibdeno en los tramos 13 al 17. Asimismo el Anteproyecto de Norma no propone valores en los tramos 12, 14, 15, 16 y 17.

- b. Al comparar los valores propuestos por el Anteproyecto de Norma con el valor máximo recomendado por FAO (0,01 mg/L), se tiene la siguiente situación para cada tramo:

Cuadro 89. Anteproyecto de Norma vs FAO

Estado	Tramos																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Sin Restricción												s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
Restricción Leve a Moderada												s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
Restricción Severa	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	s/i	x	s/i	s/i	s/i	s/i

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de Norma (2005) y FAO 29 (1987).

5.22.2 Impacto del Molibdeno en el suelo y los cultivos.

Las reacciones del Molibdeno en el suelo son: 1) como retículo cristalino de minerales primarios, forma en la que no es disponible para las plantas, 2) MoO_4^{2-} , adsorbido, el cuál es disponible para las plantas, 3) formando parte de la materia orgánica del suelos y 4) como compuestos hidrosolubles.

El Molibdeno en los suelos es ampliamente no disponible, sin embargo es sabido que la disponibilidad del Molibdeno aumenta con el pH del suelo, lo que es contrario a lo que ocurre con la mayor parte de los micro elementos (Tisdale et al., 1999). La explicación anterior se sustenta en las observaciones que muestran que las conversiones de óxido de Molibdeno a sales solubles de molibdato se ven favorecidas en soluciones alcalinas. En conjunto con el pH, la presencia de óxidos de aluminio, hierro y titanio favorecen la adsorción de Molibdeno. Efectos supresores se ven en suelos en los que existe una alta cantidad de Sulfatos.

Cantidades excesivas de Molibdeno son tóxicas, especialmente para los animales de pastoreo. La relación entre el contenido de Molibdeno en suelos y vegetales se pueden observar en las figuras 48 y 49.

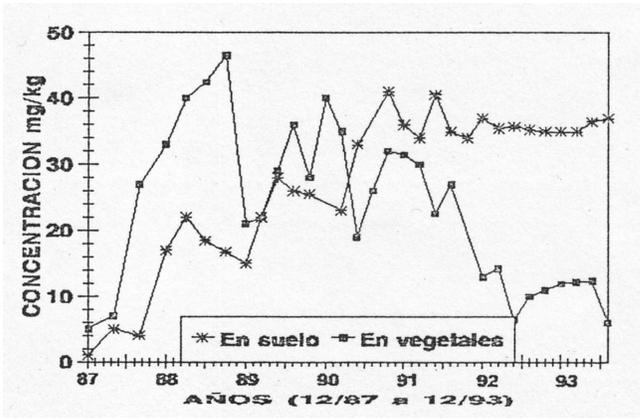


Figura 48: Concentración de Molibdeno en suelo y alfalfa.
Fuente: Delpiano, 1994.

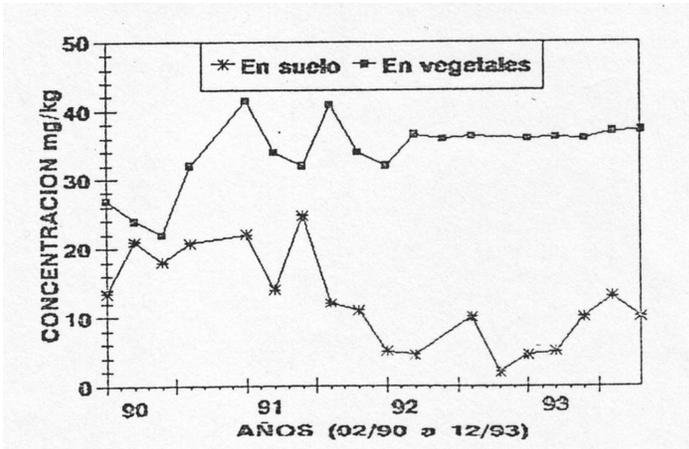


Figura 49: Concentración de Molibdeno en suelo y alfalfa.
Fuente: Delpiano, 1994.

5.23 NÍQUEL

5.14.1 Situación del Níquel en la cuenca del Río Cachapoal:

Cuadro 90: Níquel en la cuenca Cachapoal (mg/L)

Tramo	Cauce	CADE- IDEPE	Ant. Norma	FAO	Variación		Variación A.	
					A. Norma v/s Cade	A, D ó I*	Norma v/s FAO	A, D ó I*
1	Cachapoal en Chacayanes	s/i	0,00	0,20	s/i	s/i	0,20	Disminuye
2	Cachapoal en Rivera Sur	s/i	0,00	0,20	s/i	s/i	0,20	Disminuye
3	Cachapoal en pte. coinco	s/i	0,00	0,20	s/i	s/i	0,20	Disminuye
4	Cachapoal en pte. Arqueado	s/i	0,00	0,20	s/i	s/i	0,20	Disminuye
5	Cachapoal a/j Coya	s/i	0,00	0,20	s/i	s/i	0,20	Disminuye
6	Cachapoal en pte. Codao	s/i	0,00	0,20	s/i	s/i	0,20	Disminuye
7	Cachapoal en Termas Cauquenes	s/i	0,00	0,20	s/i	s/i	0,20	Disminuye
8	Río Coya a/j Cachapoal	s/i	0,00	0,20	s/i	s/i	0,20	Disminuye
9	Estero La Cadena	s/i	0,00	0,20	s/i	s/i	0,20	Disminuye
10	Río Claro en hacienda las nieves	s/i	0,00	0,20	s/i	s/i	0,20	Disminuye
11	Río Claro en pte. Zuñiga	s/i	0,00	0,20	s/i	s/i	0,20	Disminuye
12	Estero Zamorano	s/i	0,00	0,20	s/i	s/i	0,20	Disminuye
13	Estero Pangal	s/i	s/i	0,20	s/i	s/i	s/i	s/i
14	Estero Rigolemu	s/i	0,00	0,20	s/i	s/i	0,20	Disminuye
15	Estero Antivero 1	s/i	0,00	0,20	s/i	s/i	0,20	Disminuye
16	Estero Antivero 2	s/i	0,00	0,20	s/i	s/i	0,20	Disminuye
17	Estero Antivero 3	s/i	0,00	0,20	s/i	s/i	0,20	Disminuye

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de norma (2005) y FAO 29 (1987).

*A: Aumenta, D: Disminuye, I: Se mantiene información y S/I: Sin información.

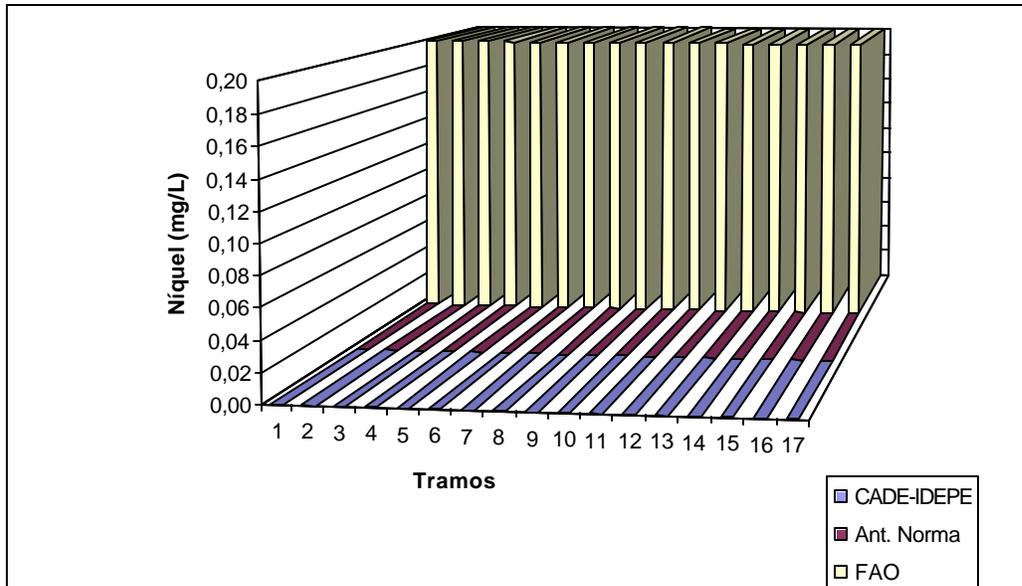


Figura 50: Comparación de parámetro Níquel.

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de Norma (2005) y FAO 29 (1987).

- a. CADE-IDEPE no registra mediciones para el parámetro Níquel, por tanto es imposible realizar comparación alguna entre la situación con Anteproyecto de Norma y los valores de Calidad Actual existentes en la cuenca del Cachapoal.

Cuadro 91. Calidad Actual de aguas (CADE-IDEPE) vs Anteproyecto de Norma

Estado	Tramos																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Se mantiene	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
Disminuye	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
Aumenta	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de Norma (2005) y FAO 29 (1987).

- b. Al comparar los valores propuestos por el Anteproyecto de Norma con el valor máximo recomendado por la literatura (0,2 mg/L), se tiene la siguiente situación para cada tramo:

Cuadro 92. Anteproyecto de Norma vs FAO

Estado	Tramos																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Sin Restricción	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	s/i	x	x	x	x
Restricción Leve a Moderada													s/i				
Restricción Severa													s/i				

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de Norma (2005) y FAO 29 (1987).

No existen valores propuestos por el Anteproyecto de Norma para el tramo 13.

5.23.2 Impacto del Níquel en el suelo y los cultivos.

El Níquel es un elemento esencial para las plantas que en los horizontes superficiales del suelo se encuentra ligado a la parte orgánica, parte de ella representada por quelatos altamente soluble especialmente la asociada a los óxidos de Fe y Mn.

La solubilidad del Níquel se encuentra relacionada inversamente con el pH del suelo. El Níquel varía en el suelo en rangos que van entre 0,2 – 450 mg/ Kg y se presenta en forma móvil en la planta y tiende a acumularse en hojas y semillas (Halstead et al., 1969). Lo síntomas de toxicidad de Níquel son variables, pero sin embargo un rasgo común el la producción de clorosis.

5.24 SELENIO

5.24.1 Situación del Selenio en la cuenca del Río Cachapoal:

Cuadro 93: Selenio en la cuenca Cachapoal (mg/L)

Tramo	Cauce	CADE-IDEPE	Ant. Norma	FAO	Variación	A, D ó I*	Variación	A, D ó I*
					A. Norma v/s Cade		A. Norma v/s FAO	
1	Cachapoal en Chacayanes	s/i	0,000004	0,02	s/i	s/i	0,02	Aumenta
2	Cachapoal en Rivera Sur	s/i	0,000004	0,02	s/i	s/i	0,02	Aumenta
3	Cachapoal en pte. coinco	s/i	0,000004	0,02	s/i	s/i	0,02	Aumenta
4	Cachapoal en pte. Arqueado	s/i	0,000004	0,02	s/i	s/i	0,02	Aumenta
5	Cachapoal a/j Coya	s/i	0,000004	0,02	s/i	s/i	0,02	Aumenta
6	Cachapoal en pte. Codao	s/i	0,000004	0,02	s/i	s/i	0,02	Aumenta
7	Cachapoal en Termas Cauquenes	s/i	0,000004	0,02	s/i	s/i	0,02	Aumenta
8	Río Coya a/j Cachapoal	s/i	0,000005	0,02	s/i	s/i	0,02	Aumenta
9	Estero La Cadena	s/i	0,000004	0,02	s/i	s/i	0,02	Aumenta
10	Río Claro en hacienda las nieves	s/i	0,000004	0,02	s/i	s/i	0,02	Aumenta
11	Río Claro en pte. Zuñiga	0,000000001	0,000004	0,02	s/i	s/i	0,02	Aumenta
12	Estero Zamorano	s/i	s/i	0,02	s/i	s/i	s/i	s/i
13	Estero Pangal	s/i	s/i	0,02	s/i	s/i	s/i	s/i
14	Estero Rigolemu	s/i	s/i	0,02	s/i	s/i	s/i	s/i
15	Estero Antivero 1	s/i	s/i	0,02	s/i	s/i	s/i	s/i
16	Estero Antivero 2	s/i	s/i	0,02	s/i	s/i	s/i	s/i
17	Estero Antivero 3	s/i	s/i	0,02	s/i	s/i	s/i	s/i

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de norma (2005) y FAO 29 (1987).

*A: Aumenta, D: Disminuye, I: Se mantiene información y S/I: Sin información.

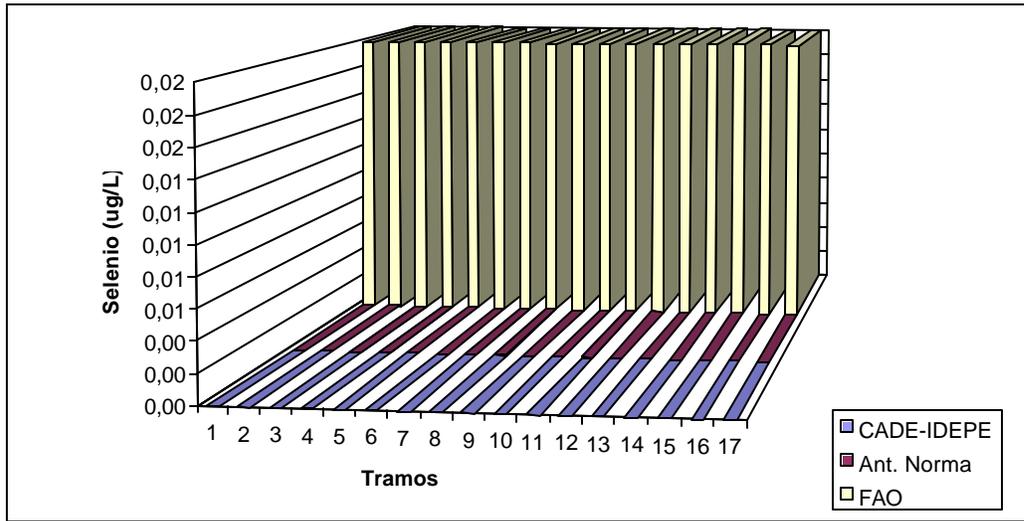


Figura 51: Valores del parámetro Selenio según datos de CADE – IDEPE, Anteproyecto de Norma y FAO.

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de Norma (2005) y FAO 29 (1987).

- a. CADE-IDEPE no registra mediciones para el parámetro Selenio, por tanto es imposible realizar comparación alguna entre la situación con Anteproyecto de Norma y los valores de Calidad Actual existentes en la cuenca del Cachapoal.

Cuadro 94. Calidad Actual de aguas (CADE-IDEPE) vs Anteproyecto de Norma

Estado	Tramos																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Se mantiene	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
Disminuye	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
Aumenta	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de Norma (2005) y FAO 29 (1987).

- b. Al comparar los valores propuestos por el Anteproyecto de Norma con el valor máximo recomendado por la literatura (0,02 mg/L), se tiene la siguiente situación para cada tramo:

Cuadro 95. Anteproyecto de Norma vs FAO

Estado	Tramos																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Sin Restricción	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
Restricción Leve a Moderada												s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
Restricción Severa												s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de Norma (2005) y FAO 29 (1987).

No existen valores propuestos por el Anteproyecto de Norma par el tramo 12 al 17.

5.25 CINC

5.25.1 Situación del Cinc en la cuenca del Río Cachapoal:

Cuadro 96: Cinc en la cuenca Cachapoal (mg/L)

Tramo	Cauce	CADE-IDEPE	Ant. Norma	FAO	Variación	A, D ó I*	Variación A.	A, D ó I*
					A. Norma v/s Cade		Norma v/s FAO	
1	Cachapoal en Chacayanes	0,06	0,10	2,00	-0,04	Aumenta	1,90	Disminuye
2	Cachapoal en Rivera Sur	0,09	1,00	2,00	-0,91	Aumenta	1,00	Disminuye
3	Cachapoal en pte. coinco	0,10	1,00	2,00	-0,90	Aumenta	1,00	Disminuye
4	Cachapoal en pte. Arqueado	0,06	0,12	2,00	-0,06	Aumenta	1,88	Disminuye
5	Cachapoal a/j Coya	0,22	0,12	2,00	0,10	Disminuye	1,88	Disminuye
6	Cachapoal en pte. Codao	0,04	0,10	2,00	-0,06	Aumenta	1,90	Disminuye
7	Cachapoal en Termas Cauquenes	0,03	0,10	2,00	-0,07	Aumenta	1,90	Disminuye
8	Río Coya a/j Cachapoal	1,44	1,00	2,00	0,44	Disminuye	1,00	Disminuye
9	Estero La Cadena	0,08	1,00	2,00	-0,92	Aumenta	1,00	Disminuye
10	Río Claro en hacienda las nieves	0,02	0,10	2,00	-0,08	Aumenta	1,90	Disminuye
11	Río Claro en pte. Zuñiga	0,08	0,10	2,00	-0,02	Aumenta	1,90	Disminuye
12	Estero Zamorano	0,02	s/i	2,00	s/i	s/i	s/i	s/i
13	Estero Pangal	s/i	s/i	2,00	s/i	s/i	s/i	s/i
14	Estero Rigolemu	s/i	s/i	2,00	s/i	s/i	s/i	s/i
15	Estero Antivero 1	s/i	s/i	2,00	s/i	s/i	s/i	s/i
16	Estero Antivero 2	s/i	s/i	2,00	s/i	s/i	s/i	s/i
17	Estero Antivero 3	s/i	s/i	2,00	s/i	s/i	s/i	s/i

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de norma (2005) y FAO 29 (1987).
 *A: Aumenta, D: Disminuye, I: Se mantiene información y S/I: Sin información.

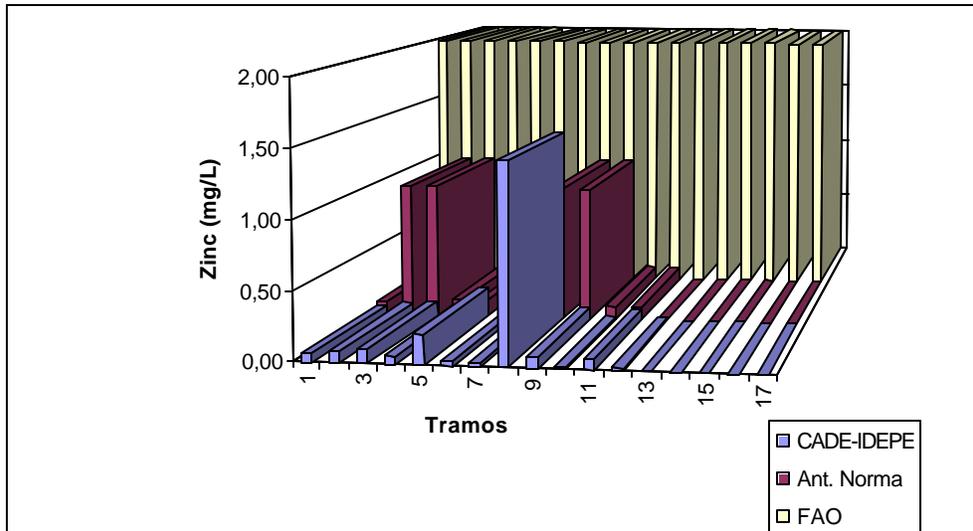


Figura 52: Valores del parámetro Cinc según datos de CADE – IDEPE, Anteproyecto de Norma y FAO.

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de Norma (2005) y FAO 29 (1987).

- a. Al comparar los valores de Calidad Actual con los valores propuestos por el Anteproyecto de Norma, se tiene la siguiente situación para cada uno de los tramos:

Cuadro 97. Calidad Actual de aguas (CADE-IDEPE) vs Anteproyecto de Norma

Estado	Tramos																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Se mantiene												s/í	s/í	s/í	s/í	s/í	s/í
Disminuye					x			x				s/í	s/í	s/í	s/í	s/í	s/í
Aumenta	x	x	x	x		x	x		x	x	x	s/í	s/í	s/í	s/í	s/í	s/í

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de Norma (2005) y FAO 29 (1987).

No existen información de Calidad Actual para el parámetro zinc en los tramos 13, 14, 15, 16 y 17. Asimismo el Anteproyecto de Norma no propone valores en los tramos 12, 13, 14, 15, 16 y 17.

- b. Al comparar los valores propuestos por el Anteproyecto de Norma con el valor máximo recomendado por la literatura (2 mg/L), se tiene la siguiente situación para cada tramo:

Cuadro 98. Anteproyecto de Norma vs FAO

Estado	Tramos																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Sin Restricción	x			x	x	x	x			x	x	s/í	s/í	s/í	s/í	s/í	s/í
Restricción Leve a Moderada		x	x					x	x			s/í	s/í	s/í	s/í	s/í	s/í
Restricción Severa												s/í	s/í	s/í	s/í	s/í	s/í

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de Norma (2005) y FAO 29 (1987).

5.25.2 Impacto del Cinc en el suelo y los cultivos.

Se clasifica como un metal de transición (grupo B) en la tabla periódica. El Zn es uno de los elementos más comunes en la corteza terrestre, con una concentración promedio de 80 ppm y su contenido en los suelos oscila desde 10 a 300 ppm. El Zn tiene una valencia +2 y forma complejos con aniones, aminoácidos y ácidos orgánicos. Es un elemento traza esencial en la nutrición humana y también un componente importante de enzimas; sin embargo, el consumo excesivo puede inhibir la absorción de Cu y producir una deficiencia de este elemento (Bolt, 1976)

Las concentraciones de Cinc en el suelo esta condicionada por diversos factores como: a) pH, b) nivel de fósforo, c) contenido de materia orgánica.

- a. Efecto del pH del suelo: Es uno de los metales pesados más móviles debido a que se encuentra en forma soluble a pH neutro o ácido, por tanto es posible afirmar que la mayor parte de las deficiencias de Cinc se producen entre pH 6 – 8. A pH alcalino puede formar carbonatos e hidróxidos. Bajo condiciones reductoras, en sistemas muy contaminados cuando se encuentra presente en concentraciones muy elevadas, puede precipitar fácilmente como $Zn(OH)_2$, $ZnCO_3$, ZnS , o $Zn(CN)_2$ y co-precipitar con óxidos de Fe o Mn (Evanko y Dzombak 1997). La Figura 53 muestra el contenido de Cinc en el perfil del suelo después de ochenta años de riego con aguas residuales.

- b. Efecto con los niveles de fósforo en el suelo: Es frecuente la existencia de deficiencias de Cinc en suelos ricos en fosfatos, sin embargo existen situaciones en que esta situación no se cumple y hasta ahora no se ha clarificado la forma de acción de los fosfatos en asociación con ciertos niveles de pH del suelo y con ciertos cultivos.
- c. Efecto de la materia orgánica del suelo: Se ha encontrado deficiencias de Cinc con altos niveles de materia orgánica, especialmente en los suelos fertilizados con güano animal, sin embargo los efectos de la materia orgánica no se pueden disociar de los efectos causados por fósforo y otros de los constituyentes de la materia orgánica.

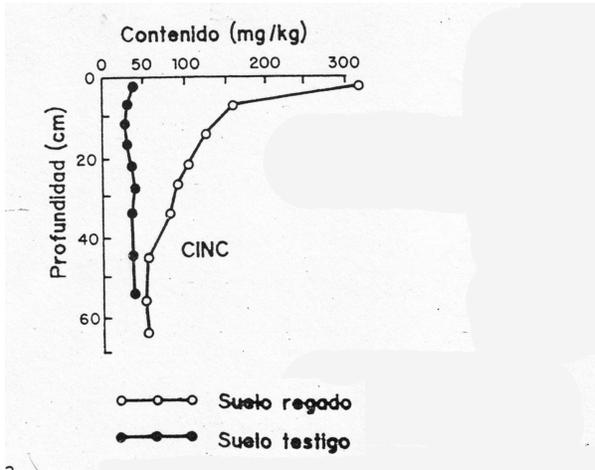


Figura 53: Contenido de Cinc en el perfil del suelo, después de 80 años de riego con aguas residuales.

Fuente: Evans, Mitchel y Salau, 1979

5.26 ALUMINIO

5.26.1 Situación del Aluminio en la cuenca del Río Cachapoal:

Cuadro 99: Aluminio en la cuenca Cachapoal (mg/L)

Tramo	Cauce	CADE- IDEPE	Ant. Norma	FAO	Variación		Variación A.	
					A. Norma v/s Cade	A, D ó I*	Norma v/s FAO	A, D ó I*
1	Cachapoal en Chacayanes	8,00	5,00	5,00	3,00	Disminuye	0,00	Igual
2	Cachapoal en Rivera Sur	10,70	20,60	5,00	-9,90	Aumenta	-15,60	Aumenta
3	Cachapoal en pte. coinco	33,10	9,29	5,00	23,81	Disminuye	-4,29	Aumenta
4	Cachapoal en pte. Arqueado	10,80	11,37	5,00	-0,57	Aumenta	-6,37	Aumenta
5	Cachapoal a/j Coya	7,10	10,30	5,00	-3,20	Aumenta	-5,30	Aumenta
6	Cachapoal en pte. Codao	7,40	8,67	5,00	-1,27	Aumenta	-3,67	Aumenta
7	Cachapoal en Termas Cauquenes	14,60	6,02	5,00	8,58	Disminuye	-1,02	Aumenta
8	Río Coya a/j Cachapoal	76,50	32,37	5,00	44,13	Disminuye	-27,37	Aumenta
9	Estero La Cadena	12,30	14,37	5,00	-2,07	Aumenta	-9,37	Aumenta
10	Río Claro en hacienda las nieves	0,80	5,00	5,00	-4,20	Aumenta	0,00	Igual
11	Río Claro en pte. Zuñiga	17,80	0,09	5,00	17,71	Disminuye	4,91	Igual
12	Estero Zamorano	4,30	5,00	5,00	-0,70	Aumenta	0,00	Igual
13	Estero Pangal	s/i	6,14	5,00	s/i	s/i	-1,14	Aumenta
14	Estero Rigolemu	s/i	5,00	5,00	s/i	s/i	0,00	Igual
15	Estero Antivero 1	s/i	5,77	5,00	s/i	s/i	-0,77	Aumenta
16	Estero Antivero 2	s/i	5,00	5,00	s/i	s/i	0,00	Igual
17	Estero Antivero 3	s/i	5,00	5,00	s/i	s/i	0,00	Igual

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de norma (2005) y FAO 29 (1987).

*A: Aumenta, D: Disminuye, I: Se mantiene información y S/I: Sin información.

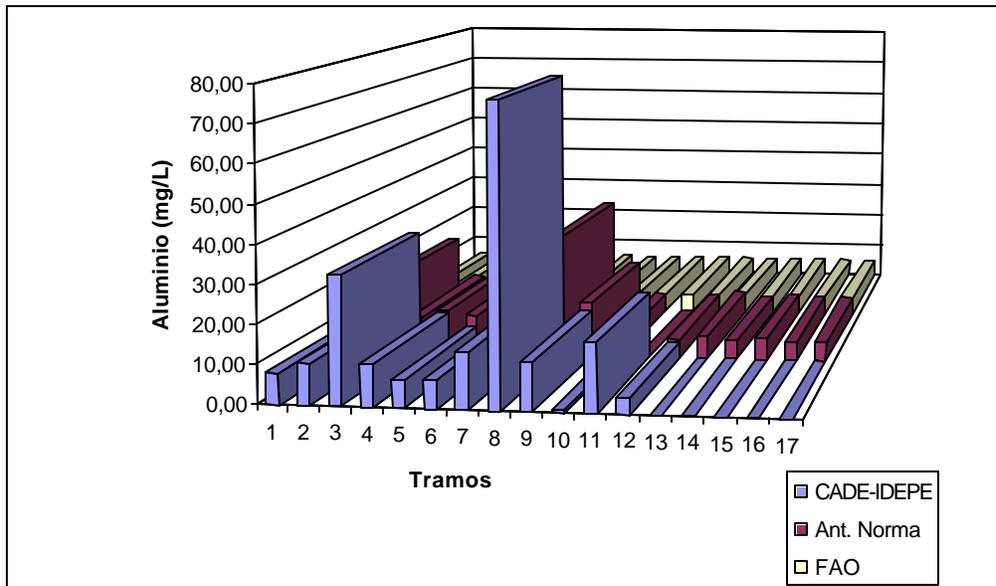


Figura 54: Valores del parámetro Aluminio según datos de CADE – IDEPE, Anteproyecto de Norma y FAO.

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de Norma (2005) y FAO 29 (1987).

- a. Al comparar los valores de Calidad Actual con los valores propuestos por el Anteproyecto de Norma, se tiene la siguiente situación para cada uno de los tramos:

Cuadro 100. Calidad Actual de aguas (CADE-IDEPE) vs Anteproyecto de Norma

Estado	Tramos																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Se mantiene													s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
Disminuye	x		x				x	x			x		s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
Aumenta		x		x	x	x				x	x		x	s/i	s/i	s/i	s/i

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de Norma (2005) y FAO 29 (1987).

No existe información de Calidad Actual para el parámetro aluminio en los tramos 13 al 17.

- b. Al comparar los valores propuestos por el Anteproyecto de Norma con el valor máximo recomendado por la literatura (5 mg/L), se tiene la siguiente situación para cada tramo

Cuadro 101. Anteproyecto de Norma vs FAO

Estado	Tramos																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Sin Restricción											x						
Restricción Leve a Moderada	x									x		x		x		x	x
Restricción Severa		x	x	x	x	x	x	x	x				x		x		

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de Norma (2005) y FAO 29 (1987).

5.26.2 Impacto del Aluminio en el suelo y los cultivos.

El Aluminio se encuentra presente en diversas formas estructurales del suelo, principalmente como silicato u óxido de Aluminio (Foy et al., 1978, citado por De La Fuente Herrera, 1999). Las formas lábiles del aluminio son dominadas por la adsorción intercambiable de los coloides del suelo y las fases no lábiles por las fracciones de Aluminio no intercambiable, los precipitados no lábiles y el Aluminio estructural del suelo. La presencia de Aluminio en solución se encuentra controlado en el suelo por el efecto del pH, ya que este determina la carga variable del suelo y la disolución de precipitados lábiles de Aluminio (Bade, 2003).

Al acidificarse el suelo, las formas fitotóxicas del Aluminio son liberadas (en principio bajo la forma Al^{+3}), y dado que las plantas son sensibles a concentraciones bajas de Aluminio su toxicidad es el factor más limitante de la productividad de las plantas en suelos ácidos (Kinraide, 1991, citado por De La Fuente Herrera, 1999).

La hidrólisis del Aluminio trivalente (Al^{+3}) libera H^+ produciendo una disminución en el pH, el H^+ liberado puede ser neutralizado al adicionar bases a los suelos. Por tanto, en solución a valores de pH 4,7 predomina el Aluminio Al^{+3} (estado fitotóxico principal), entre los pH 4,7 – 6,5 la especie dominante es $Al(OH)^{+2}$ (usualmente no fitotóxico), a pH entre 6,5 – 8,0 la especie predominante es $Al(OH)_3^0$ (que precipita como gibsita). Sobre pH 7,5 predomina $Al(OH)_3^0$ aluminato que no presenta problemas de toxicidad para los cultivos, por tanto es posible afirmar que en el rango de pH comprendido entre 4,7 – 7,5 la solubilidad del Aluminio es muy baja y el Aluminio se presenta en las forma monoméricas

no fitotóxicas (Figura 55) (Tisdale et al., 1995). El Aluminio trivalente (Al^{+3}) es el que exhibe la mayor toxicidad para las plantas en condiciones de suelo ácido en comparación a otras formas de Aluminio (Bohn et al., 1993). La toxicidad de Aluminio es importante como factor limitante en el crecimiento de las plantas en suelos con pH bajo 5 y es asumida como uno de los mayores problemas en los suelos ácidos ya que afecta el metabolismo de las plantas disminuyendo la adsorción de agua y nutrientes (Foy et al., 1978). La materia orgánica también influye en la disponibilidad de Aluminio (Figura 56).

Los efectos fisiológicos más importantes de la toxicidad de Aluminio en las plantas se ha identificado al siguiente nivel:

- a. Efecto del Aluminio en las raíces: Los iones de Al^{+3} al ingresar a las raíces a través del proceso de difusión, son adsorbidos en el espacio libre radical (Tisdale et al., 1995) y pueden causar fuga de potasio desde el plasmalema e inducir la reducción del número de cisternas del aparato de Golgi (Roy et al., 1988). El Aluminio induce la inhibición de la división celular meristemática apical, esto por la fijación del Al^{+3} a las células corticales y rizodermales en la raíz, dañando la membrana plasmática, generando efectos negativos en las propiedades fisiológicas de extensibilidad y permeabilidad de las raíces (Marschner, 1995).
- b. Efecto del Aluminio sobre tallos y hojas: En suelos ácidos la toxicidad de Aluminio puede inhibir el crecimiento aéreo limitando el suministro de agua y nutrientes debido a una menor penetración de la raíz en el suelo o a una menor conductividad hidráulica de la raíz (Marschner, 1995).
- c. Efecto sobre la adsorción de nutrientes minerales: el ingreso de los iones hacia la raíz se produce en los primeros centímetros del ápice radical. El aumento de la concentración de iones de Al y de H^+ en esta zona inhibe la adsorción de cationes (Marschner, 1995), y se ha demostrado que el Aluminio inhibe la adsorción de calcio bloqueando los conductos de transporte en la membrana plasmática, y la absorción de magnesio bloqueando los sitios de enlace de las proteínas transportadoras (Rengel y Robinson., 1989). Para el caso de la absorción de potasio, esta no se ve afectada por un aumento de la concentración de Aluminio, produciendo un aumento en la relación $K/(Ca + Mg)$ en la parte aérea, lo que aumenta la deficiencia de Ca y Mg (Marschner, 1995). La adsorción de fósforo puede ser afectada en forma indirecta ya que al disminuir el desarrollo radical se reduce la exploración de la raíz en el suelo y con ello la absorción de nutrientes y agua (Marschner, 1995).
- d. Efecto fisiológico: Interviene en la división celular de las raíces, precipita el fósforo a formas menos disponibles en las células radicales, disminuye la respiración de las raíces, aumenta la rigidez de la pared celular, interfiere en la absorción, transporte y uso de algunos nutrientes (Ca, Mg, P, K) y afecta la captación de agua de las plantas (Figura 57). Los síntomas de fitotoxicidad de Aluminio en las raíces son engrosamiento y acortamiento de la raíz y la aparición de numerosos pelos radicales poco desarrollados, mientras que en la parte aérea aparecen clorosis similares a la deficiencia por hierro, en condiciones de crecimiento en medios ácidos, el daño producido es acumulativo produciendo síntomas complejos (Bade, 2003).

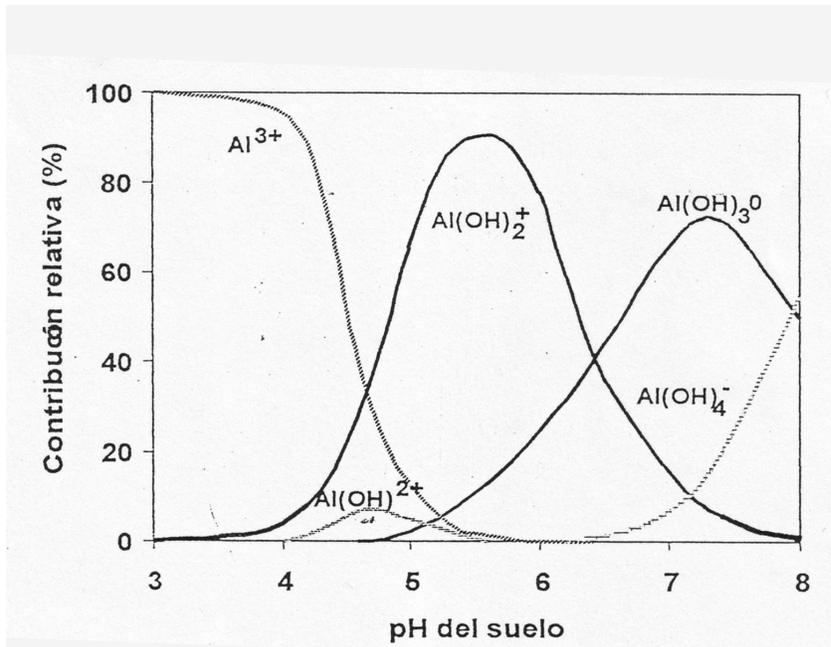


Figura 55: Distribución relativa de las especies solubles de Aluminio en función de pH.
Fuente: Adaptado de TISDALE et al., 1995.

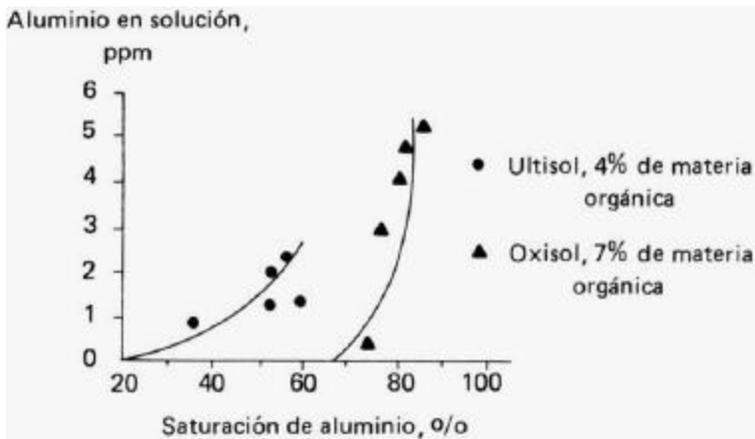


Figura 56: Aluminio en solución como una función de su saturación y el contenido de materia orgánica.
Fuente: The Texas A y M University System, 1996.

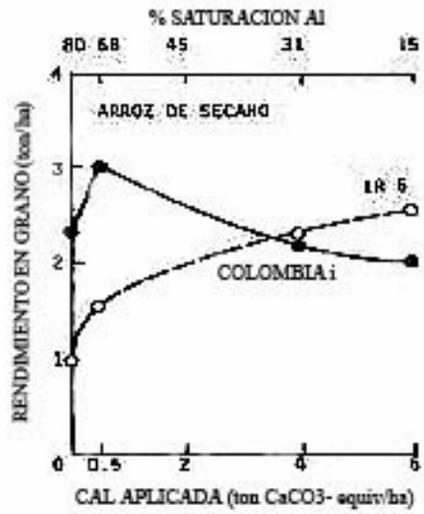


Figura 57: Rendimiento de arroz de secano bajo interacción Aluminio/ CaCO₃
 Fuente: The Texas A y M University System, 1996.

5.27 ARSÉNICO

5.27.1 Situación del Arsénico en la cuenca del Río Cachapoal:

Cuadro 102: Arsénico en la cuenca Cachapoal

Tramo	Cauce	CADE- IDEPE	Ant. Norma	FAO	Variación	A, D ó I*	Variación A.	A, D ó I*
					A. Norma v/s Cade		Norma v/s FAO	
1	Cachapoal en Chacayanes	0,03	0,04	0,10	-0,01	Aumenta	0,06	Disminuye
2	Cachapoal en Rivera Sur	0,04	0,04	0,10	0,00	Igual	0,06	Disminuye
3	Cachapoal en pte. coinco	0,03	0,14	0,10	-0,11	Aumenta	-0,04	Aumenta
4	Cachapoal en pte. Arqueado	0,02	0,04	0,10	-0,02	Aumenta	0,06	Disminuye
5	Cachapoal a/j Coya	0,14	0,10	0,10	0,04	Disminuye	0,00	Igual
6	Cachapoal en pte. Codao	0,02	0,04	0,10	-0,02	Aumenta	0,06	Disminuye
7	Cachapoal en Termas Cauquenes	0,07	0,04	0,10	0,03	Disminuye	0,06	Disminuye
8	Río Coya a/j Cachapoal	0,77	0,34	0,10	0,43	Disminuye	-0,24	Aumenta
9	Estero La Cadena	0,04	0,04	0,10	0,00	Igual	0,06	Disminuye
10	Río Claro en hacienda las nieves	0,04	0,04	0,10	0,00	Igual	0,06	Disminuye
11	Río Claro en pte. Zuñiga	0,01	0,04	0,10	-0,03	Aumenta	0,06	Disminuye
12	Estero Zamorano	0,01	s/i	0,10	s/i	s/i	s/i	s/i
13	Estero Pangal	s/i	0,04	0,10	s/i	s/i	0,06	Disminuye
14	Estero Rigolemu	s/i	s/i	0,10	s/i	s/i	s/i	s/i
15	Estero Antivero 1	s/i	s/i	0,10	s/i	s/i	s/i	s/i
16	Estero Antivero 2	s/i	s/i	0,10	s/i	s/i	s/i	s/i
17	Estero Antivero 3	s/i	s/i	0,10	s/i	s/i	s/i	s/i

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de norma (2005) y FAO (1987).

*A: Aumenta, D: Disminuye, I: Se mantiene información y S/I: Sin información.

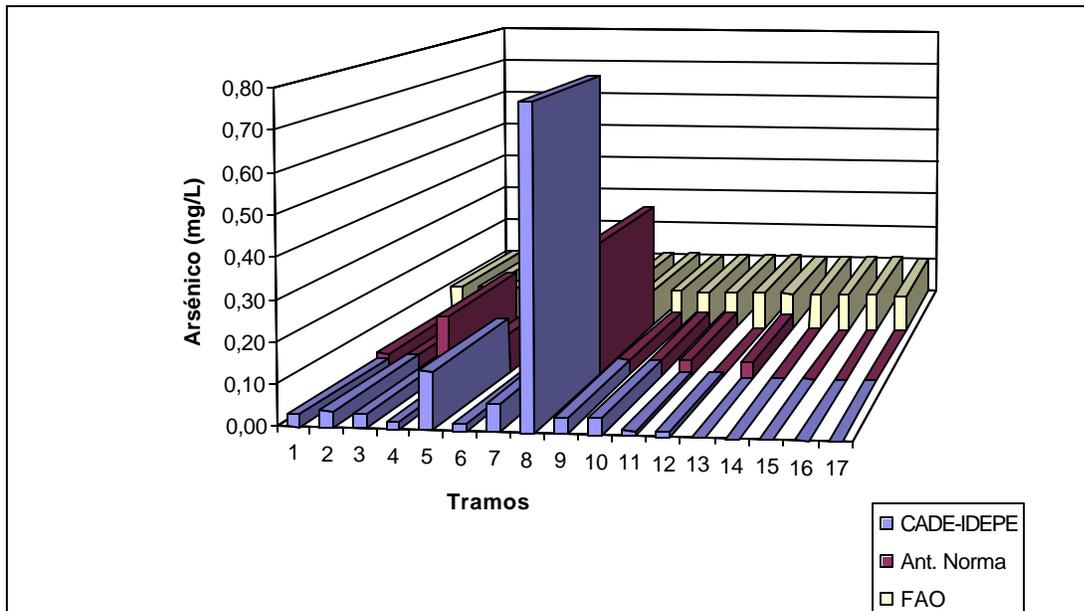


Figura 58: Valores del parámetro Arsénico según datos de CADE – IDEPE, Anteproyecto de Norma y FAO.

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de Norma (2005) y FAO (1987).

- a. Al comparar los valores de Calidad Actual con los valores propuestos por el Anteproyecto de Norma, se tiene la siguiente situación para cada uno de los tramos:

Cuadro 103. Calidad Actual de aguas (CADE-IDEPE) vs Anteproyecto de Norma

Estado	Tramos																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Se mantiene		x								x		s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
Disminuye					x		x	x	x			s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
Aumenta	x		x	x		x					x	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de Norma (2005) y FAO 29 (1987).

No existe información de Calidad Actual para el parámetro Arsénico en los tramos 13 al 17. Asimismo el Anteproyecto de Norma no propone valores en los tramos 12, 14, 15, 16 y 17.

- b. Al comparar los valores propuestos por el Anteproyecto de Norma con el valor máximo recomendado por la literatura (0,1 mg/L), se tiene la siguiente situación para cada tramo

Cuadro 104. Anteproyecto de Norma vs FAO

Estado	Tramos																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Sin Restricción	x	x		x		x	x		x	x	x	s/i	x	s/i	s/i	s/i	s/i
Restricción Leve a Moderada					x									s/i	s/i	s/i	s/i
Restricción Severa			x					x						s/i	s/i	s/i	s/i

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de Norma (2005) y FAO 29 (1987).

5.17.2 Impacto del Arsénico en el suelo y los cultivos.

El Arsénico se presenta en la corteza terrestre en un porcentaje cercano a 0.0005 %. Se encuentra presente en minerales como la arsenopirita (FeAsS) y como trióxido de Arsénico (As₂O₃), y puede obtenerse del procesamiento de minerales que contienen Cu, Pb, Zn, Ag y Au. Los efectos de la exposición crónica al Arsénico son cáncer, enfermedades cardiovasculares y disturbios neurológicos (Zuloaga, 1994). El As tiene una química bastante compleja y puede encontrarse con valencias -3, +3 y +5, sin embargo los compuestos pentavalentes son menos tóxicos que los compuestos trivalentes, así como los compuestos orgánicos son menos tóxicos que los inorgánicos. En ambientes aerobios, el As(V) es la forma dominante, usualmente como arseniato (AsO₄³⁻), en varios estados de protonación: H₃AsO₄, H₂AsO₄¹⁻, HAsO₄²⁻, AsO₄³⁻; también puede coprecipitar o adsorberse en oxi-hidróxidos de hierro bajo condiciones moderadamente reductoras o ácidas. Los coprecipitados son inmóviles en estas condiciones, pero la movilidad del As aumenta con el pH. En condiciones reductoras, el As(III) es la forma dominante, en forma de arsenita (AsO₃³⁻) y sus formas protonadas (H₃AsO₃, H₂AsO₃¹⁻, HAsO₃²⁻) (Adriano, 1992).

La metilación biológica del As crea derivados muy volátiles de arsina, como la dimetil-arsina (HAs(CH₃)₂) y la trimetil-arsina As(CH₃)₃. La sorción y co-precipitación con

óxidos de hierro son los mecanismos más importantes de remoción, bajo condiciones ambientales comunes (Adriano, 1992).

El Arsénico se encuentra naturalmente en forma de sulfuro y de arseniuros de cobre, plata u oro y al igual que la mayoría de los elementos trazas, el Arsénico es fuertemente adsorbido por el suelo. La adición de Arsénico al suelo en concentraciones relativamente altas por cortos periodos de tiempo puede no provocar reducción drástica en el crecimiento de los cultivos o no acumularse en la planta a concentraciones perjudiciales a humanos o animales, sin embargo, una aplicación continua de Arsénico en periodos extendidos de tiempo provocan acumulaciones en la capa superficial del suelo (Bolt, 1976).

El efecto principal del Arsénico en las plantas es la destrucción de la clorofila y la disminución del crecimiento. Sin embargo las partes comestibles de las plantas usualmente no acumulan Arsénico a niveles dañinos para los consumidores. La disminución del rendimiento y los problemas cultivo son los efectos más comunes de altas concentraciones de Arsénico en los suelos (Davies, 1981).

Debido a la retención del Arsénico por los suelos, es probable que acumule concentraciones fitotóxicas antes de que se alcance el equilibrio entre reacciones de sorción y desorción (Bolt, 1976).

5.28 CADMIO

5.28.1 Situación del Cadmio en la cuenca del Río Cachapoal:

Cuadro 105: Cadmio en la cuenca Cachapoal

Tramo	Cauce	CADE- IDEPE	Ant. Norma	FAO	Variación A. Norma v/s Cade	A, D ó I*	Variación A. Norma v/s FAO	A, D ó I*
1	Cachapoal en Chacayanes	s/i	0,00	0,01	s/i	s/í	0,01	Disminuye
2	Cachapoal en Rivera Sur	s/i	0,00	0,01	s/i	s/í	0,01	Disminuye
3	Cachapoal en pte. coinco	s/i	0,00	0,01	s/i	s/í	0,01	Disminuye
4	Cachapoal en pte. Arqueado	s/i	0,00	0,01	s/i	s/í	0,01	Disminuye
5	Cachapoal a/j Coya	s/i	0,00	0,01	s/i	s/í	0,01	Disminuye
6	Cachapoal en pte. Codao	s/i	0,00	0,01	s/i	s/í	0,01	Disminuye
7	Cachapoal en Termas Cauquenes	s/i	0,00	0,01	s/i	s/í	0,01	Disminuye
8	Río Coya a/j Cachapoal	s/i	0,00	0,01	s/i	s/í	0,01	Disminuye
9	Estero La Cadena	s/i	0,00	0,01	s/i	s/í	0,01	Disminuye
10	Río Claro en hacienda las nieves	s/i	0,00	0,01	s/i	s/í	0,01	Disminuye
11	Río Claro en pte. Zuñiga	s/i	0,00	0,01	s/i	s/í	0,01	Disminuye
12	Estero Zamorano	s/i	s/i	0,01	s/i	s/í	s/i	s/i
13	Estero Pangal	s/i	s/i	0,01	s/i	s/í	s/i	s/i
14	Estero Rigolemu	s/i	s/i	0,01	s/i	s/í	s/i	s/i
15	Estero Antivero 1	s/i	s/i	0,01	s/i	s/í	s/i	s/i
16	Estero Antivero 2	s/i	s/i	0,01	s/i	s/í	s/i	s/i
17	Estero Antivero 3	s/i	s/i	0,01	s/i	s/í	s/i	s/i

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de norma (2005) y FAO 29 (1987).

*A: Aumenta, D: Disminuye, I: Se mantiene información y S/I: Sin información.

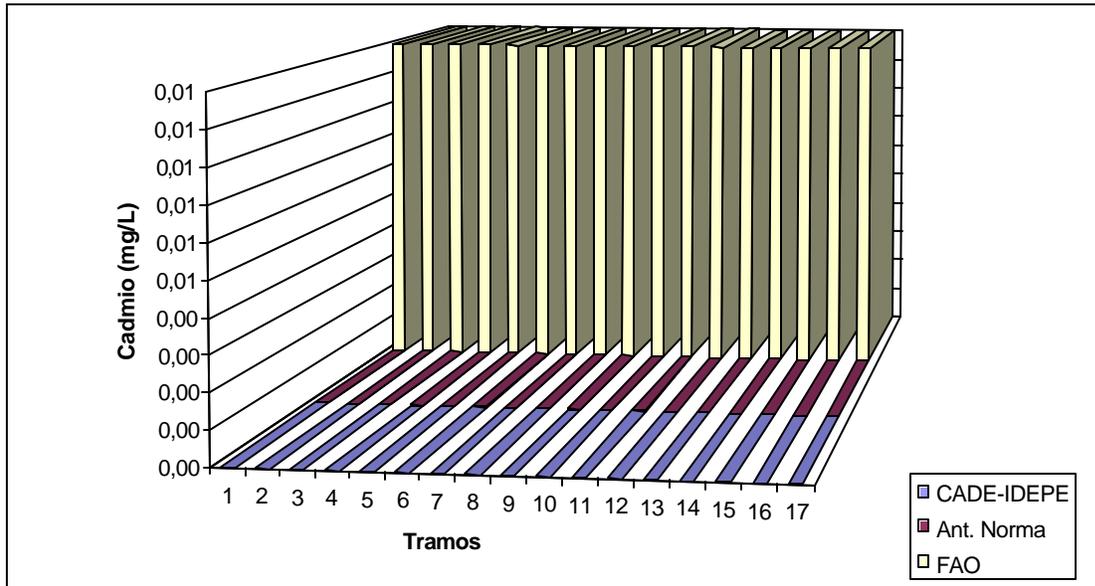


Figura 59: Valores del parámetro Cadmio según datos de CADE – IDEPE, Anteproyecto de Norma y FAO.

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de Norma (2005) y FAO 29 (1987).

- a. CADE-IDEPE no registra mediciones para el parámetro Cadmio, por tanto es imposible realizar comparación alguna entre la situación con Anteproyecto de Norma y los valores de Calidad Actual existentes en la cuenca del Cachapoal.

Cuadro 106. Calidad Actual de aguas (CADE-IDEPE) vs Anteproyecto de Norma

Estado	Tramos																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Se mantiene	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
Disminuye	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
Aumenta	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de Norma (2005) y FAO 29 (1987).

- b. Al comparar los valores propuestos por el Anteproyecto de Norma con el valor máximo recomendado por la literatura (0,01 mg/L), se tiene la siguiente situación para cada tramo

Cuadro 107. Anteproyecto de Norma vs FAO

Estado	Tramos																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Sin Restricción	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
Restricción Leve a Moderada												s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
Restricción Severa												s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de Norma (2005) y FAO 29 (1987).

No existen valores propuestos por el Anteproyecto de Norma para el parámetro cadmio en los tramos 12 al 17.

5.29 PLOMO

5.28.1 Situación del Plomo en la cuenca del Río Cachapoal:

Cuadro 108: Plomo en la cuenca Cachapoal

Tramo	Cauce	CADE-IDEPE	Ant. Norma	FAO	Variación		Variación A.	
					A. Norma v/s Cade	A, D ó I*	Norma v/s FAO	A, D ó I*
1	Cachapoal en Chacayanes	s/i	0,20	5,00	s/i	s/i	4,80	Disminuye
2	Cachapoal en Rivera Sur	s/i	0,20	5,00	s/i	s/i	4,80	Disminuye
3	Cachapoal en pte. coinco	s/i	0,20	5,00	s/i	s/i	4,80	Disminuye
4	Cachapoal en pte. Arqueado	s/i	0,20	5,00	s/i	s/i	4,80	Disminuye
5	Cachapoal a/j Coya	s/i	0,20	5,00	s/i	s/i	4,80	Disminuye
6	Cachapoal en pte. Codao	s/i	0,20	5,00	s/i	s/i	4,80	Disminuye
7	Cachapoal en Termas Cauquenes	s/i	0,00	5,00	s/i	s/i	5,00	Disminuye
8	Río Coya a/j Cachapoal	s/i	0,20	5,00	s/i	s/i	4,80	Disminuye
9	Estero La Cadena	s/i	0,20	5,00	s/i	s/i	4,80	Disminuye
10	Río Claro en hacienda las nieves	s/i	0,20	5,00	s/i	s/i	4,80	Disminuye
11	Río Claro en pte. Zuñiga	s/i	0,20	5,00	s/i	s/i	4,80	Disminuye
12	Estero Zamorano	s/i	s/i	5,00	s/i	s/i	s/i	s/i
13	Estero Pangal	s/i	0,20	5,00	s/i	s/i	4,80	Disminuye
14	Estero Rigolemu	s/i	s/i	5,00	s/i	s/i	s/i	s/i
15	Estero Antivero 1	s/i	s/i	5,00	s/i	s/i	s/i	s/i
16	Estero Antivero 2	s/i	s/i	5,00	s/i	s/i	s/i	s/i
17	Estero Antivero 3	s/i	s/i	5,00	s/i	s/i	s/i	s/i

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de norma (2005) y FAO 29 (1987).

*A: Aumenta, D: Disminuye, I: Se mantiene información y S/I: Sin información.

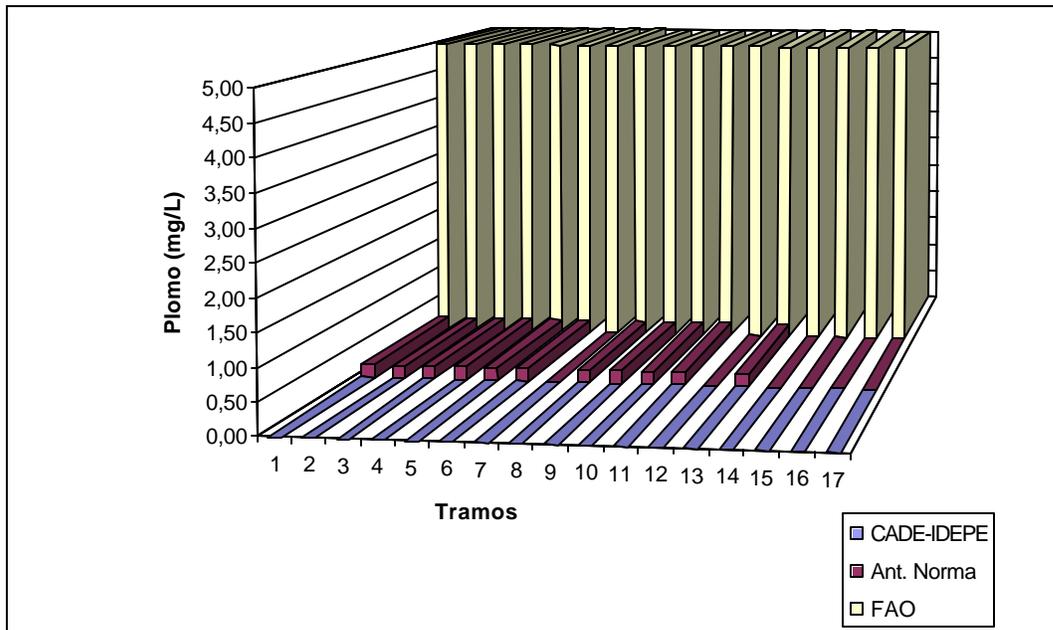


Figura 60: Valores del parámetro Plomo según datos de CADE – IDEPE, Anteproyecto de Norma y FAO.

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de Norma (2005) y FAO 29 (1987).

- a. CADE-IDPE no registra mediciones para el parámetro Plomo, por tanto es imposible realizar comparación alguna entre la situación con anteproyecto de Norma y los valores de Calidad Actual existentes en la cuenca del Cachapoal.

Cuadro 109. Calidad Actual de aguas (CADE-IDEPE) vs Anteproyecto de Norma

Estado	Tramos																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Se mantiene	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
Disminuye	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
Aumenta	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de Norma (2005) y FAO 29 (1987).

- b. Al comparar los valores propuestos por el Anteproyecto de Norma con el valor máximo recomendado por la literatura (5 mg/L), se tiene la siguiente situación para cada tramo

Cuadro 110. Calidad Actual de aguas (CADE-IDEPE) vs Anteproyecto de Norma

Estado	Tramos																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Sin Restricción	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	s/i	x	s/i	s/i	s/i	s/i
Restricción Leve a Moderada												s/i		s/i	s/i	s/i	s/i
Restricción Severa												s/i		s/i	s/i	s/i	s/i

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de Norma (2005) y FAO 29 (1987).

No existen valores propuestos p-.,mn or el Anteproyecto de Norma para el parámetro plomo en los tramos 12, 14, 15, 16 y 17.

5.29.2 Impacto del Plomo en el suelo y los cultivos.

El plomo generalmente se origina de la galena (PbS), la anglesita (PbSO₄) y la curosita (PbCO₃). La mayor parte del Pb liberado en el ambiente es retenido por el suelo; los principales procesos que ocurren en el incluyen la adsorción, el intercambio iónico, la precipitación y el acomplejamiento con materia orgánica. El tetra-metilo de Plomo (compuesto relativamente volátil) puede formarse en sedimentos como resultado de su alquilación microbiana.

Como contaminante ambiental, Normalmente se encuentra en forma elemental, como óxidos e hidróxidos y como complejos oxianiónicos metálicos. El Pb tiene valencias +2 y +4, de las cuales el Pb(II) es la forma más común y reactiva. Cuando forma complejos con ligandos orgánicos (ácidos húmicos y fúlvicos) o inorgánicos (Cl, CO₃²⁻, SO₄²⁻, PO₄³⁻), se forman compuestos poco solubles; el carbonato de Plomo, formado a pH menor a 6, y el PbS son las formas sólidas más estables del Plomo.

El contenido de Plomo de las rocas ígneas está en rangos 8 mg/Kg a 20 mg/Kg y en rocas sedimentarias, 7 mg/Kg a 20mg/Kg. Los suelos tienden a ser más ricos en Plomo que las rocas. El rango promedio del contenido de Plomo en los suelos ha sido estimado entre 10 a 25 mg/Kg. (Figura 61).

Aunque no es un elemento esencial para el crecimiento de la planta, se mantiene fuertemente en los suelos ya sea por sorción y/o formando complejos con componentes inorgánicos y orgánicos del suelo. El Plomo puede entrar a la planta a través del sistema de la raíz o de las hojas, los cultivos con raíces poco profundas están expuestos a concentraciones relativamente más altas que los cultivos con raíces más profundas, ya que tiende a acumularse cerca de la superficie del suelo. Determinan la concentración adsorbida por las plantas: la forma y concentración del metal en el ambiente varios factores relacionados al suelo (pH, capacidad de intercambio de iones, textura, temperatura, contenido de humedad, contenido de materia orgánica, etc), cultivo (especies, profundidad de la raíz, anatomía, etc), y clima (precipitación, temperatura, etc). Los diferentes órganos de las plantas acumulan el Plomo en distintas concentraciones, en general las partes del fruto y de la flor acumulan las cantidades más pequeñas. La toxicidad del Plomo en las plantas difiere con las especies.

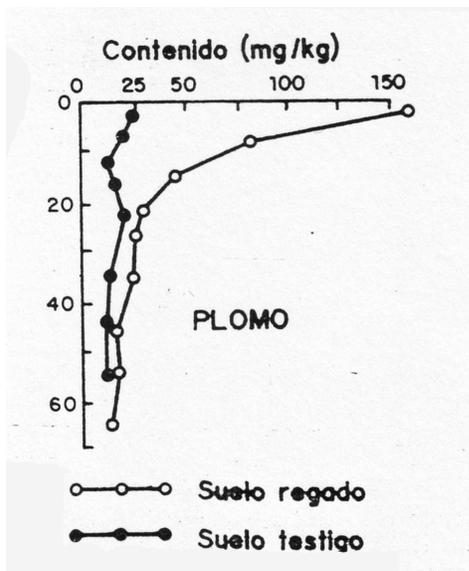


Figura 61: Contenido de Plomo en el perfil del suelo, después de 80 años de riego con aguas residuales.

Fuente: Evans, Mitchel y Salau, 1979

6. EVALUACIÓN ECONÓMICA

6.1 CONSIDERACIONES PREVIAS

Las secciones anteriores permiten realizar un análisis de carácter técnico de manera de determinar potenciales impactos generados tras la aplicación del Anteproyecto de Norma en los cultivos que Normalmente se desarrollan en la cuenca del Río Cachapoal, previo a la evaluación económica, orientada a evaluar en términos monetarios los potencial impactos de la aplicación del Anteproyecto de Norma. En este caso es necesario destacar que esta es una estimación teórica puesto que no se cuenta con información primaria ni secundaria adecuada. Uno de los compromisos de los consultores fue el de no levantar información primaria. Los detalles del método utilizada se detallan a continuación:

6.1.1 Contraste de efectos potenciales con química de suelos:

La magnitud de los efectos generados por cada uno de los parámetros considerados en el Anteproyecto de Norma depende de la dinámica de éstos en cada una de las series de suelo y en los cultivos. Las condiciones que potencian o debilitan la dinámica de movimiento y la acción acumulativa de cada parámetro a nivel del suelo depende de: i) textura, ii) pH, iii) temperatura del suelo y iv) Capacidad de Intercambio catiónico (CIC). Las condiciones que potencian o debilitan la acción fitotóxica de cada parámetro tiene que ver con: i) la resistencia de los cultivos y ii) profundidad de las raíces. A nivel agrológico, las características más importantes que determinan la magnitud de los efectos a nivel de suelo y vegetal se relacionan con i) temperatura media anual y ii) precipitaciones.

La información que se utilizó para poder determinar la magnitud de los “efectos potenciales” tanto a nivel económico como agrológico fue: i) las series de suelo de cada uno de los tramos de la cuenca del río Cachapoal contenidas en el “Estudio agrológico, VI región” (CIREN – CORFO, 2002), ii) la dinámica de movimiento de los micro elementos y elementos traza en el suelo y en los cultivos (“interacción suelo planta”), iii) los valores presentados en el estudio CADE IDEPE, iv) las recomendaciones de calidad de aguas de riego para la agricultura proporcionada por FAO (1987) y la Universidad de Texas (1996) y v) los valores considerados en el Anteproyecto de Norma Secundaria de Calidad de Agua (2005). Asimismo la información Cartográfica proporcionada por SAG se utilizó para la identificación de microcuencas y canales así como también para la identificación del grado de sensibilidad de las series de suelo pertenecientes a cada microcuenca con respecto a los parámetros que potencialmente podrían causar problemas en la cuenca del Cachapoal. El análisis de la información anterior permitió identificar para ciertos parámetros las siguientes situaciones asociadas a cada tramo:

- a. Los valores propuestos por el Anteproyecto de Norma para Cloruros y Sulfatos superan ampliamente los valores de Calidad Actual y la recomendación FAO para calidad de aguas de riego. Sin embargo la posibilidad de efectos tóxicos por acumulación en el suelo, se ve limitada por factores como: i) pluviometría: tasas pluviométricas superiores a los 500 mm/año permiten la lixiviación de los Cloruros aportados en el agua de riego y ii) pH: valores de pH en los suelos superiores a 5 a lo largo de la cuenca del río Cachapoal alteran la estructura química de los Sulfatos aportados por el agua de riego,

dejándolos en sus formas no disponibles para las plantas, generando un bajo riesgo de toxicidad.

- b. Los valores propuestos por el Anteproyecto de Norma para Aluminio son superiores a los establecidos en las mediciones del estudio CADE IDEPE en algunos tramos (tramos: 2, 4, 5, 6, 8, 9 y 10) de la cuenca del Cachapoal y son ampliamente superiores a los valores recomendados por FAO en muchos de los tramos de la cuenca (tramos: 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 13 y 15). Se puede establecer que se presentan probabilidades de fitotoxicidad leve debido principalmente a los valores de pH a lo largo de la cuenca, valores que dejan para los cultivos una fracción disponible de la forma tóxica AL^{+3} . En los tramos donde actualmente no existen problemas, el Aluminio disponible se encuentra bajo la forma de Al^{+2} , pudiendo provocar a largo plazo problemas de acidificación de suelo.

- c. Los valores propuestos por el Anteproyecto de Norma para Hierro son generalmente menores a los establecidos en el estudio CADE-IDEPE pero superiores en la mayoría de los tramos a los sugeridos por FAO (tramos: 1, 2, 3, 4, 5, 8 y 9). Los valores propuestos para el Hierro por el Anteproyecto de Norma podrían ser causa de problemas de fitotoxicidad (ver sección 4 en la sección “interacción suelo planta”), efectos en rendimiento (ver sección 5.2, en la sección “pérdida de rendimiento comercial”) dependiendo de la resistencia particular de cada cultivo y problemas en la mantención de sistemas de riego al combinarse con el parámetro Manganeso existente a lo largo de la cuenca. De acuerdo a los valores entregados por el Anteproyecto de Norma, se estima que los mayores problemas ocurrirán en los tramos de la cuenca donde se encuentren las siguientes series: Ajjal, Alantaña, Almahue Antivero, Aytué, Bajíos, Barahona, Cachapoal, Caleuche, Corcolen, Colchagua, Cocalán, Casas de Carén, Carrizal, Cañetenes, Callejones, Chépica, Chipana, Estancilla, Gatera, Goyana, Graneros, Graneros de la cabaña, Gualas, Huaique, La burra, La Rosa, Laguna de Sn Vte Tagua-Tagua, Larmahue, Las garzas, Lihueimo, Limanque, Loma grande, Los cardos, Los lingues, Lo vasquez,, Macarena, Mitén de Malloa, Malambo, Malloa, Macuman, Marchant, Marchigue, Millahué, Miravalle, Niahue, O’Higgins, Olivar, Palquiales, Pataguas, Peor es nada, Peumo, Pdihuinco, Pichidegua, Pilpoy, Pimpinela, Polonia, Pudahuel, Puente Negro, Pumanque, Pupilla, Puquillay, Quiahue, Quelmes, Quilamuta, Quinahue, Quinchamalal, Rancagua, Ranquihue, Sn Pedro de Alcántara, Sn Vicente, Talcarehue, Talhuén, Teno, Tinguiririca, Toco, Tricahue, Yáquil, Zamorano, Alto colorado, Asociación Coguil, Asociación Curanipe, Asociación Cuzco, Asociación Challay, Asociación espinillo, Asociación Lajueta, Asociación Macal, Asociación Matanzas, Asociación Rosario, Asociación Piuchen y Asociación Sierra Bellavista. La condición edáfica que podría ser causa de problemas de fitotoxicidad se relaciona con los rangos de pH entre 5 y 7 que presentan las series anteriormente mencionadas.

- d. Los valores propuestos por el Anteproyecto de Norma para Arsénico podrían ser causa de problemas de fitotoxicidad (ver la sección 4 en “interacción suelo planta”) y efectos en rendimiento (ver la sección 5.2 en “pérdida de rendimiento comercial”) en los tramos de la cuenca que contengan las siguientes series de suelo: Almahue, Cachapoal, Caleuche, Corcolén, Colchagua, Cocalán, Huaique, La Rosa, Laguna San Vicente de

Tagua- Tagua, Larmahue, Lihueimo, Malloa, Macumán, Olivar, Palquiales, Pataguas, Peumo, Pichidegua, Pudahuel, Quiahue y Trilahue. En el resto de las series de suelo asociadas a la cuenca se producirán problemas Leves, condición limitada principalmente por los valores de pH imperantes a lo largo de toda la cuenca.

- e. Los valores propuestos por el Anteproyecto de Norma para Manganeso, aunque son menores que los establecidos en las mediciones del estudio CADE IDEPE y mayores que los valores propuestos por FAO (en todos los tramos), podrían ser causa de problemas de fitotoxicidad grave en las siguientes series de suelo: Ajial, Alantaña, Almahue, Antivero, Aytué, Bajíos, Barahona, Cachapoal, Caleuche, Corcolen, Colchagua, Cocalán, Casas de Carén, Carrizal, Cañetenes, Callejones, Chépica, Chipana, Estancilla, Gatera, Goyana, Graneros, Graneros de la cabaña, Gualas, Huaique, La burra, La Rosa, Laguna de Sn Vte Tagua-Tagua, Larmahue, Las garzas, Lihueimo, Limanque, Loma grande, Los cardos, Los lingues, Lo vasquez, Macarena, Mitén de Malloa, Malambo, Malloa, Macuman, Marchant, Pdihuinco, Pichidegua, Pilpoy, Pimpinela, Polonia, Pudahuel, Puente Negro, Pumanque, Pupilla, Puquillay, Quiahue, Quelmes, Quilamuta, Quinahue, Quinchamalal, Rancagua, Ranquihue, Sn Pedro de Alcántara, Sn Vicente, Talcarehue, Talhuén, Teno, Tinguiririca, Toco, Tricahue, Yáquil, Zamorano, Alto colorado, Asociación Coguil, Asociación Curanipe, Asociación Cuzco, Asociación Challay, Asociación espinillo, Asociación Lajueta, Asociación Macal, Asociación Matanzas, Asociación Rosario, Asociación Piuchen y Asociación Sierra Bellavista. Sin embargo es importante destacar que los problemas de fitotoxicidad y de acumulación a nivel del suelo están directamente relacionados con la CIC de ellos en la cuenca del Cachapoal. Cabe destacar que los tanto los problemas de fitotoxicidad a corto plazo y los efectos económicos³ generados por el elemento Manganeso se encuentran en la asociación de este elemento con el elemento fierro.
- f. Los valores propuestos por el Anteproyecto de Norma para Molibdeno, son mayores que los establecidos en las mediciones del estudio CADE IDEPE y que los valores propuestos por FAO (en todos los tramos en ambos casos). Los valores establecidos para el caso del parámetro Molibdeno podrían ser causa de problemas de fitotoxicidad graves en las siguientes series de suelo: Almahue, Antivero, Aytué, Bajios, Barahona, Cachapoal, Caleuche, Corcolen, Colchagua, Cocalán, Casas de Carén, Carrizal, Cañetenes, Callejones, Chépica, Chipana, Estancilla, Gatera, Goyana, Graneros, Graneros de la cabaña, Gualas, Huaique, La burra, La Rosa, Laguna de Sn Vte Tagua-Tagua, Larmahue, Las garzas, Lihueimo, Malloa, Macuman, Marchant, Marchigue, Millahué, Miravalle, Niahue, O'Higgins, Olivar, Palquiales, Pataguas, Peor es nada, Peumo, Pdihuinco, Pichidegua, Pilpoy, Pimpinela, Polonia, Pudahuel, Puente Negro, Pumanque, Pupilla, Puquillay, Quiahue y Tricahue. Sin embargo es importante destacar que los problemas de fitotoxicidad y de acumulación a nivel del suelo están directamente relacionados con la CIC de ellos en la cuenca del Cachapoal.

El cuadro 111 muestra cada uno de los tramos del río Cachapoal y los parámetros susceptibles de producir problemas en dichos tramos.

³ Ver sección 6.3.1

Los cuadros 112 al 115 muestran la magnitud (color verde: sin efecto, color amarillo: efecto leve y color rojo: efecto grave) de los problemas potenciales generados en cada serie de suelo asociada a la cuenca del Cachapoal por los valores establecidos en el Anteproyecto de Norma para los elementos: Cloruros, Sulfatos, Hierro, Manganeso, Molibdeno, Aluminio y Arsénico.

Cuadro 111 Cuadro 109: Parámetros susceptibles de producir problemas en cada tramo de la cuenca del Cachapoal.

Tramo	Cauce	Parámetros susceptibles de producir problemas						
1	Cachapoal en Chacayanes	Cl-	SO3	Fe	Mn	Mo	Al	s/p
2	Cachapoal en Rivera Sur	Cl-	SO3	Fe	Mn	Mo	Al	s/p
3	Cachapoal en pte. coinco	Cl-	SO3	Fe	Mn	Mo	Al	Ar
4	Cachapoal en pte. Arqueado	Cl-	SO3	Fe	Mn	Mo	Al	s/p
5	Cachapoal a/j Coya	Cl-	SO3	Fe	Mn	Mo	Al	s/p
6	Cachapoal en pte. Codao	Cl-	SO3	s/p	Mn	Mo	Al	s/p
7	Cachapoal en Termas Cauquenes	Cl-	SO3	s/p	Mn	Mo	Al	s/p
8	Río Coya a/j Cachapoal	Cl-	SO3	Fe	Mn	Mo	Al	s/p
9	Estero La Cadena	Cl-	SO3	Fe	Mn	Mo	Al	s/p
10	Río Claro en hacienda las nieves	Cl-	SO3	s/p	s/p	Mo	s/p	s/p
11	Río Claro en pte. Zuñiga	Cl-	SO3	s/p	s/p	Mo	s/p	s/p
12	Estero Zamorano	Cl-	SO3	Fe	s/p	s/p	s/p	s/p
13	Estero Pangal	Cl-	SO3	Fe	s/p	Mo	Al	s/p
14	Estero Rigolemu	Cl-	SO3	Fe	s/p	s/p	s/p	s/p
15	Estero Antivero 1	Cl-	SO3	Fe	Mn	s/p	Al	s/p
16	Estero Antivero 2	Cl-	SO3	Fe	s/p	s/p	s/p	s/p
17	Estero Antivero 3	Cl-	SO3	s/p	s/p	s/p	s/p	s/p

Fuente: Elaboración propia en base a CIREN-CORFO (2002) y Anteproyecto de Norma (2005).

*s/p: Sin problemas

Cuadro 112: Magnitud de problemas potenciales generados por algunos elementos considerados en el Anteproyecto de Norma en cada una de las series de suelo presentes en la cuenca del río Cachapoal.

Serie	Cloruros	Sulfatos	Hierro	Manganeso	Molibdeno	Aluminio
Ajial	Sin problema	Problema Leve	Problema grave	Problema grave	Problema grave	Problema grave
Alantaña	Problema Leve	Problema Leve	Problema grave	Problema grave	Problema grave	Problema grave
Almahue	Problema Leve	Problema Leve	Problema grave	Problema grave	Problema grave	Problema grave
antivero	Problema Leve	Problema Leve	Problema grave	Problema grave	Problema grave	Problema grave
Aytué	Problema Leve	Problema Leve	Problema grave	Problema grave	Problema grave	Problema grave
Bajios	Problema Leve	Problema Leve	Problema grave	Problema grave	Problema grave	Problema grave
Barahona	Problema Leve	Problema Leve	Problema grave	Problema grave	Problema grave	Problema grave
Cachapoal	Problema Leve	Problema Leve	Problema grave	Problema grave	Problema grave	Problema grave
Caleuche	Problema Leve	Problema Leve	Problema grave	Problema grave	Problema grave	Problema grave
Corcolen	Problema Leve	Problema Leve	Problema grave	Problema grave	Problema grave	Problema grave
Colchagua	Problema Leve	Problema Leve	Problema grave	Problema grave	Problema grave	Problema grave
Cocalán	Problema Leve	Problema Leve	Problema grave	Problema grave	Problema grave	Problema grave
Casas de Carén	Problema Leve	Problema Leve	Problema grave	Problema grave	Problema grave	Problema grave
Carrizal	Problema Leve	Problema Leve	Problema grave	Problema grave	Problema grave	Problema grave
Cañetenes	Problema Leve	Problema Leve	Problema grave	Problema grave	Problema grave	Problema grave
Callejones	Problema Leve	Problema Leve	Problema grave	Problema grave	Problema grave	Problema grave
Chépica	Problema Leve	Problema Leve	Problema grave	Problema grave	Problema grave	Problema grave
Chipana	Problema Leve	Problema Leve	Problema grave	Problema grave	Problema grave	Problema grave
Estancilla	Problema Leve	Problema Leve	Problema grave	Problema grave	Problema grave	Problema grave
Gatera	Problema Leve	Problema Leve	Problema grave	Problema grave	Problema grave	Problema grave
Govana	Problema Leve	Problema Leve	Problema grave	Problema grave	Problema grave	Problema grave
Graneros	Problema Leve	Problema Leve	Problema grave	Problema grave	Problema grave	Problema grave
Graneros de la cabaña	Problema Leve	Problema Leve	Problema grave	Problema grave	Problema grave	Problema grave
Gualas	Problema Leve	Problema Leve	Problema grave	Problema grave	Problema grave	Problema grave
Huaique	Problema Leve	Problema Leve	Problema grave	Problema grave	Problema grave	Problema grave
La burra	Problema Leve	Problema Leve	Problema grave	Problema grave	Problema grave	Problema grave

Fuente: Elaboración propia en base a CIREN-CORFO (2002) y Anteproyecto de Norma (2005).

Cuadro 113: Magnitud de problemas potenciales generados por algunos elementos considerados en el Anteproyecto de Norma en cada una de las series de suelo presentes en la cuenca del río Cachapoal.

Serie	Cloruros	Sulfatos	Hierro	Manganeso	Molibdeno	Aluminio
La Rosa	Problema Leve	Problema Leve	Problema grave	Problema grave	Problema grave	Problema grave
Laguna de Sn Vte Tagua-Tag	Problema Leve	Problema Leve	Problema grave	Problema grave	Problema grave	Problema grave
Larmahue	Problema Leve	Problema Leve	Problema grave	Problema grave	Problema grave	Problema grave
Las garzas	Problema Leve	Problema Leve	Problema grave	Problema grave	Problema grave	Problema grave
Lihueimo	Problema Leve	Problema Leve	Problema grave	Problema grave	Problema grave	Problema grave
Limanque	Problema Leve	Problema Leve	Problema grave	Problema grave	Problema grave	Problema grave
Loma grande	Problema Leve	Problema Leve	Problema grave	Problema grave	Problema grave	Problema grave
Los cardos	Problema Leve	Problema Leve	Problema grave	Problema grave	Problema grave	Problema grave
Los lingues	Problema Leve	Problema Leve	Problema grave	Problema grave	Problema grave	Problema grave
Lo vasquez	Problema Leve	Problema Leve	Problema grave	Problema grave	Problema grave	Problema grave
Macarena	Problema Leve	Problema Leve	Problema grave	Problema grave	Problema grave	Problema grave
Mitén de Malloa	Problema Leve	Problema Leve	Problema grave	Problema grave	Problema grave	Problema grave
Malambo	Problema Leve	Problema Leve	Problema grave	Problema grave	Problema grave	Problema grave
Malloa	Problema Leve	Problema Leve	Problema grave	Problema grave	Problema grave	Problema grave
Macuman	Problema Leve	Problema Leve	Problema grave	Problema grave	Problema grave	Problema grave
Marchant	Problema Leve	Problema Leve	Problema grave	Problema grave	Problema grave	Problema grave
Marchigue	Problema Leve	Problema Leve	Problema grave	Problema grave	Problema grave	Problema grave
Millahué	Problema Leve	Problema Leve	Problema grave	Problema grave	Problema grave	Problema grave
Miravalle	Problema Leve	Problema Leve	Problema grave	Problema grave	Problema grave	Problema grave
Niahue	Problema Leve	Problema Leve	Problema grave	Problema grave	Problema grave	Problema grave
O'higgins	Problema Leve	Problema Leve	Problema grave	Problema grave	Problema grave	Problema grave
Olivar	Problema Leve	Problema Leve	Problema grave	Problema grave	Problema grave	Problema grave
Palquiiales	Problema Leve	Problema Leve	Problema grave	Problema grave	Problema grave	Problema grave
Pataguas	Problema Leve	Problema Leve	Problema grave	Problema grave	Problema grave	Problema grave
Peor es nada	Problema Leve	Problema Leve	Problema grave	Problema grave	Problema grave	Problema grave
Peumo	Problema Leve	Problema Leve	Problema grave	Problema grave	Problema grave	Problema grave
Pdihuinco	Problema Leve	Problema Leve	Problema grave	Problema grave	Problema grave	Problema grave

Fuente: Elaboración propia en base a CIREN-CORFO (2002) y Anteproyecto de Norma (2005).

Cuadro 114: Magnitud de problemas potenciales generados por algunos elementos considerados en el Anteproyecto de Norma en cada una de las series de suelo presentes en la cuenca del río Cachapoal.

Serie	Cloruros	Sulfatos	Hierro	Manganeso	Molibdeno	Aluminio
Pichidegua						
Pilpoy						
Pimpinela						
Polonia						
Pudahuel						
Puente Negro						
Pumanque						
Pupilla						
Puquillay						
quiáhue						
Quelmes						
Quilamuta						
Quinahue						
Quinchamalal						
Rancagua						
Ranquihue						
Sn Pedro de alcántara						
Sn Vicente						
Talcarehue						
Talhuén						
Teno						
Tinguiririca						
Toco						
Tricahue						
Yaquil						
Zamorano						
Alto colorado						

Problema grave

 Problema Leve

 Sin problema

Fuente: Elaborado por los autores en base a Anteproyecto de Norma, 2005 y CIREN – CORFO 1985.

Cuadro 115: Magnitud de problemas potenciales generados por algunos elementos considerados en el Anteproyecto de Norma en cada una de las series de suelo presentes en la cuenca del río Cachapoal.

Serie	Cloruros	Sulfatos	Hierro	Manganeso	Molibdeno	Aluminio
Asociación Coguil						
Asociación Curanipe						
Asociación Cuzco						
Asociación Challay						
Asociación espinillo						
Asociación Lajuela						
Asociación Macal						
Asociación Matanzas						
Asociación Rosario						
Asociación Piuchen						
Asociación Sierra Bellavista						

Problema grave

 Problema Leve

 Sin problema

Fuente: Elaborado por los autores en base a Anteproyecto de Norma, 2005 y CIREN – CORFO 1985.

6.1.2 Determinación de cultivos presentes en la cuenca:

La determinación de rubros (frutal, hortalizas y cultivos anuales) y de cultivos presentes en la cuenca se realizó en base a los datos de la actualización del Censo Agrícola de 1997 realizada por ODEPA en su documento de trabajo N° 8 (ODEPA, 2001) y por el catastro frutícola VI Región (ODEPA - CIREN, 2005). El detalle de los cultivos seleccionados para cada rubro se muestra en el cuadro 116.

Cuadro 116: Detalle de cultivos seleccionados para análisis económico

Frutal	Hortaliza	Cultivo anual
Vid de mesa	Choclo	Maíz (grano seco)
Ciruelo Japónes	Tomate industrial	Trigo candeal

Manzana roja	Sandía	Trigo blanco
Durazno conservero	Melón	Papa
Nectarino	Tomate de consumo fresco	Poroto de consumo interno
Naranja	Cebolla de guarda	Arroz (con cáscara)
Manzana Verde	Zapallo temprano y guarda	Tabaco
Cerezo	Arveja verde	Remolacha azucarera
Peral	Poroto granado	Arveja (grano fresco)
Almendro	Poroto verde	Poroto de exportación
	Ajo	Cebada cervecera
	Haba	Maravilla (semillero)
	Lechuga	Avena (grano seco)

Fuente: Elaborado por los autores en base a información de ODEPA (2001) y CIREN (2005).

El criterio de selección de los cultivos mostrados en el cuadro 116 se sustentó en la superficie considerando las diez especies frutales, hortícolas y de cultivos anuales con mayor cobertura superficial en la cuenca del río Cachapoal. No se asoció cada tramo de la cuenca del Cachapoal con información específica de cultivos porque al utilizar la cartografía proporcionada por el SAG fue imposible realizar diferencias de cultivos más allá de grandes categorías tales como: “frutales”, “hortalizas” o “cultivos anuales”.

Para cada uno de los rubros, se seleccionó el rendimiento promedio (a) de cada una de las diez especies seleccionadas. Asimismo se determinó para cada una de las especies el valor a precios reales (valorado a precios de Noviembre del 2005) de la unidad de medida de comercialización para cada uno de los rubros (toneladas, kilos, qqm, etc) (b). La multiplicación del rendimiento por el precio de la unidad de medida (a*b) arrojó como resultado el ingreso por hectárea (c). La resta entre los valores de la columna ingreso (c) y la columna costos directos (d) arrojó como resultado el Margen Bruto por hectárea para cada especie (e).

Como se explicó, el criterio de selección de las especies correspondió a la importancia espacial de cada una de ellas en la cuenca del río Cachapoal, por tanto se calculó la participación superficial relativa de cada especie (g), dividiendo la superficie ocupada por cada una de las especies por la sumatoria total de las superficies de las diez especies seleccionadas (seis especies en el caso de cultivos anuales). El cálculo de la importancia superficial relativa (g), permitió determinar la participación relativa de cada especie y por tanto la multiplicación de (e)*(g) da como resultado el aporte relativo de margen bruto que realiza cada especie (h). La sumatoria de los aportes relativos de margen bruto de cada una de las especies permitió el cálculo de un margen bruto ponderado por rubro que correspondió a: \$2.565.189, \$3.870.825 y \$348.915 para los rubros frutales, hortalizas y cultivos anuales respectivamente. Los valores de Margen Bruto en color rojo para algunas especies, muestran los casos en que el margen bruto fue negativo debido a los bajos precios pagados a productor durante la última temporada.

Los cuadros 117, 118 y 119 muestran la base de cálculo del margen bruto ponderado por rubro.

Cuadro 117: Cálculo de margen bruto ponderado para el rubro frutales.

Frutal	Rend. (Ton/Há) (a)	\$/Ton(b)	Ingreso (c)	Costo Directo (d)	MB/Há (e)	Total Há VI (f)	% Relat. (g)	MB Ponderado (h)
Vid de mesa	19,5	193.000	3.763.500	1.445.000	2.318.500	12.671,00	0,25	568.542
Ciruelo Japónes	22,5	48.720	1.096.200	100.000	996.200	6.960,00	0,13	134.184
Manzana roja	80,0	102.290	8.183.200	2.243.700	5.939.500	6.800,00	0,13	781.634
Durazno conservero	10,0	140.270	1.402.700	1.200.000	202.700	5.975,00	0,12	23.439
Nectarino	12,4	146.860	1.821.064	1.400.000	421.064	4.080,00	0,08	33.247
Naranja	45,0	111.000	4.995.000	1.413.000	3.582.000	3.996,00	0,08	277.010
Manzana Verde	70,0	102.290	7.160.300	1.907.145	5.253.155	3.330,00	0,06	338.539
Cerezo	10,0	402.000	4.020.000	1.255.197	2.764.803	2.553,00	0,05	136.603
Peral	70,0	95.140	6.659.800	1.975.320	4.684.480	3.259,00	0,06	295.454
Almendo	1,4		0	592.000	-592.000	2.048,00	0,04	-23.464
TOTAL						51.672,00	100	2.565.189

Fuente: Elaborado por los autores en base a información de ODEPA (2001) y CIREN (2005).

Cuadro 118: Cálculo de margen bruto ponderado para el rubro hortalizas.

Hortaliza	Rend. (Ton/Há) (a)	Unidad de medida	\$/Ton(b)	Ingreso (c)	Costo Directo (d)	MB/Há (e)	Total Há VI (f)	% Relat. (g)
Choclo	55.300,0	unidades	41	2.267.300	485.000	1.782.300	3.442,9	0,216898818
Tomate industrial	71,3	toneladas	168.000	11.978.400	1.800.000	10.178.400	3.397,9	0,214063868
Sandía	8.000,0	unidades	437	3.496.000	850.000	2.646.000	1.778,4	0,112037195
Melón	10.000,0	unidades	96	960.000	850.000	110.000	1.392,1	0,08770073
Tomate de consumo fresco	71,3	toneladas	163.000	11.621.900	2.020.000	9.601.900	1.367,0	0,086119458
Cebolla de guarda	22.000,0	unidades	25	550.000	1.796.267	-1.246.267	919,7	0,057940063
Zapallo temprano y guarda	2.000,0	unidades	1.293	2.586.000	1.500.000	1.086.000	886,6	0,0558548
Arveja verde	7,0	toneladas	196.000	1.372.000	446.000	926.000	777,4	0,048975323
Poroto granado	7,0	toneladas	240.000	1.680.000	437.000	1.243.000	546,4	0,034422584
Poroto verde	7,0	toneladas	298.000	2.086.000	437.000	1.649.000	437,1	0,027536807
Ajo	10.000,0	kilos	320	3.200.000	2.499.846	700.154	372,1	0,02344188
Haba	10,0	toneladas	130.000	1.300.000	389.000	911.000	285,2	0,017967278
Lechuga	50.000,0	unidades	67	3.350.000	2.315.232	1.034.768	270,5	0,017041195
TOTAL							15.873,3	1

Fuente: Elaborado por los autores en base a información de ODEPA (2001) y CIREN (2005).

Cuadro 119: Cálculo de margen bruto ponderado para el rubro cultivos Anuales

Cultivo anual	Rend.	Unidad de medida	\$/Ton(b)	Ingreso (c)	Costo Directo (d)	MB/Há (e)	Total Há VI (f)	% Relat. (g)
Maíz (grano seco)	12,0	ton	71.822	861.864	485.000	376.864	54.634,1	0,627143411
Trigo candeal	5,0	ton	107.216	536.080	310.800	225.280	12.998,6	0,149210591
Trigo blanco	5,0	ton	107.216	536.080	296.000	240.080	8.024,2	0,092109583
Papa	150,7	saco de 80 kg	11.425	1.721.748	1.348.000	373.748	3.095,0	0,035527424
Poroto de consumo interno	250,0	qqmHá	7.200	1.800.000	437.000	1.363.000	2.366,2	0,027161548
Arroz (con cáscara)	75,0	qqmHá	2.250	168.750	360.000	-191.250	1.882,5	0,021609168
Tabaco	2.950,0	Kg/Há	830	2.448.500	2.240.000	208.500	1.513,4	0,017372279
Remolacha azucarera	70,0	Ton/Há	22.412	1.568.840	1.500.000	68.840	1.418,2	0,016279481
Arveja (grano fresco)	7.000,0	Kg/Há	196	1.372.000	446.000	926.000	306,7	0,003520601
Poroto de exportación	7,0	Ton/Há	240.000	1.680.000	437.000	1.243.000	185,5	0,00212935
Cebada cervecera	5,0	ton	90.708	453.540	330.000	123.540	168,0	0,001928468
Maravilla (semillero)	2,9	ton	132.339	383.783	432.000	-48.217	167,1	0,001918137
Avena (grano seco)	28,0	qqmHá	1.974	55.272	135.200	-79.928	133,4	0,001531295
TOTAL							86.892,9	0,997441337

Fuente: Elaborado por los autores en base a información de ODEPA (2001) y CIREN (2005).

6.2 DIAGNÓSTICO ECONÓMICO

El análisis de la sección 7.1.1 “Contraste de efectos potenciales con química de suelos” y a través del diagnóstico presentado en los cuadros 112 y 115, se puede concluir que los costos derivados de la aplicación del Anteproyecto de Norma Secundaria de Calidad de Aguas en la cuenca del río Cachapoal, son mínimos y se restringen a dos tipos de efectos: i) mantención de equipos de riego localizado de alta frecuencia por efecto de la obturación potencial de goteros a causa de los niveles de Fe y Mn existentes a lo largo de la

cuenca y ii) pérdida de rendimiento comercial en los cultivos por efecto del cloro. La magnitud de la merma en el rendimiento comercial y por ende del margen bruto de los cultivos depende de la resistencia de cada uno de ellos ante los valores propuestos para el cloro por el Anteproyecto de Norma.

6.3 ESTIMACIÓN DE COSTOS

6.3.1 Mantenición de equipos de riego localizado de alta frecuencia y reposición de goteros de riego

Los costos por mantenimiento y reposición de goteros y micro aspersores (reposición derivada a raíz de los niveles de Fe y Mn a lo largo de la cuenca) corresponden a la reposición del 15% de los goteros / año (Proyecto Explora – Universidad de Chile, 2002). El número de goteros utilizado por cada especie frutal se muestra en el cuadro 120.

Cuadro 120: Número de goteros por hectárea para diferentes especies frutales.

Especie	Goteros/Há (unidades)
Vid de mesa	3.300
Ciruelo Japónes	6.600
Manzana roja	10.000
Durazno conservero	8.000
Nectarino	8.000
Naranja	6.600
Manzana Verde	10.000
Cerezo	6.600
Peral	6.600
Almendro	5.000

Fuente: Elaborado por los autores, en base a SOQUIMICH 2001.

Para calcular el valor de reposición de goteros se consideró los siguientes valores y la siguiente información técnica:

	300867	AD3510001	Gotero NEIN Flujo turbulento desmontable de 2 Lt/Hr	\$ 67												
			<table border="1"> <tbody> <tr> <td>PRESION (bar)</td> <td>0,5</td> <td>1</td> <td>1,5</td> <td>2</td> <td>2,5</td> </tr> <tr> <td>CAUDAL (Lt/Hr)</td> <td>1,4</td> <td>2,1</td> <td>2,6</td> <td>3</td> <td>3,3</td> </tr> </tbody> </table>	PRESION (bar)	0,5	1	1,5	2	2,5	CAUDAL (Lt/Hr)	1,4	2,1	2,6	3	3,3	
PRESION (bar)	0,5	1	1,5	2	2,5											
CAUDAL (Lt/Hr)	1,4	2,1	2,6	3	3,3											
	300200	IR3520003	Microaspersor BAILARINA autocompensado Set completo, estaca, microtubo y adaptador 30 lt/hr	\$ 1.330												

Figura 62: Costo y características de gotero y micro aspersor considerados en la estimación de costos de reposición

Fuente: Koslan, 2005.

Para estimar el costo de reposición de goteros se consideró el cambio del 15% de ellos (a), cantidad que se multiplica por el valor unitario de gotero o micro aspersor (b) según corresponda, obteniéndose así el costo de reposición /año (c). El cuadro 121 muestra el costo de reposición /año de goteros para diferentes especies frutales.

Cuadro 121: Costo de reposición /año de goteros para diferentes especies

Especie	Goteros/Há (unidades)	15% Reposición (unidades)	Precio unitario (\$ Sin IVA)	Costo Reposición/año (\$ sin IVA)
Vid de mesa	3.300	495	67	33.165
Ciruelo Japónes	6.600	990	67	66.330
Manzana roja	10.000	1.500	67	100.500
Durazno conservero	8.000	1.200	67	80.400
Nectarino	8.000	1.200	67	80.400
Naranja	6.600	990	67	66.330
Manzana Verde	10.000	1.500	67	100.500
Cerezo	6.600	990	67	66.330
Peral	6.600	990	67	66.330
Almendo	5.000	750	67	50.250

Fuente: Elaborado por los autores en base a Koslan, 2005.

Ante las concentraciones de Fe y Mn considerados por el Anteproyecto de Norma a lo largo de la cuenca del Cachapoal se debe generar un plan de mantenimiento cada dos meses⁴ del sistema de riego. Dicha mantención consta de la adición de ácido sulfúrico (H₂SO₄) al 10%, 36 N y el cierre del sistema de riego por un lapso de 12 hr. Se estima que la concentración indicada para realizar la mantención del sistema se alcanza con el uso de ½ l de ácido sulfúrico por hectárea.

El cuadro 122 muestra el costo de mantenimiento de un sistema de riego, la multiplicación entre la cantidad anual del insumo usado (a) por el precio unitario de este (b) generó el costo total /año de mantención .

Cuadro 122: Costo de mantenimiento de un sistemas de riego.

Insumo	Unidad	Cantidad anual	Precio unitario(\$ sin IVA)	Total(\$ sin IVA)
Ácido sulfúrico	Litros	6	486	2.916
Mano de obra	JH	2	6.000	12.000

Fuente: Elaborado por los autores en base a precios de mercado, Noviembre 2005

6.3.2 Pérdida de margen bruto asociado a pérdidas de rendimiento comercial

La cuenca del río Cachapoal puede presentar una disminución del rendimiento comercial⁵ en los cultivos a causa de los valores propuestos por el Anteproyecto de Norma para el Cloro a lo largo de la cuenca del Cachapoal.

En el caso del Cloro la pérdida de rendimiento se estimó en base a la información proporcionada por Maas (1984) con respecto a umbrales de tolerancia para diferentes cultivos ante distintas concentraciones de Cloro. Por tanto la estimación económica consideró la caída del rendimiento comercial en un 20%⁶ (ver anexo 9.1, Figura 6) y por ende la caída de los ingresos y margen bruto en igual cantidad de las especies susceptibles consignadas en dicho estudio.

⁴ D'Angelo, M. Profesor de Fruticultura General, Departamento de Fruticultura, Universidad de Chile. 2005. (Comunicación personal).

⁵ Rendimiento comercial: Producto que cumple con las características mínimas para ser comercializado en mercados formales.

⁶ Eaton (1966) estima que los rendimientos son susceptibles de caer en una cuantía de un 20% para el caso de los cultivos más resistentes con concentraciones de cloro de 50 mg/l, sin embargo el Anteproyecto de norma considera valores para el parámetro cloro de 80 mg/l, por dicha razón los evaluadores decidieron disminuir los rendimientos en un 20% para efectos de la estimación.

A continuación se presentan en los cuadros 123 al 173 que contienen las pérdidas potenciales de margen bruto a causa de toxicidad por Cloro para algunos cultivos en cada uno de los tramos de la cuenca del Cachapoal.

6.3.1 Primer Tramo: Río Cachapoal en Chacayanes (CA-01).

Cuadro 123: Pérdida de margen bruto por efecto del cloro en frutales

Frutal	MB/Há (e)	MB Ponderado (h)	Pérdida de MB S/Ant	Pérdida de MB S/Ant Pond	Pérdida de MB C/Ant
Vid de mesa	2.318.500	568.542	s/i	s/i	s/i
Ciruelo Japónes	996.200	134.184	199.240	26.837	199.240
Manzana roja	5.939.500	781.634	1.187.900	156.327	1.187.900
Durazno conservero	202.700	23.439	40.540	4.688	40.540
Nectarino	421.064	33.247	s/i	s/i	s/i
Naranja	3.582.000	277.010	716.400	55.402	716.400
Manzana Verde	5.253.155	338.539	1.050.631	67.708	1.050.631
Cerezo	2.764.803	136.603	s/i	s/i	s/i
Peral	4.684.480	295.454	s/i	s/i	s/i
Almendra	-592.000	-23.464	s/i	s/i	s/i
TOTAL			3.194.711	310.961	3.194.711

Fuente: Elaborado por los autores.

Cuadro 124: Pérdida de margen bruto por efecto del cloro en hortalizas

Hortaliza	MB/Há (e)	MB Ponderado (h)	Pérdida de MB S/Ant	Pérdida de MB S/Ant Pond	Pérdida de MB C/Ant
Choclo	1.782.300	386.579	s/i	s/i	s/i
Tomate industrial	10.178.400	2.178.828	s/i	s/i	s/i
Sandía	2.646.000	296.450	s/i	s/i	s/i
Melón	110.000	9.647	s/i	s/i	s/i
Tomate de consumo fresco	9.601.900	826.910	s/e	s/e	1.920.380
Cebolla de guarda	-1.246.267	-72.209	s/i	s/i	s/i
Zapallo temprano y guarda	1.086.000	60.658	s/i	s/i	s/i
Arveja verde	926.000	45.351	s/i	s/i	s/i
Poroto granado	1.243.000	42.787	248.600	8.557	248.600
Poroto verde	1.649.000	45.408	329.800	9.082	329.800
Ajo	100.154	23.445	s/i	s/i	s/i
Haba	911.000	16.368	s/i	s/i	s/i
Lechuga	1.034.768	17.634	s/i	s/i	s/i
Total			578.400	17.639	2.498.780

Fuente: Elaborado por los autores.

Cuadro 125: Pérdida de margen bruto por efecto del cloro en cultivos anuales

Cultivo anual	MB/Há (e)	MB Ponderado (h)	Pérdida de MB S/Ant	Pérdida de MB S/Ant Pond	Pérdida de MB C/Ant
Maíz (grano seco)	376.864	236.348	s/e	s/e	75.373
Trigo candeal	225.280	33.614	s/e	s/e	45.056
Trigo blanco	240.080	22.114	s/í	s/í	s/í
Papa	373.748	13.278	s/í	s/í	s/í
Poroto de consumo interno	1.363.000	37.021	s/í	s/í	s/í
Arroz (con cáscara)	-191.250	-4.133	-38.250	-827	-38.250
Tabaco	208.500	3.622	s/í	s/í	s/í
Remolacha azucarera	68.840	1.121	s/e	s/e	13.768
Arveja (grano fresco)	926.000	3.260	s/í	s/í	s/í
Poroto de exportación	1.243.000	2.647	s/í	s/í	s/í
Cebada cervecera	123.540	238	s/e	s/e	24.708
Maravilla (semillero)	-48.217	-92	s/í	s/í	s/í
Avena (grano seco)	-79.928	-122	s/í	s/í	s/í
Total			-38.250	-827	120.655

Fuente: Elaborado por los autores.

6.3.2 Segundo Tramo: Río Cachapoal rivera sur (CA-02).

Cuadro 126: Pérdida de margen bruto por efecto del cloro en frutales

Frutal	MB/Há (e)	MB Ponderado (h)	Pérdida de MB S/Ant	Pérdida de MB S/Ant Pond	Pérdida de MB C/Ant	Pérdida de MB C/Ant Pond
Vid de mesa	2.318.500	568.542	s/í	s/í	s/í	s/í
Ciruelo Japónes	996.200	134.184	199.240	26.837	199.240	26.837
Manzana roja	5.939.500	781.634	1.187.900	156.327	1.187.900	156.327
Durazno conservero	202.700	23.439	40.540	4.688	40.540	4.688
Nectarino	421.064	33.247	s/í	s/í	s/í	s/í
Naranja	3.582.000	277.010	716.400	55.402	716.400	55.402
Manzana Verde	5.253.155	338.539	1.050.631	67.708	1.050.631	67.708
Cerezo	2.764.803	136.603	s/í	s/í	s/í	s/í
Peral	4.684.480	295.454	s/í	s/í	s/í	s/í
Almendra	-592.000	-23.464	s/í	s/í	s/í	s/í
TOTAL			3.194.711	310.961	3.194.711	310.961

Fuente: Elaborado por los autores.

Cuadro 127: Pérdida de margen bruto por efecto del cloro en hortalizas

Hortaliza	MB/Há (e)	MB Ponderado (h)	Pérdida de MB S/Ant	Pérdida de MB S/Ant Pond	Pérdida de MB C/Ant	Pérdida de MB C/Ant Pond
Choclo	1.782.300	386.579	s/í	s/í	s/í	s/í
Tomate industrial	10.178.400	2.178.828	s/í	s/í	s/í	s/í
Sandía	2.646.000	296.450	s/í	s/í	s/í	s/í
Melón	110.000	9.647	s/í	s/í	s/í	s/í
Tomate de consumo fresco	9.601.900	826.910	s/e	s/e	1.920.380	165.382
Cebolla de guarda	-1.246.267	-72.209	s/í	s/í	s/í	s/í
Zapallo temprano y guarda	1.086.000	60.658	s/í	s/í	s/e	s/í
Arveja verde	926.000	45.351	s/í	s/í	s/e	s/í
Poroto granado	1.243.000	42.787	248.600	8.557	248.600	8.557
Poroto verde	1.649.000	45.408	329.800	9.082	329.800	9.082
Ajo	100.154	23.445	s/í	s/í	s/í	s/í
Haba	911.000	16.368	s/í	s/í	s/í	s/í
Lechuga	1.034.768	17.634	s/í	s/í	s/í	s/í
Total			578.400	17.639	2.498.780	183.021

Fuente: Elaborado por los autores.

Cultivo anual	MB/Há (e)	MB Ponderado (h)	Pérdida de MB S/Ant	Pérdida de MB S/Ant Pond	Pérdida de MB C/Ant	Pérdida de MB C/Ant Pond
Maíz (grano seco)	376.864	236.348	s/e	s/e	75.373	47.270
Trigo candeal	225.280	33.614	s/e	s/e	45.056	6.723
Trigo blanco	240.080	22.114	s/í	s/í	s/í	s/í
Papa	373.748	13.278	s/í	s/í	s/í	s/í
Poroto de consumo interno	1.363.000	37.021	s/í	s/í	s/í	s/í
Arroz (con cáscara)	-191.250	-4.133	-38.250	-827	-38.250	-38.250
Tabaco	208.500	3.622	s/í	s/í	s/í	s/í
Remolacha azucarera	68.840	1.121	s/e	s/e	13.768	224
Arveja (grano fresco)	926.000	3.260	s/í	s/í	s/í	s/í
Poroto de exportación	1.243.000	2.647	s/í	s/í	s/í	s/í
Cebada cervecera	123.540	238	s/e	s/e	24.708	48
Maravilla (semillero)	-48.217	-92	s/í	s/í	s/í	s/í
Avena (grano seco)	-79.928	-122	s/í	s/í	s/í	s/í
Total			-38.250	-827	120.655	16.014

Cuadro 128: Pérdida de margen bruto por efecto del cloro en cultivos anuales

Fuente: Elaborado por los autores.

6.3.3 Tercer Tramo: Río Cachapoal en puente coinco (CA-03).

Cuadro 129: Pérdida de margen bruto por efecto del cloro en frutales

Frutal	MB/Há (e)	MB Ponderado (h)	Pérdida de MB S/Ant	Pérdida de MB S/Ant Pond	Pérdida de MB C/Ant	Pérdida de MB C/Ant Pond
Vid de mesa	2.318.500	568.542	s/í	s/í	s/í	s/í
Círuelo Japónes	996.200	134.184	199.240	26.837	199.240	26.837
Manzana roja	5.939.500	781.634	1.187.900	156.327	1.187.900	156.327
Durazno conservero	202.700	23.439	40.540	4.688	40.540	4.688
Nectarino	421.064	33.247	s/í	s/í	s/í	s/í
Naranja	3.582.000	277.010	716.400	55.402	716.400	55.402
Manzana Verde	5.253.155	338.539	1.050.631	67.708	1.050.631	67.708
Cerezo	2.764.803	136.603	s/í	s/í	s/í	s/í
Peral	4.684.480	295.454	s/í	s/í	s/í	s/í
Almendro	-592.000	-23.464	s/í	s/í	s/í	s/í
TOTAL			3.194.711	310.961	3.194.711	310.961

Fuente: Elaborado por los autores.

Cuadro 130: Pérdida de margen bruto por efecto del cloro en hortalizas

Hortaliza	MB/Há (e)	MB Ponderado (h)	Pérdida de MB S/Ant	Pérdida de MB S/Ant Pond	Pérdida de MB C/Ant	Pérdida de MB C/Ant Pond
Choclo	1.782.300	386.579	s/í	s/í	s/í	s/í
Tomate industrial	10.178.400	2.178.828	s/í	s/í	s/í	s/í
Sandía	2.646.000	296.450	s/í	s/í	s/í	s/í
Melón	110.000	9.647	s/í	s/í	s/í	s/í
Tomate de consumo fresco	9.601.900	826.910	1.920.380	165.382	1.920.380	165.382
Cebolla de guarda	-1.246.267	-72.209	s/í	s/í	s/í	s/í
Zapallo temprano y guarda	1.086.000	60.658	s/í	s/í	s/í	s/í
Arveja verde	926.000	45.351	s/í	s/í	s/í	s/í
Poroto granado	1.243.000	42.787	248.600	8.557	248.600	8.557
Poroto verde	1.649.000	45.408	329.800	9.082	329.800	9.082
Ajo	100.154	23.445	s/í	s/í	s/í	s/í
Haba	911.000	16.368	s/í	s/í	s/í	s/í
Lechuga	1.034.768	17.634	s/í	s/í	s/í	s/í
Total			2.498.780	183.021	2.498.780	183.021

Fuente: Elaborado por los autores.

Cuadro 131: Pérdida de margen bruto por efecto del cloro en cultivos anuales

Cultivo anual	MB/Há (e)	MB Ponderado (h)	Pérdida de MB S/Ant	Pérdida de MB S/Ant Pond	Pérdida de MB C/Ant	Pérdida de MB C/Ant Pond
Maíz (grano seco)	376.864	236.348	75.373	47.270	75.373	47.270
Trigo candeal	225.280	33.614	45.056	6.723	45.056	6.723
Trigo blanco	240.080	22.114	48.016	4.423	48.016	4.423
Papa	373.748	13.278	s/í	s/í	s/í	s/í
Poroto de consumo interno	1.363.000	37.021	272.600	7.404	272.600	7.404
Arroz (con cáscara)	-191.250	-4.133	-38.250	-827	-38.250	-827
Tabaco	208.500	3.622	s/í	s/í	s/í	s/í
Remolacha azucarera	68.840	1.121	13.768	224	13.768	224
Arveja (grano fresco)	926.000	3.260	s/í	s/í	s/í	s/í
Poroto de exportación	1.243.000	2.647	s/í	s/í	s/í	s/í
Cebada cervecera	123.540	238	24.708	48	24.708	48
Maravilla (semillero)	-48.217	-92	s/í	s/í	s/í	s/í
Avena (grano seco)	-79.928	-122	s/í	s/í	s/í	s/í
Total			441.271	65.265	441.271	65.265

Fuente: Elaborado por los autores.

6.3.4 Cuarto Tramo: Río Cachapoal en puente arqueado (CA-04).

Cuadro 132: Pérdida de margen bruto por efecto del cloro en frutales

Frutal	MB/Há (e)	MB Ponderado (h)	Pérdida de MB S/Ant	Pérdida de MB S/Ant Pond	Pérdida de MB C/Ant	Pérdida de MB C/Ant Pond
Vid de mesa	2.318.500	568.542	s/e	s/e	s/e	s/e
Ciruelo Japónes	996.200	134.184	199.240	26.837	199.240	26.837
Manzana roja	5.939.500	781.634	1.187.900	156.327	1.187.900	156.327
Durazno conservero	202.700	23.439	40.540	4.688	40.540	4.688
Nectarino	421.064	33.247	s/e	s/e	s/e	s/e
Naranja	3.582.000	277.010	716.400	55.402	716.400	55.402
Manzana Verde	5.253.155	338.539	1.050.631	67.708	1.050.631	67.708
Cerezo	2.764.803	136.603	s/e	s/e	s/e	s/e
Peral	4.684.480	295.454	s/e	s/e	s/e	s/e
Almendro	-592.000	-23.464	s/e	s/e	s/e	s/e
TOTAL			3.194.711	310.961	3.194.711	310.961

Fuente: Elaborado por los autores.

Cuadro 133: Pérdida de margen bruto por efecto del cloro en hortalizas

Hortaliza	MB/Há (e)	MB Ponderado (h)	Pérdida de MB S/Ant	Pérdida de MB S/Ant Pond	Pérdida de MB C/Ant	Pérdida de MB C/Ant Pond
Choclo	1.782.300	386.579	s/í	s/í	s/í	s/í
Tomate industrial	10.178.400	2.178.828	s/í	s/í	s/í	s/í
Sandía	2.646.000	296.450	s/í	s/í	s/í	s/í
Melón	110.000	9.647	s/í	s/í	s/í	s/í
Tomate de consumo fresco	9.601.900	826.910	1.920.380	165.382	1.920.380	165.382
Cebolla de guarda	-1.246.267	-72.209	s/í	s/í	s/í	s/í
Zapallo temprano y guarda	1.086.000	60.658	s/í	s/í	s/í	s/í
Arveja verde	926.000	45.351	s/í	s/í	s/í	s/í
Poroto granado	1.243.000	42.787	248.600	8.557	248.600	8.557
Poroto verde	1.649.000	45.408	329.800	9.082	329.800	9.082
Ajo	100.154	23.445	s/í	s/í	s/í	s/í
Haba	911.000	16.368	s/í	s/í	s/í	s/í
Lechuga	1.034.768	17.634	s/í	s/í	s/í	s/í
Total			2.498.780	183.021	2.498.780	183.021

Fuente: Elaborado por los autores.

Cuadro 134: Pérdida de margen bruto por efecto del cloro en cultivos anuales

Cultivo anual	MB/Há (e)	MB Ponderado (h)	Pérdida de MB S/Ant	Pérdida de MB S/Ant Pond	Pérdida de MB C/Ant	Pérdida de MB C/Ant Pond
Maíz (grano seco)	376.864	236.348	75.373	47.270	75.373	47.270
Trigo candeal	225.280	33.614	45.056	6.723	45.056	6.723
Trigo blanco	240.080	22.114	48.016	4.423	48.016	4.423
Papa	373.748	13.278	s/í	s/í	s/í	s/í
Poroto de consumo interno	1.363.000	37.021	272.600	7.404	272.600	7.404
Arroz (con cáscara)	-191.250	-4.133	-38.250	-827	-38.250	-827
Tabaco	208.500	3.622	s/í	s/í	s/í	s/í
Remolacha azucarera	68.840	1.121	13.768	224	13.768	224
Arveja (grano fresco)	926.000	3.260	s/í	s/í	s/í	s/í
Poroto de exportación	1.243.000	2.647	s/í	s/í	s/í	s/í
Cebada cervecera	123.540	238	24.708	48	24.708	48
Maravilla (semillero)	-48.217	-92	s/í	s/í	s/í	s/í
Avena (grano seco)	-79.928	-122	s/í	s/í	s/í	s/í
Total			441.271	65.265	441.271	65.265

Fuente: Elaborado por los autores.

6.3.5 Quinto Tramo: Río Cachapoal a/j Coya (CA-05).

Cuadro 135: Pérdida de margen bruto por efecto del cloro en frutales

Frutal	MB/Há (e)	MB Ponderado (h)	Pérdida de MB S/Ant	Pérdida de MB S/Ant Pond	Pérdida de MB C/Ant	Pérdida de MB C/Ant Pond
Vid de mesa	2.318.500	568.542	s/í	s/í	s/í	s/í
Ciruelo Japónes	996.200	134.184	199.240	26.837	199.240	26.837
Manzana roja	5.939.500	781.634	1.187.900	156.327	1.187.900	156.327
Durazno conservero	202.700	23.439	40.540	4.688	40.540	4.688
Nectarino	421.064	33.247	s/í	s/í	s/í	s/í
Naranja	3.582.000	277.010	716.400	55.402	716.400	55.402
Manzana Verde	5.253.155	338.539	1.050.631	67.708	1.050.631	67.708
Cerezo	2.764.803	136.603	s/í	s/í	s/í	s/í
Peral	4.684.480	295.454	s/í	s/í	s/í	s/í
Almendro	-592.000	-23.464	s/í	s/í	s/í	s/í
TOTAL		2.565.189	3.194.711	310.961	3.194.711	310.961

Fuente: Elaborado por los autores.

Cuadro 136: Pérdida de margen bruto por efecto del cloro en hortalizas

Hortaliza	MB/Há (e)	MB Ponderado (h)	Pérdida de MB S/Ant	Pérdida de MB S/Ant Pond	Pérdida de MB C/Ant	Pérdida de MB C/Ant Pond
Choclo	1.782.300	386.579	s/í	s/í	s/í	s/í
Tomate industrial	10.178.400	2.178.828	s/í	s/í	s/í	s/í
Sandía	2.646.000	296.450	s/í	s/í	s/í	s/í
Melón	110.000	9.647	s/í	s/í	s/í	s/í
Tomate de consumo fresco	9.601.900	826.910	1.920.380	165.382	1.920.380	165.382
Cebolla de guarda	-1.246.267	-72.209	s/í	s/í	s/í	s/í
Zapallo temprano y guarda	1.086.000	60.658	s/í	s/í	s/í	s/í
Arveja verde	926.000	45.351	s/í	s/í	s/í	s/í
Poroto granado	1.243.000	42.787	248.600	8.557	248.600	8.557
Poroto verde	1.649.000	45.408	329.800	9.082	329.800	9.082
Ajo	100.154	23.445	s/í	s/í	s/í	s/í
Haba	911.000	16.368	s/í	s/í	s/í	s/í
Lechuga	1.034.768	17.634	s/í	s/í	s/í	s/í
Total			2.498.780	183.021	2.498.780	183.021

Fuente: Elaborado por los autores.

Cuadro 137: Pérdida de margen bruto por efecto del cloro en cultivos anuales

Cultivo anual	MB/Há (e)	MB Ponderado (h)	Pérdida de MB S/Ant	Pérdida de MB S/Ant Pond	Pérdida de MB C/Ant	Pérdida de MB C/Ant Pond
Maíz (grano seco)	376.864	236.348	75.373	47.270	75.373	47.270
Trigo candeal	225.280	33.614	45.056	6.723	45.056	6.723
Trigo blanco	240.080	22.114	48.016	4.423	48.016	4.423
Papa	373.748	13.278	s/í	s/í	s/í	s/í
Poroto de consumo interno	1.363.000	37.021	272.600	7.404	272.600	7.404
Arroz (con cáscara)	-191.250	-4.133	-38.250	-827	-38.250	-827
Tabaco	208.500	3.622	s/í	s/í	s/í	s/í
Remolacha azucarera	68.840	1.121	13.768	224	13.768	224
Arveja (grano fresco)	926.000	3.260	s/í	s/í	s/í	s/í
Poroto de exportación	1.243.000	2.647	s/í	s/í	s/í	s/í
Cebada cervecera	123.540	238	24.708	48	24.708	48
Maravilla (semillero)	-48.217	-92	s/í	s/í	s/í	s/í
Avena (grano seco)	-79.928	-122	s/í	s/í	s/í	s/í
Total		348.915	441.271	65.265	441.271	65.265

Fuente: Elaborado por los autores.

6.3.6 Sexto Tramo: Río Cachapoal en puente codao (CA-06).

Cuadro 138: Pérdida de margen bruto por efecto del cloro en frutales

Frutal	MB/Há (e)	MB Ponderado (h)	Pérdida de MB S/Ant	Pérdida de MB S/Ant Pond	Pérdida de MB C/Ant	Pérdida de MB C/Ant Pond
Vid de mesa	2.318.500	568.542	s/í	s/í	s/í	s/í
Ciruelo Japónes	996.200	134.184	199.240	26.837	199.240	26.837
Manzana roja	5.939.500	781.634	1.187.900	156.327	1.187.900	156.327
Durazno conservero	202.700	23.439	40.540	4.688	40.540	4.688
Nectarino	421.064	33.247	s/í	s/í	s/í	s/í
Naranja	3.582.000	277.010	716.400	55.402	716.400	55.402
Manzana Verde	5.253.155	338.539	1.050.631	67.708	1.050.631	67.708
Cerezo	2.764.803	136.603	s/í	s/í	s/í	s/í
Peral	4.684.480	295.454	s/í	s/í	s/í	s/í
Almendra	-592.000	-23.464	s/í	s/í	s/í	s/í
TOTAL			3.194.711	310.961	3.194.711	310.961

Fuente: Elaborado por los autores.

Cuadro 139: Pérdida de margen bruto por efecto del cloro en hortalizas

Hortaliza	MB/Há (e)	MB Ponderado (h)	Pérdida de MB S/Ant	Pérdida de MB S/Ant Pond	Pérdida de MB C/Ant	Pérdida de MB C/Ant Pond
Choclo	1.782.300	386.579	s/í	s/í	s/í	s/í
Tomate industrial	10.178.400	2.178.828	s/í	s/í	s/í	s/í
Sandía	2.646.000	296.450	s/í	s/í	s/í	s/í
Melón	110.000	9.647	s/í	s/í	s/í	s/í
Tomate de consumo fresco	9.601.900	826.910	1.920.380	165.382	1.920.380	165.382
Cebolla de guarda	-1.246.267	-72.209	s/í	s/í	s/í	s/í
Zapallo temprano y guarda	1.086.000	60.658	s/í	s/í	s/í	s/í
Arveja verde	926.000	45.351	s/í	s/í	s/í	s/í
Poroto granado	1.243.000	42.787	248.600	8.557	248.600	8.557
Poroto verde	1.649.000	45.408	329.800	9.082	329.800	9.082
Ajo	100.154	23.445	s/í	s/í	s/í	s/í
Haba	911.000	16.368	s/í	s/í	s/í	s/í
Lechuga	1.034.768	17.634	s/í	s/í	s/í	s/í
Total			2.498.780	183.021	2.498.780	183.021

Fuente: Elaborado por los autores.

Cuadro 140: Pérdida de margen bruto por efecto del cloro en cultivos anuales

Cultivo anual	MB/Há (e)	MB Ponderado (h)	Pérdida de MB S/Ant	Pérdida de MB S/Ant Pond	Pérdida de MB C/Ant	Pérdida de MB C/Ant Pond
Maíz (grano seco)	376.864	236.348	75.373	47.270	75.373	47.270
Trigo candeal	225.280	33.614	45.056	6.723	45.056	6.723
Trigo blanco	240.080	22.114	48.016	4.423	48.016	4.423
Papa	373.748	13.278	s/í	s/í	s/í	s/í
Poroto de consumo interno	1.363.000	37.021	272.600	7.404	272.600	7.404
Arroz (con cáscara)	-191.250	-4.133	-38.250	-827	-38.250	-827
Tabaco	208.500	3.622	s/í	s/í	s/í	s/í
Remolacha azucarera	68.840	1.121	13.768	224	13.768	224
Arveja (grano fresco)	926.000	3.260	s/í	s/í	s/í	s/í
Poroto de exportación	1.243.000	2.647	s/í	s/í	s/í	s/í
Cebada cervicera	123.540	238	24.708	48	24.708	48
Maravilla (semillero)	-48.217	-92	s/í	s/í	s/í	s/í
Avena (grano seco)	-79.928	-122	s/í	s/í	s/í	s/í
Total			441.271	65.265	441.271	65.265

Fuente: Elaborado por los autores.

6.3.7 Séptimo Tramo: Río Cachapoal en Termas de Cauquenes (CA-07).

Cuadro 141: Pérdida de margen bruto por efecto del cloro en frutales

Frutal	MB/Há (e)	MB Ponderado (h)	Pérdida de MB S/Ant	Pérdida de MB S/Ant Pond	Pérdida de MB C/Ant	Pérdida de MB C/Ant Pond
Vid de mesa	2.318.500	568.542	s/í	s/í	s/í	s/í
Ciruelo Japonés	996.200	134.184	199.240	26.837	199.240	26.837
Manzana roja	5.939.500	781.634	1.187.900	156.327	1.187.900	156.327
Durazno conservero	202.700	23.439	40.540	4.688	40.540	4.688
Nectarino	421.064	33.247	s/í	s/í	s/í	s/í
Naranja	3.582.000	277.010	s/e	s/e	716.400	55.402
Manzana Verde	5.253.155	338.539	1.050.631	67.708	1.050.631	67.708
Cerezo	2.764.803	136.603	s/í	s/í	s/í	s/í
Peral	4.684.480	295.454	s/í	s/í	s/í	s/í
Almendro	-592.000	-23.464	s/í	s/í	s/í	s/í
TOTAL			2.478.311	255.559	3.194.711	310.961

Fuente: Elaborado por los autores.

Cuadro 142: Pérdida de margen bruto por efecto del cloro en hortalizas

Hortaliza	MB/Há (e)	MB Ponderado (h)	Pérdida de MB S/Ant	Pérdida de MB S/Ant Pond	Pérdida de MB C/Ant	Pérdida de MB C/Ant Pond
Choclo	1.782.300	386.579	s/í	s/í	s/í	s/í
Tomate industrial	10.178.400	2.178.828	s/e	s/e	2.035.680	435.766
Sandía	2.646.000	296.450	s/í	s/í	s/í	s/í
Melón	110.000	9.647	s/í	s/í	s/í	s/í
Tomate de consumo fresco	9.601.900	826.910	s/í	s/í	s/í	s/í
Cebolla de guarda	-1.246.267	-72.209	s/í	s/í	s/í	s/í
Zapallo temprano y guarda	1.086.000	60.658	s/í	s/í	s/í	s/í
Arveja verde	926.000	45.351	s/í	s/í	s/í	s/í
Poroto granado	1.243.000	42.787	248.600	8.557	248.600	8.557
Poroto verde	1.649.000	45.408	329.800	9.082	329.800	9.082
Ajo	100.154	23.445	s/í	s/í	s/í	s/í
Haba	911.000	16.368	s/í	s/í	s/í	s/í
Lechuga	1.034.768	17.634	s/í	s/í	s/í	s/í
Total			578.400	17.639	2.614.080	453.405

Fuente: Elaborado por los autores.

Cuadro 143: Pérdida de margen bruto por efecto del cloro en cultivos anuales

Cultivo anual	MB/Há (e)	MB Ponderado (h)	Pérdida de MB S/Ant	Pérdida de MB S/Ant Pond	Pérdida de MB C/Ant	Pérdida de MB C/Ant Pond
Maíz (grano seco)	376.864	236.348	s/e	s/e	75.373	47.270
Trigo candeal	225.280	33.614	s/e	s/e	45.056	6.723
Trigo blanco	240.080	22.114	s/e	s/e	48.016	4.423
Papa	373.748	13.278	s/í	s/í	s/í	s/í
Poroto de consumo interno	1.363.000	37.021	272.600	7.404	272.600	7.404
Arroz (con cáscara)	-191.250	-4.133	s/e	s/e	-38.250	-827
Tabaco	208.500	3.622	s/í	s/í	s/í	s/í
Remolacha azucarera	68.840	1.121	s/e	s/e	13.768	224
Arveja (grano fresco)	926.000	3.260	s/í	s/í	s/í	s/í
Poroto de exportación	1.243.000	2.647	248.600	529	248.600	529
Cebada cervecera	123.540	238	s/e	s/e	24.708	48
Maravilla (semillero)	-48.217	-92	s/í	s/í	s/í	s/í
Avena (grano seco)	-79.928	-122	s/í	s/í	s/í	s/í
Total			521.200	7.934	689.871	65.794

Fuente: Elaborado por los autores.

6.3.8 Octavo Tramo: Río Coya a/j Cachapoal (Co-01).

Cuadro 144: Pérdida de margen bruto por efecto del cloro en frutales

Frutal	MB/Há (e)	MB Ponderado (h)	Pérdida de MB S/Ant	Pérdida de MB S/Ant Pond	Pérdida de MB C/Ant	Pérdida de MB C/Ant Pond
Vid de mesa	2.318.500	568.542	s/í	s/í	s/í	s/í
Ciruelo Japónes	996.200	134.184	199.240	26.837	199.240	26.837
Manzana roja	5.939.500	781.634	1.187.900	156.327	1.187.900	156.327
Durazno conservero	202.700	23.439	40.540	4.688	40.540	4.688
Nectarino	421.064	33.247	s/í	s/í	s/í	s/í
Naranja	3.582.000	277.010	s/e	s/e	716.400	55.402
Manzana Verde	5.253.155	338.539	1.050.631	67.708	1.050.631	67.708
Cerezo	2.764.803	136.603	s/í	s/í	s/í	s/í
Peral	4.684.480	295.454	s/í	s/í	s/í	s/í
Almendro	-592.000	-23.464	s/í	s/í	s/í	s/í
TOTAL			2.478.311	255.559	3.194.711	255.559

Fuente: Elaborado por los autores.

Cuadro 145: Pérdida de margen bruto por efecto del cloro en hortalizas

Hortaliza	MB/Há (e)	MB Ponderado (h)	Pérdida de MB S/Ant	Pérdida de MB S/Ant Pond	Pérdida de MB C/Ant	Pérdida de MB C/Ant Pond
Choclo	1.782.300	386.579	s/í	s/í	s/í	s/í
Tomate industrial	10.178.400	2.178.828	s/e	s/e	2.035.680	435.766
Sandía	2.646.000	296.450	s/í	s/í	s/í	s/í
Melón	110.000	9.647	s/í	s/í	s/í	s/í
Tomate de consumo fresco	9.601.900	826.910	s/í	s/í	s/í	s/í
Cebolla de guarda	-1.246.267	-72.209	s/í	s/í	s/í	s/í
Zapallo temprano y guarda	1.086.000	60.658	s/í	s/í	s/í	s/í
Arveja verde	926.000	45.351	s/í	s/í	s/í	s/í
Poroto granado	1.243.000	42.787	248.600	8.557	248.600	8.557
Poroto verde	1.649.000	45.408	329.800	9.082	329.800	9.082
Ajo	100.154	23.445	s/í	s/í	s/í	s/í
Haba	911.000	16.368	s/í	s/í	s/í	s/í
Lechuga	1.034.768	17.634	s/í	s/í	s/í	s/í
Total			578.400	17.639	2.614.080	453.405

Fuente: Elaborado por los autores.

Cuadro 146: Pérdida de margen bruto por efecto del cloro en cultivos anuales

Cultivo anual	MB/Há (e)	MB Ponderado (h)	Pérdida de MB S/Ant	Pérdida de MB S/Ant Pond	Pérdida de MB C/Ant	Pérdida de MB C/Ant Pond
Maíz (grano seco)	376.864	236.348	s/e	s/e	75.373	47.270
Trigo candeal	225.280	33.614	s/e	s/e	45.056	6.723
Trigo blanco	240.080	22.114	s/e	s/e	48.016	4.423
Papa	373.748	13.278	s/í	s/í	s/í	s/í
Poroto de consumo interno	1.363.000	37.021	272.600	7.404	272.600	7.404
Arroz (con cáscara)	-191.250	-4.133	s/e	s/e	-38.250	-827
Tabaco	208.500	3.622	s/í	s/í	s/í	s/í
Remolacha azucarera	68.840	1.121	s/e	s/e	13.768	224
Arveja (grano fresco)	926.000	3.260	s/í	s/í	s/í	s/í
Poroto de exportación	1.243.000	2.647	248.600	529	248.600	529
Cebada cervecera	123.540	238	s/e	s/e	24.708	48
Maravilla (semillero)	-48.217	-92	s/í	s/í	s/í	s/í
Avena (grano seco)	-79.928	-122	s/í	s/í	s/í	s/í
Total			521.200	7.934	689.871	65.794

Fuente: Elaborado por los autores.

6.3.9 Noveno Tramo: Estero la Cadena en desembocadura (Lc- 01).

Cuadro 147: Pérdida de margen bruto por efecto del cloro en frutales

Frutal	MB/Há (e)	MB Ponderado (h)	Pérdida de MB S/Ant	Pérdida de MB S/Ant Pond	Pérdida de MB C/Ant	Pérdida de MB C/Ant Pond
Vid de mesa	2.318.500	568.542	s/í	s/í	s/í	s/í
Ciruelo Japónes	996.200	134.184	199.240	26.837	199.240	26.837
Manzana roja	5.939.500	781.634	1.187.900	156.327	1.187.900	156.327
Durazno conservero	202.700	23.439	40.540	4.688	40.540	4.688
Nectarino	421.064	33.247	s/í	s/í	s/í	s/í
Naranja	3.582.000	277.010	716.400	55.402	716.400	55.402
Manzana Verde	5.253.155	338.539	1.050.631	67.708	1.050.631	67.708
Cerezo	2.764.803	136.603	s/í	s/í	s/í	s/í
Peral	4.684.480	295.454	s/í	s/í	s/í	s/í
Almendro	-592.000	-23.464	s/í	s/í	s/í	s/í
TOTAL			3.194.711	310.961	3.194.711	310.961

Fuente: Elaborado por los autores.

Cuadro 148: Pérdida de margen bruto por efecto del cloro en hortalizas

Hortaliza	MB/Há (e)	MB Ponderado (h)	Pérdida de MB S/Ant	Pérdida de MB S/Ant Pond	Pérdida de MB C/Ant	Pérdida de MB C/Ant Pond
Choclo	1.782.300	386.579	s/í	s/í	s/í	s/í
Tomate industrial	10.178.400	2.178.828	s/í	s/í	s/í	s/í
Sandía	2.646.000	296.450	s/í	s/í	s/í	s/í
Melón	110.000	9.647	s/í	s/í	s/í	s/í
Tomate de consumo fresco	9.601.900	826.910	1.920.380	165.382	1.920.380	165.382
Cebolla de guarda	-1.246.267	-72.209	s/í	s/í	s/í	s/í
Zapallo temprano y guarda	1.086.000	60.658	s/í	s/í	s/í	s/í
Arveja verde	926.000	45.351	s/í	s/í	s/í	s/í
Poroto granado	1.243.000	42.787	248.600	8.557	248.600	8.557
Poroto verde	1.649.000	45.408	329.800	9.082	329.800	9.082
Ajo	100.154	23.445	s/í	s/í	s/í	s/í
Haba	911.000	16.368	s/í	s/í	s/í	s/í
Lechuga	1.034.768	17.634	s/í	s/í	s/í	s/í
Total			2.498.780	183.021	2.498.780	183.021

Fuente: Elaborado por los autores.

Cuadro 149: Pérdida de margen bruto por efecto del cloro en cultivos anuales

Cultivo anual	MB/Há (e)	MB Ponderado (h)	Pérdida de MB S/Ant	Pérdida de MB S/Ant Pond	Pérdida de MB C/Ant	Pérdida de MB C/Ant Pond
Maíz (grano seco)	376.864	236.348	75.373	47.270	75.373	47.270
Trigo candeal	225.280	33.614	45.056	6.723	45.056	6.723
Trigo blanco	240.080	22.114	48.016	4.423	48.016	4.423
Papa	373.748	13.278	s/í	s/í	s/í	s/í
Poroto de consumo interno	1.363.000	37.021	272.600	7.404	272.600	7.404
Arroz (con cáscara)	-191.250	-4.133	-38.250	-827	-38.250	-827
Tabaco	208.500	3.622	s/í	s/í	s/í	s/í
Remolacha azucarera	68.840	1.121	13.768	224	13.768	224
Arveja (grano fresco)	926.000	3.260	s/í	s/í	s/í	s/í
Poroto de exportación	1.243.000	2.647	s/í	s/í	s/í	s/í
Cebada cervecera	123.540	238	24.708	48	24.708	48
Maravilla (semillero)	-48.217	-92	s/í	s/í	s/í	s/í
Avena (grano seco)	-79.928	-122	s/í	s/í	s/í	s/í
Total			441.271	65.265	441.271	65.265

Fuente: Elaborado por los autores.

6.3.10 Décimo Tramo: Río Claro en Hacienda las Nieves (CL-01).

Cuadro 150: Pérdida de margen bruto por efecto del cloro en frutales

Frutal	MB/Há (e)	MB Ponderado (h)	Pérdida de MB S/Ant	Pérdida de MB S/Ant Pond	Pérdida de MB C/Ant	Pérdida de MB C/Ant Pond
Vid de mesa	2.318.500	568.542	s/í	s/e	s/e	s/e
Ciruelo Japónes	996.200	134.184	s/e	s/e	199.240	26.837
Manzana roja	5.939.500	781.634	s/e	s/e	1.187.900	156.327
Durazno conservero	202.700	23.439	s/e	s/e	40.540	4.688
Nectarino	421.064	33.247	s/í	s/e	s/e	s/e
Naranja	3.582.000	277.010	s/e	s/e	716.400	55.402
Manzana Verde	5.253.155	338.539	s/e	s/e	1.050.631	67.708
Cerezo	2.764.803	136.603	s/í	s/e	s/e	s/e
Peral	4.684.480	295.454	s/e	s/e	s/e	s/e
Almendro	-592.000	-23.464	s/e	s/e	s/e	s/e
TOTAL			0	0	3.194.711	310.961

Fuente: Elaborado por los autores.

Cuadro 151: Pérdida de margen bruto por efecto del cloro en hortalizas

Hortaliza	MB/Há (e)	MB Ponderado (h)	Pérdida de MB S/Ant	Pérdida de MB S/Ant Pond	Pérdida de MB C/Ant	Pérdida de MB C/Ant Pond
Choclo	1.782.300	386.579	s/í	s/í	s/í	s/í
Tomate industrial	10.178.400	2.178.828	s/í	s/í	s/í	s/í
Sandía	2.646.000	296.450	s/í	s/í	s/í	s/í
Melón	110.000	9.647	s/í	s/í	s/í	s/í
Tomate de consumo fresco	9.601.900	826.910	s/e	s/e	1.920.380	165.382
Cebolla de guarda	-1.246.267	-72.209	s/í	s/í	s/í	s/í
Zapallo temprano y guarda	1.086.000	60.658	s/í	s/í	s/í	s/í
Arveja verde	926.000	45.351	s/í	s/í	s/í	s/í
Poroto granado	1.243.000	42.787	s/e	s/e	248.600	8.557
Poroto verde	1.649.000	45.408	s/e	s/e	329.800	9.082
Ajo	100.154	23.445	s/í	s/í	s/í	s/í
Haba	911.000	16.368	s/í	s/í	s/í	s/í
Lechuga	1.034.768	17.634	s/í	s/í	s/í	s/í
Total			0	0	2.498.780	183.021

Fuente: Elaborado por los autores.

Cuadro 152: Pérdida de margen bruto por efecto del cloro en cultivos anuales

Cultivo anual	MB/Há (e)	MB Ponderado (h)	Pérdida de MB S/Ant	Pérdida de MB S/Ant Pond	Pérdida de MB C/Ant	Pérdida de MB C/Ant Pond
Maíz (grano seco)	376.864	236.348	s/e	s/e	75.373	47.270
Trigo candeal	225.280	33.614	s/e	s/e	45.056	6.723
Trigo blanco	240.080	22.114	s/e	s/e	48.016	4.423
Papa	373.748	13.278	s/í	s/í	s/í	s/í
Poroto de consumo interno	1.363.000	37.021	s/e	s/e	272.600	7.404
Arroz (con cáscara)	-191.250	-4.133	s/e	s/e	-38.250	-827
Tabaco	208.500	3.622	s/í	s/í	s/í	s/í
Remolacha azucarera	68.840	1.121	s/e	s/e	13.768	224
Arveja (grano fresco)	926.000	3.260	s/í	s/í	s/í	s/í
Poroto de exportación	1.243.000	2.647	s/í	s/í	s/í	s/í
Cebada cervecera	123.540	238	s/e	s/e	24.708	48
Maravilla (semillero)	-48.217	-92	s/í	s/í	s/í	s/í
Avena (grano seco)	-79.928	-122	s/í	s/í	s/í	s/í
Total			0	0	441.271	65.265

Fuente: Elaborado por los autores.

6.3.11 Décimo Primer Tramo: Río Claro en puente Chanqueahue (CL-02).

Cuadro 153: Pérdida de margen bruto por efecto del cloro en frutales

Frutal	MB/Há (e)	MB Ponderado (h)	Pérdida de MB S/Ant	Pérdida de MB S/Ant Pond	Pérdida de MB C/Ant	Pérdida de MB C/Ant Pond
Vid de mesa	2.318.500	568.542	s/í	s/í	s/í	s/í
Cítrulo Japónes	996.200	134.184	199.240	26.837	199.240	26.837
Manzana roja	5.939.500	781.634	1.187.900	156.327	1.187.900	156.327
Durazno conservero	202.700	23.439	40.540	4.688	40.540	4.688
Nectarino	421.064	33.247	s/í	s/í	s/í	s/í
Naranja	3.582.000	277.010	716.400	55.402	716.400	55.402
Manzana Verde	5.253.155	338.539	1.050.631	67.708	1.050.631	67.708
Cerezo	2.764.803	136.603	s/í	s/í	s/í	s/í
Peral	4.684.480	295.454	s/í	s/í	s/í	s/í
Almendro	-592.000	-23.464	s/í	s/í	s/í	s/í
TOTAL			3.194.711	310.961	3.194.711	310.961

Fuente: Elaborado por los autores.

Cuadro 154: Pérdida de margen bruto por efecto del cloro en hortalizas

Hortaliza	MB/Há (e)	MB Ponderado (h)	Pérdida de MB S/Ant	Pérdida de MB S/Ant Pond	Pérdida de MB C/Ant	Pérdida de MB C/Ant Pond
Choclo	1.782.300	386.579	s/í	s/í	s/í	s/í
Tomate industrial	10.178.400	2.178.828	s/í	s/í	s/í	s/í
Sandía	2.646.000	296.450	s/í	s/í	s/í	s/í
Melón	110.000	9.647	s/í	s/í	s/í	s/í
Tomate de consumo fresco	9.601.900	826.910	1.920.380	165.382	1.920.380	165.382
Cebolla de guarda	-1.246.267	-72.209	s/í	s/í	s/í	s/í
Zapallo temprano y guarda	1.086.000	60.658	s/í	s/í	s/í	s/í
Arveja verde	926.000	45.351	s/í	s/í	s/í	s/í
Poroto granado	1.243.000	42.787	248.600	8.557	248.600	8.557
Poroto verde	1.649.000	45.408	329.800	9.082	329.800	9.082
Ajo	100.154	23.445	s/í	s/í	s/í	s/í
Haba	911.000	16.368	s/í	s/í	s/í	s/í
Lechuga	1.034.768	17.634	s/í	s/í	s/í	s/í
Total			2.498.780	183.021	2.498.780	183.021

Fuente: Elaborado por los autores.

Cuadro 155: Pérdida de margen bruto por efecto del cloro en cultivos anuales

Cultivo anual	MB/Há (e)	MB Ponderado (h)	Pérdida de MB S/Ant	Pérdida de MB S/Ant Pond	Pérdida de MB C/Ant	Pérdida de MB C/Ant Pond
Maíz (grano seco)	376.864	236.348	75.373	47.270	75.373	47.270
Trigo candeal	225.280	33.614	45.056	6.723	45.056	6.723
Trigo blanco	240.080	22.114	48.016	4.423	48.016	4.423
Papa	373.748	13.278	s/í	s/í	s/í	s/í
Poroto de consumo interno	1.363.000	37.021	272.600	7.404	272.600	7.404
Arroz (con cáscara)	-191.250	-4.133	-38.250	-827	-38.250	-827
Tabaco	208.500	3.622	s/í	s/í	s/í	s/í
Remolacha azucarera	68.840	1.121	13.768	224	13.768	224
Arveja (grano fresco)	926.000	3.260	s/í	s/í	s/í	s/í
Poroto de exportación	1.243.000	2.647	s/í	s/í	s/í	s/í
Cebada cervecera	123.540	238	24.708	48	24.708	48
Maravilla (semillero)	-48.217	-92	s/í	s/í	s/í	s/í
Avena (grano seco)	-79.928	-122	s/í	s/í	s/í	s/í
Total			441.271	65.265	441.271	65.265

Fuente: Elaborado por los autores.

6.3.12 Duodécimo Tramo: Estero Zamorano (Za-01).

Cuadro 156: Pérdida de margen bruto por efecto del cloro en frutales

Frutal	MB/Há (e)	MB Ponderado (h)	Pérdida de MB S/Ant	Pérdida de MB S/Ant Pond	Pérdida de MB C/Ant	Pérdida de MB C/Ant Pond
Vid de mesa	2.318.500	568.542	s/í	s/í	s/í	s/í
Ciruelo Japónes	996.200	134.184	199.240	26.837	199.240	26.837
Manzana roja	5.939.500	781.634	1.187.900	156.327	1.187.900	156.327
Durazno conservero	202.700	23.439	40.540	4.688	40.540	4.688
Nectarino	421.064	33.247	s/í	s/í	s/í	s/í
Naranja	3.582.000	277.010	s/e	s/e	716.400	55.402
Manzana Verde	5.253.155	338.539	1.050.631	67.708	1.050.631	67.708
Cerezo	2.764.803	136.603	s/í	s/í	s/í	s/í
Peral	4.684.480	295.454	s/í	s/í	s/í	s/í
Almendro	-592.000	-23.464	s/í	s/í	s/í	s/í
TOTAL			2.478.311	255.559	3.194.711	255.559

Fuente: Elaborado por los autores.

Cuadro 157: Pérdida de margen bruto por efecto del cloro en hortalizas

Hortaliza	MB/Há (e)	MB Ponderado (h)	Pérdida de MB S/Ant	Pérdida de MB S/Ant Pond	Pérdida de MB C/Ant	Pérdida de MB C/Ant Pond
Choclo	1.782.300	386.579	s/í	s/í	s/í	s/í
Tomate industrial	10.178.400	2.178.828	s/e	s/e	2.035.680	435.766
Sandía	2.646.000	296.450	s/í	s/í	s/í	s/í
Melón	110.000	9.647	s/í	s/í	s/í	s/í
Tomate de consumo fresco	9.601.900	826.910	s/í	s/í	s/í	s/í
Cebolla de guarda	-1.246.267	-72.209	s/í	s/í	s/í	s/í
Zapallo temprano y guarda	1.086.000	60.658	s/í	s/í	s/í	s/í
Arveja verde	926.000	45.351	s/í	s/í	s/í	s/í
Poroto granado	1.243.000	42.787	248.600	8.557	248.600	8.557
Poroto verde	1.649.000	45.408	329.800	9.082	329.800	9.082
Ajo	100.154	23.445	s/í	s/í	s/í	s/í
Haba	911.000	16.368	s/í	s/í	s/í	s/í
Lechuga	1.034.768	17.634	s/í	s/í	s/í	s/í
Total			578.400	17.639	2.614.080	453.405

Fuente: Elaborado por los autores.

Cuadro 158: Pérdida de margen bruto por efecto del cloro en cultivos anuales

Cultivo anual	MB/Há (e)	MB Ponderado (h)	Pérdida de MB S/Ant	Pérdida de MB S/Ant Pond	Pérdida de MB C/Ant	Pérdida de MB C/Ant Pond
Maíz (grano seco)	376.864	236.348	s/e	s/e	75.373	47.270
Trigo candeal	225.280	33.614	s/e	s/e	45.056	6.723
Trigo blanco	240.080	22.114	s/e	s/e	48.016	4.423
Papa	373.748	13.278	s/í	s/í	s/í	s/í
Poroto de consumo interno	1.363.000	37.021	272.600	7.404	272.600	7.404
Arroz (con cáscara)	-191.250	-4.133	s/e	s/e	-38.250	-827
Tabaco	208.500	3.622	s/í	s/í	s/e	s/e
Remolacha azucarera	68.840	1.121	s/e	s/e	13.768	224
Arveja (grano fresco)	926.000	3.260	s/í	s/í	s/í	s/í
Poroto de exportación	1.243.000	2.647	248.600	529	248.600	529
Cebada cervecera	123.540	238	s/e	s/e	24.708	48
Maravilla (semillero)	-48.217	-92	s/í	s/í	s/í	s/í
Avena (grano seco)	-79.928	-122	s/í	s/í	s/í	s/í
Total			521.200	7.934	689.871	65.794

Fuente: Elaborado por los autores.

6.3.13 Décimo Tercer Tramo: Estero Pangal (Pa-01).

Cuadro 159: Pérdida de margen bruto por efecto del cloro en frutales

Frutal	MB/Há (e)	MB Ponderado (h)	Pérdida de MB S/Ant	Pérdida de MB S/Ant Pond	Pérdida de MB C/Ant	Pérdida de MB C/Ant Pond
Vid de mesa	2.318.500	568.542	s/í	s/í	s/í	s/í
Círculo Japonés	996.200	134.184	s/í	s/í	s/í	s/í
Manzana roja	5.939.500	781.634	s/í	s/í	s/í	s/í
Durazno conservero	202.700	23.439	s/í	s/í	s/í	s/í
Nectarino	421.064	33.247	s/í	s/í	s/í	s/í
Naranja	3.582.000	277.010	s/í	s/í	s/í	s/í
Manzana Verde	5.253.155	338.539	s/í	s/í	s/í	s/í
Cerezo	2.764.803	136.603	s/í	s/í	s/í	s/í
Peral	4.684.480	295.454	s/í	s/í	s/í	s/í
Almendo	-592.000	-23.464	s/í	s/í	s/í	s/í
TOTAL			s/í	s/í	s/í	s/í

Fuente: Elaborado por los autores.

Cuadro 160: Pérdida de margen bruto por efecto del cloro en hortalizas

Hortaliza	MB/Há (e)	MB Ponderado (h)	Pérdida de MB S/Ant	Pérdida de MB S/Ant Pond	Pérdida de MB C/Ant	Pérdida de MB C/Ant Pond
Choclo	1.782.300	386.579	s/í	s/í	s/í	s/í
Tomate industrial	10.178.400	2.178.828	s/í	s/í	s/í	s/í
Sandía	2.646.000	296.450	s/í	s/í	s/í	s/í
Melón	110.000	9.647	s/í	s/í	s/í	s/í
Tomate de consumo fresco	9.601.900	826.910	s/í	s/í	s/í	s/í
Cebolla de guarda	-1.246.267	-72.209	s/í	s/í	s/í	s/í
Zapallo temprano y guarda	1.086.000	60.658	s/í	s/í	s/í	s/í
Arveja verde	926.000	45.351	s/í	s/í	s/í	s/í
Poroto granado	1.243.000	42.787	s/í	s/í	s/í	s/í
Poroto verde	1.649.000	45.408	s/í	s/í	s/í	s/í
Ajo	100.154	23.445	s/í	s/í	s/í	s/í
Haba	911.000	16.368	s/í	s/í	s/í	s/í
Lechuga	1.034.768	17.634	s/í	s/í	s/í	s/í
Total			s/í	s/í	s/í	s/í

Fuente: Elaborado por los autores.

Cuadro 161: Pérdida de margen bruto por efecto del cloro en cultivos anuales

Cultivo anual	MB/Há (e)	MB Ponderado (h)	Pérdida de MB S/Ant	Pérdida de MB S/Ant Pond	Pérdida de MB C/Ant	Pérdida de MB C/Ant Pond
Maíz (grano seco)	376.864	236.348	s/í	s/í	s/í	s/í
Trigo candeal	225.280	33.614	s/í	s/í	s/í	s/í
Trigo blanco	240.080	22.114	s/í	s/í	s/í	s/í
Papa	373.748	13.278	s/í	s/í	s/í	s/í
Poroto de consumo interno	1.363.000	37.021	s/í	s/í	s/í	s/í
Arroz (con cáscara)	-191.250	-4.133	s/í	s/í	s/í	s/í
Tabaco	208.500	3.622	s/í	s/í	s/í	s/í
Remolacha azucarera	68.840	1.121	s/í	s/í	s/í	s/í
Arveja (grano fresco)	926.000	3.260	s/í	s/í	s/í	s/í
Poroto de exportación	1.243.000	2.647	s/í	s/í	s/í	s/í
Cebada cervecera	123.540	238	s/í	s/í	s/í	s/í
Maravilla (semillero)	-48.217	-92	s/í	s/í	s/í	s/í
Avena (grano seco)	-79.928	-122	s/í	s/í	s/í	s/í
Total			s/í	s/í	s/í	s/í

Fuente: Elaborado por los autores.

6.3.14 Décimo Cuarto Tramo: Estero Rigolemu (Ri-01).

Cuadro 162: Pérdida de margen bruto por efecto del cloro en frutales

Frutal	MB/Há (e)	MB Ponderado (h)	Pérdida de MB S/Ant	Pérdida de MB S/Ant Pond	Pérdida de MB C/Ant	Pérdida de MB C/Ant Pond
Vid de mesa	2.318.500	568.542	s/e	s/e	s/í	s/í
Ciruelo Japónes	996.200	134.184	s/e	s/e	199.240	26.837
Manzana roja	5.939.500	781.634	s/e	s/e	1.187.900	156.327
Durazno conservero	202.700	23.439	s/e	s/e	40.540	4.688
Nectarino	421.064	33.247	s/e	s/e	s/í	s/í
Naranja	3.582.000	277.010	s/e	s/e	716.400	55.402
Manzana Verde	5.253.155	338.539	s/e	s/e	1.050.631	67.708
Cerezo	2.764.803	136.603	s/e	s/e	s/í	s/í
Peral	4.684.480	295.454	s/e	s/e	s/í	s/í
Almendro	-592.000	-23.464	s/e	s/e	s/í	s/í
TOTAL					3.194.711	310.961

Fuente: Elaborado por los autores.

Cuadro 163: Pérdida de margen bruto por efecto del cloro en hortalizas

Hortaliza	MB/Há (e)	MB Ponderado (h)	Pérdida de MB S/Ant	Pérdida de MB S/Ant Pond	Pérdida de MB C/Ant	Pérdida de MB C/Ant Pond
Choclo	1.782.300	386.579	s/e	s/e	s/í	s/í
Tomate industrial	10.178.400	2.178.828	s/e	s/e	s/í	s/í
Sandía	2.646.000	296.450	s/e	s/e	s/í	s/í
Melón	110.000	9.647	s/e	s/e	s/í	s/í
Tomate de consumo fresco	9.601.900	826.910	s/e	s/e	1.920.380	165.382
Cebolla de guarda	-1.246.267	-72.209	s/e	s/e	s/í	s/í
Zapallo temprano y guarda	1.086.000	60.658	s/e	s/e	s/í	s/í
Arveja verde	926.000	45.351	s/e	s/e	s/í	s/í
Poroto granado	1.243.000	42.787	s/e	s/e	248.600	8.557
Poroto verde	1.649.000	45.408	s/e	s/e	329.800	9.082
Ajo	100.154	23.445	s/e	s/e	s/í	s/í
Haba	911.000	16.368	s/e	s/e	s/í	s/í
Lechuga	1.034.768	17.634	s/e	s/e	s/í	s/í
Total					2.498.780	183.021

Fuente: Elaborado por los autores.

Cuadro 164. Pérdida de margen bruto por efecto del cloro en cultivos anuales

Cultivo anual	MB/Há (e)	MB Ponderado (h)	Pérdida de MB S/Ant	Pérdida de MB S/Ant Pond	Pérdida de MB C/Ant	Pérdida de MB C/Ant Pond
Maíz (grano seco)	376.864	236.348	s/e	s/e	75.373	47.270
Trigo candeal	225.280	33.614	s/e	s/e	45.056	6.723
Trigo blanco	240.080	22.114	s/e	s/e	48.016	4.423
Papa	373.748	13.278	s/e	s/e	s/í	s/í
Poroto de consumo interno	1.363.000	37.021	s/e	s/e	272.600	7.404
Arroz (con cáscara)	-191.250	-4.133	s/e	s/e	-38.250	-827
Tabaco	208.500	3.622	s/e	s/e	s/í	s/í
Remolacha azucarera	68.840	1.121	s/e	s/e	13.768	224
Arveja (grano fresco)	926.000	3.260	s/e	s/e	s/í	s/í
Poroto de exportación	1.243.000	2.647	s/e	s/e	s/í	s/í
Cebada cervecera	123.540	238	s/e	s/e	24.708	48
Maravilla (semillero)	-48.217	-92	s/e	s/e	s/í	s/í
Avena (grano seco)	-79.928	-122	s/e	s/e	s/í	s/í
Total					441.271	65.265

Fuente: Elaborado por los autores.

6.3.15 Décimo Quinto Tramo: Estero Antivero 1 (AV-01).

Cuadro 165: Pérdida de margen bruto por efecto del cloro en frutales

Frutal	MB/Há (e)	MB Ponderado (h)	Pérdida de MB S/Ant	Pérdida de MB S/Ant Pond	Pérdida de MB C/Ant	Pérdida de MB C/Ant Pond
Vid de mesa	2.318.500	568.542	s/e	s/e	s/í	s/í
Círculo Japónes	996.200	134.184	s/e	s/e	199.240	26.837
Manzana roja	5.939.500	781.634	s/e	s/e	1.187.900	156.327
Durazno conservero	202.700	23.439	s/e	s/e	40.540	4.688
Nectarino	421.064	33.247	s/e	s/e	s/í	s/í
Naranja	3.582.000	277.010	s/e	s/e	716.400	55.402
Manzana Verde	5.253.155	338.539	s/e	s/e	1.050.631	67.708
Cerezo	2.764.803	136.603	s/e	s/e	s/í	s/í
Peral	4.684.480	295.454	s/e	s/e	s/í	s/í
Almendro	-592.000	-23.464	s/e	s/e	s/í	s/í
TOTAL					3.194.711	310.961

Fuente: Elaborado por los autores.

Cuadro 166: Pérdida de margen bruto por efecto del cloro en hortalizas

Hortaliza	MB/Há (e)	MB Ponderado (h)	Pérdida de MB S/Ant	Pérdida de MB S/Ant Pond	Pérdida de MB C/Ant	Pérdida de MB C/Ant Pond
Choclo	1.782.300	386.579	s/e	s/e	s/í	s/í
Tomate industrial	10.178.400	2.178.828	s/e	s/e	s/í	s/í
Sandía	2.646.000	296.450	s/e	s/e	s/í	s/í
Melón	110.000	9.647	s/e	s/e	s/í	s/í
Tomate de consumo fresco	9.601.900	826.910	s/e	s/e	1.920.380	165.382
Cebolla de guarda	-1.246.267	-72.209	s/e	s/e	s/í	s/í
Zapallo temprano y guarda	1.086.000	60.658	s/e	s/e	s/í	s/í
Arveja verde	926.000	45.351	s/e	s/e	s/í	s/í
Poroto granado	1.243.000	42.787	s/e	s/e	248.600	8.557
Poroto verde	1.649.000	45.408	s/e	s/e	329.800	9.082
Ajo	100.154	23.445	s/e	s/e	s/í	s/í
Haba	911.000	16.368	s/e	s/e	s/í	s/í
Lechuga	1.034.768	17.634	s/e	s/e	s/í	s/í
Total					2.498.780	183.021

Fuente: Elaborado por los autores.

Cuadro 167: Pérdida de margen bruto por efecto del cloro en cultivos anuales

Cultivo anual	MB/Há (e)	MB Ponderado (h)	Pérdida de MB S/Ant	Pérdida de MB S/Ant Pond	Pérdida de MB C/Ant	Pérdida de MB C/Ant Pond
Maíz (grano seco)	376.864	236.348	s/e	s/e	75.373	47.270
Trigo canchal	225.280	33.614	s/e	s/e	45.056	6.723
Trigo blanco	240.080	22.114	s/e	s/e	48.016	4.423
Papa	373.748	13.278	s/e	s/e	s/í	s/í
Poroto de consumo interno	1.363.000	37.021	s/e	s/e	272.600	7.404
Arroz (con cáscara)	-191.250	-4.133	s/e	s/e	-38.250	-827
Tabaco	208.500	3.622	s/e	s/e	s/í	s/í
Remolacha azucarera	68.840	1.121	s/e	s/e	13.768	224
Arveja (grano fresco)	926.000	3.260	s/e	s/e	s/í	s/í
Poroto de exportación	1.243.000	2.647	s/e	s/e	s/í	s/í
Cebada cervecera	123.540	238	s/e	s/e	24.708	48
Maravilla (semillero)	-48.217	-92	s/e	s/e	s/í	s/í
Avena (grano seco)	-79.928	-122	s/e	s/e	s/í	s/í
Total					441.271	65.265

Fuente: Elaborado por los autores.

6.3.16 Décimo Sexto Tramo: Estero Antivero 2 (AV-02).

Cuadro 168: Pérdida de margen bruto por efecto del cloro en frutales

Frutal	MB/Há (e)	MB Ponderado (h)	Pérdida de MB S/Ant	Pérdida de MB S/Ant Pond	Pérdida de MB C/Ant	Pérdida de MB C/Ant Pond
Vid de mesa	2.318.500	568.542	s/e	s/e	s/í	s/í
Círuelo Japónes	996.200	134.184	s/e	s/e	199240	26836,78588
Manzana roja	5.939.500	781.634	s/e	s/e	1187900	156326,8308
Durazno conservero	202.700	23.439	s/e	s/e	40540	4687,77094
Nectarino	421.064	33.247	s/e	s/e	s/í	s/í
Naranja	3.582.000	277.010	s/e	s/e	716400	55402,04366
Manzana Verde	5.253.155	338.539	s/e	s/e	1050631	67707,87332
Cerezo	2.764.803	136.603	s/e	s/e	s/í	s/í
Peral	4.684.480	295.454	s/e	s/e	s/í	s/í
Almendro	-592.000	-23.464	s/e	s/e	s/í	s/í
TOTAL					3.194.711,0	310.961,30

Fuente: Elaborado por los autores.

Cuadro 169: Pérdida de margen bruto por efecto del cloro en hortalizas

Hortaliza	MB/Há (e)	MB Ponderado (h)	Pérdida de MB S/Ant	Pérdida de MB S/Ant Pond	Pérdida de MB C/Ant	Pérdida de MB C/Ant Pond
Choclo	1.782.300	386.579	s/e	s/e	s/í	s/í
Tomate industrial	10.178.400	2.178.828	s/e	s/e	s/í	s/í
Sandía	2.646.000	296.450	s/e	s/e	s/í	s/í
Melón	110.000	9.647	s/e	s/e	s/í	s/í
Tomate de consumo fresco	9.601.900	826.910	s/e	s/e	1.920.380	165.382
Cebolla de guarda	-1.246.267	-72.209	s/e	s/e	s/í	s/í
Zapallo temprano y guarda	1.086.000	60.658	s/e	s/e	s/í	s/í
Arveja verde	926.000	45.351	s/e	s/e	s/í	s/í
Poroto granado	1.243.000	42.787	s/e	s/e	248.600	8.557
Poroto verde	1.649.000	45.408	s/e	s/e	329.800	9.082
Ajo	100.154	23.445	s/e	s/e	s/í	s/í
Haba	911.000	16.368	s/e	s/e	s/í	s/í
Lechuga	1.034.768	17.634	s/e	s/e	s/í	s/í
Total					2.498.780	183.021

Fuente: Elaborado por los autores.

Cuadro 170: Pérdida de margen bruto por efecto del cloro en cultivos anuales

Cultivo anual	MB/Há (e)	MB Ponderado (h)	Pérdida de MB S/Ant	Pérdida de MB S/Ant Pond	Pérdida de MB C/Ant	Pérdida de MB C/Ant Pond
Maíz (grano seco)	376.864	236.348	s/e	s/e	75.373	47.270
Trigo candeal	225.280	33.614	s/e	s/e	45.056	6.723
Trigo blanco	240.080	22.114	s/e	s/e	48.016	4.423
Papa	373.748	13.278	s/e	s/e	s/í	s/í
Poroto de consumo interno	1.363.000	37.021	s/e	s/e	272.600	7.404
Arroz (con cáscara)	-191.250	-4.133	s/e	s/e	-38.250	-827
Tabaco	208.500	3.622	s/e	s/e	s/í	s/í
Remolacha azucarera	68.840	1.121	s/e	s/e	13.768	224
Arveja (grano fresco)	926.000	3.260	s/e	s/e	s/í	s/í
Poroto de exportación	1.243.000	2.647	s/e	s/e	s/í	s/í
Cebada cervecera	123.540	238	s/e	s/e	24.708	48
Maravilla (semillero)	-48.217	-92	s/e	s/e	s/í	s/í
Avena (grano seco)	-79.928	-122	s/e	s/e	s/í	s/í
Total					441.271	65.265

Fuente: Elaborado por los autores.

6.3.17 Décimo Séptimo Tramo: Estero Antivero (AV-03).

Cuadro 171: Pérdida de margen bruto por efecto del cloro en frutales

Frutal	MB/Há (e)	MB Ponderado (h)	Pérdida de MB S/Ant	Pérdida de MB S/Ant Pond	Pérdida de MB C/Ant	Pérdida de MB C/Ant Pond
Vid de mesa	2.318.500	568.542	s/e	s/e	s/í	s/í
Ciruelo Japónes	996.200	134.184	s/e	s/e	199.240	26.837
Manzana roja	5.939.500	781.634	s/e	s/e	1.187.900	156.327
Durazno conservero	202.700	23.439	s/e	s/e	40.540	4.688
Nectarino	421.064	33.247	s/e	s/e	s/í	s/í
Naranja	3.582.000	277.010	s/e	s/e	716.400	55.402
Manzana Verde	5.253.155	338.539	s/e	s/e	1.050.631	67.708
Cerezo	2.764.803	136.603	s/e	s/e	s/í	s/í
Peral	4.684.480	295.454	s/e	s/e	s/í	s/í
Almendro	-592.000	-23.464	s/e	s/e	s/í	s/í
TOTAL					3.194.711	310.961

Fuente: Elaborado por los autores.

Cuadro 172: Pérdida de margen bruto por efecto del cloro en hortalizas

Hortaliza	MB/Há (e)	MB Ponderado (h)	Pérdida de MB S/Ant	Pérdida de MB S/Ant Pond	Pérdida de MB C/Ant	Pérdida de MB C/Ant Pond
Choclo	1.782.300	386.579	s/e	s/e	s/í	s/í
Tomate industrial	10.178.400	2.178.828	s/e	s/e	s/í	s/í
Sandía	2.646.000	296.450	s/e	s/e	s/í	s/í
Melón	110.000	9.647	s/e	s/e	s/í	s/í
Tomate de consumo fresco	9.601.900	826.910	s/e	s/e	1.920.380	165.382
Cebolla de guarda	-1.246.267	-72.209	s/e	s/e	s/í	s/í
Zapallo temprano y guarda	1.086.000	60.658	s/e	s/e	s/í	s/í
Arveja verde	926.000	45.351	s/e	s/e	s/í	s/í
Poroto granado	1.243.000	42.787	s/e	s/e	248.600	8.557
Poroto verde	1.649.000	45.408	s/e	s/e	329.800	9.082
Ajo	100.154	23.445	s/e	s/e	s/í	s/í
Haba	911.000	16.368	s/e	s/e	s/í	s/í
Lechuga	1.034.768	17.634	s/e	s/e	s/í	s/í
Total					2.498.780	183.021

Fuente: Elaborado por los autores.

Cuadro 173: Pérdida de margen bruto por efecto del cloro en cultivos anuales

Cultivo anual	MB/Há (e)	MB Ponderado (h)	Pérdida de MB S/Ant	Pérdida de MB S/Ant Pond	Pérdida de MB C/Ant	Pérdida de MB C/Ant Pond
Maíz (grano seco)	376.864	236.348	s/e	s/e	75.373	47.270
Trigo candeal	225.280	33.614	s/e	s/e	45.056	6.723
Trigo blanco	240.080	22.114	s/e	s/e	48.016	4.423
Papa	373.748	13.278	s/e	s/e	s/í	s/í
Poroto de consumo interno	1.363.000	37.021	s/e	s/e	272.600	7.404
Arroz (con cáscara)	-191.250	-4.133	s/e	s/e	-38.250	-827
Tabaco	208.500	3.622	s/e	s/e	s/í	s/í
Remolacha azucarera	68.840	1.121	s/e	s/e	13.768	224
Arveja (grano fresco)	926.000	3.260	s/e	s/e	s/í	s/í
Poroto de exportación	1.243.000	2.647	s/e	s/e	s/í	s/í
Cebada cervecera	123.540	238	s/e	s/e	24.708	48
Maravilla (semillero)	-48.217	-92	s/e	s/e	s/í	s/í
Avena (grano seco)	-79.928	-122	s/e	s/e	s/í	s/í
Total					441.271	65.265

Fuente: Elaborado por los autores.

6.4 EVALUACIÓN DE BENEFICIOS

Desde un punto de vista teórico y agregado, el precio de un factor, en competencia perfecta, es igual al valor de su producto marginal. En el caso del suelo, corresponderá al valor de la producción que de éste se obtiene, por tanto si la actividad es de corto plazo, se utilizará el margen bruto por hectárea para determinar el valor del suelo y si la actividad es de largo plazo, el cálculo de la plusvalía quedará supeditado al valor presente neto de la producción (González, 2001). Es evidente que el precio del suelo tendrá una dispersión geográfica, dada la heterogeneidad en las aptitudes agronómicas del mismo. Entonces desde una perspectiva general se puede plantear que:

$$P_s = P_y / PMGs$$

Donde P_s corresponde al precio del suelo; P_y , al precio del producto agrícola final que se obtiene del suelo y $PMGs$, es la productividad del suelo.

Considerando esta perspectiva, y dado el rendimiento físico por hectárea constante, el valor del suelo queda en función de: i) el comportamiento de los precios de los productos que se generan en él, ii) la influencia de tasa de descuento que se asocia a ese suelo por concepto de riesgo de la producción y iii) la capacidad de uso de una determinada serie de suelo. En forma complementaria se sabe que el valor de la tierra está ligado a la actualización de los flujos futuros de capital que dependen de: i) características agronómicas de manejo, ii) características agrológicas de la zona y iii) nivel de riesgo propio de la actividad. Estas tres últimas variables se relacionan entre sí actualizando los flujos de capital de corto plazo (del año) en forma sucesiva dependiendo de la capacidad de uso de los suelos asociados al área de estudio.

Se utilizó como tasa de descuento base⁷, los valores de 7% y 4% que corresponde a la tasa de riesgo asociada a actividades frutícolas y hortícolas respectivamente, propuestos por Fundación Chile (2002) y la máxima tasa de descuento a utilizada para “castigar” los flujos futuros de capital corresponde a 10% que es la tasa de descuento social.

Por tanto, el método de valoración de suelo utilizado correspondió a la siguiente forma:

$$V_s = V_p(t - 1) / r^* f(cus), \text{ donde:}$$

V_s : Valor del suelo.

$V_p(cus - 1)$: Valor de la producción asociada a la capacidad de uso del suelo.

$r^* f(cus)$: Tasa de descuento en función de la capacidad de uso del suelo.

González (2001), indica que al momento de tasar un predio con distintas clases de capacidad de uso, se debe utilizar tasas de descuento distintas o en su defecto aplicar una tasa de descuento uniforme (a criterio del evaluador), en concordancia con la serie de suelo más abundante. Por tanto, para evitar sobrestimaciones en la valoración de suelo propuesta, se empleó una tasa de descuento diferenciada para cada capacidad de uso y rubro presente en el suelo (frutales, hortalizas y cultivos anuales). Los valores utilizados como tasa de descuento correspondieron a 7% para las actividades frutícolas y 4% para las actividades hortícola y de cultivos anuales. Como se explicó anteriormente la máxima tasa de

⁷ Interés con el que se inicia el castigo del ingreso futuro de una unidad de terreno.

descuento utilizada correspondió a 10% (tasa de descuento social) así, en el caso de los frutales, por cada capacidad de uso de suelo inferior a la anterior se fue incrementando la tasa de descuento en un 1% ($1\% \times 3$ capacidades de uso = 3%) por tanto, si se suma la tasa de descuento inicial (7% para el caso de los frutales) con los aumentos sucesivos en la tasa de descuento por capacidades de uso inferiores, el resultado es 10% (7% + 3%), para la capacidad de uso IV, que corresponde a la tasa de descuento social). Para el caso de las hortalizas y cultivos anuales se utilizó la misma lógica, sin embargo los aumentos sucesivos de la tasa de descuento correspondieron a un 2%.

A modo de ejemplo, se presentan los cuadros 172 y 173. El primero de ellos (cuadro 172) muestra la evolución de la tasa de descuento en un predio con VIII clases de capacidad de uso. Si se considera un riesgo inicial de 5% para una actividad agrícola cualquiera y el incremento sucesivo de 0, 71% en la tasa de descuento asociada a las capacidades de uso inferior (5% restante para alcanzar el 10% de la tasa de descuento social dividido por 7 capacidades de uso) se obtiene la tasa de descuento asociada a cada clase de uso de suelo.

El cuadro 173, muestra el “valor presente” (castigo de los flujos futuros) de la producción (\$100). Por tanto, al dividir el valor inicial (a) por el valor de la tasa de descuento (b), se obtiene el valor presente para una nueva clase de uso(c), y es este valor el que se vuelve a “castigar” con una nueva tasa de descuento (d) para obtener un nuevo valor presente (e) y así sucesivamente.

Cuadro 174: Evolución de la tasa de descuento

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1,05	1,06	1,06	1,07	1,08	1,09	1,09	1,10

Fuente: Elaborado por los autores..

Cuadro 175: Valor presente de la producción según capacidad de uso

Clase	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Monto \$	100 (a)	100 (c)	94,59	88,89	82,96	76,93	70,85	64,84
Tasa descuento	1 (b) 100	1,06 (d) 94,59	1,06	1,07	1,08	1,09	1,09	1,10
Valor Final	(a/b = c)	(c/d =e)	88,89	82,96	76,93	70,85	64,84	58,94

Fuente: Elaborado por los autores.

Bajo el contexto del análisis anterior, el Anteproyecto de Norma genera una externalidad positiva sobre el valor del suelo, ya que al Normar los contenidos de micro elementos y elementos traza en el agua de riego, se impedirá la adición en exceso de ellos al suelo, preservando así el potencial productivo de estos y evitando la caída en los ingresos.

Como se explicó anteriormente el precio del suelo desde un punto de vista teórico y agregado, es igual al valor de su producto marginal. En el caso del suelo, corresponde al valor de la producción que de éste se obtiene, por tanto en base a la información entregada en la sección “determinación de cultivos presentes en la cuenca” se procedió a utilizar los “márgenes brutos ponderados” de cada rubro para calcular los valores de suelo asociados a

las distintas capacidades de uso presentes en la cuenca del río Cachapoal, el método de cálculo utilizado es el mismo que el expuesto anteriormente en los cuadros 174 al 175. El cálculo de valor de suelo se realizó para cada uno de los tres rubros considerados, para cada clase de capacidad de uso y para cada serie de suelo asociada a cada uno de los tramos de la cuenca del Cachapoal. El detalle de estos cálculos se muestra en los cuadros 177 al 215. En cada uno de ellos aparece en forma ennegrecida las clases de capacidad de uso que presenta cada una de las series de suelo en la cuenca del Cachapoal, asimismo se considera para efecto de calculos solo las cuatro primeras capacidades de uso y el resto de ellas solo se presenta en forma de ennegrecid.

Cuadro 176: Márgenes brutos ponderados por rubro y especies consideradas.

Frutal	Hortaliza	Cultivo anual
Vid de mesa	Choclo	Maíz (grano seco)
Ciruelo Japónes	Tomate industrial	Trigo candeal
Manzana roja	Sandía	Trigo blanco
Durazno conservero	Melón	Papa
Nectarino	Tomate de consumo fresco	Poroto de consumo interno
Naranja	Cebolla de guarda	Arroz (con cáscara)
Manzana Verde	Zapallo temprano y guarda	Tabaco
Cerezo	Arveja verde	Remolacha azucarera
Peral	Poroto granado	Arveja (grano fresco)
Almendro	Poroto verde	Poroto de exportación
	Ajo	Cebada cervecera
	Haba	Maravilla (semillero)
	Lechuga	Avena (grano seco)
MB: \$2.565.189	MB: \$3.854.412	MB: \$348.915

Fuente: Elaborado por los autores.

Cuadro 177 Valor de suelo en predios frutales estimado para el primer tramo de la cuenca del Cachapoal (CA-01).

Serie	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Asociación sierra bella								
Pimpinela		2.219.790	2.036.505	1.851.368				
Rancagua	2.397.373	2.219.790	2.036.505	1.851.368				
O'Higgins	2.397.373	2.219.790	2.036.505					
Pudahuel			2.036.505	1.851.368				
Cachapoal			2.036.505	1.851.368				

Fuente: Elaborado por los autores en base a CIREN – CORFO (2002).

Cuadro 178: Valor de suelo en predios hortícolas estimado para el primer tramo de la cuenca del Cachapoal (CA-01).

Serie	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Asociación sierra bella								
Pimpinela		3.496.382	3.237.390	2.943.081				
Rancagua	3.706.165	3.496.382	3.237.390	2.943.081				
O'Higgins	3.706.165	3.496.382	3.237.390					
Pudahuel			3.237.390	2.943.081				
Cachapoal			3.237.390	2.943.081				

Fuente: Elaborado por los autores en base a CIREN – CORFO (2002).

Cuadro 179: Valor de suelo en predios con cultivo anual estimado para el primer tramo de la cuenca del Cachapoal (CA-01).

Serie	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Asociación sierra bella								
Pimpinela		316.505	293.060	266.418				
Rancagua	335.495	316.505	293.060	266.418				
O'Higgins	335.495	316.505	293.060					
Pudahuel			293.060	266.418				
Cachapoal			293.060	266.418				

Fuente: Elaborado por los autores en base a CIREN – CORFO (2002).

Cuadro 180: Valor de suelo en predios frutales estimado para el segundo tramo de la cuenca del Cachapoal (CA-02)

Serie	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Asociación sierra bella								
Pimpinela		2.219.790	2.036.505	1.851.368				
Rancagua	2.397.373	2.219.790	2.036.505	1.851.368				
O'Higgins	2.397.373	2.219.790	2.036.505					
Pudahuel			2.036.505	1.851.368				
Cachapoal			2.036.505	1.851.368				
Challay								
Lajuela								
Carén		2.219.790	2.036.505	1.851.368				
Estancilla		2.219.790	2.036.505	1.851.368				
Graneros de la cabaña			2.036.505	1.851.368				
Lo vasquez			2.036.505	1.851.368				
Tricahue		2.219.790	2.036.505	1.851.368				
Graneros	2.397.373	2.219.790	2.036.505					
Maiten de Malloa		2.219.790	2.036.505	1.851.368				
Millahue		2.219.790	2.036.505	1.851.368				
San vicente			2.036.505	1.851.368				
Casas de caren		2.219.790	2.036.505	1.851.368				
Olivar	2.397.373	2.219.790						

Fuente: Elaborado por los autores en base a CIREN – CORFO (2002).

Cuadro 181: Valor de suelo en predios hortícolas estimado para el segundo tramo de la cuenca del Cachapoal (CA-02).

Serie	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Asociación sierra bella								
Pimpinela		3.496.382	3.237.390	2.943.081				
Rancagua	3.706.165	3.496.382	3.237.390	2.943.081				
O'Higgins	3.706.165	3.496.382	3.237.390					
Pudahuel			3.237.390	2.943.081				
Cachapoal			3.237.390	2.943.081				
Challay								
Lajuela								
Carén		3.496.382	3.237.390	3.237.390				
Estancilla		3.496.382	3.237.390	3.237.390				
Graneros de la cabaña			3.237.390	3.237.390				
Lo vasquez			3.237.390	3.237.390				
Tricahue		3.496.382	3.237.390	3.237.390				
Graneros	3.706.165	3.496.382	3.237.390					
Maiten de Malloa		3.496.382	3.237.390	3.237.390				
Millahue		3.496.382	3.237.390	3.237.390				
San vicente			3.237.390	3.237.390				
Casas de caren		3.496.382	3.237.390	3.237.390				
Olivar	3.706.165	3.496.382						

Fuente: Elaborado por los autores en base a CIREN – CORFO (2002).

Cuadro 182: Valor de suelo en predios con cultivos anuales estimado para el segundo tramo de la cuenca del Cachapoal (CA-02).

Serie	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Asociación sierra bella								
Pimpinela		316.505	293.060	266.418				
Rancagua	335.495	316.505	293.060	266.418				
O'Higgins	335.495	316.505	293.060					
Pudahuel			293.060	266.418				
Cachapoal			293.060	266.418				
Challay								
Lajuela								
Carén		316.505	293.060	266.418				
Estancilla		316.505	293.060	266.418				
Graneros de la cabaña			293.060	266.418				
Lo vasquez			293.060	266.418				
Tricahue		316.505	293.060	266.418				
Graneros	335.495	316.505	293.060					
Maiten de Malloa		316.505	293.060	266.418				
Millahue		316.505	293.060	266.418				
San vicente			293.060	266.418				
Casas de caren		316.505	293.060	266.418				
Olivar	335.495	316.505						

Fuente: Elaborado por los autores en base a CIREN – CORFO (2002).

Cuadro 183: Valor de suelo en predios frutales estimado para el tercer tramo de la cuenca del Cachapoal (CA-03).

Serie	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Asociación sierra bellavista								
Pimpinela		2.219.790	2.036.505	1.851.368				
Rancagua	2.397.373	2.219.790	2.036.505	1.851.368				
O'Higgins	2.397.373	2.219.790	2.036.505					
Pudahuel			2.036.505	1.851.368				
Cachapoal			2.036.505	1.851.368				
Lajuela								
Caren		2.219.790	2.036.505	1.851.368				
Estancilla		2.219.790	2.036.505	1.851.368				
Graneros de la cabaña			2.036.505	1.851.368				
Graneros	2.397.373	2.219.790	2.036.505					
Maiten de Malloa		2.219.790	2.036.505	1.851.368				
Millahue		2.219.790	2.036.505	1.851.368				
San vicente			2.036.505	1.851.368				
Tricahue		2.219.790	2.036.505	1.851.368				
Olivar	2.397.373	2.219.790						
Terraza aluvial Cachapoal		2.219.790	2.036.505	1.851.368				

Fuente: Elaborado por los autores en base a CIREN – CORFO (2002).

Cuadro 184: Valor de suelo en predios hortícolas estimado para el tercer tramo de la cuenca del Cachapoal (CA-03).

Serie	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Asociación sierra bellavista								
Pimpinela		3.496.382	3.237.390	2.943.081				
Rancagua	3.706.165	3.496.382	3.237.390	2.943.081				
O'Higgins	3.706.165	3.496.382	3.237.390					
Pudahuel			3.237.390	2.943.081				
Cachapoal			3.237.390	2.943.081				
Lajuela								
Caren		3.496.382	3.237.390	2.943.081				
Estancilla		3.496.382	3.237.390	2.943.081				
Graneros de la cabaña			3.237.390	2.943.081				
Graneros	3.706.165	3.496.382	3.237.390					
Maiten de Malloa		3.496.382	3.237.390	2.943.081				
Millahue		3.496.382	3.237.390	2.943.081				
San vicente			3.237.390	2.943.081				
Tricahue		3.496.382	3.237.390	2.943.081				
Olivar	3.706.165	3.496.382						
Terraza aluvial Cachapoal		3.496.382	3.237.390	2.943.081				

Fuente: Elaborado por los autores en base a CIREN – CORFO (2002).

Cuadro 185: Valor de suelo en predios con cultivo anual estimado para el tercer tramo de la cuenca del Cachapoal (CA-03).

Serie	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Asociación sierra bellavista								
Pimpinela		316.505	293.060	266.418				
Rancagua	335.495	316.505	293.060	266.418				
O'Higgins	335.495	316.505	293.060					
Pudahuel			293.060	266.418				
Cachapoal			293.060	266.418				
Lajueta								
Caren		316.505	293.060	266.418				
Estancilla		316.505	293.060	266.418				
Graneros de la cabaña			293.060	266.418				
Graneros	335.495	316.505	293.060					
Maiten de Malloa		316.505	293.060	266.418				
Millahue		316.505	293.060	266.418				
San vicente			293.060	266.418				
Tricahue		316.505	293.060	266.418				
Olivar	335.495	316.505						
Terraza aluvial Cachapoal		316.505	293.060	266.418				

Fuente: Elaborado por los autores en base a CIREN – CORFO (2002).

Cuadro 186: Valor de suelo en predios frutales estimado para el cuarto tramo de la cuenca del Cachapoal (CA-04).

Serie	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Lajueta								
Casas de caren		2.219.790	2.036.505	1.851.368				
Graneros	2.397.373	2.219.790	2.036.505					
Graneros de la cabaña			2.036.505	1.851.368				
Maiten de Malloa		2.219.790	2.036.505	1.851.368				
O'Higgins			2.036.505	1.851.368				
Pudahuel			2.036.505	1.851.368				
Rancagua	2.397.373	2.219.790	2.036.505	1.851.368				
San Vicente			2.036.505	1.851.368				
Tricahue		2.219.790	2.036.505	1.851.368				
Cachapoal			2.036.505	1.851.368				
Estancilla		2.219.790	2.036.505	1.851.368				
Olivar	2.397.373	2.219.790						
Pimpinela		2.219.790	2.036.505	1.851.368				
Corcolen	2.397.373	2.219.790	2.036.505					
Malloa	2.397.373	2.219.790	2.036.505	1.851.368				
Peumo	2.397.373	2.219.790	2.036.505					
Terraza aluvial Cachapoal		2.219.790	2.036.505	1.851.368				
Asociación sierra Bellavista								

Fuente: Elaborado por los autores en base a CIREN – CORFO (2002).

Cuadro 187: Valor de suelo en predios hortícolas estimado para el cuarto tramo de la cuenca del Cachapoal (CA-04).

Serie	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Lajuela								
Casas de caren		3.496.382	3.237.390	2.943.081				
Graneros	3.706.165	3.496.382	3.237.390					
Graneros de la cabaña			3.237.390	2.943.081				
Maiten de Malloa		3.496.382	3.237.390	2.943.081				
O'Higgins			3.237.390	2.943.081				
Pudahuel			3.237.390	2.943.081				
Rancagua	3.706.165	3.496.382	3.237.390	2.943.081				
San Vicente			3.237.390	2.943.081				
Tricahue		3.496.382	3.237.390	2.943.081				
Cachapoal			3.237.390	2.943.081				
Estancilla		3.496.382	3.237.390	2.943.081				
Olivar	3.706.165	3.496.382						
Pimpinela		3.496.382	3.237.390	2.943.081				
Corcolen	3.706.165	3.496.382	3.237.390					
Malloa	3.706.165	3.496.382	3.237.390	2.943.081				
Peumo	3.706.165	3.496.382	3.237.390					
Terraza aluvial Cachapoal		3.496.382	3.237.390	2.943.081				
Asociación sierra Bellavista								

Fuente: Elaborado por los autores en base a CIREN – CORFO (2002).

Cuadro 188: Valor de suelo en predios cultivos anuales estimado para el cuarto tramo de la cuenca del Cachapoal (CA-04).

Serie	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Lajuela								
Casas de caren		316.505	293.060	266.418				
Graneros	335.495	316.505	293.060					
Graneros de la cabaña			293.060	266.418				
Maiten de Malloa		316.505	293.060	266.418				
O'Higgins			293.060	266.418				
Pudahuel			293.060	266.418				
Rancagua	335.495	316.505	293.060	266.418				
San Vicente			293.060	266.418				
Tricahue		316.505	293.060	266.418				
Cachapoal			293.060	266.418				
Estancilla		316.505	293.060	266.418				
Olivar	335.495	316.505						
Pimpinela		316.505	293.060	266.418				
Corcolen	335.495	316.505	293.060					
Malloa	335.495	316.505	293.060	266.418				
Peumo	335.495	316.505	293.060					
Terraza aluvial Cachapoal		316.505	293.060	266.418				
Asociación sierra Bellavista								

Fuente: Elaborado por los autores en base a CIREN – CORFO (2002).

Cuadro 189: Valor de suelo en predios frutales estimado para el quinto tramo de la cuenca del Cachapoal (CA-05).

Serie	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Cachapoal			2.036.505	1.851.368				
Maiten de Malloa		2.219.790	2.036.505	1.851.368				
Estancilla		2.219.790	2.036.505	1.851.368				
O'Higgins	2.397.373	2.219.790	2.036.505					
Olivar	2.397.373	2.219.790						
Pimpinela		2.219.790	2.036.505	1.851.368				
Rancagua	2.397.373	2.219.790	2.036.505	1.851.368				
Lajuela								
Terraza aluvial Cachapoal		2.219.790	2.036.505	1.851.368				
Asociación sierra bellavista								
Corcolen	2.397.373	2.219.790	2.036.505					
Larmahue		2.219.790	2.036.505	1.851.368				
Lo Vasquez			2.036.505	1.851.368				
Pataguas	2.397.373	2.219.790	2.036.505					
Peumo	2.397.373	2.219.790	2.036.505					
San Vicente			2.036.505	1.851.368				

Fuente: Elaborado por los autores en base a CIREN – CORFO (2002).

Cuadro 190: Valor de suelo en predios hortícolas estimado para el quinto tramo de la cuenca del Cachapoal (CA-05).

Serie	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Cachapoal			3.237.390	2.943.081				
Maiten de Malloa		3.496.382	3.237.390	2.943.081				
Estancilla		3.496.382	3.237.390	2.943.081				
O'Higgins	3.706.165	3.496.382	3.237.390					
Olivar		3.496.382						
Pimpinela		3.496.382	3.237.390	2.943.081				
Rancagua	3.706.165	3.496.382	3.237.390	2.943.081				
Lajuela								
Terraza aluvial Cachapoal		3.496.382	3.237.390	2.943.081				
Asociación sierra bellavista								
Corcolen	3.706.165	3.496.382	3.237.390					
Larmahue			3.237.390	2.943.081				
Lo Vasquez			3.237.390	2.943.081				
Pataguas	3.706.165	3.496.382	3.237.390					
Peumo			3.237.390					
San Vicente			3.237.390	2.943.081				

Fuente: Elaborado por los autores en base a CIREN – CORFO (2002).

Cuadro 191: Valor de suelo en predios con cultivos anuales estimado para el quinto tramo de la cuenca del Cachapoal (CA-05).

Serie	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Cachapoal			293.060	266.418				
Maiten de Malloa		316.505	293.060	266.418				
Estancilla		316.505	293.060	266.418				
O'Higgins	335.495	316.505	293.060					
Olivar	335.495	316.505						
Pimpinela		316.505	293.060	266.418				
Rancagua	335.495	316.505	293.060	266.418				
Lajuela								
Terraza aluvial Cachapoal		316.505	293.060	266.418				
Asociación sierra bellavista								
Corcolen	335.495	316.505	293.060					
Larmahue		316.505	293.060	266.418				
Lo Vasquez			293.060	266.418				
Pataguas	335.495	316.505	293.060					
Peumo	335.495	316.505	293.060					
San Vicente			293.060	266.418				

Fuente: Elaborado por los autores en base a CIREN – CORFO (2002).

Cuadro 192: Valor de suelo en predios frutales estimado para el sexto tramo de la cuenca del Cachapoal (CA-06).

Serie	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Cachapoal			2.036.505	1.851.368				
Maiten de Malloa		2.219.790	2.036.505	1.851.368				
Estancilla		2.219.790	2.036.505	1.851.368				
O'Higgins	2.397.373	2.219.790	2.036.505					
Olivar	2.397.373	2.219.790						
Pimpinela		2.219.790	2.036.505	1.851.368				
Rancagua	2.397.373	2.219.790	2.036.505	1.851.368				
Lajuela								
Terraza aluvial Cachapoal		2.219.790	2.036.505	1.851.368				
Asociación sierra bellavista								
Corcolen	2.397.373	2.219.790	2.036.505					
Larmahue		2.219.790	2.036.505	1.851.368				
Lo Vasquez			2.036.505	1.851.368				
Pataguas	2.397.373	2.219.790	2.036.505					
Peumo	2.397.373	2.219.790	2.036.505					
San Vicente			2.036.505	2.036.505				

Fuente: Elaborado por los autores en base a CIREN – CORFO (2002).

Cuadro 193: Valor de suelo en predios hortícolas estimado para el sexto tramo de la cuenca del Cachapoal (CA-06).

Serie	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Cachapoal			3.237.390	2.943.081				
Maiten de Malloa		3.496.382	3.237.390	2.943.081				
Estancilla		3.496.382	3.237.390	2.943.081				
O'Higgins	3.706.165	3.496.382	3.237.390					
Olivar	3.706.165	3.496.382						
Pimpinela		3.496.382	3.237.390	2.943.081				
Rancagua	3.706.165	3.496.382	3.237.390	2.943.081				
Lajuela								
Terraza aluvial Cachapoal		3.496.382	3.237.390	2.943.081				
Asociación sierra bellavista								
Corcolen	3.706.165	3.496.382	3.237.390					
Larmahue		3.496.382	3.237.390	2.943.081				
Lo Vasquez			3.237.390	2.943.081				
Pataguas	3.706.165	3.496.382	3.237.390					
Peumo	3.706.165	3.496.382	3.237.390					
San Vicente			3.237.390	2.943.081				

Fuente: Elaborado por los autores en base a CIREN – CORFO (2002).

Cuadro 194: Valor de suelo en predios con cultivos anuales estimado para el sexto tramo de la cuenca del Cachapoal (CA-06).

Serie	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Cachapoal			293.060	266.418				
Maiten de Malloa		316.505	293.060	266.418				
Estancilla		316.505	293.060	266.418				
O'Higgins	335.495	316.505	293.060					
Olivar	335.495	316.505						
Pimpinela		316.505	293.060	266.418				
Rancagua	335.495	316.505	293.060	266.418				
Lajuela								
Terraza aluvial Cachapoal		316.505	293.060	266.418				
Asociación sierra bellavista								
Corcolen	335.495	316.505	293.060					
Larmahue		316.505	293.060	266.418				
Lo Vasquez			293.060	266.418				
Pataguas	335.495	316.505	293.060					
Peumo	335.495	316.505	293.060					
San Vicente			293.060	266.418				

Fuente: Elaborado por los autores en base a CIREN – CORFO (2002).

Cuadro 195: Valor de suelo en predios frutales estimado para el séptimo tramo de la cuenca del Cachapoal (CA-07).

Serie	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Lajuela								
Cachapoal			2.036.505	1.851.368				
Estancilla		2.219.790	2.036.505	1.851.368				
O'Higgins	2.397.373	2.219.790	2.036.505					
Pimpinela		2.219.790	2.036.505	1.851.368				
Rancagua	2.397.373	2.219.790	2.036.505	1.851.368				
Tricahue		2.219.790	2.036.505	1.851.368				
Terraza aluvial Cachapoal		2.219.790	2.036.505	1.851.368				
Almahue			2.036.505	1.851.368				
Asociación curanipe			2.036.505	1.851.368				
Asociación espinillo				1.851.368				
Caleuche								
Callejones		2.219.790	2.036.505					
Cañetes		2.219.790	2.036.505	1.851.368				
Cocalan		2.219.790	2.036.505					
Colchagua			2.036.505					
Hacienda Alhué		2.219.790						
Huique			2.036.505					
La burra		2.219.790						
La Rosa		2.219.790	2.036.505					
Larmahue		2.219.790	2.036.505	1.851.368				
Las garzas		2.219.790	2.036.505					
Lihueimo			2.036.505	1.851.368				
Lo vasquez			2.036.505	1.851.368				
Loma grande			2.036.505	1.851.368				
Los cardos			2.036.505	1.851.368				
Maiten de Malloa		2.219.790	2.036.505	1.851.368				
Mancuman			2.036.505	1.851.368				
Millahue		2.219.790	2.036.505	1.851.368				
Palquiiales		2.219.790	2.036.505	1.851.368				
Pataguas	2.397.373	2.219.790	2.036.505					
Peumo	2.397.373	2.219.790	2.036.505					
Pichidegua		2.219.790	2.036.505					
Peumo lo chacón		2.219.790						
Pudahuel			2.036.505	1.851.368				
Pupilla			2.036.505					
Quiahue			2.036.505	1.851.368				
Quilamuta		2.219.790	2.036.505	1.851.368				
Quinahue		2.219.790	2.036.505					
San Vicente			2.036.505	1.851.368				
Talcarehue	2.397.373	2.219.790						
Talhuen				1.851.368				
Tinguiririca			2.036.505	1.851.368				
Toco				1.851.368				
Viña vieja		2.219.790	2.036.505					
Yaquil			2.036.505	1.851.368				

Fuente: Elaborado por los autores en base a CIREN – CORFO (2002).

Cuadro 196: Valor de suelo en predios hortícolas estimado para el séptimo tramo de la cuenca del Cachapoal (CA-07).

Serie	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Lajuela								
Cachapoal			3.237.390	2.943.081				
Estancilla		3.496.382	3.237.390	2.943.081				
O'Higgins	3.706.165	3.496.382	3.237.390					
Pimpinela		3.496.382	3.237.390	2.943.081				
Rancagua	3.706.165	3.496.382	3.237.390	2.943.081				
Tricahue		3.496.382	3.237.390	2.943.081				
Terraza aluvial Cachapoal		3.496.382	3.237.390	2.943.081				
Almahue			3.237.390	2.943.081				
Asociación curanipe			3.237.390	2.943.081				
Asociación espinillo				2.943.081				
Caleuche								
Callejones		3.496.382	3.237.390					
Cañetes		3.496.382	3.237.390	2.943.081				
Cocalan		3.496.382	3.237.390					
Colchagua			3.237.390					
Hacienda Alhué		3.496.382						
Huique			3.237.390					
La burra		3.496.382						
La Rosa		3.496.382	3.237.390					
Larmahue		3.496.382	3.237.390	2.943.081				
Las garzas		3.496.382	3.237.390					
Lihueimo			3.237.390	2.943.081				
Lo vasquez			3.237.390	2.943.081				
Loma grande			3.237.390	2.943.081				
Los cardos			3.237.390	2.943.081				
Maiten de Malloa		3.496.382	3.237.390	2.943.081				
Mancuman			3.237.390	2.943.081				
Millahue		3.496.382	3.237.390	2.943.081				
Palquiiales		3.496.382	3.237.390	2.943.081				
Pataguas	3.706.165	3.496.382	3.237.390					
Peumo	3.706.165	3.496.382	3.237.390					
Pichidegua		3.496.382	3.237.390					
Peumo lo chacón		3.496.382						
Pudahuel			3.237.390	2.943.081				
Pupilla			3.237.390					
Quiahue			3.237.390	2.943.081				
Quilamuta		3.496.382	3.237.390	2.943.081				
Quinahue		3.496.382	3.237.390					
San Vicente			3.237.390	2.943.081				
Talcarehue	3.706.165	3.496.382						
Talhuen				2.943.081				
Tinguiririca			3.237.390	2.943.081				
Toco				2.943.081				
Viña vieja		3.496.382	3.237.390					
Yaquil			3.237.390	2.943.081				

Fuente: Elaborado por los autores en base a CIREN – CORFO (2002).

Cuadro 197: Valor de suelo en predios con cultivos anuales estimado para el séptimo tramo de la cuenca del Cachapoal (CA-07).

Serie	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Lajuela								
Cachapoal			293.060	266.418				
Estancilla		316.505	293.060	266.418				
O'Higgins	335.495	316.505	293.060					
Pimpinela		316.505	293.060	266.418				
Rancagua	335.495	316.505	293.060	266.418				
Tricahue		316.505	293.060	266.418				
Terraza aluvial Cachapoal		316.505	293.060	266.418				
Almahue			293.060	266.418				
Asociación curanipe			293.060	266.418				
Asociación espinillo				266.418				
Caleuche								
Callejones		316.505	293.060					
Cañetes		316.505	293.060	266.418				
Cocalan		316.505	293.060					
Colchagua			293.060					
Hacienda Alhué		316.505						
Huique			293.060					
La burra		316.505						
La Rosa		316.505	293.060					
Larmahue		316.505	293.060	266.418				
Las garzas		316.505	293.060					
Lihueimo			293.060	266.418				
Lo vasquez			293.060	266.418				
Loma grande			293.060	266.418				
Los cardos			293.060	266.418				
Maiten de Malloa		316.505	293.060	266.418				
Mancuman			293.060	266.418				
Millahue		316.505	293.060	266.418				
Palquiiales		316.505	293.060	266.418				
Pataguas	335.495	316.505	293.060					
Peumo	335.495	316.505	293.060					
Pichidegua		316.505	293.060					
Peumo lo chacón		316.505						
Pudahuel			293.060	266.418				
Pupilla			293.060					
Quiahue			293.060	266.418				
Quilamuta		316.505	293.060	266.418				
Quinahue		316.505	293.060					
San Vicente			293.060	266.418				
Talcarehue	335.495	316.505						
Talhuen				266.418				
Tinguiririca			293.060	266.418				
Toco				266.418				
Viña vieja		316.505	293.060					
Yaquil			293.060	266.418				

Fuente: Elaborado por los autores en base a CIREN – CORFO (2002).

Cuadro 198: Valor de suelo en predios frutales estimado para el décimo tramo de la cuenca del Cachapoal (Cf-01).

Serie	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Asociación sierra bellavista								
Cachapoal			2.036.505	1.851.368				
Maiten de Malloa		2.219.790	2.036.505	1.851.368				
O'Higgins	2.397.373	2.219.790	2.036.505					
Pimpinela		2.219.790	2.036.505	1.851.368				
Rancagua	2.397.373	2.219.790	2.036.505	1.851.368				
San Vicente			2.036.505	1.851.368				
Terraza Aluvial Río Claro		2.219.790	2.036.505	1.851.368				
Asociación Lajuela								
Corcolen	2.397.373	2.219.790	2.036.505					
Malloa	2.397.373	2.219.790	2.036.505	1.851.368				

Fuente: Elaborado por los autores en base a CIREN – CORFO (2002).

Cuadro 199: Valor de suelo en predios hortícolas estimado para el décimo tramo de la cuenca del Cachapoal (Cf-01).

Serie	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Asociación sierra bellavista								
Cachapoal			3.237.390	2.943.081				
Maiten de Malloa		3.496.382	3.237.390	2.943.081				
O'Higgins	3.706.165	3.496.382	3.237.390					
Pimpinela		3.496.382	3.237.390	2.943.081				
Rancagua	3.706.165	3.496.382	3.237.390	2.943.081				
San Vicente			3.237.390	2.943.081				
Terraza Aluvial Río Claro		3.496.382	3.237.390	2.943.081				
Asociación Lajuela								
Corcolen	3.706.165	3.496.382	3.237.390					
Malloa	3.706.165	3.496.382	3.237.390	2.943.081				

Fuente: Elaborado por los autores en base a CIREN – CORFO (2002).

Cuadro 200: Valor de suelo en predios cultivos anuales estimado para el décimo tramo de la cuenca del Cachapoal (Cf-01).

Serie	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Asociación sierra bellavista								
Cachapoal			293.060	266.418				
Maiten de Malloa		316.505	293.060	266.418				
O'Higgins	335.495	316.505	293.060					
Pimpinela		316.505	293.060	266.418				
Rancagua	335.495	316.505	293.060	266.418				
San Vicente			293.060	266.418				
Terraza Aluvial Río Claro		316.505	293.060	266.418				
Asociación Lajuela								
Corcolen	335.495	316.505	293.060					
Malloa	335.495	316.505	293.060	266.418				

Fuente: Elaborado por los autores en base a CIREN – CORFO (2002).

Cuadro 201: Valor de suelo en predios frutales estimado para el decimoprimer tramo de la cuenca del Cachapoal (Cf-02).

Serie	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Asociación Lajuela								
Cachapoal			2.036.505	1.851.368				
Corcolen	2.397.373	2.219.790	2.036.505					
Maiten de Malloa		2.219.790	2.036.505	1.851.368				
O'Higgins	2.397.373	2.219.790	2.036.505					
Rancagua	2.397.373	2.219.790	2.036.505	1.851.368				
San Vicente			2.036.505	1.851.368				
Terraza Aluvial Río Claro		2.219.790	2.036.505	1.851.368				
Peumo	2.397.373	2.219.790	2.036.505					
Pimpinela		2.219.790	2.036.505	1.851.368				
Terraza Aluvial Cachapoal		2.219.790	2.036.505	1.851.368				

Fuente: Elaborado por los autores en base a CIREN – CORFO (2002).

Cuadro 202: Valor de suelo en predios hortícolas estimado para el decimoprimer tramo de la cuenca del Cachapoal (Cf-02).

Serie	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Asociación Lajuela								
Cachapoal			3.237.390	2.943.081				
Corcolen	3.706.165	3.496.382	3.237.390					
Maiten de Malloa		3.496.382	3.237.390	2.943.081				
O'Higgins	3.706.165	3.496.382	3.237.390					
Rancagua	3.706.165	3.496.382	3.237.390	2.943.081				
San Vicente			3.237.390	2.943.081				
Terraza Aluvial Río Claro		3.496.382	3.237.390	2.943.081				
Peumo	3.706.165	3.496.382	3.237.390					
Pimpinela		3.496.382	3.237.390	2.943.081				
Terraza Aluvial Cachapoal		3.496.382	3.237.390	2.943.081				

Fuente: Elaborado por los autores en base a CIREN – CORFO (2002).

Cuadro 203: Valor de suelo en predios con cultivos anuales estimado para el decimoprimer tramo de la cuenca del Cachapoal (cf-02).

Serie	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Asociación Lajuela								
Cachapoal			293.060	266.418				
Corcolen	335.495	316.505	293.060					
Maiten de Malloa		316.505	293.060	266.418				
O'Higgins	335.495	316.505	293.060					
Rancagua	335.495	316.505	293.060	266.418				
San Vicente			293.060	266.418				
Terraza Aluvial Río Claro		316.505	293.060	266.418				
Peumo	335.495	316.505	293.060					
Pimpinela		316.505	293.060	266.418				
Terraza Aluvial Cachapoal		316.505	293.060	266.418				

Fuente: Elaborado por los autores en base a CIREN – CORFO (2002).

Cuadro 204: Valor de suelo en predios frutales estimado para el decimosegundo tramo de la cuenca del Cachapoal (Za-01).

Serie	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Asociación Lajuela								
Asociación sierra bellavista								
Corcolen	2.397.373	2.219.790	2.036.505					
Los lingues			2.036.505	1.851.368				
Maiten de malloa		2.219.790	2.036.505	1.851.368				
Malloa	2.397.373	2.219.790	2.036.505	1.851.368				
Miravalle			2.036.505	1.851.368				
O'Higgins	2.397.373	2.219.790	2.036.505					
Pimpinela		2.219.790	2.036.505	1.851.368				
San vicente			2.036.505	1.851.368				
Terraza aluvial Antivero			2.036.505	1.851.368				
Terraza aluvial Río claro		2.219.790	2.036.505	1.851.368				
Zamorano		2.219.790	2.036.505	1.851.368				

Fuente: Elaborado por los autores en base a CIREN – CORFO (2002).

Cuadro 205: Valor de suelo en predios hortícolas estimado para el decimosegundo tramo de la cuenca del Cachapoal (Za-01).

Serie	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Asociación Lajuela								
Asociación sierra bellavista								
Corcolen	3.706.165	3.496.382	3.237.390					
Los lingues			3.237.390	2.943.081				
Maiten de malloa		3.496.382	3.237.390	2.943.081				
Malloa	3.706.165	3.496.382	3.237.390	2.943.081				
Miravalle			3.237.390	2.943.081				
O'Higgins	3.706.165	3.496.382	3.237.390					
Pimpinela		3.496.382	3.237.390	2.943.081				
San vicente			3.237.390	2.943.081				
Terraza aluvial Antivero			3.237.390	2.943.081				
Terraza aluvial Río claro		3.496.382	3.237.390	2.943.081				
Zamorano		3.496.382	3.237.390	2.943.081				

Fuente: Elaborado por los autores en base a CIREN – CORFO (2002).

Cuadro 206: Valor de suelo en predios con cultivos anuales estimado para el decimosegundo tramo de la cuenca del Cachapoal (Za-01).

Serie	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Asociación Lajuela								
Asociación sierra bellavista								
Corcolen	335.495	316.505	293.060					
Los lingues			293.060	266.418				
Maiten de malloa		316.505	293.060	266.418				
Malloa	335.495	316.505	293.060	266.418				
Miravalle			293.060	266.418				
O'Higgins	335.495	316.505	293.060					
Pimpinela		316.505	293.060	266.418				
San vicente			293.060	266.418				
Terraza aluvial Antivero			293.060	266.418				
Terraza aluvial Río claro		316.505	293.060	266.418				
Zamorano		316.505	293.060	266.418				

Fuente: Elaborado por los autores en base a CIREN – CORFO (2002).

Cuadro 207: Valor de suelo en predios frutales estimado para el decimotercer tramo de la cuenca del Cachapoal (Pa-01).

Serie	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Asociación sierra bellavista								
Rancagua	2.397.373	2.219.790	2.036.505	1.851.368				
Pimpinela		2.219.790	2.036.505	1.851.368				

Fuente: Elaborado por los autores en base a CIREN – CORFO (2002).

Cuadro 208: Valor de suelo en predios hortícolas estimado para el decimotercer tramo de la cuenca del Cachapoal (Pa-01).

Serie	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Asociación sierra bellavista								
Rancagua	3.706.165	3.496.382	3.237.390	2.943.081				
Pimpinela		3.496.382	3.237.390	2.943.081				

Fuente: Elaborado por los autores en base a CIREN – CORFO (2002).

Cuadro 209: Valor de suelo en predios con cultivos anuales estimado para el decimotercer tramo de la cuenca del Cachapoal (Pa-01).

Serie	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Asociación sierra bellavista								
Rancagua	335.495	316.505	293.060	266.418				
Pimpinela		316.505	293.060	266.418				

Fuente: Elaborado por los autores en base a CIREN – CORFO (2002).

Cuadro 210: Valor de suelo en predios frutales estimado para el decimocuarto tramo de la cuenca del Cachapoal (Ri-01).

Serie	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Asociación Lajueta								
Asociación Sierra Bellavista								
Corcolen	2.397.373	2.219.790	2.036.505					
Los lingues			2.036.505	1.851.368				
Maiten de malloa		2.219.790	2.036.505	1.851.368				
Malloa	2.397.373	2.219.790	2.036.505	1.851.368				
Miravalle			2.036.505	1.851.368				
O Higgins	2.397.373	2.219.790	2.036.505					
Pimpinela		2.219.790	2.036.505	1.851.368				
San vicente			2.036.505	1.851.368				
Terraza aluvial Antivero			2.036.505	1.851.368				
Terraza aluvial rio claro		2.219.790	2.036.505	1.851.368				
Zamorano		2.219.790	2.036.505	1.851.368				

Fuente: Elaborado por los autores en base a CIREN – CORFO (2002).

Cuadro 211: Valor de suelo en predios hortícolas estimado para el decimocuarto tramo de la cuenca del Cachapoal (Ri-01).

Serie	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Asociación Lajuela								
Asociación Sierra Bellavista								
Corcolen	3.706.165	3.496.382	3.237.390					
Los lingües			3.237.390	2.943.081				
Maiten de malloa		3.496.382	3.237.390	2.943.081				
Malloa	3.706.165	3.496.382	3.237.390	2.943.081				
Miravalle			3.237.390	2.943.081				
O'Higgins	3.706.165	3.496.382	3.237.390					
Pimpinela		3.496.382	3.237.390	2.943.081				
San vicente			3.237.390	2.943.081				
Terraza aluvial Antivero			3.237.390	2.943.081				
Terraza aluvial rio claro		3.496.382	3.237.390	2.943.081				
Zamorano		3.496.382	3.237.390	2.943.081				

Fuente: Elaborado por los autores en base a CIREN – CORFO (2002).

Cuadro 212: Valor de suelo en predios con cultivos anuales estimado para el decimocuarto tramo de la cuenca del Cachapoal (Ri-01).

Serie	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Asociación Lajuela								
Asociación Sierra Bellavista								
Corcolen	335.495	316.505	293.060					
Los lingües			293.060	266.418				
Maiten de malloa		316.505	293.060	266.418				
Malloa	335.495	316.505	293.060	266.418				
Miravalle			293.060	266.418				
O'Higgins	335.495	316.505	293.060					
Pimpinela		316.505	293.060	266.418				
San vicente			293.060	266.418				
Terraza aluvial Antivero			293.060	266.418				
Terraza aluvial rio claro		316.505	293.060	266.418				
Zamorano		316.505	293.060	266.418				

Fuente: Elaborado por los autores en base a CIREN – CORFO (2002).

Cuadro 213: Valor de suelo en predios frutales estimado para el decimoquinto, decimosexto y decimoséptimo tramos de la cuenca del Cachapoal (av-01, av-02, av-03).

Serie	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Antivero	2.397.373	2.219.790	2.036.505	1.851.368				
Asociación Lajuela								
Asociación sierra bellavista								
Callejones		2.219.790	2.036.505					
Goyana			2.036.505	1.851.368				
Loma grande			2.036.505	1.851.368				
Los lingües			2.036.505	1.851.368				
Macarena			2.036.505	1.851.368				
Polonia			2.036.505	1.851.368				
Puente negro			2.036.505	1.851.368				
Talcarehue	2.397.373	2.219.790						
Yaquil			2.036.505	1.851.368				

Fuente: Elaborado por los autores en base a CIREN – CORFO (2002).

Cuadro 214: Valor de suelo en predios hortícolas estimado para el decimoquinto, decimosexto y decimoséptimo tramos de la cuenca del Cachapoal (av-01, av-02, av-03).

Serie	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Antivero	3.706.165	3.496.382	3.237.390	2.943.081				
Asociación Lajuela								
Asociación sierra bellavista								
Callejones		3.496.382	3.237.390					
Goyana			3.237.390	2.943.081				
Loma grande			3.237.390	2.943.081				
Los lingües			3.237.390	2.943.081				
Macarena			3.237.390	2.943.081				
Polonia			3.237.390	2.943.081				
Puente negro			3.237.390	2.943.081				
Talcarehue	3.706.165	3.496.382						
Yaquil			3.237.390	2.943.081				

Fuente: Elaborado por los autores en base a CIREN – CORFO (2002).

Cuadro 215. Valor de suelo en predios hortícolas estimado para el decimoquinto, decimosexto y decimoséptimo tramos de la cuenca del Cachapoal (av-01, av-02, av-03).

Serie	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Antivero	335.495	316.505	293.060	266.418				
Asociación Lajuela								
Asociación sierra bellavista								
Callejones		316.505	293.060					
Goyana			293.060	266.418				
Loma grande			293.060	266.418				
Los lingües			293.060	266.418				
Macarena			293.060	266.418				
Polonia			293.060	266.418				
Puente negro			293.060	266.418				
Talcarehue	335.495	316.505						
Yaquil			293.060	266.418				

Fuente: Elaborado por los autores en base a CIREN – CORFO (2002).

6.5 PROYECCIÓN DE EFECTOS

El Anteproyecto de Norma Secundaria de Calidad del Agua se orienta a modificar el valor de algunos componentes físico – químicos, inorgánicos, metales esenciales, metales no esenciales, e indicadores microbiológicos del agua de riego con el objetivo de preservar las calidades actuales de las aguas o en su defecto protegerlas de deterioro futuro.

De acuerdo al análisis del capítulo 5 “resumen de parámetros” y al análisis de los cuadros 109 al 113 se concluyó que los mayores problemas por posibles efectos tóxicos, se relacionan con los parámetros Cloro, Sulfatos, Hierro, Manganeseo, Molibdeno y Aluminio. Por tanto, aunque los valores propuestos por el Anteproyecto de Norma para Cloro, Sulfatos, Molibdeno y Aluminio aumentan con respecto a la situación original propuesta y expuesta en el anexo 7 y en el capítulo 4 (tabla 4.17) del estudio CADE-IDEPE, para el caso de los dos primeros parámetros por las condiciones de conductividad eléctrica presentes en la cuenca (la cuenca presenta una conductividad eléctrica promedio de 536,8 us/cm), no existen posibilidades de acumulación o de salinización de suelos, por tanto dichos parámetros no serán evaluados .

Para el caso del Molibdeno al no existir información sobre su comportamiento en los suelos y sobre su efecto tóxico en las plantas no será evaluados.

Para el caso del Aluminio presenta su forma fitotóxica como Al^{+3} , sin embargo dicha forma se inactiva en suelos con pH superiores a 5,6. La cuenca del Cachapoal presenta como promedio un pH igual a 6,6 valor que deja inactivo y que no permite la acumulación de Al^{+3} en el suelo.

Para el caso del Hierro, la proyección de pérdidas económicas no se realiza por no contar con información anexa con la cuál poder realizar algún tipo de proyección medianamente confiable, sin embargo solo se puede enfatizar que por las condiciones de pH presente en los suelos (entre pH 5 y 7) de la cuenca del Cachapoal existe probabilidad de presencia de efectos de fitotoxicidad por este elemento.

Para el caso del Manganeseo por las características de CIC que presentan los suelos de la cuenca del Cachapoal es posible su acumulación en los suelos de dicha cuenca. A continuación, para el parámetro Manganeseo se presenta una proyección (en un horizonte de 10 años) de las potenciales pérdidas económicas ante el escenario de la inexistencia de la Norma Secundaria de Calidad de Aguas en la cuenca del Río Cachapoal. La proyección de los efectos potenciales se presenta en los cuadros 217 al 244, corresponden sólo a aproximaciones, ya que es imposible determinar con exactitud la tasa de acumulación anual de cada uno de los parámetros, debido al sinnúmero de variables que intervienen en dicho proceso. Cada una de las evaluaciones expuestas a continuación cuentan con los siguientes cuadros:

- i. Cuadro de magnitud de pérdida de rendimiento: Este cuadro determina las concentraciones umbrales sobre las que se producen mermas en el rendimiento comercial. Se debe destacar que dichas poérridas de rendimiento solo corresponden a aproximaciones debido a que es imposible establecer con exactitud la merma de rendimiento en cada caso.
- ii. Cuadro de acumulación de parámetro a través del tiempo: Este cuadro muestra la posible acumulación de un determinado elemento en el suelo en forma anual ante la inexistencia de Anteproyecto de Norma. Se debe destacar que

dichas acumulaciones de rendimiento solo corresponden a aproximaciones debido a que es imposible establecer con exactitud la tasa de acumulación en los suelos, ya que esta depende de diversos factores (CIC, pH, Temperatura, etc).

- iii. Cuadro de evaluación de pérdidas económicas: Este cuadro muestra las pérdidas económicas posibles de ocurrir en un horizonte de 10 años ante la inexistencia de Anteproyecto de Norma.

6.5.1 Manganeso:

Para el caso de Manganeso, se estableció una posible curva de acumulación del parámetro en el suelo que responde a la forma indicada en la Figura 63, a una tasa de acumulación diferente de acuerdo a la situación en cada tramo.

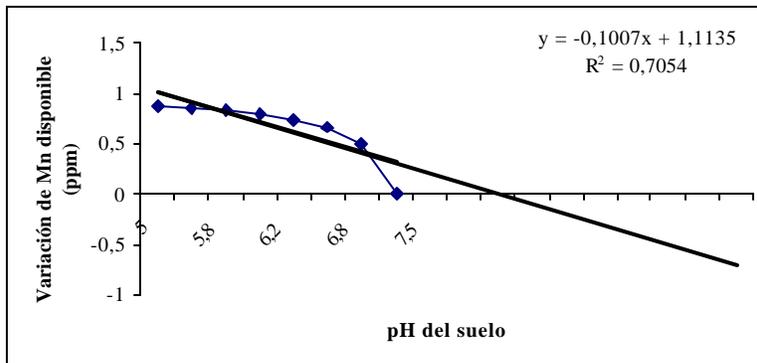


Figura 63: Acumulación de Manganeso en el suelo.

Fuente: Elaborado por los autores en base a Tisdale et al, 1995.

Los efectos de la acumulación de Manganeso en un escenario sin Anteproyecto de Norma Secundaria de Agua, se muestra en los cuadros 217 al 244 para los tramos 1, 2, 3, 5, 6 y 7 de la cuenca del río Cachapoal. Asimismo el criterio que establece la magnitud de la disminución del margen bruto se muestra en el cuadro 216.

Cuadro 216. Magnitud de pérdida de rendimiento.

Concentración de Manganeso y pérdida de rendimiento	
Mn es tóxico hasta 10 mg/L en suelos ácidos y en la región los suelos son alcalinos	
0-4 mg/L	1% pérdida de rendimiento
4-8 mg/L	2,5% pérdida de rendimiento
8-12 mg/L	5% pérdida de rendimiento

Fuente: Elaborado por los autores en base a Tisdale et al, 1995.

Manganeso en un horizonte de diez años en el tramo Río CA-01.

Fuente: Elaborado por los autores en base a Tisdale et al, 1995.

6.5.1.2 Segundo Tramo: Río Cachapoal rivera sur (CA-02).

Cuadro 221. Acumulación de Mn en el tramo CA-02.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4	4,6	5,2	5,8	6,4	7	7,6	8,2	8,8	9,4

Fuente: Elaborado por los autores en base a Tisdale et al, 1995.

Cuadro 222: Pérdidas económicas en frutales ocasionadas por acumulación de Manganeso en un horizonte de diez años en el tramo Río CA-02.

ca-02
pH: 6,5 Variación: 0,6

Frutal	MB/Há (e)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Vid de mesa	2.318.500	57.963	57.963	57.963	57.963	57.963	57.963	57.963	115.925	115.925	115.925
Ciruelo Japónes	996.200	24.905	24.905	24.905	24.905	24.905	24.905	24.905	49.810	49.810	49.810
Manzana roja	5.939.500	148.488	148.488	148.488	148.488	148.488	148.488	148.488	296.975	296.975	296.975
Durazno conservero	202.700	5.068	5.068	5.068	5.068	5.068	5.068	5.068	10.135	10.135	10.135
Nectarino	421.064	10.527	10.527	10.527	10.527	10.527	10.527	10.527	21.053	21.053	21.053
Naranja	3.582.000	89.550	89.550	89.550	89.550	89.550	89.550	89.550	179.100	179.100	179.100
Manzana Verde	5.253.155	131.329	131.329	131.329	131.329	131.329	131.329	131.329	262.658	262.658	262.658
Cerezo	2.764.803	69.120	69.120	69.120	69.120	69.120	69.120	69.120	138.240	138.240	138.240
Peral	4.684.480	117.112	117.112	117.112	117.112	117.112	117.112	117.112	234.224	234.224	234.224
Almendo	-592.000	-14.800	-14.800	-14.800	-14.800	-14.800	-14.800	-14.800	-29.600	-29.600	-29.600
TOTAL											

Fuente: Elaborado por los autores en base a Tisdale et al, 1995.

Cuadro 223. Pérdidas económicas en hortalizas ocasionadas por acumulación de Manganeso en un horizonte de diez años en el tramo Río CA-02.

Hortaliza	MB/Há (e)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Choclo	1.782.300	44.558	44.558	44.558	44.558	44.558	44.558	44.558	89.115	89.115	89.115
Tomate industrial	10.178.400	254.460	254.460	254.460	254.460	254.460	254.460	254.460	508.920	508.920	508.920
Sandía	2.646.000	66.150	66.150	66.150	66.150	66.150	66.150	66.150	132.300	132.300	132.300
Melón	110.000	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	5.500	5.500	5.500
Tomate de consumo fresco	9.601.900	240.048	240.048	240.048	240.048	240.048	240.048	240.048	480.095	480.095	480.095
Cebolla de guarda	-1.246.267	-31.157	-31.157	-31.157	-31.157	-31.157	-31.157	-31.157	-62.313	-62.313	-62.313
Zapallo temprano y guarda	1.086.000	27.150	27.150	27.150	27.150	27.150	27.150	27.150	54.300	54.300	54.300
Arveja verde	926.000	23.150	23.150	23.150	23.150	23.150	23.150	23.150	46.300	46.300	46.300
Poroto granado	1.243.000	31.075	31.075	31.075	31.075	31.075	31.075	31.075	62.150	62.150	62.150
Poroto verde	1.649.000	41.225	41.225	41.225	41.225	41.225	41.225	41.225	82.450	82.450	82.450
Ajo	100.154	2.504	2.504	2.504	2.504	2.504	2.504	2.504	5.008	5.008	5.008
Haba	911.000	22.775	22.775	22.775	22.775	22.775	22.775	22.775	45.550	45.550	45.550
Lechuga	1.034.768	25.869	25.869	25.869	25.869	25.869	25.869	25.869	51.738	51.738	51.738
Total											

Fuente: Elaborado por los autores en base a Tisdale et al, 1995.

Cuadro 224: Pérdidas económicas en cultivos anuales ocasionadas por acumulación de Manganeso en un horizonte de diez años en el tramo Río CA-02.

Cultivo/anual	MB/Há (e)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Maíz (grano seco)	376.864	9.422	9.422	9.422	9.422	9.422	9.422	9.422	18.843	18.843	18.843
Trigo candeal	225.280	5.632	5.632	5.632	5.632	5.632	5.632	5.632	11.264	11.264	11.264
Trigo blanco	240.080	6.002	6.002	6.002	6.002	6.002	6.002	6.002	12.004	12.004	12.004
Papa	373.748	9.344	9.344	9.344	9.344	9.344	9.344	9.344	18.687	18.687	18.687
Poroto de consumo interno	1.363.000	34.075	34.075	34.075	34.075	34.075	34.075	34.075	68.150	68.150	68.150
Arroz (con cáscara)	-191.250	-4.781	-4.781	-4.781	-4.781	-4.781	-4.781	-4.781	-9.563	-9.563	-9.563
Tabaco	208.500	5.213	5.213	5.213	5.213	5.213	5.213	5.213	10.425	10.425	10.425
Remolacha azucarera	68.840	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	3.442	3.442	3.442
Arveja (grano fresco)	926.000	23.150	23.150	23.150	23.150	23.150	23.150	23.150	46.300	46.300	46.300
Poroto de exportación	1.243.000	31.075	31.075	31.075	31.075	31.075	31.075	31.075	62.150	62.150	62.150
Cebada cervecera	123.540	3.089	3.089	3.089	3.089	3.089	3.089	3.089	6.177	6.177	6.177
Maravilla (semillero)	-48.217	-1.205	-1.205	-1.205	-1.205	-1.205	-1.205	-1.205	-2.411	-2.411	-2.411
Avena (grano seco)	-79.928	-1.998	-1.998	-1.998	-1.998	-1.998	-1.998	-1.998	-3.996	-3.996	-3.996
Total											

Fuente: Elaborado por los autores en base a Tisdale et al, 1995.

6.5.1.3 Tercer Tramo: Río Cachapoal en puente coinco (CA-03).

Cuadro 225. Acumulación de Mn en el tramo CA-03.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,64	1,24	1,84	2,44	3,04	3,64	4,24	4,84	5,44	6,04

Fuente: Elaborado por los autores en base a Tisdale et al, 1995.

Cuadro 226: Pérdidas económicas en frutales ocasionadas por acumulación de Manganeso en un horizonte de diez años en el tramo Río CA-03.

ca-03
pH: 6.5 Variación: 0.6

Frutal	MB/Há (e)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Vid de mesa	2.318.500	23.185	23.185	23.185	23.185	23.185	23.185	57.963	57.963	57.963	57.963
Ciruelo Japónes	996.200	9.962	9.962	9.962	9.962	9.962	9.962	24.905	24.905	24.905	24.905
Manzana roja	5.939.500	59.395	59.395	59.395	59.395	59.395	59.395	148.488	148.488	148.488	148.488
Durazno conservero	202.700	2.027	2.027	2.027	2.027	2.027	2.027	5.068	5.068	5.068	5.068
Nectarino	421.064	4.211	4.211	4.211	4.211	4.211	4.211	10.527	10.527	10.527	10.527
Naranja	3.582.000	35.820	35.820	35.820	35.820	35.820	35.820	89.550	89.550	89.550	89.550
Manzana Verde	5.253.155	52.532	52.532	52.532	52.532	52.532	52.532	131.329	131.329	131.329	131.329
Cerezo	2.764.803	27.648	27.648	27.648	27.648	27.648	27.648	69.120	69.120	69.120	69.120
Peral	4.684.480	46.845	46.845	46.845	46.845	46.845	46.845	117.112	117.112	117.112	117.112
Almendro	-592.000	-5.920	-5.920	-5.920	-5.920	-5.920	-5.920	-14.800	-14.800	-14.800	-14.800
TOTAL											

Fuente: Elaborado por los autores en base a Tisdale et al, 1995.

Cuadro 227. Pérdidas económicas en hortalizas ocasionadas por acumulación de Manganeso en un horizonte de diez años en el tramo Río CA-03.

Hortaliza	MB/Há (e)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Choclo	1.782.300	17.823	17.823	17.823	17.823	17.823	17.823	44.558	44.558	44.558	44.558
Tomate industrial	10.178.400	101.784	101.784	101.784	101.784	101.784	101.784	254.460	254.460	254.460	254.460
Sandía	2.646.000	26.460	26.460	26.460	26.460	26.460	26.460	66.150	66.150	66.150	66.150
Melón	110.000	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	2.750	2.750	2.750	2.750
Tomate de consumo fresco	9.601.900	96.019	96.019	96.019	96.019	96.019	96.019	240.048	240.048	240.048	240.048
Cebolla de guarda	-1.246.267	-12.463	-12.463	-12.463	-12.463	-12.463	-12.463	-31.157	-31.157	-31.157	-31.157
Zapallo temprano y guarda	1.086.000	10.860	10.860	10.860	10.860	10.860	10.860	27.150	27.150	27.150	27.150
Arveja verde	926.000	9.260	9.260	9.260	9.260	9.260	9.260	23.150	23.150	23.150	23.150
Poroto granado	1.243.000	12.430	12.430	12.430	12.430	12.430	12.430	31.075	31.075	31.075	31.075
Poroto verde	1.649.000	16.490	16.490	16.490	16.490	16.490	16.490	41.225	41.225	41.225	41.225
Ajo	100.154	1.002	1.002	1.002	1.002	1.002	1.002	2.504	2.504	2.504	2.504
Haba	911.000	9.110	9.110	9.110	9.110	9.110	9.110	22.775	22.775	22.775	22.775
Lechuga	1.034.768	10.348	10.348	10.348	10.348	10.348	10.348	25.869	25.869	25.869	25.869
Total											

Fuente: Elaborado por los autores en base a Tisdale et al, 1995.

Cuadro 228: Pérdidas económicas en cultivos anuales ocasionadas por acumulación de Manganeso en un horizonte de diez años en el tramo Río CA-03.

Cultivo anual	MB/Há (e)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Maíz (grano seco)	376.864	3.769	3.769	3.769	3.769	3.769	3.769	9.422	9.422	9.422	9.422
Trigo candeal	225.280	2.253	2.253	2.253	2.253	2.253	2.253	5.632	5.632	5.632	5.632
Trigo blanco	240.080	2.401	2.401	2.401	2.401	2.401	2.401	6.002	6.002	6.002	6.002
Papa	373.748	3.737	3.737	3.737	3.737	3.737	3.737	9.344	9.344	9.344	9.344
Poroto de consumo interno	1.363.000	13.630	13.630	13.630	13.630	13.630	13.630	34.075	34.075	34.075	34.075
Arroz (con cáscara)	-191.250	-1.913	-1.913	-1.913	-1.913	-1.913	-1.913	-4.781	-4.781	-4.781	-4.781
Tabaco	208.500	2.085	2.085	2.085	2.085	2.085	2.085	5.213	5.213	5.213	5.213
Remolacha azucarera	68.840	688	688	688	688	688	688	1.721	1.721	1.721	1.721
Arveja (grano fresco)	926.000	9.260	9.260	9.260	9.260	9.260	9.260	23.150	23.150	23.150	23.150
Poroto de exportación	1.243.000	12.430	12.430	12.430	12.430	12.430	12.430	31.075	31.075	31.075	31.075
Cebada cervecera	123.540	1.235	1.235	1.235	1.235	1.235	1.235	3.089	3.089	3.089	3.089
Maravilla (semillero)	-48.217	-482	-482	-482	-482	-482	-482	-1.205	-1.205	-1.205	-1.205
Avena (grano seco)	-79.928	-799	-799	-799	-799	-799	-799	-1.998	-1.998	-1.998	-1.998
Total											

Fuente: Elaborado por los autores en base a Tisdale et al, 1995.

6.5.1.4 Cuarto Tramo: Río Cachapoal en puente arqueado (CA-04).

Cuadro 229. Acumulación de Mn en el tramo CA-04.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5

Fuente: Elaborado por los autores en base a Tisdale et al, 1995.

Cuadro 230: Pérdidas económicas en frutales ocasionadas por acumulación de Manganeso en un horizonte de diez años en el tramo Río CA-04.

ca-04

pH: 6.6

Variación: 0.5

Frutal	MB/Há (e)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Vid de mesa	2.318.500	57.963	57.963	57.963	57.963	57.963	57.963	57.963	57.963	115.925	115.925
Ciruelo Japónes	996.200	24.905	24.905	24.905	24.905	24.905	24.905	24.905	24.905	49.810	49.810
Manzana roja	5.939.500	148.488	148.488	148.488	148.488	148.488	148.488	148.488	148.488	296.975	296.975
Durazno conservero	202.700	5.068	5.068	5.068	5.068	5.068	5.068	5.068	5.068	10.135	10.135
Nectarino	421.064	10.527	10.527	10.527	10.527	10.527	10.527	10.527	10.527	21.053	21.053
Naranja	3.582.000	89.550	89.550	89.550	89.550	89.550	89.550	89.550	89.550	179.100	179.100
Manzana Verde	5.253.155	131.329	131.329	131.329	131.329	131.329	131.329	131.329	131.329	262.658	262.658
Cerezo	2.764.803	69.120	69.120	69.120	69.120	69.120	69.120	69.120	69.120	138.240	138.240
Peral	4.684.480	117.112	117.112	117.112	117.112	117.112	117.112	117.112	117.112	234.224	234.224
Almendo	-592.000	-14.800	-14.800	-14.800	-14.800	-14.800	-14.800	-14.800	-14.800	-29.600	-29.600
TOTAL											

Fuente: Elaborado por los autores en base a Tisdale et al, 1995.

Cuadro 231. Pérdidas económicas en hortalizas ocasionadas por acumulación de Manganeso en un horizonte de diez años en el tramo Río CA-04.

Hortaliza	MB/Há (e)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Choclo	1.782.300	44.558	44.558	44.558	44.558	44.558	44.558	44.558	44.558	89.115	89.115
Tomate industrial	10.178.400	254.460	254.460	254.460	254.460	254.460	254.460	254.460	254.460	508.920	508.920
Sandía	2.646.000	66.150	66.150	66.150	66.150	66.150	66.150	66.150	66.150	132.300	132.300
Melón	110.000	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	5.500	5.500
Tomate de consumo fresco	9.601.900	240.048	240.048	240.048	240.048	240.048	240.048	240.048	240.048	480.095	480.095
Cebolla de guarda	-1.246.267	-31.157	-31.157	-31.157	-31.157	-31.157	-31.157	-31.157	-31.157	-62.313	-62.313
Zapallo temprano y guarda	1.086.000	27.150	27.150	27.150	27.150	27.150	27.150	27.150	27.150	54.300	54.300
Arveja verde	926.000	23.150	23.150	23.150	23.150	23.150	23.150	23.150	23.150	46.300	46.300
Poroto granado	1.243.000	31.075	31.075	31.075	31.075	31.075	31.075	31.075	31.075	62.150	62.150
Poroto verde	1.649.000	41.225	41.225	41.225	41.225	41.225	41.225	41.225	41.225	82.450	82.450
Ajo	100.154	2.504	2.504	2.504	2.504	2.504	2.504	2.504	2.504	5.008	5.008
Haba	911.000	22.775	22.775	22.775	22.775	22.775	22.775	22.775	22.775	45.550	45.550
Lechuga	1.034.768	25.869	25.869	25.869	25.869	25.869	25.869	25.869	25.869	51.738	51.738
Total											

Fuente: Elaborado por los autores en base a Tisdale et al, 1995.

Cuadro 232: Pérdidas económicas en cultivos anuales ocasionadas por acumulación de Manganeso en un horizonte de diez años en el tramo Río CA-04.

Cultivo/anual	MB/Há (e)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Maíz (grano seco)	376.864	9.422	9.422	9.422	9.422	9.422	9.422	9.422	9.422	18.843	18.843
Trigo candeal	225.280	5.632	5.632	5.632	5.632	5.632	5.632	5.632	5.632	11.264	11.264
Trigo blanco	240.080	6.002	6.002	6.002	6.002	6.002	6.002	6.002	6.002	12.004	12.004
Papa	373.748	9.344	9.344	9.344	9.344	9.344	9.344	9.344	9.344	18.687	18.687
Poroto de consumo interno	1.363.000	34.075	34.075	34.075	34.075	34.075	34.075	34.075	34.075	68.150	68.150
Arroz (con cáscara)	-191.250	-4.781	-4.781	-4.781	-4.781	-4.781	-4.781	-4.781	-4.781	-9.563	-9.563
Tabaco	208.500	5.213	5.213	5.213	5.213	5.213	5.213	5.213	5.213	10.425	10.425
Remolacha azucarera	68.840	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	1.721	3.442	3.442
Arveja (grano fresco)	926.000	23.150	23.150	23.150	23.150	23.150	23.150	23.150	23.150	46.300	46.300
Poroto de exportación	1.243.000	31.075	31.075	31.075	31.075	31.075	31.075	31.075	31.075	62.150	62.150
Cebada cervicera	123.540	3.089	3.089	3.089	3.089	3.089	3.089	3.089	3.089	6.177	6.177
Maravilla (semillero)	-48.217	-1.205	-1.205	-1.205	-1.205	-1.205	-1.205	-1.205	-1.205	-2.411	-2.411
Avena (grano seco)	-79.928	-1.998	-1.998	-1.998	-1.998	-1.998	-1.998	-1.998	-1.998	-3.996	-3.996
Total											

Fuente: Elaborado por los autores en base a Tisdale et al, 1995.

6.5.1.5 Quinto Tramo: Río Cachapoal a/j Coya (CA-05).

Cuadro 233. Acumulación de Mn en el tramo CA-05.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1,11	1,51	1,91	2,31	2,71	3,11	3,51	3,91	4,31	4,71

Fuente: Elaborado por los autores en base a Tisdale et al, 1995.

Cuadro 234: Pérdidas económicas en frutales ocasionadas por acumulación de Manganeso en un horizonte de diez años en el tramo Río CA-05.

ca-05
pH: 6,7 Variación: 0,4

Frutal	MB/Há (e)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Vid de mesa	2.318.500	23.185	23.185	23.185	23.185	23.185	23.185	23.185	23.185	57.963	57.963
Ciruelo Japonés	996.200	9.962	9.962	9.962	9.962	9.962	9.962	9.962	9.962	24.905	24.905
Manzana roja	5.939.500	59.395	59.395	59.395	59.395	59.395	59.395	59.395	59.395	148.488	148.488
Durazno conservero	202.700	2.027	2.027	2.027	2.027	2.027	2.027	2.027	2.027	5.068	5.068
Nectarino	421.064	4.211	4.211	4.211	4.211	4.211	4.211	4.211	4.211	10.527	10.527
Naranja	3.582.000	35.820	35.820	35.820	35.820	35.820	35.820	35.820	35.820	89.550	89.550
Manzana Verde	5.253.155	52.532	52.532	52.532	52.532	52.532	52.532	52.532	52.532	131.329	131.329
Cerezo	2.764.803	27.648	27.648	27.648	27.648	27.648	27.648	27.648	27.648	69.120	69.120
Peral	4.684.480	46.845	46.845	46.845	46.845	46.845	46.845	46.845	46.845	117.112	117.112
Almendo	-592.000	-5.920	-5.920	-5.920	-5.920	-5.920	-5.920	-5.920	-5.920	-14.800	-14.800
TOTAL											

Fuente: Elaborado por los autores en base a Tisdale et al, 1995.

Cuadro 235. Pérdidas económicas en hortalizas ocasionadas por acumulación de Manganeso en un horizonte de diez años en el tramo Río CA-05.

Hortaliza	MB/Há (e)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Choclo	1.782.300	17.823	17.823	17.823	17.823	17.823	17.823	17.823	17.823	44.558	44.558
Tomate industrial	10.178.400	101.784	101.784	101.784	101.784	101.784	101.784	101.784	101.784	254.460	254.460
Sandía	2.646.000	26.460	26.460	26.460	26.460	26.460	26.460	26.460	26.460	66.150	66.150
Melón	110.000	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	2.750	2.750
Tomate de consumo fresco	9.601.900	96.019	96.019	96.019	96.019	96.019	96.019	96.019	96.019	240.048	240.048
Cebolla de guarda	-1.246.267	-12.463	-12.463	-12.463	-12.463	-12.463	-12.463	-12.463	-12.463	-31.157	-31.157
Zapallo temprano y guarda	1.086.000	10.860	10.860	10.860	10.860	10.860	10.860	10.860	10.860	27.150	27.150
Arveja verde	926.000	9.260	9.260	9.260	9.260	9.260	9.260	9.260	9.260	23.150	23.150
Poroto granado	1.243.000	12.430	12.430	12.430	12.430	12.430	12.430	12.430	12.430	31.075	31.075
Poroto verde	1.649.000	16.490	16.490	16.490	16.490	16.490	16.490	16.490	16.490	41.225	41.225
Ajo	100.154	1.002	1.002	1.002	1.002	1.002	1.002	1.002	1.002	2.504	2.504
Haba	911.000	9.110	9.110	9.110	9.110	9.110	9.110	9.110	9.110	22.775	22.775
Lechuga	1.034.768	10.348	10.348	10.348	10.348	10.348	10.348	10.348	10.348	25.869	25.869
Total											

Fuente: Elaborado por los autores en base a Tisdale et al, 1995.

Cuadro 236: Pérdidas económicas en cultivos anuales ocasionadas por acumulación de Manganeso en un horizonte de diez años en el tramo Río CA-05.

Cultivo anual	MB/Há (e)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Maíz (grano seco)	376.864	3.769	3.769	3.769	3.769	3.769	3.769	3.769	3.769	94	94
Trigo candeal	225.280	2.253	2.253	2.253	2.253	2.253	2.253	2.253	2.253	56	56
Trigo blanco	240.080	2.401	2.401	2.401	2.401	2.401	2.401	2.401	2.401	60	60
Papa	373.748	3.737	3.737	3.737	3.737	3.737	3.737	3.737	3.737	93	93
Poroto de consumo interno	1.363.000	13.630	13.630	13.630	13.630	13.630	13.630	13.630	13.630	341	341
Aroz (con cáscara)	-191.250	-1.913	-1.913	-1.913	-1.913	-1.913	-1.913	-1.913	-1.913	-48	-48
Tabaco	208.500	2.085	2.085	2.085	2.085	2.085	2.085	2.085	2.085	52	52
Remolacha azucarera	68.840	688	688	688	688	688	688	688	688	17	17
Arveja (grano fresco)	926.000	9.260	9.260	9.260	9.260	9.260	9.260	9.260	9.260	232	232
Poroto de exportación	1.243.000	12.430	12.430	12.430	12.430	12.430	12.430	12.430	12.430	311	311
Cebada cervecera	123.540	1.235	1.235	1.235	1.235	1.235	1.235	1.235	1.235	31	31
Maravilla (semillero)	-48.217	-482	-482	-482	-482	-482	-482	-482	-482	-12	-12
Avena (grano seco)	-79.928	-799	-799	-799	-799	-799	-799	-799	-799	-20	-20
Total											

Fuente: Elaborado por los autores en base a Tisdale et al, 1995.

6.5.1.6 Sexto Tramo: Río Cachapoal en puente codao (CA-06).

Cuadro 237. Acumulación de Mn en el tramo CA-06.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,97	1,37	1,77	2,17	2,57	2,97	3,37	3,77	4,17	4,57

Fuente: Elaborado por los autores en base a Tisdale et al, 1995.

Cuadro 238: Pérdidas económicas en frutales ocasionadas por acumulación de Manganeso en un horizonte de diez años en el tramo Río CA-06.

ca-06
pH: 6,7 Variación: 0,4

Frutal	MB/Há (e)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Vid de mesa	2.318.500	23.185	23.185	23.185	23.185	23.185	23.185	23.185	23.185	57.963	57.963
Ciruelo Japónes	996.200	9.962	9.962	9.962	9.962	9.962	9.962	9.962	9.962	24.905	24.905
Manzana roja	5.939.500	59.395	59.395	59.395	59.395	59.395	59.395	59.395	59.395	148.488	148.488
Durazno conservero	202.700	2.027	2.027	2.027	2.027	2.027	2.027	2.027	2.027	5.068	5.068
Nectarino	421.064	4.211	4.211	4.211	4.211	4.211	4.211	4.211	4.211	10.527	10.527
Naranja	3.582.000	35.820	35.820	35.820	35.820	35.820	35.820	35.820	35.820	89.550	89.550
Manzana Verde	5.253.155	52.532	52.532	52.532	52.532	52.532	52.532	52.532	52.532	131.329	131.329
Cerezo	2.764.803	27.648	27.648	27.648	27.648	27.648	27.648	27.648	27.648	69.120	69.120
Peral	4.684.480	46.845	46.845	46.845	46.845	46.845	46.845	46.845	46.845	117.112	117.112
Almendro	-592.000	-5.920	-5.920	-5.920	-5.920	-5.920	-5.920	-5.920	-5.920	-14.800	-14.800
TOTAL											

Fuente: Elaborado por los autores en base a Tisdale et al, 1995.

Cuadro 239. Pérdidas económicas en hortalizas ocasionadas por acumulación de Manganeso en un horizonte de diez años en el tramo Río CA-06.

Hortaliza	MB/Há (e)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Choclo	1.782.300	17.823	17.823	17.823	17.823	17.823	17.823	17.823	17.823	44.558	44.558
Tomate industrial	10.178.400	101.784	101.784	101.784	101.784	101.784	101.784	101.784	101.784	254.460	254.460
Sandía	2.646.000	26.460	26.460	26.460	26.460	26.460	26.460	26.460	26.460	66.150	66.150
Melón	110.000	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	2.750	2.750
Tomate de consumo fresco	9.601.900	96.019	96.019	96.019	96.019	96.019	96.019	96.019	96.019	240.048	240.048
Cebolla de guarda	-1.246.267	-12.463	-12.463	-12.463	-12.463	-12.463	-12.463	-12.463	-12.463	-31.157	-31.157
Zapallo temprano y guarda	1.086.000	10.860	10.860	10.860	10.860	10.860	10.860	10.860	10.860	27.150	27.150
Arveja verde	926.000	9.260	9.260	9.260	9.260	9.260	9.260	9.260	9.260	23.150	23.150
Poroto granado	1.243.000	12.430	12.430	12.430	12.430	12.430	12.430	12.430	12.430	31.075	31.075
Poroto verde	1.649.000	16.490	16.490	16.490	16.490	16.490	16.490	16.490	16.490	41.225	41.225
Ajo	100.154	1.002	1.002	1.002	1.002	1.002	1.002	1.002	1.002	2.504	2.504
Haba	911.000	9.110	9.110	9.110	9.110	9.110	9.110	9.110	9.110	22.775	22.775
Lechuga	1.034.768	10.348	10.348	10.348	10.348	10.348	10.348	10.348	10.348	25.869	25.869
Total											

Fuente: Elaborado por los autores en base a Tisdale et al, 1995.

Cuadro 240: Pérdidas económicas en cultivos anuales ocasionadas por acumulación de Manganeso en un horizonte de diez años en el tramo Río CA-06.

Cultivo anual	MB/Há (e)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Maíz (grano seco)	376.864	3.769	3.769	3.769	3.769	3.769	3.769	3.769	3.769	9.422	9.422
Trigo candeal	225.280	2.253	2.253	2.253	2.253	2.253	2.253	2.253	2.253	5.632	5.632
Trigo blanco	240.080	2.401	2.401	2.401	2.401	2.401	2.401	2.401	2.401	6.002	6.002
Papa	373.748	3.737	3.737	3.737	3.737	3.737	3.737	3.737	3.737	9.344	9.344
Poroto de consumo interno	1.363.000	13.630	13.630	13.630	13.630	13.630	13.630	13.630	13.630	34.075	34.075
Arroz (con cáscara)	-191.250	-1.913	-1.913	-1.913	-1.913	-1.913	-1.913	-1.913	-1.913	-4.781	-4.781
Tabaco	208.500	2.085	2.085	2.085	2.085	2.085	2.085	2.085	2.085	5.213	5.213
Remolacha azucarera	68.840	688	688	688	688	688	688	688	688	1.721	1.721
Arveja (grano fresco)	926.000	9.260	9.260	9.260	9.260	9.260	9.260	9.260	9.260	23.150	23.150
Poroto de exportación	1.243.000	12.430	12.430	12.430	12.430	12.430	12.430	12.430	12.430	31.075	31.075
Cebada cervecera	123.540	1.235	1.235	1.235	1.235	1.235	1.235	1.235	1.235	3.089	3.089
Maravilla (semillero)	-48.217	-482	-482	-482	-482	-482	-482	-482	-482	-1.205	-1.205
Avena (grano seco)	-79.928	-799	-799	-799	-799	-799	-799	-799	-799	-1.998	-1.998
Total											

Fuente: Elaborado por los autores en base a Tisdale et al, 1995.

6.5.1.7 Séptimo Tramo: Río Cachapoal en Termas de Cauquenes (CA-07).

Cuadro 241. Acumulación de Mn en el tramo CA-07.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,33	0,93	1,53	2,13	2,73	3,33	3,93	4,53	5,13	5,73

Fuente: Elaborado por los autores en base a Tisdale et al, 1995.

Cuadro 242: Pérdidas económicas en frutales ocasionadas por acumulación de Manganeso en un horizonte de diez años en el tramo Río CA-07.

ca-07
pH: 6.5 Variación: 0.6

Frutal	MB/Há (e)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Vid de mesa	2.318.500	23.185	23.185	23.185	23.185	23.185	23.185	23.185	23.185	57.963	57.963
Ciruelo Japónes	996.200	9.962	9.962	9.962	9.962	9.962	9.962	9.962	9.962	24.905	24.905
Manzana roja	5.939.500	59.395	59.395	59.395	59.395	59.395	59.395	59.395	59.395	148.488	148.488
Durazno conservero	202.700	2.027	2.027	2.027	2.027	2.027	2.027	2.027	2.027	5.068	5.068
Nectarino	421.064	4.211	4.211	4.211	4.211	4.211	4.211	4.211	4.211	10.527	10.527
Naranja	3.582.000	35.820	35.820	35.820	35.820	35.820	35.820	35.820	35.820	89.550	89.550
Manzana Verde	5.253.155	52.532	52.532	52.532	52.532	52.532	52.532	52.532	52.532	131.329	131.329
Cerezo	2.764.803	27.648	27.648	27.648	27.648	27.648	27.648	27.648	27.648	69.120	69.120
Peral	4.684.480	46.845	46.845	46.845	46.845	46.845	46.845	46.845	46.845	117.112	117.112
Almendro	-592.000	-5.920	-5.920	-5.920	-5.920	-5.920	-5.920	-5.920	-5.920	-14.800	-14.800
TOTAL											

Fuente: Elaborado por los autores en base a Tisdale et al, 1995.

Cuadro 243. Pérdidas económicas en hortalizas ocasionadas por acumulación de Manganeso en un horizonte de diez años en el tramo Río CA-07.

Hortaliza	MB/Há (e)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Choclo	1.782.300	17.823	17.823	17.823	17.823	17.823	17.823	17.823	17.823	44.558	44.558
Tomate industrial	10.178.400	101.784	101.784	101.784	101.784	101.784	101.784	101.784	101.784	254.460	254.460
Sandía	2.646.000	26.460	26.460	26.460	26.460	26.460	26.460	26.460	26.460	66.150	66.150
Melón	110.000	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	2.750	2.750
Tomate de consumo fresco	9.601.900	96.019	96.019	96.019	96.019	96.019	96.019	96.019	96.019	240.048	240.048
Cebolla de guarda	-1.246.267	-12.463	-12.463	-12.463	-12.463	-12.463	-12.463	-12.463	-12.463	-31.157	-31.157
Zapallo temprano y guarda	1.086.000	10.860	10.860	10.860	10.860	10.860	10.860	10.860	10.860	27.150	27.150
Arveja verde	926.000	9.260	9.260	9.260	9.260	9.260	9.260	9.260	9.260	23.150	23.150
Poroto granado	1.243.000	12.430	12.430	12.430	12.430	12.430	12.430	12.430	12.430	31.075	31.075
Poroto verde	1.649.000	16.490	16.490	16.490	16.490	16.490	16.490	16.490	16.490	41.225	41.225
Ajo	100.154	1.002	1.002	1.002	1.002	1.002	1.002	1.002	1.002	2.504	2.504
Haba	911.000	9.110	9.110	9.110	9.110	9.110	9.110	9.110	9.110	22.775	22.775
Lechuga	1.034.768	10.348	10.348	10.348	10.348	10.348	10.348	10.348	10.348	25.869	25.869
Total											

Fuente: Elaborado por los autores en base a Tisdale et al, 1995.

Cuadro 244: Pérdidas económicas en cultivos anuales ocasionadas por acumulación de Manganeso en un horizonte de diez años en el tramo Río CA-07.

Cultivo anual	MB/Há(e)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Maíz (grano seco)	376.864	3.769	3.769	3.769	3.769	3.769	3.769	3.769	9.422	9.422	9.422
Trigo candeal	225.280	2.253	2.253	2.253	2.253	2.253	2.253	2.253	5.632	5.632	5.632
Trigo blanco	240.080	2.401	2.401	2.401	2.401	2.401	2.401	2.401	6.002	6.002	6.002
Papa	373.748	3.737	3.737	3.737	3.737	3.737	3.737	3.737	9.344	9.344	9.344
Poroto de consumo interno	1.363.000	13.630	13.630	13.630	13.630	13.630	13.630	13.630	34.075	34.075	34.075
Arroz (con cáscara)	-191.250	-1.913	-1.913	-1.913	-1.913	-1.913	-1.913	-1.913	-4.781	-4.781	-4.781
Tabaco	208.500	2.085	2.085	2.085	2.085	2.085	2.085	2.085	5.213	5.213	5.213
Remolacha azucarera	68.840	688	688	688	688	688	688	688	1.721	1.721	1.721
Arveja (grano fresco)	926.000	9.260	9.260	9.260	9.260	9.260	9.260	9.260	23.150	23.150	23.150
Poroto de exportación	1.243.000	12.430	12.430	12.430	12.430	12.430	12.430	12.430	31.075	31.075	31.075
Cebada cervecera	123.540	1.235	1.235	1.235	1.235	1.235	1.235	1.235	3.089	3.089	3.089
Maravilla (semillero)	-48.217	-482	-482	-482	-482	-482	-482	-482	-1.205	-1.205	-1.205
Avena (grano seco)	-79.928	-799	-799	-799	-799	-799	-799	-799	-1.998	-1.998	-1.998
Total											

Fuente: Elaborado por los autores en base a Tisdale et al, 1995.

6.6 BALANCE BENEFICIO – COSTO

A continuación se presenta en los cuadros 245 al 250 el resumen con el impacto neto del Anteproyecto de Norma Secundaria de Calidad de Agua (diferencia entre beneficios y costos) en cada uno de los tramos de la cuenca, para cada uno de los tres rubros seleccionados (frutal, hortalizas y cultivos anuales).

Cuadro 245: Impacto neto del Anteproyecto de Norma sobre el rubro Frutal.

Efectos	Tramo									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Beneficio										
Valor del suelo	2.124.371	2.124.371	2.124.371	2.124.371	2.124.371	2.124.371	2.124.371	s/i	s/i	2.124.371
Total beneficio	2.124.371	2.124.371	2.124.371	2.124.371	2.124.371	2.124.371	2.124.371	s/i	s/i	2.124.371
Costo										
Reposición de goteros	70.054	70.054	70.054	70.054	70.054	70.054	70.054	70.054	70.054	70.054
Mantenimiento sistema de riego	14.916	14.916	14.916	14.916	14.916	14.916	14.916	14.916	14.916	14.916
Pérdida de rendimiento comercial	310.961	310.961	310.961	310.961	310.961	310.961	310.961	255.559	310.961	310.961
Total costo	395.931	395.931	395.931	395.931	395.931	395.931	395.931	340.529	395.931	395.931
Márgen bruto	1.728.440	-340.529	-395.931	1.728.440						

Fuente: Elaborado por los autores en base a Tisdale et al, 1995.

Cuadro 246: Impacto neto del Anteproyecto de Norma sobre el rubro Frutal.

Efectos	Tramo						
	11	12	13	14	15	16	17
Beneficio							
Valor del suelo	2.124.371	2.124.371	2.124.371	s/i	2.124.371	2.124.371	2.124.371
Total beneficio	2.124.371	2.124.371	2.124.371	s/i	2.124.371	2.124.371	2.124.371
Costo							
Reposición de goteros	70.054	70.054	70.054	70.054	70.054	70.054	70.054
Mantenimiento sistema de riego	14.916	14.916	14.916	14.916	14.916	14.916	14.916
Pérdida de rendimiento comercial	310.961	255.559	s/i	310.916	310.916	310.916	310.916
Total costo	395.931	340.529	84.970	395.886	395.886	395.886	395.886
Márgen bruto	1.728.440	1.783.842	2.039.401	-395.886	1.728.485	1.728.485	1.728.485

Fuente: Elaborado por los autores en base a Tisdale et al, 1995.

Cuadro 247: Impacto neto del Anteproyecto de Norma sobre el rubro Hortalizas.

Efectos	Tramo									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Beneficio										
Valor del suelo	3.324.623	3.324.623	3.324.623	3.324.623	3.324.623	3.324.623	3.324.623	s/i	s/i	3.324.623
Total beneficio	3.324.623	3.324.623	3.324.623	3.324.623	3.324.623	3.324.623	3.324.623	s/i	s/i	3.324.623
Costo										
Reposición de goteros	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mantenición sistema de riego	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pérdida de rendimiento comercial	183.021	183.021	183.021	183.021	183.021	183.021	453.405	453.405	183.021	183.021
Total costo	429.321	183.021	183.021	183.021	183.021	183.021	453.405	453.405	183.021	183.021
Márgen bruto	2.895.302	3.141.602	3.141.602	3.141.602	3.141.602	3.141.602	2.871.218	-453.405	-183.021	3.141.602

Fuente: Elaborado por los autores en base a Tisdale et al, 1995.

Cuadro 248: Impacto neto del Anteproyecto de Norma sobre el rubro Hortalizas.

Efectos	Tramo						
	11	12	13	14	15	16	17
Beneficio							
Valor del suelo	3.324.623	3.324.623	3.324.623	s/i	3.324.623	3.324.623	3.324.623
Total beneficio	3.324.623	3.324.623	3.324.623	s/i	3.324.623	3.324.623	3.324.623
Costo							
Reposición de goteros	0	0	0	0	0	0	0
Mantenición sistema de riego	0	0	0	0	0	0	0
Pérdida de rendimiento comercial	183.021	453.405	s/i	183.021	183.021	183.021	183.021
Total costo	183.021	453.405	s/i	183.021	183.021	183.021	183.021
Márgen bruto	3.141.602	2.871.218	3.324.623	-183.021	3.141.602	3.141.602	3.141.602

Fuente: Elaborado por los autores en base a Tisdale et al, 1995.

Cuadro 249: Impacto neto del Anteproyecto de Norma sobre el rubro Cultivos anuales.

Efectos	Tramo									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Beneficio										
Valor del suelo	300.957	300.957	300.957	300.957	300.957	300.957	300.957	s/i	s/i	300.957
Total beneficio	300.957	300.957	300.957	300.957	300.957	300.957	300.957	s/i	s/i	300.957
Costo										
Reposición de goteros	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mantenición sistema de riego	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pérdida de rendimiento comercial	16.014	16.014	65.265	65.265	65.265	65.265	65.749	65.749	65.265	65.265
Total costo	16.014	16.014	65.265	65.265	65.265	65.265	65.749	65.749	65.265	65.265
Márgen bruto	284.943	284.943	235.692	235.692	235.692	235.692	235.208	-65.749	-65.749	235.692

Fuente: Elaborado por los autores en base a Tisdale et al, 1995.

Cuadro 250: Impacto neto del Anteproyecto de Norma sobre el rubro Cultivos anuales.

Efectos	Tramo						
	11	12	13	14	15	16	17
Beneficio							
Valor del suelo	300.957	300.957	300.957	s/i	300.957	300.957	300.957
Total beneficio	300.957	300.957	300.957	s/i	300.957	300.957	300.957
Costo							
Reposición de goteros	0	0	0				
Mantenición sistema de riego	0	0	0				
Pérdida de rendimiento comercial	65.265	65.749	s/i	65.265	65.265	65.265	65.265
Total costo	65.265	65.749	s/i				
Márgen bruto	235.692	235.208	300.957	-65.265	300.957	300.957	300.957

Fuente: Elaborado por los autores en base a Tisdale et al, 1995.

7. CONCLUSIONES

1. El impacto económico neto del Anteproyecto de Norma Secundaria de Calidad de Agua en la cuenca del río Cachapoal es positivo ya que genera beneficios que oscilan entre los \$300.957 y \$3.324.623 por hectárea.
2. La aplicación de valores máximos para el parámetro Cloruro en la cuenca del río Cachapoal genera costos por pérdida de rendimiento comercial y margen bruto por hectárea en los 16 tramos de la cuenca del Cahapoal (excepto tramo Pa-01).
3. El principal beneficio del Anteproyecto de Norma en la cuenca del río Cachapoal es la generación de una externalidad positiva que se refiere a la preservación de los suelos (preservación de su potencial productivo) y por ende a la preservación del valor comercial de ellos.
4. Los costos generados por el Anteproyecto de Norma son mínimos y oscilan entre los \$14.000 a \$310.000 por hectárea.
5. El impacto neto del Anteproyecto de Norma en la cuenca del río Cachapoal sobre el rubro frutales oscila entre \$40.540 por hectárea para el caso de los Duraznos hasta \$1.187.900 por hectárea para el caso de las Manzanas.
6. El impacto neto del Anteproyecto de Norma en la cuenca del río Cachapoal sobre el rubro hortalizas oscila entre \$248.600 por hectárea para el caso de los porotos granados hasta \$1.920.380 por hectárea para el caso de tomates para consumo fresco.
7. El impacto neto del Anteproyecto de Norma en la cuenca del río Cachapoal sobre el rubro cultivos anuales oscila entre \$13.768 por hectárea para el caso de la remolacha hasta \$75.373 por hectárea para el caso del maíz.

8.LITERATURA CITADA

1. ADRIANO, D. 1992. Biogeochemistry of trace metals. Lewis Publishers. Boca Raton. 513 p.
2. BADE, S. 2003. Clasificación preliminar de accesiones de *Bromus valdivianus* Phil., *Agrostis capillaris* L. Y *Holcus lanatus*., según tolerancia al Aluminio en solución. Tesis Lic. Agr. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias.109 p.
3. BOHN, H., McNEAL, B. Y O'CONNOR, G. 1993. Química de suelos. 3ª ed. México. Limus. 370.
4. BOLT, G.H. and BRUGGENWERT, M.G.M. 1976. Soil chemistry a basic elements. Elsevier Scientific Pub. Co., N.Y., USA. 614 p.
5. BINGHAM, F.T. y GARBER, M.J. 1960. Solubility and availability of micronutrient in relation to phosphorus fertilization. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 24: 209-213.
6. CIREN – ODEPA. 2005. Catastro frutícola, principales resultados IV Región. Santiago, Chile. 33 p.
7. DAVIES, B.E. 1981. Applied soil trace elements. Wiley & Sons, N.Y., USA. 482 p.
8. DE LA FUENTE, J.M. Y HERRERA, L. 1999. Advances in the understanding of aluminum toxicity and the development of aluminum tolerant transgenic plants. Advances in Agronomy (USA) 66: 103-117.
9. DEVLIN, R.M. 1969Plants Physiology. 2nd. Ed .N.Y., USA. 446 p.
10. EVANS, K.J., MITCHELL, I.G. y SALAU, B. 1979. Heavy metal accumulation in soils irrigated by sewage and effects in the plant-animal system. Progressive Water technology (Pergamon Press). 11: 339-352.
11. FAO. 1987. Estudio FAO riego y drenaje 29: La calidad del agua en la agricultura. Primera edición, Italia. FAO. 174
12. FERGUSSON, J.E. 1990. The heavy elements: chemistry, environmental impact and health effects. Pergamon Press, N.Y. USA. 614 p.
13. FOY, C.D., CHANEY, R.L. y WHITE, M.C. 1978. The physiology of metal toxicity in plants. Annual Rewiew of plants fisiology (USA) 29: 511-566.
14. GONZALEZ, S. 2001. Tasaciones agrícolas.Ediciones Universidad Tecnológica Metropolitana. Santiago, Chile. 321 p.
15. HEENAN, D. P. Y CAMPBELL. 1990. The influence of temperature on the acumulation and distribution of manganese in two cultivar of soybean. Aust. J. agric. Res. 41: 835-843.
16. JONES, L.H.P. Y LEEPER, G.W. 1951. Available manganese oxides in neutral and alkaline soils. Plant and soil. 3: 154-159.
17. MARSCHNER, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. 2th ed. San Diego, USA. Academia Press. 889 p.
18. MAAS, E.V. 1984. SALT tolerance of plants. In: The Handbook of plants Science in Agriculture. B.R. Christie (ed). CRC Press, Boca Raton, Florida, USA.
19. NAKAYAMA, F.S. 1982. Water analysis and treatment techniques to control emitter plugging. Proc. Irrigation Association Conference, 21-24 Febrero 1982. Portland, Oregon, USA.
20. NAZRUL, A. K. M. 1986. Effects of interaction of calcium and manganese on the growth and nutrition of *Epilobium hirsutum* L. Soil Sci. Plant Nutr. 32:161-168.

21. ODEPA. 2001. Agricultura Chilena, rubros según tipo de productor y localización geográfica. Documento de trabajo N° 8. 170 p.
22. OLAVARRIA, J. y TRONCOSO, J. 2003. Formulación y evaluación de proyectos de inversión agropecuarios, Tópico VI. Universidad de Talca. En: Fundamentos en gestión para productores agropecuarios: Tópicos y estudios de casos consensuados por universidades chilenas. Universidad Católica de Valparaíso, Universidad Austral de Chile, Universidad de Concepción, Universidad de Chile, Pontificia Universidad Católica de Chile, Universidad de Talca y Universidad Adolfo Ibáñez. Editado y producido por el Programa de gestión Agropecuaria de Fundación Chile.
23. RAZETO, B. 1969. The effects of cooper toxicity on deciduous fruit trees. M.Sc. Davis, Univ. of California, USA. 78 p.
24. RAZETO, B. 1993. La nutrición mineral de los frutales, deficiencias y excesos. SOQUIMICH. Santiago, Chile.
25. RENGEL, Z. y ROBISONSON D.L. 1989. Aluminum effects on growth and macronutrient uptake by annual ryegrass. *Agronomy Journal (USA)* 81: 208-215.
26. REUTER, W. y LABANAUSKAUS, C.K. 1966. Cooper. In: CHAPMAN, H.D.. Diagnostic criteria for plants and soils. California, Div. Agr. Sci. 157-175 p.
27. ROY, A.K., SHARMA, A. Y TALUKDER, G. 1998. Some aspects of aluminum toxicity in plants. *The Botanical Review (USA)* 54: 145-178.
28. SOCIEDAD QUIMICA Y MINERA DE CHILE. Agenda del Salitre. Ed. Universitaria. 2001
29. THE TEXAS A&M UNIVERSITY SYSTEM. 1996. Irrigation Quality Standards and Salinity Management Strategies, Texas Agricultural Extension Services.
30. TISDALE, S. y NELSON, W. 1995. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Barcelona, España.
31. THOMPSON, L. M. 1965. El suelo y su fertilidad. Editorial Reverté S.A. 407 p.
32. Wang, Y.P. and C.H. Liao. 1999. The uptake of heavy metals by crop. In: *The Establishment of Monitoring Database of Heavy Metals in the Crop*. Taiwan Agricultural Chemical and Toxic Substances Research Institute (TACTRI), Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC, pp. 57-60.
33. ZULOAGA, R. 1994. Toxicidad de Metales pesados en seres humanos. Simposio sobre contaminación ambiental de metales pesados en Chile. Santiago, Chile. 63-83

9. ANEXOS

9.1 ANEXO I

(1)	(2)A	(2)B	(2)C	(3)
As	--	--	--	As
Cd	Cd	--	Cd	Cd
Co	--	Co	--	--
Cr	--	--	Cr	--
Cu	Cu	Cu	--	--
Hg	Hg	--	Hg	Hg
Mo	Mo	Mo	--	--
Ni	--	--	Ni	--
Pb	Pb	--	Pb	Pb
Se	--	--	--	Se
V	--	--	--	--
Zn	Zn	Zn	--	--
--	--	Fe	--	--
--	Mn	Mn	--	--
--	--	--	--	In
--	--	--	--	Tl
--	--	--	--	Sb
--	--	--	--	Bi
--	--	--	--	Te

(1) Bolt y Bruggenwert, 1976; (2) Schalscha, 1989; (3) Fergusson, 1990

A Tóxicos a bajas concentraciones o cantidades
 B Esenciales, requeridos en cantidades trazas o muy pequeñas
 C No esenciales, efectos biológicos se limitan a toxicidad

Figura. 1: Metales pesados y elementos traza según diversos autores.
 Fuente: Carrasco, 1994.

Element	Levels usually found in		Soil/crop ratio
	Soils* (kg/ha)	Crops (mg/kg)	
Iron (Fe)	56,000	2	1:28,000
Manganese (Mn)	2,200	0.5	1:4,400
Zinc (Zn)	110	0.3	1:366
Copper (Cu)	45	0.1	1:450
Nickel (Ni)	45	0.02	1:2,250
Boron (B)	22	0.2	1:110
Molybdenum (Mo)	5	0.02	1:250
Chlorides (Cl)	22	2.5	1:0.9
Silicates (Co)	18	0.02	1:900

* In 15 cm of topsoil

Figura. 2: Contenido de micro nutrientes en el suelo y los cultivos.
 Fuente: Food & Fertilizer Technology Center. 2001

Element	Normal range found in soils ¹	Critical total concentration in soil ²	Normal range in plants ¹	Critical concentration in plants ³	
				Upper	Lower
mg/kg					
Cobalt (Co)	0.5 - 65	25 - 60	0.02 - 1	15 - 50	4 - 40
Copper (Cu)	N2 - 250	60 - 125	5 - 20	20 - 100	5 - 64
Molybdenum (Mo)	0.1 - 40	2 - 10	0.03 - 5	10 - 50	--
Manganese (Mn)	20 - 10,000	1500 - 3,000	20 - 1,000	300 - 500	100 - 7,000
Nickel (Ni)	2 - 750	100	0.02 - 5	10 - 100	8 - 220
Zinc (Zn)	1 - 900	70 - 400	1 - 400	100 - 400	100 - 900

1: Bowen (1979)

2: Kabata-Pendias and Pendias (1992)

3: Critical concentration. Upper = levels above which toxicity effects are likely, data from Kabata-Pendias and Pendias (1992). Lower = Values likely to cause 10% depression in yield, data from McNichol and Beckett (1985).

Source: (Alloway 1990)

Figura. 3: Concentración de micro nutrientes en suelos y plantas.

Fuente: Food & Fertilizer Technology Center. 2001

Clase de problema	Unidad	Restricción del Uso		
		Ninguna	Ligera a Moderada	Severa ²
Salinidad³ (afecta la disponibilidad de agua)				
Eca	dS/m	< 1	1,0 - 2,7	> 2,7
Toxicidad (iones específicos que afectan el crecimiento)				
Sodio (Na ⁺) ⁴	me/l	< 20	-	-
Cloro (Cl ⁻) ⁴	me/l	< 4	4 - 15	> 15
Boro (B)	me/l	< 1	1 - 3	> 3
Varios				
Bicarbonato (HCO ₃ ⁻) ⁵	me/l	< 1,5	1,5 - 7,5	> 7,5
N-nitrato (NO ₃ -N)	mg/l	< 5	5 - 30	> 30

Figura. 4: Calidades de agua para el riego de la vid.

² Requiere condiciones favorables del suelo y un manejo especial, para tener éxito en los rendimientos.

³ Supone suficiente agua (riego + lluvia), para satisfacer las necesidades del cultivo y 15% extra para la lixiviación de las sales.

⁴ Las concentraciones de sodio o cloro por encima de 3 me/l en el riego del follaje, pueden provocar en condiciones extremas de aridez, una excesiva absorción foliar de estos iones, producir quemaduras en las hojas o daños en los cultivos. Cuando la aspersión se utiliza para enfriar los cultivos, por medio de interrupciones frecuentes de la aplicación de agua, los daños pueden ocurrir a concentraciones aún más bajas.

⁵ Los bicarbonatos aplicados con el riego por aspersión no son tóxicos, pero pueden formar depósitos blancos en las hojas y frutas, disminuyendo el valor comercial de los productos.

Fuente: Neja et al, 1978

common name	botanical name	SALINITY slope S	threshold T (100 % yield)	percent yield			slope	threshold (100 % yield) mg/L	BORON		
				85	70	40			85	70	40
		%(dS/m)	mg/L	average rootzone salinity, ECe			%(mg/L)	average rootzone boron, mg/l			
avocado	Persea americana	80.0	7	0.9	1.1	1.5					
peach	Prunus persica	21.0	1.7	2.4	3.1	4.6					
orange	Citrus sinensis	18.0	1.7	2.6	3.6	5.5					
grapefruit	Citrus paradisi	18.0	1.8	2.7	3.7	5.6					
grape	Vitis sp	9.6	1.5	3.1	4.6	7.8					
corn	Zea mays	12.0	1.7	3.0	4.2	6.7					
rice, paddy	Oryza sativa	12.0	3.0	4.3	5.5	8.0					
alfalfa	Medicago sativa	7.3	2.0	4.1	6.1	10.2					
sorghum	Sorghum bicolor	16.0	6.8	7.7	8.7	10.6	4.7	7.4	10.6	13.8	20.2
wheat	Triticum aestivum	7.1	6.0	8.1	10.2	14.5	3.3	1.0	5.5	10.1	19.2
sugar beet	Beta vulgaris	5.9	7.0	9.5	12.1	17.2	4.1	4.9	8.6	12.2	19.5
cotton	Gossypium hirsutum	5.2	7.7	10.6	13.5	19.2		10.0			
barley	Hordeum vulgare	5.0	8.0	11.0	14.0	20.0	4.4	3.4	6.8	10.2	17.0
wheat, soft	T. aestivum	3.0	8.6	13.6	18.6	28.6					
bean	Phaseolus vulgaris	19.0	1.0	1.8	2.6	4.2	12.0	1.0	2.3	3.5	6.0
onion	Allium cepa	16.0	1.2	2.1	3.1	5.0					
carrot	Daucus carota	14.0	1.0	2.1	3.1	5.3					
lettuce	Lactuca sativa	13.0	1.3	2.5	3.6	5.9	1.7	1.3	10.1	18.9	36.6
pepper	Capiscum annum	14.0	1.5	2.6	3.6	5.8					
bean	Vicia faba	9.6	1.0	2.6	4.1	7.3					
corn, sweet	Zea mays	12.0	1.7	3.0	4.2	6.7					
potato	Solanum tuberosum	12.0	1.7	3.0	4.2	6.7					
cucumber	Cucumis sativus	13.0	2.5	3.7	4.8	7.1					
cabbage	B. oleracea capitata	9.7	1.8	3.3	4.9	8.0					
squash, scallop	C. Pepo meliopepo	16.0	3.2	4.1	5.1	7.0					
tomato	Lycopersicon	9.9	2.5	4.0	5.5	8.6	3.4	5.7	10.1	14.5	23.3
broccoli	B. oleracea botylis	9.2	2.8	4.4	6.1	9.3	1.8	1.0	9.3	17.7	34.3
celery	Apium graveolens	6.2	1.8	4.2	6.6	11.5	3.2	9.5	14.5	19.2	28.6
beet, red	Beta vulgaris	9.0	4.0	5.7	7.3	10.7					
squash, zucchini	C. Pepo meliopepo	9.4	4.7	6.3	7.9	11.1					
asparagus	Asparagus officinalis	2.0	4.1	11.6	19.1	34.1					

Figura. 5: Pérdida de rendimiento en diferentes cultivos por distintas concentraciones de Boro.

Fuente: Neja et al, 1978

Poco tolerantes (26-38 mg/l)	Tolerancia media (40-48 mg/l)	Alta tolerancia 50 mg/l)
Durazno	Frutilla	Trigo
Palto	Damasco	Geranio
Limon	Naranja Valencia	Tomate
Ciruelo	Arroz	Gladiolo
Frejol (navy)	Sorgo	Algodón
Manzano	Alfalfa	Lino
	Frejol (kidney)	Maíz
		Cebada
		Remolacha

Figura. 6: Pérdida de rendimiento (20%) de diferentes cultivos ante distintas concentraciones de cloro en mg/l.

Fte: Eaton, FM. 1996. Chlorine. In Diagnostic criteria for plants and soils. HD Chapman (Ed). P. 98-135.

9.2 ANEXO II

Cuadro. 1: Valores sugeridos por FAO para los parámetros considerados en el Anteproyecto de Norma.

Compuestos	Unidad	FAO
1 Conductividad eléctrica	uS/cm	3000
2 DBO5	mg/L	S/I
4 Oxígeno disuelto	mg/L	S/I
5 pH	Unidad	7,5
8 Sólidos suspendidos	mg/L	2000
60 Coliformes fecales	NMP/100 ml	S/I
12 Cloruro	mg/L	15
15 Sulfato	mg/L	20
45 Boro	mg/L	3
46 Cobre	mg/L	0,2
48 Hierro	mg/L	5
49 Manganeseo	mg/L	0,2
50 Molibdeno	mg/L	0,01
51 Níquel	mg/L	0,2
53 Zinc	mg/L	2
54 Aluminio	mg/L	5
55 Arsénico	mg/L	0,1
59 Plomo	mg/L	5

Fuente: Elaborado por los autores en base a FAO 29.

9.3. ANEXO III

Cuadro. 2: Concentración de Cromo en la cuenca del río cachapoal medido en ug/l.

Cromo en la cuenca Cachapoal (ug/l)

Tramo	Cauce	CADE- IDEPE	Ant. Norma	FAO	Variación A. Norma v/s Cade	A, D ó I*	Variación A. Norma v/s FAO	A, D ó I*
1	Cachapoal en Chacayanes	s/i	32,00	0,00000010	s/i	s/i	-32,00	Aumenta
2	Cachapoal en Rivera Sur	s/i	32,00	0,00000010	s/i	s/i	-32,00	Aumenta
3	Cachapoal en pte. coinco	s/i	32,00	0,00000010	s/i	s/i	-32,00	Aumenta
4	Cachapoal en pte. Arqueado	s/i	32,00	0,00000010	s/i	s/i	-32,00	Aumenta
5	Cachapoal a/j Coya	s/i	32,00	0,00000010	s/i	s/i	-32,00	Aumenta
6	Cachapoal en pte. Codao	s/i	32,00	0,00000010	s/i	s/i	-32,00	Aumenta
7	Cachapoal en Termas Cauquenes	s/i	32,00	0,00000010	s/i	s/i	-32,00	Aumenta
8	Río Coya a/j Cachapoal	s/i	32,00	0,00000010	s/i	s/i	-32,00	Aumenta
9	Estero La Cadena	s/i	32,00	0,00000010	s/i	s/i	-32,00	Aumenta
10	Río Claro en hacienda las nieves	s/i	32,00	0,00000010	s/i	s/i	-32,00	Aumenta
11	Río Claro en pte. Zuñiga	s/i	32,00	0,00000010	s/i	s/i	-32,00	Aumenta
12	Estero Zamorano	s/i	32,00	0,00000010	s/i	s/i	-32,00	Aumenta
13	Estero Pangal	s/i	s/i	0,00000010	s/i	s/i	s/i	s/i
14	Estero Rigolemu	s/i	32,00	0,00000010	s/i	s/i	-32,00	Aumenta
15	Estero Antivero 1	s/i	32,00	0,00000010	s/i	s/i	-32,00	Aumenta
16	Estero Antivero 2	s/i	32,00	0,00000010	s/i	s/i	-32,00	Aumenta
17	Estero Antivero 3	s/i	32,00	0,00000010	s/i	s/i	-32,00	Aumenta

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE - IDEPE (2004), Anteproyecto de norma (2005) y FAO 29 (1987).

*A: Aumenta, D: Disminuye, I: Se mantiene información y S/I: Sin información.

Cuadro. 3: Concentración de Níquel en la cuenca del río cachapoal medido en ug/l.

Níquel en la cuenca Cachapoal (ug/L)

Tramo	Cauce	CADE- IDEPE	Ant. Norma	FAO	Variación A. Norma v/s Cade	A, D ó I*	Variación A. Norma v/s FAO	A, D ó I*
1	Cachapoal en Chacayanes	s/i	42,00	0,00000020	s/i	s/i	-42,00	Aumenta
2	Cachapoal en Rivera Sur	s/i	42,00	0,00000020	s/i	s/i	-42,00	Aumenta
3	Cachapoal en pte. coinco	s/i	42,00	0,00000020	s/i	s/i	-42,00	Aumenta
4	Cachapoal en pte. Arqueado	s/i	42,00	0,00000020	s/i	s/i	-42,00	Aumenta
5	Cachapoal a/j Coya	s/i	42,00	0,00000020	s/i	s/i	-42,00	Aumenta
6	Cachapoal en pte. Codao	s/i	42,00	0,00000020	s/i	s/i	-42,00	Aumenta
7	Cachapoal en Termas Cauquenes	s/i	42,00	0,00000020	s/i	s/i	-42,00	Aumenta
8	Río Coya a/j Cachapoal	s/i	42,00	0,00000020	s/i	s/i	-42,00	Aumenta
9	Estero La Cadena	s/i	42,00	0,00000020	s/i	s/i	-42,00	Aumenta
10	Río Claro en hacienda las nieves	s/i	42,00	0,00000020	s/i	s/i	-42,00	Aumenta
11	Río Claro en pte. Zuñiga	s/i	42,00	0,00000020	s/i	s/i	-42,00	Aumenta
12	Estero Zamorano	s/i	42,00	0,00000020	s/i	s/i	-42,00	Aumenta
13	Estero Pangal	s/i	s/i	0,00000020	s/i	s/i	s/i	s/i
14	Estero Rigolemu	s/i	42,00	0,00000020	s/i	s/i	-42,00	Aumenta
15	Estero Antivero 1	s/i	42,00	0,00000020	s/i	s/i	-42,00	Aumenta
16	Estero Antivero 2	s/i	42,00	0,00000020	s/i	s/i	-42,00	Aumenta
17	Estero Antivero 3	s/i	42,00	0,00000020	s/i	s/i	-42,00	Aumenta

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE - IDEPE (2004), Anteproyecto de norma (2005) y FAO 29 (1987).

*A: Aumenta, D: Disminuye, I: Se mantiene información y S/I: Sin información.

Cuadro. 4: Concentración de Níquel en la cuenca del río cachapoal medido en ug/l.

Cadmio en la cuenca Cachapoal (ug/l)

Tramo	Cauce	CADE- IDEPE	Ant. Norma	FAO	Variación		Variación	
					A. Norma v/s Cade	A, D ó I*	A. Norma v/s FAO	A, D ó I*
1	Cachapoal en Chacayanes	s/i	10,00	0,00000001	s/i	s/í	-10,00	Aumenta
2	Cachapoal en Rivera Sur	s/i	10,00	0,00000001	s/i	s/í	-10,00	Aumenta
3	Cachapoal en pte. coinco	s/i	10,00	0,00000001	s/i	s/í	-10,00	Aumenta
4	Cachapoal en pte. Arqueado	s/i	10,00	0,00000001	s/i	s/í	-10,00	Aumenta
5	Cachapoal a/j Coya	s/i	10,00	0,00000001	s/i	s/í	-10,00	Aumenta
6	Cachapoal en pte. Codao	s/i	10,00	0,00000001	s/i	s/í	-10,00	Aumenta
7	Cachapoal en Termas Cauquenes	s/i	10,00	0,00000001	s/i	s/í	-10,00	Aumenta
8	Río Coya a/j Cachapoal	s/i	12,00	0,00000001	s/i	s/í	-12,00	Aumenta
9	Estero La Cadena	s/i	10,00	0,00000001	s/i	s/í	-10,00	Aumenta
10	Río Claro en hacienda las nieves	s/i	10,00	0,00000001	s/i	s/í	-10,00	Aumenta
11	Río Claro en pte. Zuñiga	s/i	10,00	0,00000001	s/i	s/í	-10,00	Aumenta
12	Estero Zamorano	s/i	s/i	0,00000001	s/i	s/í	s/i	s/i
13	Estero Pangal	s/i	s/i	0,00000001	s/i	s/í	s/i	s/i
14	Estero Rigolemu	s/i	s/i	0,00000001	s/i	s/í	s/i	s/i
15	Estero Antivero 1	s/i	s/i	0,00000001	s/i	s/í	s/i	s/i
16	Estero Antivero 2	s/i	s/i	0,00000001	s/i	s/í	s/i	s/i
17	Estero Antivero 3	s/i	s/i	0,00000001	s/i	s/í	s/i	s/i

Fuente: Elaboración propia, según datos publicados por CADE – IDEPE (2004), Anteproyecto de norma (2005) y FAO 29 (1987).

*A: Aumenta, D: Disminuye, I: Se mantiene información y S/I: Sin información.

9.4 TABLA DE CONTENIDOS DE CUADROS

Cuadro 1: Parámetros analizados y sus respectivas unidades de medida.	8
Cuadro 2: Parámetros FAO (1987) a los cuales se les calculó un promedio.	9
Cuadro 3. Nomenclatura de código de canales.	14
Cuadro 4. Código de bocatoma y familia de canales correspondientes	18
Cuadro 5. Abreviación de códigos de tramos de vigilancia	23
Cuadro 6: Áreas de vigilancia para la cuenca del río Cachapoal	24
Cuadro 7: Parámetros de calidad en el tramo Río Cachapoal en Chacayanes (CA-01)	26
Cuadro 8: Parámetros de calidad en el tramo Río Cachapoal rivera sur (CA-02).....	27
Cuadro 9: Parámetros de calidad en el tramo Río Cachapoal en puente coinco (CA-03)....	28
Cuadro 10: Parámetros de calidad en el tramo Río Cachapoal en puente arqueado (CA-04)	29
Cuadro 11: Parámetros de calidad en el tramo Río Cachapoal a/j Coya	30
Cuadro 12: Parámetros de calidad en el tramo Río Cachapoal en puente codao (CA-06) ...	31
Cuadro 13: Parámetros de calidad en el tramo Río Cachapoal en Termas de Cauquenes (CA-07).....	32
Cuadro 14: Parámetros de calidad en el tramo Río Coya a/j Cachapoal (Co-01)	33
Cuadro 15: Parámetros de calidad en el tramo Estero La Cadena en desembocadura (Lc-01)	34
Cuadro 16: Parámetros de calidad en el tramo Río Claro en Hacienda las Nieves (CL-01) 35	
Cuadro 17: Parámetros de calidad en el tramo Río Claro en puente Chanqueahue (CL-02)36	
Cuadro 18: Parámetros de calidad en el tramo Estero Zamorano (ZA-01)	37
Cuadro 19: Parámetros de calidad en el tramo Estero Pangal (Pa-01)	38
Cuadro 20: Parámetros de calidad en el tramo Estero Rigolemu (Ri-01)	39
Cuadro 21: Parámetros de calidad en el tramo Estero Antivero 1 (AV-01)	40
Cuadro 22: Parámetros de calidad en el tramo Estero Antivero 2 (AV-02)	41
Cuadro 23: Parámetros de calidad en el tramo Estero Antivero 3 (AV-03)	42
Cuadro 24: Conductividad eléctrica en la cuenca Cachapoal (uS/cm)	43
Cuadro 25. Calidad Actual de aguas (CADE-IDEPE) vs Anteproyecto de Norma	44
Cuadro 26. Anteproyecto de Norma vs FAO	44
Cuadro 27: DBO ₅ en la cuenca Cachapoal (mg/L).....	46
Cuadro 28. Calidad Actual de aguas (CADE-IDEPE) vs Anteproyecto de Norma	47
Cuadro 29. Anteproyecto de Norma vs FAO	47
Cuadro 30: Oxígeno disuelto en la cuenca Cachapoal (mg/L)	48
Cuadro 31. Calidad Actual de aguas (CADE-IDEPE) vs Anteproyecto de Norma	49
Cuadro 32. Anteproyecto de Norma vs FAO	49
Cuadro 33: pH en la cuenca Cachapoal (unidad)	50
Cuadro 34. Calidad Actual de aguas (CADE-IDEPE) vs Anteproyecto de Norma	51
Cuadro 35. Anteproyecto de Norma vs FAO	51
Cuadro 36: Sólidos Disueltos en la cuenca Cachapoal (mg/L)	53
Cuadro 37. Calidad Actual de aguas (CADE-IDEPE) vs Anteproyecto de Norma	54
Cuadro 38. Anteproyecto de Norma vs FAO	54
Cuadro 39: Sólidos Disueltos en la cuenca Cachapoal (mg/L)	55
Cuadro 40. Calidad Actual de aguas (CADE-IDEPE) vs Anteproyecto de Norma	56
Cuadro 41. Anteproyecto de Norma vs FAO	56
Cuadro 42: Coliformes fecales en la cuenca Cachapoal (NMP/ 100 ml).	58

Cuadro 43. Calidad Actual de aguas (CADE-IDEPE) vs Anteproyecto de Norma	59
Cuadro 44. Anteproyecto de Norma vs FAO	59
Cuadro 45: Coliformes totales en la cuenca Cachapoal (NMP/ 100 ml).....	60
Cuadro 46. Calidad Actual de aguas (CADE-IDEPE) vs Anteproyecto de Norma	61
Cuadro 47. Anteproyecto de Norma vs FAO	61
Cuadro 48: Amonio en la cuenca Cachapoal (mg/L)	62
Cuadro 49. Calidad Actual de aguas (CADE-IDEPE) vs Anteproyecto de Norma	63
Cuadro 50. Anteproyecto de Norma vs FAO	63
Cuadro 51: Cianuro en la cuenca Cachapoal (mg/L).....	64
Cuadro 52. Calidad Actual de aguas (CADE-IDEPE) vs Anteproyecto de Norma	65
Cuadro 53. Anteproyecto de Norma vs FAO	65
Cuadro 54: Cloruro en la cuenca Cachapoal (mg/L)	66
Cuadro 55. Calidad Actual de aguas (CADE-IDEPE) vs Anteproyecto de Norma	67
Cuadro 56. Anteproyecto de Norma vs FAO	67
Cuadro 57: Fluoruro en la cuenca Cachapoal (mg/L)	69
Cuadro 58. Calidad Actual de aguas (CADE-IDEPE) vs Anteproyecto de Norma	70
Cuadro 59. Anteproyecto de Norma vs FAO	70
Cuadro 60: Nitrito en la cuenca Cachapoal (mg/L).....	71
Cuadro 61. Calidad Actual de aguas (CADE-IDEPE) vs Anteproyecto de Norma	72
Cuadro 62. Anteproyecto de Norma vs FAO	72
Cuadro 63: Sulfatos en la cuenca Cachapoal (mg/L)	73
Cuadro 64. Calidad Actual de aguas (CADE-IDEPE) vs Anteproyecto de Norma	74
Cuadro 65. Anteproyecto de Norma vs FAO	74
Cuadro 66: Aceites y Grasas en la cuenca Cachapoal (mg/L).....	76
Cuadro 67. Calidad Actual de aguas (CADE-IDEPE) vs Anteproyecto de Norma	77
Cuadro 68. Anteproyecto de Norma vs FAO	77
Cuadro 69: Detergentes en la cuenca Cachapoal (mg/L)	78
Cuadro 70. Calidad Actual de aguas (CADE-IDEPE) vs Anteproyecto de Norma	79
Cuadro 71. Anteproyecto de Norma vs FAO	79
Cuadro 72: Boro en la cuenca Cachapoal (mg/L)	80
Cuadro 73. Calidad Actual de aguas (CADE-IDEPE) vs Anteproyecto de Norma	81
Cuadro 74. Anteproyecto de Norma vs FAO	81
Cuadro 75: Cobre en la cuenca Cachapoal (mg/L).....	86
Cuadro 76. Calidad Actual de aguas (CADE-IDEPE) vs Anteproyecto de Norma	87
Cuadro 77. Anteproyecto de Norma vs FAO	87
Cuadro 78: Cromo en la cuenca Cachapoal (mg/L)	91
Cuadro 79. Calidad Actual de aguas (CADE-IDEPE) vs Anteproyecto de Norma	92
Cuadro 80. Anteproyecto de Norma vs FAO	92
Cuadro 81: Hierro en la cuenca Cachapoal (mg/L)	93
Cuadro 82. Calidad Actual de aguas (CADE-IDEPE) vs Anteproyecto de Norma	94
Cuadro 83. Anteproyecto de Norma vs FAO	94
Cuadro 84: Manganeso en la cuenca Cachapoal (mg/L)	96
Cuadro 85. Calidad Actual de aguas (CADE-IDEPE) vs Anteproyecto de Norma	97
Cuadro 86. Anteproyecto de Norma vs FAO	97
Cuadro 87: Molibdeno en la cuenca Cachapoal (mg/L).....	99
Cuadro 88. Calidad Actual de aguas (CADE-IDEPE) vs Anteproyecto de Norma	100
Cuadro 89. Anteproyecto de Norma vs FAO	100

Cuadro 90: Níquel en la cuenca Cachapoal (mg/L).....	102
Cuadro 91. Calidad Actual de aguas (CADE-IDEPE) vs Anteproyecto de Norma	103
Cuadro 92. Anteproyecto de Norma vs FAO	103
Cuadro 93: Selenio en la cuenca Cachapoal (mg/L)	104
Cuadro 94. Calidad Actual de aguas (CADE-IDEPE) vs Anteproyecto de Norma	105
Cuadro 95. Anteproyecto de Norma vs FAO	105
Cuadro 96: Cinc en la cuenca Cachapoal (mg/L).....	106
Cuadro 97. Calidad Actual de aguas (CADE-IDEPE) vs Anteproyecto de Norma	107
Cuadro 98. Anteproyecto de Norma vs FAO	107
Cuadro 99: Aluminio en la cuenca Cachapoal (mg/L)	109
Cuadro 100. Calidad Actual de aguas (CADE-IDEPE) vs Anteproyecto de Norma	110
Cuadro 101. Anteproyecto de Norma vs FAO	110
Cuadro 102: Arsénico en la cuenca Cachapoal.....	114
Cuadro 103. Calidad Actual de aguas (CADE-IDEPE) vs Anteproyecto de Norma	115
Cuadro 104. Anteproyecto de Norma vs FAO	115
Cuadro 105: Cadmio en la cuenca Cachapoal.....	117
Cuadro 106. Calidad Actual de aguas (CADE-IDEPE) vs Anteproyecto de Norma	118
Cuadro 107. Anteproyecto de Norma vs FAO	118
Cuadro 108: Plomo en la cuenca Cachapoal.....	119
Cuadro 109. Calidad Actual de aguas (CADE-IDEPE) vs Anteproyecto de Norma	120
Cuadro 110. Calidad Actual de aguas (CADE-IDEPE) vs Anteproyecto de Norma	120
Cuadro 111Cuadro 109: Parámetros susceptibles de producir problemas en cada tramo de la cuenca del Cachapoal.	125
Cuadro 112: Magnitud de problemas potenciales generados por algunos elementos considerados en el Anteproyecto de Norma en cada una de las series de suelo presentes en la cuenca del río Cachapoal.	125
Cuadro 113: Magnitud de problemas potenciales generados por algunos elementos considerados en el Anteproyecto de Norma en cada una de las series de suelo presentes en la cuenca del río Cachapoal.	126
Cuadro 114: Magnitud de problemas potenciales generados por algunos elementos considerados en el Anteproyecto de Norma en cada una de las series de suelo presentes en la cuenca del río Cachapoal.	127
Cuadro 115: Magnitud de problemas potenciales generados por algunos elementos considerados en el Anteproyecto de Norma en cada una de las series de suelo presentes en la cuenca del río Cachapoal.	127
Cuadro 116: Detalle de cultivos seleccionados para análisis económico.....	127
Cuadro 117: Cálculo de margen bruto ponderado para el rubro frutales.	129
Cuadro 118: Cálculo de margen bruto ponderado para el rubro hortalizas.....	129
Cuadro 119: Cálculo de margen bruto ponderado para el rubro cultivos Anuales.....	129
Cuadro 120: Número de goteros por hectárea para diferentes especies frutales.	130
Cuadro 121: Costo de reposición /año de goteros para diferentes especies.....	131
Cuadro 122: Costo de mantenimiento de un sistemas de riego.	131
Cuadro 123: Pérdida de margen bruto por efecto del cloro en frutales	132
Cuadro 124: Pérdida de margen bruto por efecto del cloro en hortalizas	132
Cuadro 125: Pérdida de margen bruto por efecto del cloro en cultivos anuales	132
Cuadro 126: Pérdida de margen bruto por efecto del cloro en frutales	133
Cuadro 127: Pérdida de margen bruto por efecto del cloro en hortalizas	133

Cuadro 175: Valor presente de la producción según capacidad de uso.....	150
Cuadro 176: Márgenes brutos ponderados por rubro y especies consideradas.	151
Cuadro 177 Valor de suelo en predios frutales estimado para el primer tramo de la cuenca del Cachapoal (CA-01).....	151
Cuadro 178: Valor de suelo en predios hortícolas estimado para el primer tramo de la cuenca del Cachapoal (CA-01).....	151
Cuadro 179: Valor de suelo en predios con cultivo anual estimado para el primer tramo de la cuenca del Cachapoal (CA-01).....	152
Cuadro 180: Valor de suelo en predios frutales estimado para el segundo tramo de la cuenca del Cachapoal (CA-02).....	152
Cuadro 181: Valor de suelo en predios hortícolas estimado para el segundo tramo de la .	153
Cuadro 182: Valor de suelo en predios con cultivos anuales estimado para el segundo tramo de la cuenca del Cachapoal (CA-02).	153
Cuadro 183: Valor de suelo en predios frutales estimado para el tercer tramo de la cuenca del Cachapoal (CA-03).....	154
Cuadro 184: Valor de suelo en predios hortícolas estimado para el tercer tramo de la cuenca del Cachapoal (CA-03).....	154
Cuadro 185: Valor de suelo en predios con cultivo anual estimado para el tercer tramo de la cuenca del Cachapoal (CA-03).....	155
Cuadro 186: Valor de suelo en predios frutales estimado para el cuarto tramo de la cuenca del Cachapoal (CA-04).....	155
Cuadro 187: Valor de suelo en predios hortícolas estimado para el cuarto tramo de la cuenca del Cachapoal (CA-04).....	156
Cuadro 188: Valor de suelo en predios cultivos anuales estimado para el cuarto tramo de la cuenca del Cachapoal (CA-04).....	156
Cuadro 189: Valor de suelo en predios frutales estimado para el quinto tramo de la cuenca del Cachapoal (CA-05).....	157
Cuadro 190: Valor de suelo en predios hortícolas estimado para el quinto tramo de la cuenca del Cachapoal (CA-05).....	157
Cuadro 191: Valor de suelo en predios con cultivos anuales estimado para el quinto tramo de la cuenca del Cachapoal (CA-05).	158
Cuadro 192: Valor de suelo en predios frutales estimado para el sexto tramo de la cuenca del Cachapoal (CA-06).....	158
Cuadro 193: Valor de suelo en predios hortícolas estimado para el sexto tramo de la cuenca del Cachapoal (CA-06).....	159
Cuadro 194: Valor de suelo en predios con cultivos anuales estimado para el sexto tramo de la cuenca del Cachapoal (CA-06).....	159
Cuadro 195: Valor de suelo en predios frutales estimado para el séptimo tramo de la cuenca del Cachapoal (CA-07).....	160
Cuadro 196: Valor de suelo en predios hortícolas estimado para el séptimo tramo de la cuenca del Cachapoal (CA-07).....	161
Cuadro 197: Valor de suelo en predios con cultivos anuales estimado para el séptimo tramo de la cuenca del Cachapoal (CA-07).	162
Cuadro 198: Valor de suelo en predios frutales estimado para el décimo tramo de la cuenca del Cachapoal (CI-01).....	163
Cuadro 199: Valor de suelo en predios hortícolas estimado para el décimo tramo de la cuenca del Cachapoal (CI-01).....	163

Cuadro 200: Valor de suelo en predios cultivos anuales estimado para el décimo tramo de la cuenca del Cachapoal (Cf-01).....	163
Cuadro 201: Valor de suelo en predios frutales estimado para el decimoprimer tramo de la cuenca del Cachapoal (Cf-02).....	164
Cuadro 202: Valor de suelo en predios hortícolas estimado para el decimoprimer tramo de la cuenca del Cachapoal (Cf-02).....	164
Cuadro 203: Valor de suelo en predios con cultivos anuales estimado para el decimoprimer tramo de la cuenca del Cachapoal (cf-02).....	164
Cuadro 204: Valor de suelo en predios frutales estimado para el decimosegundo tramo de la cuenca del Cachapoal (Za-01).....	165
Cuadro 205: Valor de suelo en predios hortícolas estimado para el decimosegundo décimo tramo de la cuenca del Cachapoal (Za-01).....	165
Cuadro 206: Valor de suelo en predios con cultivos anuales estimado para el decimosegundo décimo tramo de la cuenca del Cachapoal (Za-01).....	165
Cuadro 207: Valor de suelo en predios frutales estimado para el decimotercer tramo de la cuenca del Cachapoal (Pa-01).....	166
Cuadro 208: Valor de suelo en predios hortícolas estimado para el decimotercer tramo de la cuenca del Cachapoal (Pa-01).....	166
Cuadro 209: Valor de suelo en predios con cultivos anuales estimado para el decimotercer tramo de la cuenca del Cachapoal (Pa-01).....	166
Cuadro 210: Valor de suelo en predios frutales estimado para el decimocuarto tramo de la cuenca del Cachapoal (Ri-01).....	166
Cuadro 211: Valor de suelo en predios hortícolas estimado para el decimocuarto tramo de la cuenca del Cachapoal (Ri-01).....	167
Cuadro 212: Valor de suelo en predios con cultivos anuales estimado para el decimocuarto tramo de la cuenca del Cachapoal (Ri-01).....	167
Cuadro 213: Valor de suelo en predios frutales estimado para el decimoquinto, decimosexto y decimoséptimo tramos de la cuenca del Cachapoal (av-01, av-02, av-03).....	167
Cuadro 214: Valor de suelo en predios hortícolas estimado para el decimoquinto, decimosexto y decimoséptimo tramos de la cuenca del Cachapoal (av-01, av-02, av-03).....	168
Cuadro 215. Valor de suelo en predios hortícolas estimado para el decimoquinto, decimosexto y decimoséptimo tramos de la cuenca del Cachapoal (av-01, av-02, av-03).....	168
Cuadro 216. Magnitud de pérdida de rendimiento.....	170
Cuadro 217. Acumulación de Mn en el tramo CA-01.....	171
Cuadro 218: Pérdidas económicas en frutales ocasionadas por acumulación de Manganeso en un horizonte de diez años en el tramo Río CA-01.....	171
Cuadro 219. Pérdidas económicas en hortalizas ocasionadas por acumulación de Manganeso en un horizonte de diez años en el tramo Río CA-01.....	171
Cuadro 220: Pérdidas económicas en cultivos anuales ocasionadas por acumulación de Manganeso en un horizonte de diez años en el tramo Río CA-01.....	171
Cuadro 221. Acumulación de Mn en el tramo CA-02.....	172
Cuadro 222: Pérdidas económicas en frutales ocasionadas por acumulación de Manganeso en un horizonte de diez años en el tramo Río CA-02.....	172
Cuadro 223. Pérdidas económicas en hortalizas ocasionadas por acumulación de Manganeso en un horizonte de diez años en el tramo Río CA-02.....	172

Cuadro 224: Pérdidas económicas en cultivos anuales ocasionadas por acumulación de Manganeso en un horizonte de diez años en el tramo Río CA-02.....	173
Cuadro 225. Acumulación de Mn en el tramo CA-03.....	173
Cuadro 226: Pérdidas económicas en frutales ocasionadas por acumulación de Manganeso en un horizonte de diez años en el tramo Río CA-03.	173
Cuadro 227. Pérdidas económicas en hortalizas ocasionadas por acumulación de Manganeso en un horizonte de diez años en el tramo Río CA-03.....	173
Cuadro 228: Pérdidas económicas en cultivos anuales ocasionadas por acumulación de Manganeso en un horizonte de diez años en el tramo Río CA-03.....	174
Cuadro 229. Acumulación de Mn en el tramo CA-04.....	174
Cuadro 230: Pérdidas económicas en frutales ocasionadas por acumulación de Manganeso en un horizonte de diez años en el tramo Río CA-04.	174
Cuadro 231. Pérdidas económicas en hortalizas ocasionadas por acumulación de Manganeso en un horizonte de diez años en el tramo Río CA-04.....	174
Cuadro 232: Pérdidas económicas en cultivos anuales ocasionadas por acumulación de Manganeso en un horizonte de diez años en el tramo Río CA-04.....	175
Cuadro 233. Acumulación de Mn en el tramo CA-05.....	175
Cuadro 234: Pérdidas económicas en frutales ocasionadas por acumulación de Manganeso en un horizonte de diez años en el tramo Río CA-05.	175
Cuadro 235. Pérdidas económicas en hortalizas ocasionadas por acumulación de Manganeso en un horizonte de diez años en el tramo Río CA-05.....	175
Cuadro 236: Pérdidas económicas en cultivos anuales ocasionadas por acumulación de Manganeso en un horizonte de diez años en el tramo Río CA-05.....	176
Cuadro 237. Acumulación de Mn en el tramo CA-06.....	176
Cuadro 238: Pérdidas económicas en frutales ocasionadas por acumulación de Manganeso en un horizonte de diez años en el tramo Río CA-06.	176
Cuadro 239. Pérdidas económicas en hortalizas ocasionadas por acumulación de Manganeso en un horizonte de diez años en el tramo Río CA-06.....	176
Cuadro 240: Pérdidas económicas en cultivos anuales ocasionadas por acumulación de Manganeso en un horizonte de diez años en el tramo Río CA-06.....	177
Cuadro 241. Acumulación de Mn en el tramo CA-07.....	177
Cuadro 242: Pérdidas económicas en frutales ocasionadas por acumulación de Manganeso en un horizonte de diez años en el tramo Río CA-07.	177
Cuadro 243. Pérdidas económicas en hortalizas ocasionadas por acumulación de Manganeso en un horizonte de diez años en el tramo Río CA-07.....	177
Cuadro 244: Pérdidas económicas en cultivos anuales ocasionadas por acumulación de Manganeso en un horizonte de diez años en el tramo Río CA-07.....	178
Cuadro 245: Impacto neto del Anteproyecto de Norma sobre el rubro Frutal.	178
Cuadro 246: Impacto neto del Anteproyecto de Norma sobre el rubro Frutal.	178
Cuadro 247: Impacto neto del Anteproyecto de Norma sobre el rubro Hortalizas.	179
Cuadro 248: Impacto neto del Anteproyecto de Norma sobre el rubro Hortalizas.	179
Cuadro 249: Impacto neto del Anteproyecto de Norma sobre el rubro Cultivos anuales. .	179
Cuadro 250: Impacto neto del Anteproyecto de Norma sobre el rubro Cultivos anuales. .	179

