COMISION
NACIONAL
DE RIEGO

INIA
INTIHUASI

INFORME FINAL
PROYECTO

"VALIDACION DE TECNOLOGIA DE RIEGO EN EL VALLE DEL HUASCO PROVINCIA DE HUASCO, III REGION"

FINANCIA : COMISION NACIONAL DE RIEGO (CNR)

UNIDAD EJECUTORA: INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS (INIA)
C.R.I. INTIHUASI

VALLENAR, MAYO DE 1995

CONTENIDO

Pág.

PREAMBULO i

RESUMEN ii

1. INTRODUCCION 1

2. EL PROYECTO 5

2.1 OBJETIVOS 6

a) Objetivos Generales 6
b) Objetivos Específicos 8

2.2 PLAN DE TRABAJO 8

2.3 DEFINICIONES METODOLOGICAS DEL PLAN DE TRABAJO DESARROLLADO 10

2.4 PERSONAL PARTICIPANTE 17

2.5 INFRAESTRUCTURA Y UNIDADES DE APOYO INSTITUCIONAL 20

3 DIAGNOSTICO DE LA TECNOLOGIA ACTUAL DE RIEGO 22

3.1 RECONOCIMIENTO DE LA RED DE RIEGO, SISTEMAS DE DISTRIBUCION Y ORGANIZACIN DE LOS USUARIOS 22

3.2 METODOLOGIA DE RIEGO UTILIZADA EN LA ACTUALIDAD 29

3.3 EVALUACION GENERAL DE EFICIENCIAS EN EL USO DE AGUA DE RIEGO 38

4. CARACTERIZACION DE SUELOS Y CLIMA DEL VALLE DEL HUASCO 52

4.1 REVISION DE INFORMES DE SUELOS EXISTENTES 53

4.2 MUESTREO Y ANALISIS DE SUELO 64

4.3 RECOPILACION DE ANTECEDENTES CLIMATICOS 71

Pág.

5. PARAMETROS DE DISEÑO DE METODOS DE RIEGO 83

5.1 CLIMA, SUELO, CULTIVO, METODO DE RIEGO 84

5.2 DEMANDAS DE AGUA 98

5.3 ALMACENAMIENTO DE AGUA EN EL SUELO Y LAMINA A REPONER 107

5.4 CRITERIOS DE DISEÑO DE METODOS DE RIEGO 110

6. ESTABLECIMIENTO DE CENTROS DE AJUSTE Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA (CATT) 129

6.1 METODOLOGIA DE SELECCION DE LOS SECTORES PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS CATT. LOCALIZACION Y ORGANIZACION 129

6.2 CARACTERIZACION DE LOS CATTs 133

6.3 ESTABLECIMIENTO Y MANEJO DE UNIDADES DE AJUSTE Y VALIDACION DE LOS CATTs 140

7. REFORZAMIENTO DE LA ACCION DE INVESTIGACION 164

7.1 PARCELA EXPERIMENTAL DE FRUTALES 165

7.2 PARCELA EXPERIMENTAL DE HORTALIZAS 182

8. ACTIVIDADES DE DIVULGACION 196

8.1 DIAS DE CAMPO 196

8.2 CURSOS Y SEMINARIO DE RIEGO 199

8.3 JORNADAS TECNICAS CON AGRICULTORES 200

8.4 CARTILLAS DE DIVULGACION 200

Pág.

9. PROPUESTA DE UN PLAN DE INVESTIGACION Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA EN RIEGO Y ALTERNATIVAS DE CULTIVO, PARA EL VALLE DEL RIO HUASCO, III REGION 205

10. CONCLUSIONES 217

11. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS 220

- ANEXO 1 Facsímil encuesta de Diagnóstico

- ANEXO 2 Red de Canales y Presidentes de Canales

- ANEXO 3 Estado de conservación de los principales canales de las distintas secciones de riego

- ANEXO 4 Fichas técnicas de determinación de eficiencias de riego

- ANEXO 5 Descripción de Perfiles Modales de Series de Suelo (Estudio Integral)

- ANEXO 6 Descripción de Calicatas (Proyecto)

- ANEXO 7 Curvas de infiltración de los suelos

- ANEXO 8 Climodiagramas de los diferentes distritos agroclimáticos

- ANEXO 9 Metodología CATT

- ANEXO 10 Caracterización de Unidades Demostrativas

- ANEXO 11 Asistente al Curso de Riego.

PREAMBULO

La Comisión Nacional de Riego (CNR), en cumplimiento de la ley que la creó, lleva a cabo diversos esfuerzos para dar coherencia e integralidad a los proyectos de riego y drenaje del país, entre ellos el Proyecto Santa Juana en la III Región.

La CNR está consciente del gran potencial agrícola del Valle del Huasco, en especial de su fruticultura y horticultura tanto para los mercados internos como para los externos, a cuyo desarrollo el Proyecto Integral Huasco contribuirá en modo importante.

Un proyecto de riego como el de Santa Juana incluye además de la construcción del embalse y demás obras civiles, otras cuatro etapas (puesta en riego, desarrollo predial, mercadeo y agroindustrialización) indispensables para lograr el cumplimiento de los objetivos de crecimiento económico y equidad del Gobierno.

Para lo anterior, la CNR contribuye a asegurar la incorporación efectiva de los agricultores regantes mediante proyectos de investigación aplicativa y transferencia tecnológica y la bonificación de la puesta en riego de los predios agrícolas del Valle del Huasco, lo que representa un importante porcentaje de los costos. Pero la puesta en riego no es sólo un aspecto financiero. Junto con la transferencia tecnológica representa un esfuerzo para orientar y capacitar a los agricultores, no sólo en el riego y drenaje de sus predios, sino en las mejores y más rentables alternativas de cultivo.

Este Informe Final del Proyecto Validación de Tecnología de Riego en el Valle del Huasco, refleja el resultado del esfuerzo de la Comisión Nacional de Riego para lograr los propósitos antes señalados y permite además proyectar actividades de capacitación y de estudios al total del Valle del Huasco, incluyendo nuevos campos estratégicos para su desarrollo agrícola sobre los cuales no se cuenta con información como son los problemas de salinidad de los suelos y aguas.

Este informe será útil además en la formulación de nuevos proyectos y en particular en el diagnóstico y estrategia de desarrollo del Valle y Provincia de Huasco, a lo cual CNR continuará contribuyendo, en particular en las etapas de desarrollo predial, mercadeo y agroindustrialización.

ERNESTO SCHULBACH BORQUEZ
Secretario Ejecutivo

RESUMEN

El Informe que se presenta da cuenta de todas las acciones y resultados obtenidos en la realización del Proyecto denominado "Validación de tecnología de riego en el valle del Huasco, Provincia de Huasco, III Región", durante las temporadas 1993/94 y 1994/95.

La ejecución del proyecto la efectuó el Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA, a través del Centro Regional de Investigación Intihuasi, en convenio con la Comisión Nacional de Riego, CNR, institución que realizó el aporte de financiamiento.

La acción del proyecto complementa el esfuerzo que está realizando el Estado de Chile, al construir el Embalse Santa Juana, el cual otorgará seguridad de riego a la agricultura del valle del Huasco.

Los objetivos generales del proyecto consideraron tres aspectos importantes:

- Establecer las bases para el diseño de métodos de riego más eficientes.
- Realizar una labor de extensión y capacitación hacia los usuarios y extensionistas del valle.
- Diseñar una propuesta de investigación y transferencia de tecnología para el valle.

Con dicha orientación se implementó una estrategia metodológica, descrita en el informe; generándose una serie de antecedentes y resultados, relativos a:

- Situación de la red de riego, sistemas de distribución de agua y organización de regantes.
- Metodología de riego actual y eficiencias de los métodos de riego.
- Características de los suelos y climas del valle.
- Definición de parámetros de diseño de aquellos métodos de riego más apropiados para el valle.
- Trabajo grupal con agricultores y establecimiento de unidades demostrativas en sus predios.

- Resultados de investigación sobre comportamiento de frutales y hortalizas, en términos de producción y rentabilidad. Información generada en parcelas de validación controladas por INIA.

- Acciones de divulgación como: Jornadas técnicas, días de campo, curso de riego por goteo y cartillas divulgativas.

Todos los aspectos señalados aparecen desarrollados en el documento y representan una base de información para la continuidad del proyecto o de otros que se ejecuten en el valle del Huasco.

1. INTRODUCCION

El Valle del río Huasco presenta condiciones agroclimáticas muy propicias para el desarrollo de una agricultura con buenas expectativas de rentabilidad; siempre y cuando los niveles tecnológicos que se utilicen sean muy superiores a los actualmente existentes. La explicación a esta deficiencia actual puede darse a través de la poca seguridad que el agricultor del Huasco tiene respecto al agua de riego, situación que estaría solucionada con la construcción del Embalse Santa Juana.

Sin embargo, la sola puesta en marcha del Embalse no soluciona el problema de tecnología de riego, siendo necesaria toda una labor de validación y difusión de tecnologías, en la cual están empeñados la Comisión Nacional de Riego y el Instituto de Investigaciones Agropecuarias, a través del Proyecto: "Validación de Tecnologías de Riego en el Valle del Huasco, III Región".

En esta oportunidad se presenta el Informe Final del Proyecto, en el cual se exponen todos los antecedentes obtenidos durante su ejecución.

En estos dos años de desarrollo del Proyecto, producto del convenio entre ambas instituciones, se ha logrado introducir elementos básicos en el manejo del agua de riego a nivel de usuario, considerando al complejo suelo, agua, planta y clima.

En tal sentido se estudiaron distintos aspectos relacionados con el uso del agua, ya sea en la administración de ella, como también en los aspectos de su utilización. Complementariamente a ello, se validó información sobre suelos y se incrementó el conocimiento de ellos en lo relativo a constantes físicas e hídricas, y limitantes para el establecimiento de cultivos; elementos importantes en el manejo del agua de riego y la potencialidad del suelo en términos productivos.

Dada la inminente puesta en operación del Tranque Santa Juana (agosto de 1995), los resultados obtenidos permitirán efectuar un uso más eficiente del agua, considerando, además, el conocimiento que se tiene sobre los distritos agroclimáticos del valle y sus restricciones para diferentes cultivos. Toda esta información, además de incluirse en Informes de Avance, han originado cartillas divulgativas con antecedentes de suelos, clima y cultivos; tomando como base resultados del proyecto logrados durante 2 años de actividad.

La existencia de alrededor de 1.800 pequeños agricultores en todo el Valle del Huasco, los cuales no tienen acceso a una asistencia técnica específica en lo relativo a manejo del agua de riego; ha posibilitado generar con el proyecto un cierto impacto a través del establecimiento de módulos demostrativos en predios de agricultores, donde se validan y difunden tecnologías de riego y de manejo de algunas especies hortícolas de gran rentabilidad en este momento. Actualmente esto está generando un gran efecto multiplicador, reflejándose en el creciente interés por parte de los agricultores a tecnificarse, lo cual les permite competir en mejor forma, frente al exigente mercado agrícola actual.

Paralelo a esta actividad, se establecieron dos Parcelas Experimentales en el sector Buena esperanza (Hortalizas) y Ventanas (Frutales), en las cuales se ha generado importante información que puede ser extrapolable a otras zonas, considerando restricciones de clima y suelo.

Toda esta acción de terreno ha sido apoyada con actividades de difusión y capacitación como Días de Campo, Charlas Técnicas, Seminarios, Curso de Capacitación.

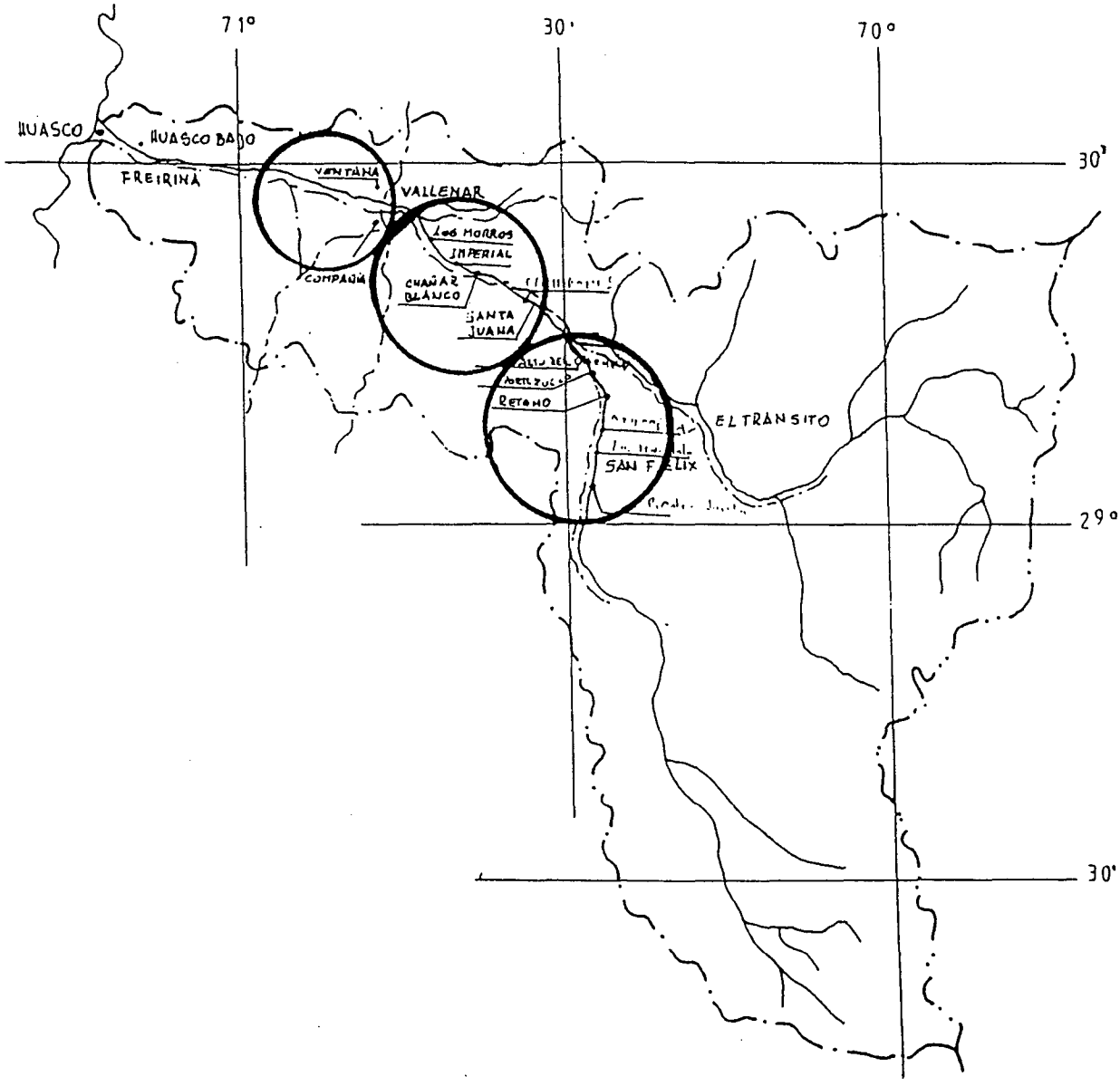
El área de influencia directa de este proyecto aparece indicada en la Figura 1. En ella puede apreciarse que el trabajo se concentró principalmente en el valle de San Félix y en Huasco propiamente tal; sin embargo, se cuenta con antecedentes del efecto multiplicador que la acción del proyecto ha producido en el Valle de El Tránsito, el cual se encuentra dentro de las futuras actividades de continuidad del proyecto Validación de Tecnologías de Riego en el Valle del Huasco.

Sin lugar a dudas, el impacto que Proyectos como éste pueden generar en una zona de baja tecnología de riego, debería ser muy significativo, siempre y cuando se planteen metas de mediano y largo plazo, por supuesto en un período mayor de 2 años; por lo tanto, la continuidad de estos trabajos debe considerarse seriamente.

Lo anterior reviste la mayor trascendencia, cuando, además, el Estado está ejecutando una gran obra como lo es el Embalse Santa Juana; cuya puesta en marcha permitirá otorgar una mayor seguridad de riego a todo el valle.

El presente Informe Final da cuenta de todas las actividades y resultados obtenidos durante un período de 2 años; agradeciéndose a todas aquellas personas que han colaborado desinteresadamente en la ejecución del Proyecto.

Figura 1.1: Cuenca del Río Huasco. Area de Desarrollo del Proyecto.



EL PROYECTO

2. EL PROYECTO

La construcción del Embalse Santa Juana, Provincia de Huasco, III Región permitirá asegurar el riego de una superficie cercana a las 12 mil ha, beneficiando a 2.592 predios, de los cuales 1.887 tienen menos de 2 HRB*; 673 tienen entre 2 y 40 HRB y 32 más de 40 HRB, distribuidos en las comunas de Vallenar, Freirina, Huasco y Alto El Carmen.

La Secretaría Ejecutiva de la Comisión Nacional de Riego estima que, en la etapa de pleno desarrollo, el proyecto de riego permitirá un aumento del ingreso neto agrícola en unos US$11.8 millones anuales, pudiendo generar un empleo adiconal de 2.000 jornadas estables en agricultura por año. Además aumentarán los productos de exportación y el Norte Grande se verá mejor abastecido por la producción hortofrutícola y pecuaria del Valle del Huasco.

Sin embargo, el sólo hecho de mejorar la seguridad del riego no llevará a un aumento de la producción y a un mejoramiento de las condiciones de vida de los pequeños agricultores beneficiados. Por una parte se requiere una serie de estudios de diverso tipo: evaluaciones del mercado para los productos generados, definiciones de política crediticia, incentivos económicos al cambio de cultivos e inversiones en comercialización y vías de comunicación. Por otra parte, es necesario que los agricultores hagan un uso eficiente y racional del agua, por lo que necesitan ser capacitados a través de un programa de asistencia técnica y de transferencia en tecnología de riego y manejo de cultivos, adecuado a las características agroecológicas del Valle.

En efecto, el buen manejo del agua de riego es uno de los factores esenciales que intervienen en la obtención de buenos rendimientos de los cultivos, así como también la mejor garantía para lograr una economía del agua y evitar la erosión y la salinización de los suelos.

Por otra parte, la nueva situación de riego cambia el manejo de los cultivos que tradicionalmente se han efectuado en el Valle y permite la incorporación de nuevos cultivos, más rentables y con mayor requerimiento tecnológico. Muchos de ellos desconocidos para el productor y con pocos antecedentes sobre su comportamiento en la zona. Por ello se hace indispensable reforzar trabajos de investigación y de transferencia de tecnología hacia nuevas alternativas de cultivos.

(*) HRB : Hectáreas de Riego Básico

En este sentido, el proyecto de "Validación de tecnologías de riego para el valle del Huasco" ejecutado por el Instituto de Investigaciones Agropecuarias, tiene plena justificación, estando orientado a transferir tecnologías de riego en el valle, en particular a los pequeños productores agrícolas, que se beneficiarán con la construcción de una obra mayor de riego como lo es el Embalse Santa Juana, localizado aproximadamente a 20 km, al interior de Vallenar (ver Figura 2.1)

2.1 OBJETIVOS

El Proyecto de "Validación de tecnología de riego en el valle del Huasco, Provincia de Huasco, III Región, tuvo los siguientes objetivos generales y específicos.

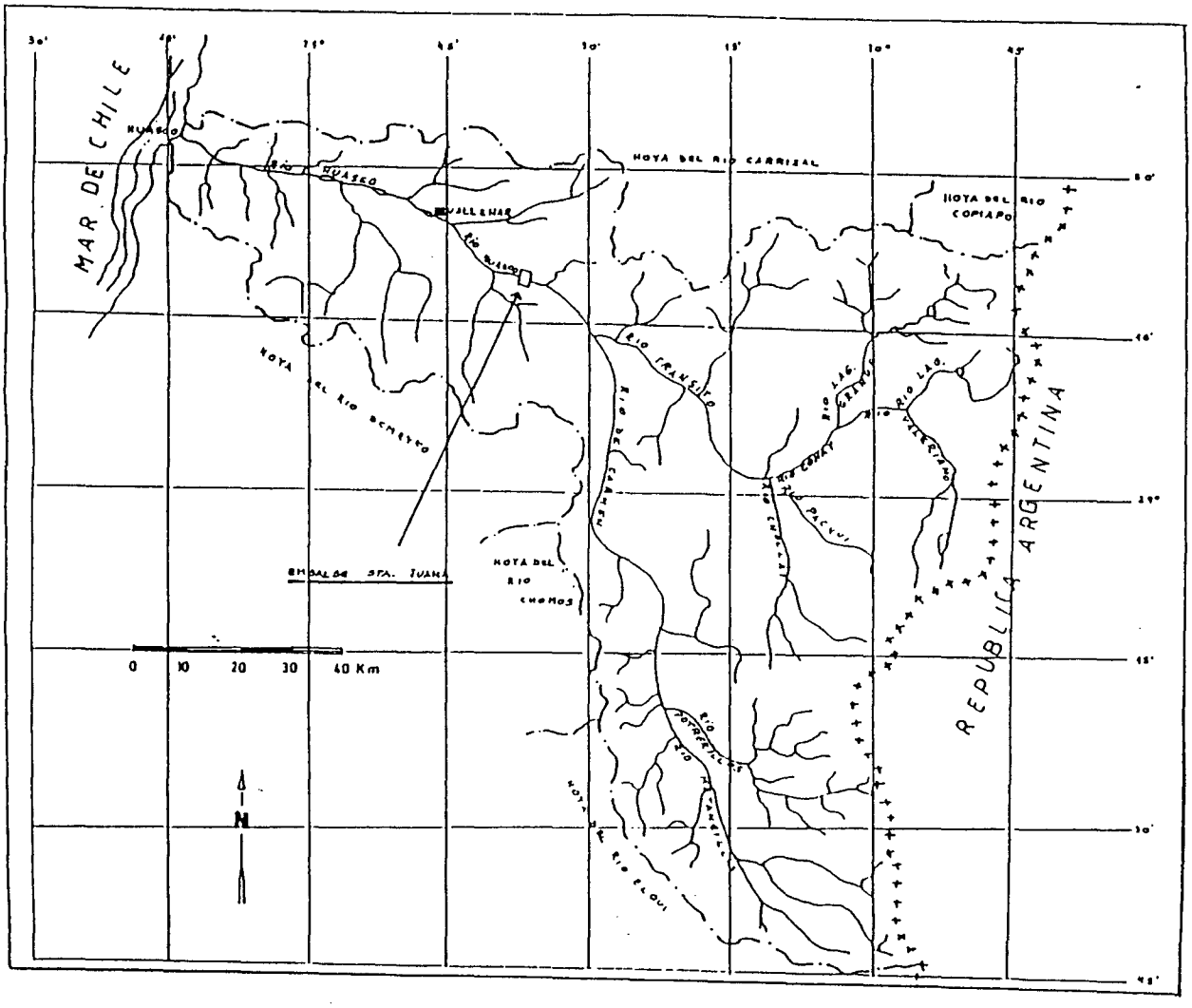
a) Objetivos Generales:

- Establecer las bases para el diseño de los métodos de riego que mejor se adecúen a las condiciones agroecológicas del Valle y permitan mejorar la eficiencia actual de riego predial.

- Entregar a los beneficiarios y a los agentes de extensión, desde los inicios de la puesta en marcha del proyecto de riego, conocimientos esenciales sobre sistemas de distribución de agua, métodos de riego y manejo del agua en los cultivos en condiciones de riego seguro.

- Sobre la base de la experiencia adquirida, diseñar un programa de investigación y de transferencia de tecnología para el Valle, proponiendo un sistema organizativo que estimule la participación activa de los beneficiarios, su duración y costos.

Figura 2.1: Hoya del Río Huasco



b) Objetivos específicos:

De acuerdo a términos de referencia del convenio, los objetivos específicos fueron los siguientes:

- Efectuar un diagnóstico detallado de la tecnología de riego existente en el área.

- Realizar una caracterización físico hídrica de las series de suelos definidas para el valle del Huasco en el Estudio Agrológico y obtención de los parámetros de diseño de los métodos de riego.

- Establecer Centros de Ajuste y Transferencia de Tecnología (CATT) con énfasis en temas de riego.

- Reforzar la acción de investigación en riego, frutales y hortalizas.

- Realizar diversas acciones de divulgación como: Días de campo, curso de riego y cultivos, edición de cartillas divulgativas.

- Diseñar un programa de investigación y transferencia de tecnología para el valle.

2.2 PLAN DE TRABAJO

El Plan de Trabajo desarrollado por el Proyecto estuvo basado en Cronograma de Actividades propuesto por la Comisión Nacional de Riego (CNR), donde se indicaban las diversas actividades a ejecutar y la oportunidad de su ejecución; tomando en cuenta el logro de los objetivos planteados.

Considerando tal esquema, en Cuadro 2.1, se presenta el Cronograma definitivo de las actividades desarrolladas, durante los dos años de ejecución del Proyecto.

Cuadro 2.1: Cronograma de Actividades Desarrolladas.

ACTIVIDAD	MES																							
	1993												1994											
	J	J	A	S	O	N	D	/ E	F	M	A	N	J	J	A	S	O	N	D/	E	F	M	A	M/
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. Diagnóstico de la Tecnología de riego actual.																								
a) Reconocimiento red de riego, Sistema distribución, organización.	X																							
b) Metodología de riego actual.	X	X																						
c) Evaluación general de eficiencias.		X	X																					
2. Caracterización de Suelos y Clima.																								
a) Revisión Informe suelos		X																						
b) Muestreo y análisis de suelo		X	X																					
c) Recopilación climática			X	X	X	X																		
3. Parámetros diseño																								
a) Cultivos del valle vs. Manejo riego				X	X	X	X	X	X															
b) Criterios de diseño				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X									
4. Establecimiento de CATTs																								
a) Localización y organización CATTs.				X			X		X															
b) Est. y manejo de Unidades de Ajuste y Validación riego/cultivo									X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
c) Análisis de resultados ensayos R/C											X	X					X	X				X	X	X
5. Reforzamiento acción de Investigación.																								
a) Manejo y control ensayos fruticult.					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
b) Estab. Manejo y control ensayos hortícolas								X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
6. Divulgación																								
- Jornada técnica con agricultores CATT.						X					X	X	X			X	X	X			X			
- Días de Campo											X									X				
- Cursos													X				X		X					
- Cartillas Divulgativas																						X		X
7. Informes Técnicos	X				X			X								X								X

2.3 DEFINICIONES METODOLOGICAS DEL PLAN DE TRABAJO DESARROLLADO

A continuación se presentan algunas definiciones metodológicas de las actividades del plan de trabajo, que permiten tener claridad respecto a lo realizado.

2.3.1 Diagnóstico de la Tecnología Actual de Riego.

En el diagnóstico de la tecnología de riego actual se realizaron visitas a terreno, entrevistas personales y recopilación de información, lo que permitió validar la información existente sobre el tema.

2.3.1.1 Reconocimiento de la red de riego, Sistemas de distribución, u Organización.

a) Reconocimiento de la red de Riego; consideró:

- Revisión de mapas hidrográficos.
- Determinación de la superficie regada.

Este punto se desarrolló, principalmente, a base de recopilación de información actualizada a la fecha y secundariamente a través de inspecciones visuales en terreno por personal del proyecto con residencia en la provincia de Huasco.

b) Sistema de distribución de las aguas; tomó en cuenta una revisión de:

- Principales canales existentes.
- Mecanismos de división de las aguas (acciones).
- Estado de los canales (operación y mantención).
- Superficie regada, en cada caso.
- Principales cultivos asociados.

En este punto se tuvo información proveniente de: recopilación de estudios de riego precedentes, visitas a terreno y de encuestas realizadas a los agricultores (Anexo 1).

c) Organización de usuarios

Este punto se desarrolló, principalmente, en base a entrevistas personales con los responsables de administrar los ríos y canales de la cuenca del Huasco, determinándose la función que a ellos compete en el riego de los suelos de la provincia.

2.3.1.2 Metodología de riego actual, consideró una evaluación de:

- Sistemas de riego utilizados (surco, tendido, goteo, aspersión).

- Nivel de tecnificación, es decir, si en la implantación del riego se requirió de asesorías profesionales y si estos métodos de riego son manejados con algunos indicadores como Evaporación de bandeja, uso de tensiómetros, humedad al tacto, etc.

- Cultivos asociados a los sistemas de riego.

La ejecución de este punto consideró, principalmente, la realización de encuestas a productores y visitas en terreno.

2.3.1.3 Evaluación general de eficiencias;

- Se evaluó las condiciones de mantenimiento general de los canales a nivel predial.

- Se estimó niveles de eficiencia en los riegos a nivel predial, efectuando mediciones de lámina infiltrada en distintos puntos del predio y se comparó con la lámina bruta aplicada.

- Se determinaron las posibles causas de las bajas eficiencias encontradas.

  Este punto fue desarrollado básicamente en terreno, utilizando las técnicas y metodologías establecidas para tal efecto. (En Anexo 4 se pueden ver fichas técnicas de los perfiles de humedad).

2.3.2 Caracterización físico-hídrica de los suelos y caracterización climática.

La caracterización físico-hídrica de los suelos es básica para dictar pautas para riego de cultivos en cualquier zona agrícola. Sobre esta base se efectuaron determinaciones de suelos ubicados aguas arriba y aguas abajo del tranque Santa Juana, utilizándose los servicios del Laboratorio de Física de suelos del Programa de Riego y Drenaje del C.R.I. - Intihuasi en Vicuña.

2.3.2.1 Revisión de informes de suelo existentes.

- Para el cumplimiento de tal actividad se realizó una revisión de la información presentada en el Estudio integral del valle del Río Huasco de la Comisión Nacional de Riego, lo cual se contrastó con el muestreo y análisis de terreno.

2.3.2.2 Muestreo y Análisis de Suelo

En áreas representativas del valle, correspondiente a cada una de las series de suelo existentes, se describieron calicatas, tomándose muestras de suelo, las que se analizaron en laboratorio; efectuándose las siguientes determinaciones:

- Constantes hídricas del suelo (C de C, PMP y HA).
- Textura.
- Fertilidad y Salinidad de suelo.

En terreno se evaluó Velocidad de Infiltración y Densidad Aparente.

2.3.2.3 Recopilación antecedentes climáticos, consideró aspectos como:

- Revisión de antecedentes climáticos existentes.
- Ampliación de la información existente con los últimos datos de las estaciones metereológicas presentes en el valle del río Huasco.

Los puntos anteriores se desarrollaron, recopilando información de las publicaciones existentes, validando y actualizando información a través de registros de terreno.

2.3.3 Parámetros de diseño de metódos de riego.

Integrando la información que se obtuvo en los puntos precedentes se definió el método de riego más adecuado a una determinada zona agroclimática del valle del Huasco, tomando como base la factibilidad de establecer un determinado cultivo.

De esta forma se originaron una serie de alternativas y para cada una de ellas se plantearon las pautas de manejo del agua.

2.3.4 Establecimiento de CATTs.

Previo al establecimiento de los CATTs se recopiló abundante información acerca de las áreas más representativas, considerando suelo, clima, cultivos y tipos de agricultores; para ello se aplicó una encuesta (Anexo 1); requiriéndose la información señalada. Producto de este trabajo, se seleccionaron las áreas más adecuadas para la localización de los CATTs.

2.3.4.1 Localización y Organización de los CATTs.

Las áreas seleccionadas para la localización y organización de los CATT fueron: Alto del Carmen/San Félix y Chañar Blanco/ Vallenar. En cada una de las áreas se invitó a participar a un grupo de 10 a 15 agricultores líderes e interesados en el tema y proponiéndose el trabajo grupal, con la metodología que se describe en Anexo 9.

2.3.4.2 Establecimiento y manejo de CATTs y unidades de ajuste de tecnología y validación.

Los Centros de Ajuste que se establecieron permitieron cubrir, en conjunto con otros programas del INIA, toda la cuenca del Huasco, logrando de esta manera una activa presencia del INIA en todos los sectores de este valle.

En cada Centro de Ajuste (CATT) se establecieron las siguientes unidades demostrativas.

CATT San Félix:

a) Riego por goteo gravitacional en vid pisquera.
b) Riego por goteo en vid pisquera.
c) Riego por cinta en invernadero.
d) Riego por microjet en cítricos.
e) Riego por microjet en paltos y cítricos.

CATT Chañar Blanco:

a) Riego por microjet gravitacional en paltos.
b) Riego por microjet gravitacional en paltos.
c) Riego por cinta gravitacional en invernadero.
d) Riego localizado de baja presión en olivos.

El montaje de los sistemas de riego se efectuó con la participación directa de los agricultores pertenecientes a los CATTs, para que de esta manera aprendieron la metodología del ensamblaje de cada una de las unidades de riego.

Cada unidad está siendo evaluada constantemente por el proyecto.

2.3.4.3 Evaluación de resultados de Unidades de ajuste y Validación. Consideró las siguientes acciones:

- Analizar comparativamente los beneficios de la nueva tecnología; en relación a la situación actual.
- Discutir grupalmente los resultados de las Unidades.
- Recoger la experiencia de los agricultores de CATT, relativa al uso de la nueva tecnología en sus predios.
- Conclusiones de la acción realizada.

2.3.5 Reforzamiento de la acción de investigación.

Se consideraron dos líneas de investigación: Fruticultura y Horticultura.

2.3.5.1 Manejo y control de ensayos en fruticultura.

Se decidió retomar los ensayos de fruticultura llevados a cabo por el INIA en la Hacienda Ventanas; con la finalidad de continuar la evaluación de las especies frutales existentes en dicho lugar.

Esta línea de trabajo estuvo bajo la supervisión del Programa Frutales y Viñas del INIA, manteniéndose en la parcela, en forma estable, un obrero que se encargó de las labores agrícolas del huerto.

Los resultados de los trabajos se presentan en punto correspondiente.

2.3.5.2 Establecimiento, manejo y control de ensayos de hortalizas.

El Proyecto se planteó establecer una parcela experimental en una zona netamente hortícola (Comuna de Vallenar), en la que se ensayaron especies y variedades hortícolas de alto rendimiento; siendo complementado con sistemas de riego de alta eficiencia.

Esta línea de trabajo contó con la asesoría del Programa Hortalizas de INIA, C.R.I. Intihuasi.

A nivel de terreno se dispuso de un obrero, el cual se encargó de las labores agrícolas que se requirieron.

Los resultados de la investigación realizada se entregan en capítulo correspondiente.

2.3.6 Divulgación.

La divulgación se realizó a través de diferentes acciones:

2.3.6.1 Cartillas divulgativas

En esta primera etapa del Proyecto se editaron dos Cartillas Divulgativas tituladas: "Suelos y clima del Valle del Huasco" y "Métodos de riego tecnificados para el valle del Huasco".

Cada una de ellas entrega abundante información sobre el tema en particular, de fácil comprensión para agricultores y técnicos. Específicamente en el caso de la segunda cartilla, se entrega una descripción detallada de los diferentes elementos y conceptos sobre riego tecnificado. A futuro se ampliará la información con aspectos de diseño y manejo de los métodos de riego.

2.3.6.2 Jornadas técnicas con agricultores de los CATTs.

Estas jornadas se desarrollaron con la participación de los agricultores de cada CATT y contemplaron:

* Charlas técnicas asociadas a las Unidades de Ajuste
* Instalación de sistemas de riego tecnificado
* Informes sobre estado de avance de las unidades de ajuste.
* Discusión de temas agrícolas asociados a cultivos y riego.

La ocurrencia de estas actividades estuvo dada por la oportunidad más propicia según el avance de cada unidad.

2.3.6.3 Días de Campo

Estas jornadas estuvieron orientadas a divulgar, a otros agricultores y a autoridades, los avances que se fueron dando en las Parcelas Experimentales. Esta actividad permitió conocer la opinión de los agricultores, respecto a los resultados mostrados.

2.3.6.4 Cursos y Seminarios.

Con la finalidad de transferir conocimientos sobre riego tecnificado se realizó un curso orientado a agentes de extensión; enfatizándose el diseño e instalación de pequeños proyectos de riego por goteo. También se realizó un curso orientado a entregar elementos básicos de operación y mantención, dirigido a agricultores.

En relación a Seminarios, durante la ejecución del Proyecto se organizó, en conjunto con la Comisión Nacional de Riego un Seminario sobre la Ley 18.450, con gran asistencia de agricultores.

2.4 PERSONAL PARTICIPANTE

El personal que durante el desarrollo del proyecto tuvo activa participación en las diferentes actividades fue el siguiente:

a) Representante Legal de INIA en la Región:

*Sr. Carlos Quiroz Escobar, Ing. Agr. Ph. D
Director C.R.I. Intihuasi.

b) Jefe del Proyecto (INIA)

*Sr. Alfonso Osorio Ulloa, Ing. Agr. M. Sc.

c) Unidad Ejecutora del Proyecto en el Valle del Huasco

*Sr. Francisco Tapia Contreras, Ing. Agrónomo.
Responsable desde 01/06/93 (1)

* Sr. Marcelo Caro Solís, Técnico Agrícola (Desde 15/06/93 hasta 5/09/93) (1).

*Sr. Ricardo Rodríguez Gómez, Técnico Agrícola (Desde 16/09/93) (1).

*Señorita. Yolanda Maturana Navea, Secretaria (Desde 15/06/93 hasta 25/08/93).

*Señorita Elena Hernández Dwingelo, Secretaria (Desde 26/08/93).

*Señor Carlos Alvarez Trigo, Obrero Agrícola (Desde 01/07/93) (1).

*Señor Miguel Portilla Rojas, Obrero Agrícola (Desde 02/01/94) (1).

---

(1) Personal contratado con fondos del Proyecto

d) Apoyo Profesional y Técnico en Frutales:

*Señor Antonio Ibacache González, Ing. Agr. M. Sc., Fruticultura.

*Señor Nelson Rojas, Técnico Agrícola, Fruticultura.

La participación de ambos, estuvo referida al manejo y control de la Parcela Experimental Ventanas, ubicada en la hacienda del mismo nombre, donde se ha evaluado el comportamiento de diferentes especies subtropicales.

e) Apoyo Profesional y Técnico en Hortalizas:

*Señor Leonardo Rojas Parra, Ingeniero Agrónomo.

*Señor Patricio Olivares Araya, Técnico Agrícola.

*Señor Víctor Alfaro Espinoza, Ing. Ejec. Agrícola.

La participación de ellos estuvo orientada al apoyo en el establecimiento de la Parcela Experimental Las Compañías, ubicada en el sector del mismo nombre y donde se evaluó el comportamiento de diferentes especies hortícolas y su relación con riego.

f) Apoyo Profesional y Técnico en Entomología:

*Señora Patricia Larraín Sanhueza, Ing. Agr. M.Sc.

*Señor Boris Espinoza Gutiérrez, Técnico Agrícola.

La participación de ambos se orientó al manejo de plagas claves en frutales y hortalizas a través de aplicaciones de productos y monitoreo de insectos.

g) Apoyo Técnico en Riego:

*Sr. Rubén Alfaro, Ing. Ejec. Agrícola, Riego y Drenaje.

Su participación estuvo referida, principalmente, a la determinación de constantes físicas e hídricas de suelos en el Laboratorio de Riego del C.E. Vicuña. También colaboró en la instalación del sistema de riego en la Parcela Experimental de hortalizas.

h) Apoyo en Transferencia de Tecnología.

*Señor Omar González Fuentes, Ingeniero Agrónomo

i) Apoyo en Fertilidad de Suelos.

*Señor Carlos Sierra Bernal, Ing. Agr. M.Sc.

j) Apoyo en Contabilidad, Recursos Humanos y Secretaría (Intihuasi)

*Señora Lucía Cortés Zepeda, Contadora General

*Señor Raúl Rojas Riveros, Contador General

*Señorita Alejandra Valencia Salinas, Contadora General (1)

*Señora Gaby Conrads Pauvif, Asistente Social.

*Señorita Sandra Castillo Boilet, Secretaria.

(1) Personal contratado con fondos del Proyecto.

2.5 INFRAESTRUCTURA Y UNIDADES DE APOYO INSTITUCIONAL

INIA mantiene una Oficina Técnica en la ciudad de Vallenar, ubicada en calle Serrano N° 1695. En esta dependencia se encuentran, tanto las oficinas, como bodega y sala de procesamiento de muestras de suelo del Proyecto. Inicialmente (Año 1993), se dispuso de oficinas en el Edificio de la Gobernación de Huasco.

Para la ejecución del proyecto se ha dispuesto de una camioneta doble cabina de uso exclusivo y de un computador personal, en el cual se ha procesado toda la información obtenida en el desarrollo del Proyecto.

En el procesamiento de muestras de suelo (fertilidad y salinidad) y de análisis foliar, se utilizaron los laboratorios respectivos que posee INIA en el Centro Regional de Investigación (CRI) "La Platina" (Santiago) y en el CRI Intihuasi (Vicuña).

Las disciplinas de Frutales y Viñas, de Hortalizas y de Riego y Drenaje, colaboraron apoyando en el manejo y control de las parcelas y unidades demostrativas, disponiéndose personal para tales efectos.

A nivel central (CRI Intihuasi, La Serena), también se contó con el apoyo de la oficina de Recursos Humanos, Oficina de Contabilidad y Secretaria del Departamento de Recursos Naturales y Medio Ambiente.

Un proyecto de esta naturaleza requiere del apoyo de distintas unidades y disciplinas profesionales; apoyo que INIA puede disponer dada su característica de centro de investigación; de otra forma habría sido necesario requerir la participación de otros profesionales, con el consiguiente mayor costo para el Proyecto.

DIAGNOSTICO DE LA TECNOLOGIA ACTUAL DE RIEGO

3. DIAGNOSTICO DE LA TECNOLOGIA ACTUAL DE RIEGO.

Para desarrollar un plan de mejoramiento de las tecnologías de riego y optimizar el uso del agua, fue necesario conocer la realidad agrícola de la zona en cuestión.

En relación a lo anterior, se realizó un diagnóstico general del valle del Huasco, en que se tocaron temas como el de organización de regantes, reconocimiento de la red de riego, sistemas de distribución de las aguas, metodología de riego utilizada y evaluación general de eficiencias de riego.

3.1 RECONOCIMIENTO DE LA RED DE RIEGO, SISTEMAS DE DISTRIBUCION Y ORGANIZACION DE LOS USUARIOS.

Referente a este punto, es importante destacar la superficie de suelos que es cubierta por el sistema de riego del Huasco, número de canales y derechos de agua, estado de conservación y mantención de los canales como también los organismos encargados de administrar el uso de las aguas de riego.

a. Reconocimiento de la red de riego:

La hoya hidrográfica del río Huasco se encuentra integrada por 4 secciones de riego. Estas secciones están conformadas por los valles de San Félix y El Tránsito, como la primera y segunda sección respectivamente. El denominado río Huasco se encuentra dividido en otras dos secciones que conforman a la tercera y cuarta, encontrándose esta última en las proximidades de la desembocadura.

Los derechos de agua (acciones) se presentan en el Cuadro 3.1, junto a las secciones a las cuales pertenecen.

Cuadro 3.1: Sección del río, lugar geográfico y derechos correspondientes.

Sección	Sector	N° Canales	acciones
1ª	Río El Carmen	98	969
2ª	Río El Tránsito	151	1.582
3ª	Río Huasco (La Junta-Pte. Nicolasa)	45	7.620
4ª	Río Huasco (Pte. Nicolasa - Desem.)	23	1.552
TOTAL		317	11.723

La sección que posee los mayores derechos de agua es la 3ª, en la que además se encuentran los canales de mayor capacidad y las mayores extensiones de tierras cultivadas.

La segunda sección, por su parte, es la que posee el mayor número de canales de regadío, los que suman en total 151 canales. Además, esta sección es la más extensa en longitud y con un mayor número de afluentes. Los ríos Laguna Grande y Valeriano, forman el río Conay y los ríos Estrecho y Pachuy forman el río Chollay; de la unión de los ríos Conay y Chollay nace el río El Tránsito.

Por su parte, la primera sección, formada por el río El Carmen, cuya cuenca posee una orientación de sur a norte, está integrada por los afluentes río Matancillas y río Potrerillos. El número total de canales de la sección es de 98.

b. Sistemas de distribución:

La distribución y disposición de los canales se encuentra cartografiada en el Catástro de Regantes de la Hoya del Río Huasco (1983), disponible en las oficinas de INIA-Huasco.

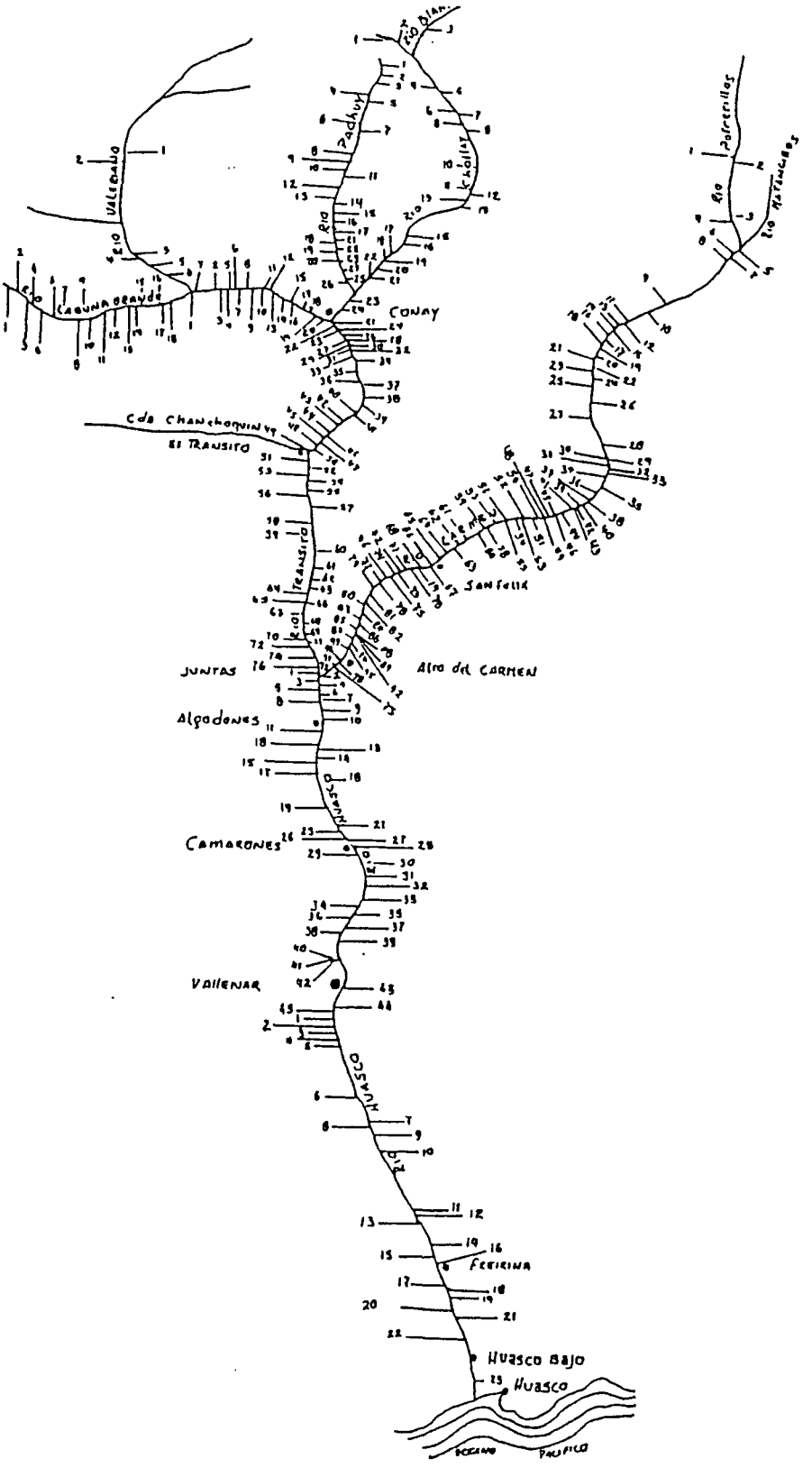
En la Figura 3.1 se encuentran en forma esquemática los canales existes en la hoya hidrográfica del río Huasco cuyos nombres aparecen detallados por sección en el Anexo 2.

Contando con dicha información base, se realizaron visitas a las distintas secciones de riego, visualizando en terreno el estado de funcionamiento de algunos de los canales más representativos de los sectores. En ellos se pudo apreciar el estado de limpieza de canales y de sus estructuras de aforo y repartición de las aguas, ya sea a nivel de bocatoma, como también a nivel predial.

La primera y segunda sección se caracterizan por presentar gran cantidad de canales con similar número de bocatomas. Además, se pudo constatar la falta de adecuados sistemas de conducción de los derrames, escurriendo las aguas libremente por el sentido de la pendiente, produciendo erosión del escaso suelo existente en las escarpadas laderas de estos valles.

Eventualmente se presentan precipitaciones tipo monzónicas, conocidas en la zona como "Invierno Boliviano", con lluvias torrenciales en la alta cordillera, lo cual incrementa violentamente el caudal del río provocando destrozos en las riberas de éstos.

Figura 3.1: Representación esquemática de los canales de regadío de la hoya del Huasco.



Es importante destacar la labor que está realizando el convenio INDAP-FOSIS, el cual ha reparado y construido importantes obras de bocatoma de canales, especialmente las del río El Carmen en La Higuerita y Cerro Blanco.

En Anexo 3 se presenta un análisis detallado de la situación actual de los canales en las distintas secciones de riego y en el Cuadro 3.2 se indican, para los principales canales, el N° de acciones, su longitud, la superficie de riego y su estado de conservación.

c. Organización de los regantes de la hoya del Huasco:

La cuenca de riego del Huasco se encuentra organizada y regida por la Junta de Vigilancia del río Huasco, la cual la conforman la mayoría de las comunidades de agua existentes a lo largo de todo el Río y sus afluentes.

Esta Junta de Vigilancia del río Huasco, se originó a partir de la Asociación de Canalistas del Río Huasco, constituida en 1927, con domicilio en Vallenar, la que en virtud de lo dispuesto en el artículo 305 del código de aguas y autorizadas por resoluciones del Ex Departamento de Riego, números 4 y 5 del 19 y 20 de agosto de 1951, respectivamente funciona actualmente como Junta de Vigilancia Provisional del Río Huasco y sus Afluentes.

Para la mejor administración de las aguas, se dividió la hoya hidrográfica en cuatro secciones de riego (cuadro 1). Los integrantes de esta Junta de Vigilancia, los cuales, a su vez, son presidentes de canales o comunidades de agua, representan a cada una de las secciones existentes, correspondiendo a un total de 9 miembros. Estos directores son encabezados por un presidente, cargo que lo desempeña actualmente el Ing. Agr. señor Carlos González O. En el Cuadro 3.3 se presentan los integrantes y sus repectivos cargos ocupados en la Junta de Vigilancia del Río Huasco y sus correspondientes secciones a las cuales representan.

Cuadro 3.2: Estado de conservación de los principales canales de la Hoya del Huasco.

CANAL	N °ACCIONES	LONG. (km)	SUP.RIEGO (ha)	ESTADO*
A) 1ª Sección				
El Peñón	24	1,0	13,7	R
Piedras Juntas	12	1,7	12,9	M
Gajardo	36	3,1	51,0	R
Mesilla	20	8,2	24,6	B
Pedregal	12	8,9	65,7	B
El Carmen	16	3,1	15,7	R
Portezuelo	12	2,0	12,0	R
B) 2ª Sección				
Cachiyuyo	4	-----	2,3	M
Conay	48	3,2	41,4	R
Tambo Bajo	32	-----	-----	R
Pabla Ríos	12	3,3	13,8	R-M
La Pampa	68	4,9	68,3	R
La Arena	48	5,1	48,6	R
La Fragua	16	3,2	17,0	R
Campillay-Chanchoquín	92	6,1	120,0	R-B
Molino Viejo	24	3,3	14,7	R-M
Corral de Vacas	16	3,2	19,2	R
Vales Alto	4	2,0	8,0	R
Olivo	24	3,7	33,3	R-B
Marqueza	12	3,0	16,3	R
C) 3ª Sección				
Campaña	960	31,2	-----	R
Marañón	1.440	28,1	983,7	R
Ventanas	1.344	22,5	1.581,0	R-B
B. Esperanza	960	18,0	1.303,0	R
Perales	576	6,5	392,0	R
A. Honda	960	18,5	395,0	R
D) 4ª Sección				
Nicolasa	284	22,9	276,0	R
Tatara	125	5,0	37,0	M
San Juan	12	6,1	-----	M
El Pino	14	5,5	49,0	R-M
Las Tablas	72	3,7	10,5	R
Bellavista	158	17,9	225,7	R
Cachina	125	4,3	214,0	R
Madariaga	128	6,4	184,0	R
B. Bajo	63	2,5	107,0	R

Fuente: D.G.A.,1983.

Evaluación en terreno según presente Proyecto

Valores relativos asignados: B:bueno; R:regular; M:malo

Cuadro 3.3: Directorio de la Junta de Vigilancia del Río Huasco y Sus Afluentes

Cargo	Nombre	Sección
Presidente	Carlos González O.	3ª
1er Director	Luis Urzúa A.	2ª
2do Director	Silvio Valle M.	3ª
3er Director	Efraín Alday P.	4ª
Director	Roberto Vergara V.	3ª
Director	Germán Muñoz V.	3ª
Director	Guillermo González G.	3ª
Director	Eduardo Mulet B.	1ª
Director	Eduardo Barrera A.	2ª

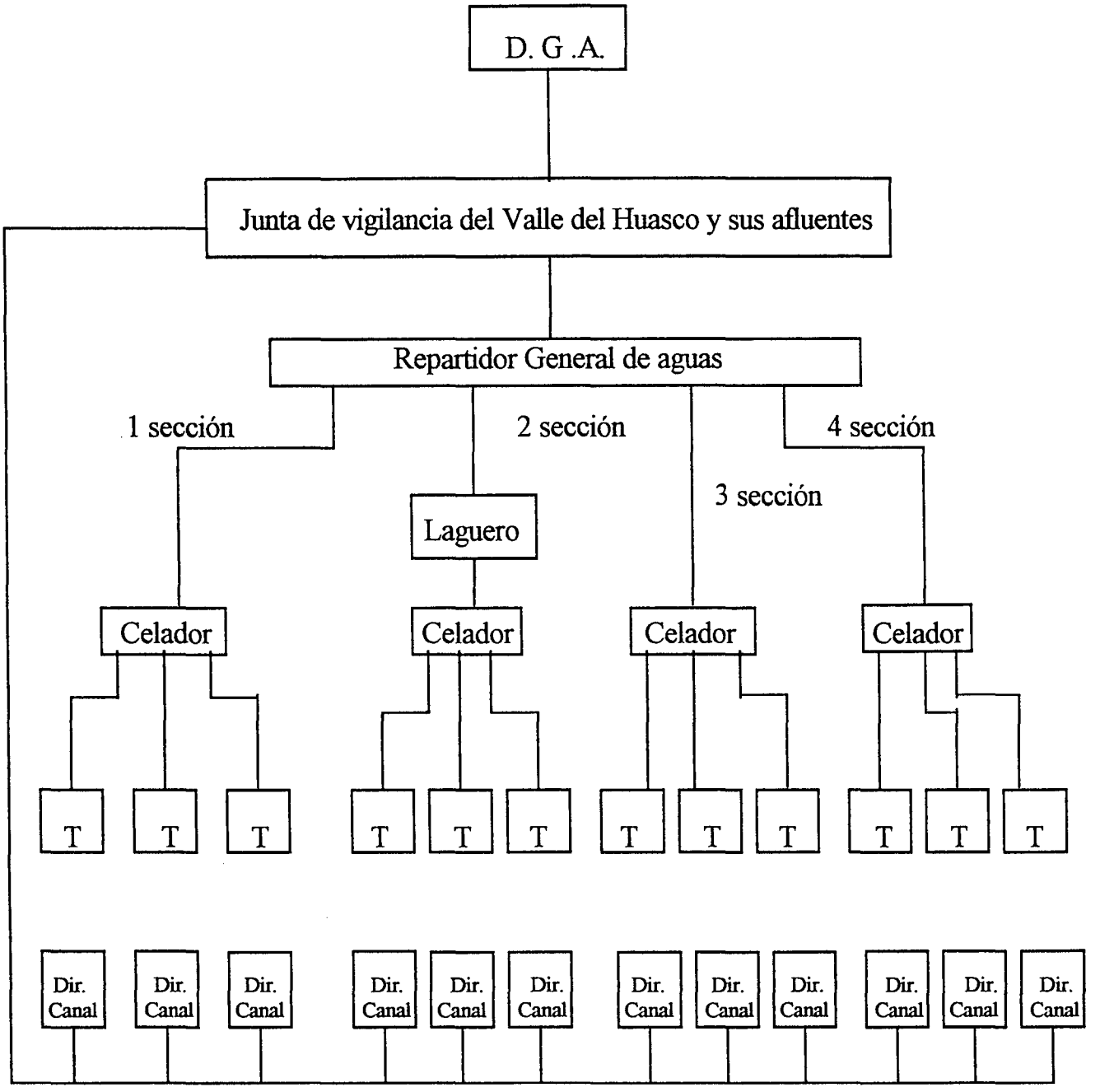
De los 9 directores, 5 corresponden a la 3ª sección, la que posee el mayor número de derechos de agua. La segunda sección tiene dos integrantes en la Junta y las secciones 1ª y 4ª sólo tienen un representante cada una.

Una de las funciones que atañe a la Junta de Vigilancia es la de velar por la libre y equitativa distribución de agua hacia los distintos canales adscritos a ésta. La regulación de las aguas es de responsabilidad del "Repartidor General de Aguas", cargo que lo desempeña el práctico Sr Francisco Torres C., quien a su vez, delega funciones en los "Celadores", los que están encargados de recorrer periódicamente el cauce verificando las alturas de aguas de las distintas bocatomas de todos los canales correspondientes a su jurisdicción. En condiciones hidrológicas normales, existe un celador por sección, aumentando éstos en períodos de sequía. Además de estos celadores, existe un encargado de regular las descargas de agua en la Laguna Grande, represa de agua que se sitúa en la naciente del valle El Tránsito.

A nivel de canal, existe una directiva, los que se encargan de la administración de cada uno de ellos. Por los derechos de agua se paga una cuota pactada según los estatutos propios del canal, en forma mensual, bimensual, etc. Ello sirve para financiar labores de mantención, como lo es la limpieza de los canales, la cual se realiza a lo menos una vez al año, y también, para financiar la labor de "turneros", los cuales reparten el agua internamente, según los derechos de cada usuario del canal. En Anexo 2 se indican los nombres de los presidentes de cada uno de los canales existentes en la hoya hidrográfica del Huasco.

El organigrama del manejo de la distribución y aprovechamiento de las aguas del río Huasco se presenta en la Figura 3.2.

Figura 3.2: Organigrama del control del agua de riego en la hoya hidrográfica del Huasco.



3.2 METODOLOGIA DE RIEGO UTILIZADA EN LA ACTUALIDAD.

Para determinar las metodología de riego utilizada actualmente, se tomaron predios repartidos uniformemente a lo largo de los tres valles que conforman la cuenca del Huasco. En ellos se verificó el método de riego que se utiliza en cada cultivo y luego se estimó porcentualmente la frecuencia de utilización en cada especie.

La relación utilizada es la siguiente:

$$\% I_{mc} = \frac{P_{cm}}{T_{ct}} * 100$$

En que:

$\% I_{mc}$ = porcentaje de incidencia del método de riego según el cultivo.
P_{cm} = número de predios que presentan el método según el cultivo.
T_{ct} = número total de predios de un mismo cultivo.

En relación a la superficie cultivada en el valle del Huasco, según Catastro Frutícola (1991/1992) y Censo Agropecuario del valle del Huasco INE 1992, ésta alcanzaría a 10.120 ha. Esta información aparece más detallada en los Cuadros 4 y 5.

Cuadro 3.4: Superficie productiva del sector frutícola del valle del Huasco, expresado en hectáreas.

Frutales	Superficie (ha)
Viñas	230,0
Vid de mesa	344,2
Cítricos	28,5
Paltos	65,6
Durazneros	10,2
Nogales	15,8
Chirimoyo	19,5
Olivos	826,2
Total	1.540,0

Fuente: Catastro Frutícola 1991/1992.

Según el Cuadro 3.4, la mayor superficie frutícola del Valle corresponde al cultivo de olivos, los cuales se sitúan principalmente en las comunas de Huasco y Freirina.

En los valles interiores se encuentran los cultivos de paltos (65,6 ha) y cítricos (28,5 ha), encontrándose las mayores superficies de estos en las secciones 1ª y 2ª. En la 3ª sección se observan huertos de paltos y cítricos en predios puntuales, lo que no significa que exista predominancia de este cultivo en dicha sección de riego.

Se observa también, una importante superficie dedicada al cultivo de la uva de mesa, la cual se desarrolla en los valles interiores, al igual que la uva pisquera; pero presentando esta última, una menor superficie. La producción de uva pisquera se encuentra en manos de muchos pequeños agricultores diseminados a lo largo del valle, con producciones que no superan las 20 tons/ha. Por su parte la vid de mesa, que actualmente presenta una gran expansión en cuanto a superficie, se encuentra en manos de pocos agricultores de medio a grandes empresarios, con superficies superiores a las 20 ha.

Los durazneros se cultivan principalmente en el sector medio del valle, correspondiendo a la tercera sección de riego; y ocupan una superficie reducida. Sin embargo, existen pequeños huertos, en los valles inferiores, destacándose las variedades de bajo requerimiento de frío que fueron introducidas por INIA en la década del 80.

Cuadro 3.5: Superficie agrícola utilizada con cultivos y praderas en el valle del Huasco.

Cultivos	**Superficie (ha)**
Hortalizas y Flores	260
Praderas	4.050
Cereales y Chacras	1.420
Barbecho	2.850
Total	8.580

Fuente: INE, 1992

Con respecto al Cuadro 3.5, existe una gran superficie dedicada a praderas, desarrollándose en ellas la ganadería de carne y secundariamente de leche, situándose principalmente en las terrazas aluviales de la 3ª y 4ª secciones.

La superficie indicada como en barbecho, se puede considerar como suelos salientes de un cultivo, pues se incluyen en ellos a aquellos que presentan rastrojos visibles de cultivo anterior y también a aquellos suelos agrícolas no cultivados.

Respecto a la utilización de los métodos de riego, los más recurrentes son tendido y de surco, encontrándose el primero principalmente en planicies de terrazas y fondo de los valles, asociados principalmente a praderas, y el de surco abarca todos los tipos de pendiente y cultivos presentes en los suelos del Valle.

Minoritariamente se utiliza el riego por tazas en algunos huertos frutales como, Paltos, Cítricos, Chirimoyos y Olivos.

El método de riego por goteo, el cual es de reciente introducción en el Valle, se encuentra presente en cultivos de uva de exportación, ubicados principalmente en los valles interiores del Huasco. Sin embargo, este método de riego se encuentra asociado, en algunos casos, al de surco, supliendo con éste las deficiencias hídricas que se producen en los suelos, por mal manejo del riego por goteo.

Los resultados del diagnóstico, referente a este punto, se presentan en forma resumida en los Cuadros 3.6, 3.7, 3.8 y 3.9, correspondientes a cada una de las secciones de riego de la hoya del Huasco.

A continuación se efectua un análisis de los métodos de riego utilizados, según cultivos, por sección del Valle.

a. Primera sección (Valle de San Félix)

Esta es una zona de laderas en que se cultiva principalmente la vid pisquera y para vino (pajarete), las que son manejadas en sistemas de espalderas y regadas por surcos. A nivel de la ribera del río, en donde la pendiente de los suelos se atenúa bastante, pero con micro-relieve irregular, se cultiva esta especie en parronales, regadas también por surco, la que muchas veces no es conducido en curvas de nivel, produciéndose en algunos sectores de los predios, apozamientos de agua y en otros una erosión, por la alta velocidad que toma el agua en el surco de riego.

En el Cuadro 3.6 se indica en forma detallada los métodos utilizados, expresados en porcentajes de ocurrencia.

Cuadro 3.6: Metodología de riego utilizada en los distintos cultivos, expresado en porcentajes,(1ª sección)

Cultivos	Método de riego			
	Tendido	Surco	Tazas	Goteo
Frutales				
Viñas	-----	100,0	-----	-----
Parronales	-----	93,8	-----	6,2
Paltos	5,2	81,4	13,4	-----
Cítricos	23,0	40,0	37,0	-----
Cultivos/Empast.				
Poroto verde	-----	100,0	-----	-----
Ají	-----	100,0	-----	-----
Tomate	-----	100,0	-----	-----
Arveja	-----	100,0	-----	-----
Maíz	-----	100,0	-----	-----
Papas	-----	100,0	-----	-----
Empastadas	100,0	-----	-----	-----

El cultivo de Paltos presenta una cierta relevancia, cuyas variedades autóctonas o Chilenas están siendo reemplazadas por otras más productivas y de mayor valor comercial. El método de riego que se emplea es principalmente el de surcos, secundariamente se utilizan las tazas y un menor porcentaje se riega por tendido, presentándose en huertos muy antiguos.

En sectores de microclima donde las heladas son escasas, se cultivan especies fuera de temporada, como ser el ají, tomates, y porotos, de los cuales se obtienen cosechas al aire libre en invierno-primavera. Estas especies son regadas por surco en curvas de nivel realizadas en las laderas de los cerros.

En resumen, se puede apreciar que el uso del método por surcos es el que se presenta con mayor frecuencia en frutales y cultivos y tiene los mayores problemas de diseño y manejo.

b. Segunda sección (Valle El Tránsito)

En los sectores altos, vale decir, en la precordillera, existen vastas extensiones dedicadas a las praderas artificiales y naturales mejoradas, las cuales son regadas en su totalidad por tendido, realizándose con técnicas muy rudimentarias y con escaso mejoramiento de la composición botánica de ellas.

Las viñas pisqueras siguen siendo el cultivo más importante de los valles interiores, desarrollándose en laderas y lomajes de las cerranías de las cuenca del valle El Tránsito. La metodología de riego utilizada es por surcos, los que se realizan en curvas de nivel. Los parronales pisqueros se sitúan en suelos planos, al igual que en el valle de San Félix y son regados por surcos.

Es importante destacar el método de riego por goteo, el cual tiene una considerable superficie en este valle. Con este método se riega exclusivamente parronales de exportación que dada las condiciones microclimáticas del sector se obtienen cosechas muy tempranas en la temporada. Sin embargo, el apoyo tecnológico en este tipo de riego es muy escaso, rigiéndose por pautas de irrigación foráneas, encontrándose situaciones de parronales con déficit hídrico, lo cual refleja un mal manejo del método. En el Cuadro 3.7 se indican los porcentajes de utilización de uno u otro método de riego, según cultivo:

Cuadro 3.7: Metodología de riego utilizada en los distintos cultivos, expresado en porcentajes,(2ª sección)

Cultivos	Método de riego			
	Tendido	Surco	Tazas	Goteo
Frutales				
Viñas	-----	100,0	-----	-----
Parronales	-----	58,4	-----	41,6
Paltos	8,5	89,5	2,0	-----
Cítricos	11,0	75,0	14,0	-----
Durazneros	40,0	40,0	20,0	
Nogales	100,0	-----	-----	
Cultivos/Empast.				
Poroto verdes	-----	100,0	-----	-----
Ají	-----	100,0	-----	-----
Tomates	-----	100,0	-----	-----
Maíz	-----	100,0		
Arvejas	-----	100,0	-----	-----
Cebada	100,0	-----	-----	-----
Praderas	100,0	-----	-----	-----

Existen también cultivos hortícolas que aprovechando las bondades del invierno, se obtienen cosechas fuera de temporada, como ser de ají, tomate y porotos verdes, los que se cultivan en laderas del sector medio del valle El Tránsito (Marqueza, Chigüinto, Perales). El método de riego utilizado es el de surcos en curvas de nivel.

Este valle presenta los mejores suelos existentes en la hoya del Huasco, como lo son los suelos de la Serie Chanchoquín, presentando excelente aptitud agrícola.

c. Tercera sección (Juntas de El Carmen-Pte. Nicolasa)

Esta sección comprende la mayor superficie de suelo cultivable del Huasco, la cual posee también la mayor cantidad de acciones de aguas presentes en la hoya hidrográfica del Valle.

Esta superficie, que en su mayoría corresponde a suelos ubicados en terrazas aluviales, es cultivada principalmente con praderas y trigo. Este último cultivo se realiza en invierno, aprovechando excedentes temporales de agua. Ambos rubros se encuentran regados por el método de tendido.

La presencia de cultivos hortícolas fuera de temporada, principalmente de ají, se desarrolla en laderas del valle, en casetas frías de arquitectura rudimentaria y utilizando métodos de riego por surco dentro de los invernaderos. Ambos factores disminuyen la eficacia de este tipo de cultivos, afectando la densidad de plantación e incrementando las enfermedades fungosas, las que se atribuyen a la alta humedad ambiental que proporciona el método de riego por surco. En el Cuadro 3.8 se indica la utilización de los métodos de riego según cultivo:

Cuadro 3.8: Metodología de riego utilizada en los distintos cultivos, expresado en porcentajes,(3ª sección)

Cultivos	Métodos de riego				
	Tendido	Bordes	Surco	Tazas	Goteo
Frutales					
Viñas	-----	-----	100,0	-----	-----
Parronales	-----	42,8	42,8	-----	14,2
Paltos	1,2	-----	94,5	4,2	-----
Cítricos	2,0	-----	98,0	-----	-----
Durazneros	-----	-----	100,0	-----	-----
Olivos	100,0	-----	-----	-----	-----
Chirimoyos	-----	-----	-----	100,0	-----
Cultivos/Empast.					
Poroto verde	-----	-----	100,0	-----	-----
Ají (a. libre)	-----	-----	100,0	-----	-----
(Invernadero)	-----	-----	100,0	-----	-----
Tomate (a. libre)	-----	-----	100,0	-----	-----
(Invernadero)	-----	-----	100,0	-----	-----
Z. Italiano	-----	-----	100,0	-----	-----
Arvejas	-----	-----	100,0	-----	-----
Gladiolos	-----	-----	100,0	-----	-----
Trigo	100,0	-----	-----	-----	-----
Praderas	100,0	-----	-----	-----	-----

En el Cuadro 3.8, se puede apreciar que el método de riego de mayor utilización en los cultivos es el de surcos. En el caso del olivo, los predios visitados presentaron en su totalidad el método de riego por tendido.

Existe además el cultivo del Palto, con variedades comerciales como Hass, Edranol y Fuerte principalmente, regados en su mayoría por surcos. En el caso de Chirimoyos, el método de riego utilizado es el de tazas.

Llama la atención la utilización del método de riego por bordes en parronales (Hda Ventanas).

Los cultivos invernales como la arveja, son regados en su totalidad por surcos, existiendo una importante superficie dedicada a esta especie, en la cual se obtienen cosechas muy precoces en relación a la producción de la zona sur del país.

d. Cuarta sección (Pte. Nicolasa-Huasco)

Esta sección se ubica próxima a la desembocadura del río Huasco. Presenta suelos planos y gran cantidad de vegas (afloramientos de agua), además se encuentran altos índices de salinidad tanto en los suelos, como en las aguas de regadío. En el Cuadro 3.9 se indican los porcentajes de la utilización de uno u otro método, según cultivos:

Cuadro 3.9: Metodología de riego utilizada en los distintos cultivos, expresado en porcentajes,(4ª sección)

Cultivos	Método de riego			
	Tendido	Surco	Tazas	Goteo
Frutales				
Olivos	25,0	70,0	-----	5,0
Chirimoyos	-----	-----	20,0	80,0
Cultivos/Empast.				
Tomate	-----	-----	100,0	-----
Acelga	-----	-----	100,0	-----
Lechugas	-----	-----	100,0	-----
Z. Italiano	-----	-----	100,0	-----
Repollo	-----	-----	100,0	-----
Arveja	-----	-----	100,0	-----
Papas	-----	-----	100,0	-----
Trigo	100,0	-----	-----	-----
Praderas	100,0	-----	-----	-----

El principal cultivo en la sección es el Olivo, el cual está asociado en aproximadamente un 70 % al método de riego por bordes y el resto a riego por tendido (25%) y minoritariamente a riego por tazas. De la superficie señalada en el Cuadro 3.9, un gran porcentaje se encuentra en esta sección.

Se encuentran también huertos de Chirimoyos, con un alto porcentaje regado por tazas y lo restante por surcos.

El cultivo de la papa es promisorio dadas las condiciones climáticas favorables para su cultivo. La extensión de su cultivo es muy pequeña. El método de riego utilizado es el de surcos.

El cultivo de hortalizas se desarrolla en menor escala, siendo todos regados tradicionalmente por surcos. Ellos se encuentran asociados al cultivo del olivo, presentándose, en muchos casos, como un segundo nivel de cultivo.

Las praderas siguen ocupando un importante papel en la superficie cultivada de la zona, dedicándose a la lechería y ganado de carne. También se encuentra el cultivo de trigo que al igual que las praderas se riegan por tendido.

Antiguamente se utilizó la cebada como cultivo en suelos con problemas de sodio. Estos mismos suelos actualmente se encuentran cultivados con olivos, en los cuales la sodicidad está causando enormes pérdidas por improductividad de los árboles.

3.3 EVALUACION GENERAL DE EFICIENCIAS EN EL USO DEL AGUA DE RIEGO.

Uno de los aspectos importantes considerados, previo a la intervención con la tecnología de riego en el valle, fue conocer el manejo del agua que el usuario o agricultor realiza a nivel predial. Una de las formas de determinarlo fue a través de las eficiencias. Es decir, evaluar cuan eficiente es utilizada el agua en el riego de sus cultivos.

Se evaluó eficiencias de riego tanto en métodos tradicionales como también en aquellos denominados tecnificados, como goteo.

3.3.1 Riegos tradicionales.

Alrededor del 98% de la superficie del valle del Huasco es regada mediante métodos tradicionales como ser: tendido, bordes, tazas y surcos.

La metodología utilizada para la evaluación general de eficiencias en métodos tradicionales fue la siguiente:

Los cultivos elegidos para la evaluación de eficiencias de riego fueron los predominantes de cada una de las seccciones de riego y los predios en que se realizaron estas mediciones de evaluación, se seleccionaron de acuerdo a la representatividad geográfica en el Valle y facilidad prestada por el agricultor hácia el presente estudio.

Los parámetros considerados en la evaluación de eficiencias fueron:

- Textura "al tacto".
- Dimensiones de los surcos (Longitud, profundidad y ancho).
- Ancho de mojamiento.
- Caudal y volúmen del agua de riego ingresados y evacuados del predio.
- Profundidad de humedecimiento.

En la cuantificación de los caudales de riego ingresados al predio y los volúmenes de agua sobrantes por medio del escurrimiento superficial, se utilizaron vertederas de aforo del tipo rectangular y triangular, según necesidades, a la entrada y salida de los predios estudiados. Por medio de la diferencia de estas dos últimas mediciones se obtuvo el volumen infiltrado en los suelos.

Se realizaron muestreos en los suelos regados, desde las cabeceras hasta los desagües, mediante barrenos agrológicos, con el propósito de determinar el perfil de mojamiento.

Con dichos antecedentes, se calculó la Eficiencia de Infiltración, haciendo uso de la siguiente relación:

$$Efi = \left(\frac{ATA - AE}{ATA}\right) * 100$$

Donde:

Efi = Eficiencia de Infiltración (%)
A.T.A. = Agua o volumen total ingresado al predio (VE)
A.E. = Agua o volumen escurrido del predio (Ve)
ATA - AE = Agua o volumen infiltrado al suelo (VI)

Los valores así calculados se presentan en el Cuadro 3.10, considerando mediciones en distintas secciones de riego, distintos cultivos y diferentes métodos de riego.

Cuadro 3.10: Localidad, cultivo, método de riego, textura y volúmenes (m^3/há) de entrada (V_E), infiltrado (V_I) y escurrido (V_e) y eficiencia de infiltración (E_{fi}) de cada predio estudiado.

Localidad	Cultivo	Mét. Riego	Textura	V_E	V_I	V_e	E_{fi}
1ª Sección							
A. del	V. pisquera	Surcos	Frco - arc	299,0	163,0	136,0	54,5
Carmen	Ají	Surcos	Frco - lim	658,0	657,0	1,0	99,8
Pedregal	V. pisquera	Surcos	Frco - arc	485,0	405,3	80,6	83,5
Crucecita	V. pisquera	Surcos	Frco - lim	336,5	316,9	19,6	94,1
Canales							
2ª Sección							
Chiguinto	V. mesa	Surcos	Frco - aren	415,0	412,0	3,0	99,2
Perales	Paltos	Tazas	Frco - arc	99,5	63,9	35,6	64,2
La Fragua	Naranjos	Surcos	Frco - arc	306,1	86,4	219,7	28,2
3ª Sección							
Ch. Blanco	Ají (inv)	Surcos	Frco - aren	366	236	129	64,4
Compañía	Gladiolos	Surcos	Frco - arc	164	95	69	57,9
Nicolasa	Arvejas	Surcos	Frco - arc	1.145	1.091	53	95,2
Nicolasa	T. Alejandrino	Tendido	Arcilloso	831	805	26	96,8
4ª Sección							
Huasco	Olivos	Bordes	Aren - lim	786,8	783,4	3,4	99,5
H. Bajo	Olivos	Bordes	Frco - lim	940,4	167,9	772,5	17,8
Nicolasa	Alfalfa	Tendido	Arcilloso	101,0	46,3	54,7	45,8

Los resultados obtenidos presentan valores altos, sin embargo, un análisis más detallado de ellos hace ver la presencia de algunos problemas en el manejo del riego.

El parámetro Efi, permite, de esta forma, visualizar, en una primera instancia, cuánta agua, del total ingresado al predio, infiltra en el suelo.

A continuación se analiza para cada sección de riego la Eficiencia de Infiltración, la cual refleja en parte la compactación (permeabilidad), pendiente del suelo, caudal empleado y tiempo de riego utilizado por unidad de superficie.

a. Primera sección. En el valle de San Félix, el cual conforma esta sección, destacan los cultivos de la vid pisquera y de mesa y también de hortalizas, como es el caso del ají. El método de riego predominante es el de surco y en la mayoría de los parronales de uva destinados a la exportación se utiliza el riego por goteo, que en algunos casos, sorprendentemente, se encuentra asociado al método de riego por surco.

En el Cuadro 3.10, se puede apreciar que la eficiencia de infiltración en el parronal pisquero de A. del Carmen es de 54,5%, lo cual se debe a la aparente compactación de los suelos y pendiente de alrededor de 1,5%.

La situación del cultivo de ají en la localidad de El Pedregal, la que alcanzó una eficiencia de infiltración de 99%, se debe al anegamiento de la superficie en que se encuentra el cultivo, pues los desagües son de cota superior a ésta.

Por su parte, en el cultivo de vid en espaldera, que se encuentra en ladera de cerro en el sector de Los Canales, la eficiencia medida es elevada, ello se debe a la alta velocidad de infiltración existente en los suelos.

b. Segunda sección. En esta sección se cultiva una vasta extensión de suelos con vides de mesa, las cuales casi en su mayoría se riegan por el método de goteo. Sin embargo, no existe un eficiente uso de este método, siendo suplementado con otros métodos como es el de surcos en lugares puntuales.

También se presenta el método de riego por tazas, el cual es poco utilizado, y surcos, en paltos y cítricos respectivamente. Los parronales, en su mayoría son regados por surcos.

La alta eficiencia de infiltración obtenida en el parronal de uva de mesa en el sector de Chigüinto (Cuadro 3.10), se debe a que el tiempo de riego no fue suficiente para humedecer la totalidad de la superficie regada, existiendo un bajo escurrimiento superficial.

c. Tercera sección. En esta sección de riego, dada la extensión de tierra cultivada y la proximidad con el tranque Santa Juana, se debería crear conciencia de la importancia del buen aprovechamiento del agua de riego.

En el sector Nicolasa, la eficiencia de infiltración del agua de riego en una pradera de Trébol Alexandrino, que fue del orden del 96,8%, se debió al aposamiento del agua en los sectores bajos del predio como consecuencia de la elevada cota de acequias de desagüe.

Algo similar ocurre en el cultivo de arvejas, encontrándose a mayor cota la acequia de desagüe, lo cual limita el escurrimiento superficial del agua. Ello se ve acentuado por los altos volúmenes de agua utilizados en el riego de este cultivo, llegando a los 1.145 m^3/ha/riego

En el caso del riego de ají de invernadero, en la localidad de Chañar Blanco, el agua utilizada es reducida y el tiempo de riego es muy breve para de esta manera evitar la excesiva humedad dentro de las casetas frías (invernaderos), pues ello aumentaría las enfermedades fungosas. Ello afecta la profundidad de humedecimiento del suelo, lo cual limita el abastecimiento hídrico de las plantas.

d. Cuarta sección. Los métodos de riego predominantes en esta sección corresponden al de tendido y bordes, los cuales se asocian principalmente a los cultivos de empastadas y olivos, respectivamente.

Los resultados obtenidos en la evaluación de eficiencias de infiltración se muestran en el Cuadro 3.10.

La alta eficiencia de infiltración obtenida en los olivos del sector de Huasco regados por bordes, se debe a la alta velocidad de infiltración que presentan esos suelos (según determinaciones realizadas en el presente proyecto). Además, el sistema de riego que poseen algunos agricultores es cortar el suministro del agua de riego antes de que el agua vierta por las acequias conductoras de derrames, disminuyendo de esta forma el agua de escurrimiento superficial.

Por otra parte, en los olivos del sector de Huasco Bajo los cuales son regados por bordes, la eficiencia de infiltración es muy baja. Ello se debería a los elevados volúmenes de agua empleados en un corto tiempo de riego, escurriendo el agua a gran velocidad limitando con ello la infiltración en los suelos. Los caudales aludidos son del orden de los 11 l/s en una superficie de 220 m^2.

La eficiencia de infiltración presentada anteriormente, no refleja en toda su magnitud la eficacia con que se aplica el agua, siendo importante otros parámetros que indiquen más apropiadamente el rendimiento del riego.

Partiendo de esa base y con los datos de terreno se calcularon los siguientes parámetros:

a) Eficiencia de aplicación (Ef apl.):

Relaciona la lámina neta de agua incorporada o almacenada en la zona de raíces, con la lámina de agua derivada al predio o unidad de riego, su determinación se efectúa a través de la siguiente relación:

$$\text{Ef. apl.} = \frac{AZR}{A.T.A.} * 100$$

donde:

A.Z.R. = agua almacenada en zona de raíces
A.T.A. = agua total aplicada

Al despejar [A.T.A] de la ecuación de Efi:

$$A.T.A. = \frac{ATA - AE}{Efi} * 100$$

$$A.T.A. = \frac{AI}{Efi} * 100 = \frac{[AZR + APP]}{Efi} * 100$$

De esta forma la ecuación de Ef. apl. quedaría de la siguiente forma:

$$\text{Ef. apl.} = \frac{A.Z.R.}{(AZR + APP)} \times Efi$$

AZR y APP (agua de percolación profunda) fueron evaluadas a través de mediciones en el perfil del suelo, constatando la profundidad de suelo humedecido en relación a la profundidad de arraigamiento del cultivo.

b) Eficiencia de almacenamiento (Ef alm.):

Relaciona el agua almacenada en la zona de raíces con el agua necesaria en la zona radical (A.N.Z.R.) Su determinación se efectuó a través de la siguiente ecuación:

$$\text{Ef. alm.} = \frac{\text{A.Z.R.}}{\text{A.N.Z.R.}} * 100$$

ANZR = Se hizo equivalente a la profundidad de raíces registrada en el momento.

c) Eficiencia de distribución (Ef dist.):

Ella permite evaluar cuán uniforme es el riego y se determinó a través de la siguiente relación:

$$\text{Ef. dist.} = \left(1 - \frac{(y)}{d}\right) 100$$

donde:

d = Lámina promedio de agua almacenada durante el riego. Se hizo equivalente a [AZR + APP] promedio

y = promedio de los desvíos de las diferentes láminas infiltradas o almacenadas, con respecto a la lámina promedio (d).

d) Eficiencia general de riego (Ef g.r.):

Como una forma de evaluar en un sólo parámetro la eficiencia del riego, se calculó, también, la Ef g.r., a través de la siguiente relación:

$$\text{Ef. g.r.} = \text{Ef. apl.} * \text{Ef. alm.} * \text{Ef. dist.}$$

Ello permite, tener una visión de la calidad del riego, considerando el punto de vista del cultivo, el uso del agua a nivel del predio y su distribución o uniformidad en el perfil.

En el Cuadro 3.11 se presenta un resumen con los valores de eficiencias calculadas y para cada caso en particular en Anexo 4 se adjunta una Ficha Técnica con los antecedentes obtenidos al momento de la evaluación.

Cuadro 3.11: Resultados de Eficiencias de Riego evaluadas en diferentes condiciones en el valle del Huasco

Localidad	**Cultivo**	**Mét. Riego**	**Ef inf (%)**	**Ef apl (%)**	**Ef alm (%)**	**Ef dist (%)**	**Ef. g.r.**
1ª Sección							
A.del Carmen	V. pisquera	Surcos	54.50	54.50	66.00	64.85	23.32
Pedregal	Ají	Surcos	99.80	58.90	100.00	78.14	46.02
Crucecita	V. pisquera	Surcos	83.50	78.93	88.86	75.89	53.23
Canales	V. pisquera	Surcos	94.10	59.23	100.00	92.54	54.81
2ª Sección							
Chiguinto	V. mesa	Surcos	99.20	99.20	62.21	65.70	40.54
Perales	Paltos	Tazas	64.20	-----	------	-----	-----
La Fragua	Naranjos	Surcos	28.20	28.20	34.00	81.38	7.80
3ª Sección							
Ch. Blanco	Ají (inv)	Surcos	64.40	55.54	91.30	72.76	36.89
Compañía	Gladiolos	Surcos	57.90	57.90	57.50	86.96	28.95
Nicolasa	Arvejas	Surcos	95.20	95.20	74.33	65.67	46.46
Nicolasa	T. Alejandrino	Tendido	96.80	70.07	100.00	79.71	55.85
4ª Sección							
Huasco	Olivos	Bordes	99.50	99.50	41.45	64.53	26.61
H. Bajo	Olivos	Bordes	17.80	17.80	46.31	96.93	7.99
Nicolasa	Alfalfa	Tendido	45.80	45.80	100.00	89.13	40.82

Del análisis del Cuadro se desprende que en general el parámetro Eficiencia de Infiltración (Efi), permitiría, en una primera aproximación, estimar la Eficiencia de Aplicación (Ef. apl.), ya que como se puede ver existe una buena relación entre ambos parámetros; sin embargo, esta última (Ef. apl.) al incorporar el concepto de agua almacenada en la zona de raíces, permite tener una mayor claridad respecto al uso provechoso del agua.

Al analizar con más detalle los valores de Ef. apl, los valores altos encontrados, inducen a pensar que se está en presencia de un riego eficiente; sin embargo, la apreciación no es del todo correcta; ya que en casos como el de: Crucecita (Vid pisquera); Chiguinto (Vid de mesa); Nicolasa (arvejas) y Huasco (Olivos) la mayor parte del agua aplicada queda en la zona de raíces, pero no necesariamente suplió las necesidades de las plantas (Ver fichas en Anexo 4).

Por el contrario, en los casos de La Fragua (naranjos) y Huasco Bajo (Olivos); las eficiencias son bajas; producto de que un volumen de agua pequeño ingresa al perfil y zona de raíces, respecto del volumen total aplicado. Por lo tanto, este solo parámetro no permite evaluar completamente la calidad de un riego.

El otro parámetro calculado, corresponde a la Eficiencia de almacenamiento (Ef alm) que relaciona el agua almacenada en la zona de raíces con el agua requerida en dicha zona. Por ejemplo en las localidades de Pedregal (Ají), Los Canales (Vid pisquera); Nicolasa (Trébol Alejandrino), los valores encontrados de Ef alm son iguales a 100% Ello sólo indica que el volumen de raíces fue totalmente humedecida; ya que este parámetro no considera la percolación profunda, ni el escurrimiento superficial. Sin embargo este valor es indicativo y muy orientador cuando se producen valores bajos, llamando la atención sobre insuficiencia de humedad en la zona de raíces (Ej: La Fragua (Naranjos)).

En el caso de la Eficiencia de Distribución (Ef dist) sólo permite evaluar el nivel de uniformidad del mojamiento del perfil. Se encuentran valores bastante aceptables, superiores al 60%, pero en ningun caso es dable una Ef dist. igual a 100% en riego superficial.

Finalmente, al analizar los resultados de Eficiencia general (Ef gr.), la cual integra los tres parámetros anteriores (Ef. apl, Ef. alm y Ef. dist); se puede señalar que en general se alcanzan valores inferiores a 50%; llegándose a resultados extremos como La Fragua (naranjos) y Huasco Bajo (olivos) cercanos a 8% de Ef. gr. Esto está indicando situaciones críticas en el manejo del agua a nivel predial.

Como se señalaba anteriormente un resultado alto, también puede inducir a error; debiéndose analizar con detalle el concepto de la eficiencia que se desea medir. En tal sentido en Fichas Técnicas respectivas (ver Anexo 4), se incluye el perfil de mojamiento del suelo, como una forma de visualizar gráficamente lo que ocurre con la humedad en el perfil, en relación a las raíces. Tales determinaciones se efectuaron realizando perforaciones con barrenos agrológicos, identificando la interfase suelo húmedo/suelo seco. Estas determinaciones se ejecutaron en seis puntos a lo largo de la unidad de riego.

Conociendo las eficiencias de riego, también es importante conocer las características de diseño empleadas por los agricultores, pues ello dará antecedentes para mejorar las situaciones anteriormente expuestas.

En el Cuadro 3.12 se presentan algunas características de diseño empleadas actualmente por los agricultores del Huasco.

Cuadro 3.12: Características de diseño de métodos de riego actuales empleadas por los agricultores del Huasco.

Lugar	Cultivo	M.Riego	Surco			T.R. (m)	Sup. (m^2)	Caudal (l/s)
			long	ancho	prof.			
A de C	Parronal	surcos	45,5	0,47	0,01	1,3	276	3,2
Pedreg.	Ají	surcos	55,0	0,4	0,09	0,7	371	11,7
Cruces.	Parronal	surcos	27,0	0,3	0,12	0,3	81	3,2
Canales	viña	surcos	41,0	0,6	0,08	0,5	61	1,2
Chigto.	Parronal	surcos	80,0	0,3	0,08	2,2	76	0,7
Fragua	Cítricos	surcos	25,0	0,4	0,07	0,5	225	3,2
La Cía.	Gladiolos	surcos	165,0	0,7	0,10	4,6	1.155	2,5
Nclsa.	T. Alex.	Tendido	----	----	----	6,8	32.000	146,0
Huasco	Olivos	Bordes	70,0	5,0	0,17	0,2	350	30,0
Nclsa.	Arvejas	surcos	60,0	0,5	0,09	1,2	209	18,8

- Longitud, ancho y profundidad promedios, expresadas en metros.
- T.R.:Tiempo de riego expresado en horas.
- Sup.:Superficie expresada en m^2.
- Caudal utilizado, expresado en litros por segundo en la superficie indicada para la superficie representada en el presente cuadro.

Según lo indicado por el Cuadro 3.12, en el riego por surco, el ancho de estos osciló entre los 30 y 70 cm. Este último valor corresponde al cultivo de gladiolos, el cual según su manejo, debe ser aporcado aumentando el ancho efectivo de los surcos.

Referente a la profundidad de los surcos, estas son muy variables, existiendo surcos prácticamente planos, como es el caso del predio analizado en la localidad de Alto del Carmen, el cual presentó una profundidad de 1,5 a 2,5 cm. En el resto de las situaciones evaluadas, la profundidad de éstos fluctuó entre los 7 y 13 cm.

Es importante destacar el tiempo de riego utilizado, el cual está de acuerdo al avance del agua en los surcos o bordes, como es el caso de olivos, en que faltando aproximadamente un tercio del cubrimiento de la superficie, se suspende el suministro del agua de riego. Debido a esto último, gran parte del volumen del agua ingresada al predio queda en él, siendo escaso o nulo el escurrimiento superficial del agua hacia fuera del predio. Sin embargo, a pesar de presentar una eficiencia de infiltración elevada, se tiene una baja eficiencia de almacenaje, puesto que en el último tercio de la superficie, el agua no alcanza a mojar la totalidad del volumen de suelo explorado por las raíces de olivos.

En resumen y según lo representado en las Fichas Técnicas se puede señalar que existiría una uniformidad de penetración de la lámina de agua en el perfil del suelo a lo largo de la superficie de riego. Dicha uniformidad se presenta en los suelos de los predios identificados como Alto del Carmen, El Pedregal, Chiguinto, La Fragua, La Compañía, Nicolasa (Trébol Alexandrino y Arvejas) y Huasco. En estos predios aparentemente no existiría déficit hídricos en los suelos. Sin embargo, en parronal ubicado en el sector de Crucesita la tendencia de la curva de recesión es hacia el déficit hídrico en los suelos. Situación similar se presenta en el suelo cultivado con ají en el sector de Chañar Blanco, en que ya a los 20 mts. del surco se produce un déficit hídrico en ellos. Por su parte en el sector de Los Canales en un cultivo de vid en espalderas se produce un déficit hídrico desde el inicio de los surcos acentuándose más en la parte terminal de estos. Finalmente en el sector de Huasco Bajo, en un huerto de olivos, se presentan sectores con déficit hídrico a partir de los 15 mts. (a lo largo de la superficie) en las platabandas de un riego por bordes. Ellos se debería a irregularidades (microrelieves) que presenta dicha superficie.

En términos generales se puede señalar lo siguiente:

a) La humedad en profundidad va disminuyendo desde la cabecera hacia los desagues existiendo un libre escurrimiento del agua de riego desde las superficies regadas hacia las acequias conductoras de derrames. En los cultivos de parronales de Alto del Carmen y Chiguinto y en cultivo de olivos en Huasco, la humedad en el perfil del suelo es insuficiente en las plantas llegando estas solo hasta una profundidad de 20 cms. Esto es reflejado por la eficiencia de distribución indicadas en Cuadro 3.11.

b) En los cultivos de arvejas (Nicolasa), ají (Pedregal), cítricos (La Fragua) y parronal (Crucecita) existe una mala evacuación de las aguas de los derrames (escurrimiento superficial) quedando estas aposadas en los

sectores bajos de las superficies cultivadas, lo cual afecta el crecimiento de las plantas en aquellos sectores. Esta situación se refleja claramente en la curva de humedad del perfil del suelo, en los gráficos correspondientes, presentados en las respectivas fichas técnicas.

c) En el caso de los cultivos bajo plástico, los cuales son regados por surcos, el agua de riego se utiliza en forma restringida, para de esta manera minimizar la excesiva humedad ambiental dentro de los invernaderos. El gráfico correspondiente al cultivo de ají de la localidad de Chañar Blanco, refleja la desuniformidad de humedecimiento del perfil a lo largo de los surcos de riego, lo cual afecta directamente la producción de los cultivos desarrollados bajo estas condiciones.

d) En general, se denota una insuficiencia en el diseño de los métodos de surcos y tendido, ya que en varios casos la cota del predio es levemente inferior a la de las acequias conductoras de derrames, cuando ellas existen. A causa de esto último, se producen anegamientos de los sectores bajos de los predios, lo cual afecta el desarrollo de las plantas en dichos sectores. Además existe una práctica errada de suspender el suministro de agua antes de que ésta llegue al final de los surcos.

3.3.2 Riego Tecnificado

La superficie ocupada por riegos tecnificados (presurizados), corresponde aproximadamente al 2% del total de la superficie cultivada en el valle del Huasco. En su totalidad es utilizado el riego por goteo. Sin embargo, están implementándose algunos cultivos regados por microaspersión e incrementándose la superficie regada por goteo, especialmente en parronal de exportación.

La eficiencia en riego por goteo se determinó a través del Coeficiente Uniformidad de Christiansen, cuya fórmula general es la siguiente:

$$CU = \left[\frac{Qmin}{Qmed} + \frac{Qmed}{Qmax} \right] * 1/2 * 100$$

Donde:

CU = Coeficiente de uniformidad de Christiansen.
Qmin = Caudales minimos medios (25%)
Qmed = Caudales medios totales
Qmax = Caudales medios mayores (12,5%)

Al multiplicar el coeficiente de uniformidad de Christiansen por la constante de almacenamiento (Ks) de los suelos, se obtiene la eficiencia de aplicación del método, dada por la siguiente fórmula:

$$Ef_{apl} = CU * Ks$$

Los valores de Ks se presentan en el Cuadro 3.13.

Cuadro 3.13: Valores de la constante de almacenamiento Ks, según la textura del suelo.

Textura	Const. Almacenamiento
Arenosa con gravas	0.87
Arenoso	0.91
Limoso	0.95
Arcilloso	1.00

Fuente: Estéve, 1986.

La metodología de terreno fue la siguiente:

Se evaluaron 3 predios tipos, dos en el valle de El Tránsito y uno en el valle San Félix. En cada uno de ellos se midió la descarga de 16 goteros pertenecientes a un mismo subsector. Para ello se consideraron 4 goteros de la primera lateral, 4 de la última y 8 de 2 laterales intermedias equidistantes entre sí. Similar distribución tuvieron los goteros seleccionados en las laterales (uno en cada extremo y dos intermedios). Paralelamente se determinó la textura al tacto.

Los resultados obtenidos en la evaluación general de eficiencias, relacionados con el riego por goteo, se presentan en el Cuadro 3.14.

Cuadro 3.14: Coeficientes de uniformidad (CU) y Eficiencias aplicación en riego por goteo en tres predios de la 1ª y 2ª secciones.

Localidad	Textura	CU (%)	Ef apl (%)
La Arena	frco - Arc.	67,0	63,6
Marqueza	limoso	89,5	85,0
San Félix	arenoso	85,0	77,4

En el Cuadro 3.14, se puede apreciar el bajo coeficiente de uniformidad encontrado en el parronal del sector La Arena. Ello se debe al taponamiento de los goteros, como consecuencia del elevado contenido de sales que presenta el agua de riego, la cual precipita en el sistema obstruyendo finalmente a los goteros. Ello indica que existe una ineficiencia en el lavado del sistema (realizado esporádicamente con ácido fosfórico).

La eficiencia de aplicación del método, para este caso, es de 63,6%, valor indicado como deficiente según especificaciones técnicas de éste.

Por otra parte, en el sector de San Félix, los valores de eficiencia se aproximan a rangos normales. Sin embargo, se pudo apreciar en terreno que existe un desconocimiento en el manejo del método por parte de sus operadores. Esto conlleva a la subutilización de éste, debido a lo cual el goteo se encuentra asociado al método de riego por surco, ambos funcionando complementariamente.

En el sector de Marqueza, otro de los predios en el cual se evaluó la eficiencia del método, si bién es cierto que la eficiencia de aplicación se encuentra dentro de los rangos normales, se presenta asociado al método de riego por surcos, funcionando ambos como en el caso anteriormente expuesto.

Ambas situaciones revelaron un desconocimiento en el manejo del riego por goteo, debido a lo cual fue imprescindible realizar una capacitación de los agricultores, enseñandoles técnicas de manejo y mantención del método de riego por goteo. Esta actividad se hizo sectorizadamente para agricultores del valle de San Félix. Sin embargo, es conveniente insistir en ello, puesto que el éxito de un buen método de riego, no sólo depende de su diseño, si no también de su operación y mantención.

En resumen, se puede señalar que la incorporación de riego tecnificado en el valle del Huasco, de riego tecnificado debe ser un objetivo prioritario en la agricultura del valle; dado que ello permite manejar el agua con altas eficiencias. Métodos como goteo, cinta, microaspersión y aspersión, deberían difundirse masivamente, para lo cual se hace necesaria toda acción de transferencia de tecnología, que difunda dichas tecnologías, corrigiendo además aspectos de manejo de los sistemas, actualmente en funcionamiento.

CARACTERIZACION DE SUELOS Y CLIMA DEL VALLE DEL HUASCO

4. CARACTERIZACION DE SUELOS Y CLIMA DEL VALLE DEL HUASCO

El clima es un importante factor en el cultivo de las especies vegetales. Es así como una misma especie, y dentro de ella, una misma variedad, puede ser cultivada en condiciones climáticas diferentes, obteniéndose resultados muy distintos en cuanto a la cantidad y calidad de un producto, como en la época de cosecha del mismo, según las características climáticas del sector.

Al comparar el valle del Huasco (28°30 Lat. Sur) con la zona central y sur del país, se detecta claramente una mayor radiación incidente en la Región de Atacacama, o sea, una mayor cantidad de luz, que eleva las temperaturas diarias durante todo el año. En invierno, muchos lugares del valle registran temperaturas más que suficientes para el desarrollo al aire libre de cultivos de primavera-verano, lográndose producciones adelantadas o primores de frutas y hortalizas.

Sin embargo, si se recorre el valle en toda su extensión, se puede apreciar que el clima no es homogéneo en él, distinguiéndose desde el interior hasta la costa, a lo menos cinco grandes distritos agroclimáticos característicos.

Junto con las características climáticas el suelo es otro factor importante en el desarrollo de un cultivo, pues aporta condiciones básicas para las plantas, limitando en muchos casos la posibilidad de éxito de un determinado cultivo.

El valle del Río Huasco presenta 12 series o tipos de suelos, cada una con características muy particulares de retención de humedad, fertilidad, profundidad y presencia de alguna limitación física para los cultivos, como el "tertel", entre otras.

Estos suelos se encuentran principalmente en dos posiciones: pie de monte y terrazas aluviales (altas y bajas), siendo estas últimas las que presentan problemas de drenaje y alta salinidad. En casos puntuales existe la presencia de sodio, que produce la dispersión de las partículas del suelo traduciéndose esto en un sellamiento del perfil, sin dejar crecer prácticamente especie vegetal alguna sobre ellos, por ejemplo la serie de suelos Bellavista en el sector La Cachina.

Estos dos aspectos, suelos y climas, son analizados en este capítulo del informe. Los antecedentes aportados permitirán tener una base para el manejo del riego en el área.

4.1 REVISION DE INFORMES DE SUELOS EXISTENTES

El Valle del Río Huasco, se ubica entre las latitudes 28° 25'y 29° 45' Sur. Se extiende desde el límite con la República Argentina por el Este y hasta el Océano Pacífico por el Oeste, en donde se encuentra su desembocadura tipo estuario (3 km al Norte del Puerto Huasco).

La hoya del Río Huasco tiene una superficie aproximada de 11.000 km^2. Ella se encuentra conformada por las cajas de los ríos El Tránsito o de los Naturales, El Carmen o de los Españoles y el río Huasco, propiamente tal. Este último río se forma de la confluencia de los dos anteriores, cuyo lugar se ubica en el sector de Juntas del Carmen, a 90 km al oriente de la desembocadura. El río El Carmen presenta orientación de Sur a Norte y los ríos El Tránsito y Huasco lo hacen de Este a Oeste (Figura 4.1).

Este valle presenta las típicas características de los Valles Transversales del Norte de Chile; es decir, nace de los contrafuertes cordilleranos formando zonas muy encajonadas, donde el río baja a gran velocidad. Ya en la parte media del Valle, este comienza a ensancharse, dando paso a las terrazas aluviales, las cuales se extienden desde las inmediaciones de Vallenar, alcanzando su mayor anchura en el sector comprendido entre Buena Esperanza y Nicolasa, y se va angostando hacia la desembocadura.

A lo largo del Valle se desarrolla una diversidad de suelos con características muy particulares. El estudio de ellos se inicia el año 1958, con una publicación realizada en Agricultura Técnica (1958). Otros estudios referidos al tema son: Recursos de Agua del Valle de Huasco (1962); Suelos, Descripciones Proyecto Aerofotogramétrico (1964); Estudio Agrológico del Valle del Río Huasco (1980) y Estudio Integral de Riego del Valle del Huasco (1985).

a) Series de Suelo

Según el Estudio Agrológico del Valle del Río Huasco (1980), se definen 12 series y 6 misceláneos de suelo para el Valle del Río Huasco; entendiéndose como serie a una agrupación de suelos que presentan similares caraterísticas edafológicas con fines agrícolas. La descripción modal de estas series se presentan en el Anexo 5.

Dada la conformación del Valle, las series de suelo se encuentran a distinta altura: en las terrazas aluviales, piedmont y fondo del Valle.

En las terrazas aluviales de posición baja se distinguen las series Paona y Bellavista, las cuales presentan problemas de drenaje, con un nivel freático fluctuante alto y elevadas concentraciones de sales en sus horizontes superficiales.

Los suelos de terrazas en posición alta son de escasa evolución y presentan acumulaciones de Carbonato de Calcio, denominado "Tertel" semipermeable al agua y a las raíces, en seco. Esta estrata fluctúa entre los 30 y 80 cm de profundidad. Las series en que se presenta esta situación son Compañía, Tatara, Cavancha, Buena Esperanza y Ventanas. Todas ellas descansan sobre un sustrato aluvial con clastos redondeados (bolones) medios a grandes.

Por su parte, la serie Chanchoquín, que se sitúa en terraza intermedia al interior del Valle, presenta un buen desarrollo de horizontes, de buena fertilidad, con excelentes cualidades para la agricultura. Por otro lado, la serie Huasco, en posición de terraza intermedia, presenta un escaso desarrollo en profundidad, descansando sobre un sustrato aluvial de clastos en matriz arenosa gruesa.

Las series que se sitúan en Piedmont corresponden a las series Freirina y Chañar, encontrándose la primera en el sector del mismo nombre y la segunda desde la zona media hacia el interior del Valle.

En el Cuadro 4.1 se presentan las series de suelo del Valle del Huasco, indicándose la Familia y el Orden de suelos a la cual pertenecen y en la Figura 4.2 se representa esquemáticamente la ubicación de ellas en el valle del río Huasco.

La Familia comprende a una clasificación superior y que aporta antecedentes sobre los materiales constituyentes del suelo y la condición climática a la cual está sometido.

La nominación de Orden corresponde a la mayor agrupación de suelos existente y refleja la génesis que cada suelo ha tenido.

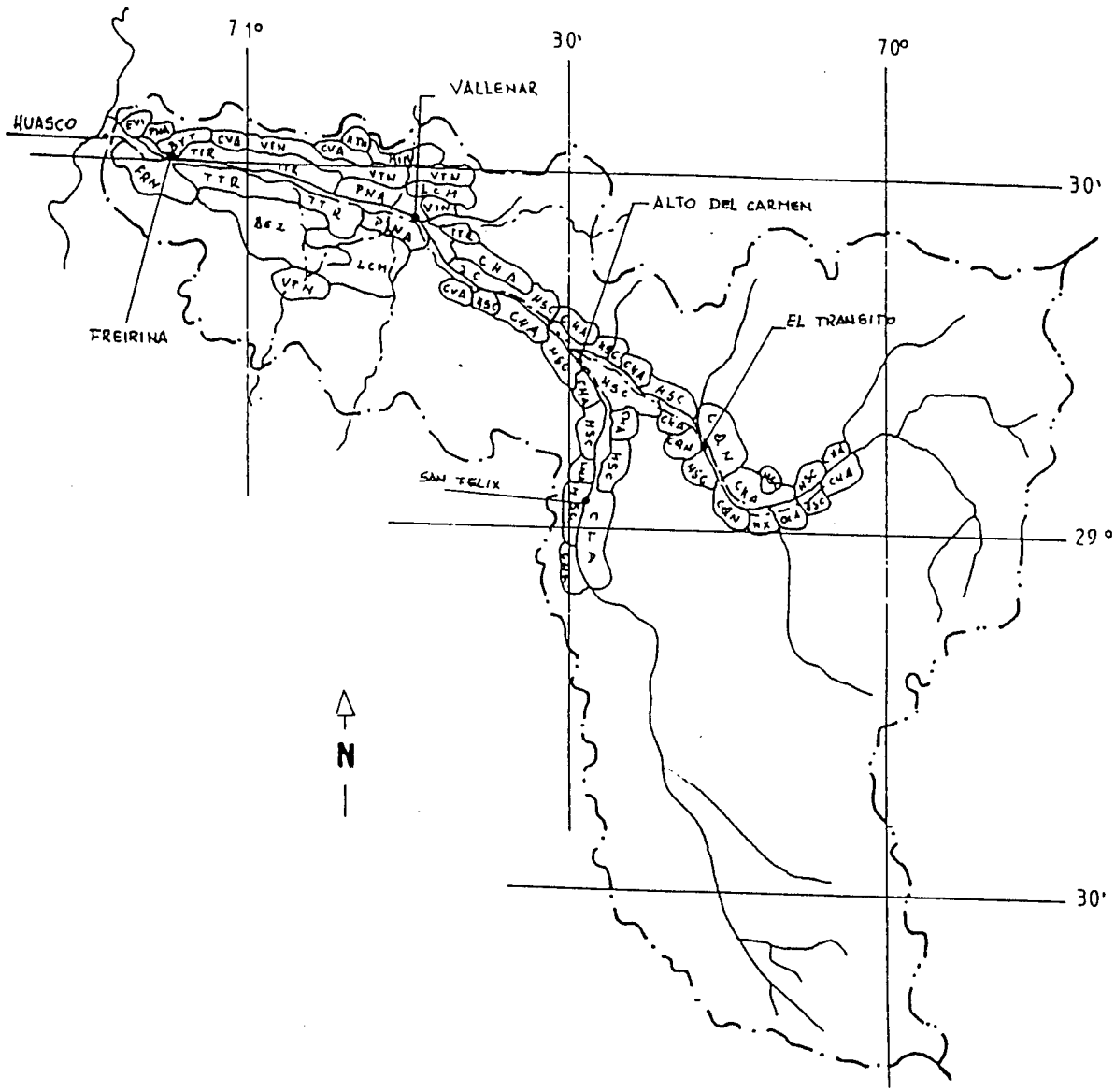
De acuerdo a lo indicado en el Cuadro 4.1, los suelos del valle del Huasco corresponden a Entisoles o Aridisoles. En el primer caso, son suelos de muy poca evolución en su perfil (recientes) asociados a sectores ribereños. Los segundos, corresponden a suelos con procesos pedogenéticos característicos de zonas áridas y ubicados en posiciones altas, principalmente.

Cuadro 4.1: Clasificación de series presentes en el Valle del Huasco.

SERIE	FAMILIA	ORDEN
Bellavista (BVT)	Limoso fino mixto (calcáreo), térmico	Entisol
Buena Esperanza (BEZ)	Arcilloso sobre franco esquelético, térmico	Aridisol
Cavancha (CVN)	Franco fino, mixto (calcáceo), térmico	Aridisol
Chanchoquín (CQN)	Franco fino, mixto (calcáreo) , térmico	Aridisol
Chañar (CHA)	Franco grueso sobre esquelético, mixto, térmico	Aridisol
Freirina (FRN)	Franco grueso, sobre esquelético, térmico	Entisol
Huantemé (HTM)	Arcilloso, mixto térmico	Aridisol
Huasco (HSC)	Franco grueso, sobre esquelético, mixto, térmico	Aridisol
La Compañía (LCM)	Franco fino esquelético, carbonático, térmico	Aridisol
Paona (PNA)	Franco grueso, mixto (calcáreo), térmico	Entisol
Tatara (TTR)	Franco esquelético, mixto (calcáreo)	Entisol
Ventanas (VTN)	Franco grueso, carbonático, térmico	Aridisol

Fuente: Estudio Agrológico del Valle del Río Huasco,1980.

Figura 4.1: Localización esquemática de las series de suelo en el valle del Huasco.



La caracterización del uso agrícola de los suelos se presenta en el Cuadro 4.2, indicándose la superficie de suelo según capacidad de uso.

Cuadro 4.2: Superficie de suelos del Valle del Huasco según su capacidad de uso y principales limitantes.

CAPACIDAD DE USO*	SUPERFICIE (HA)
I	162,6
IIs	3.247,4
IIIs	6.449,5
IIIw	717,5
IVs	1.760,5
IVw	23,6
VIs	1.782,9
VII	6.566,7
VIII	2.429,9
TOTAL	23.140,3

Fuente: Estudio Agrológico del Valle del Río Huasco,1980.
* Incluye misceláneos de suelo.

La capacidad de uso I la presentan en gran parte los suelos pertenecientes a la serie Chanchoquín, el cual se considera como el mejor suelo presente en el Valle del Huasco.

Las capacidades de uso IIs, IIIs, IVs y VIs están presentes en parte de las series de suelo: Ventanas, La Compañía, Cavancha y Tatara, las cuales presentan problemas de profundidad, debido a acumulaciones de Carbonato de Calcio (Tertel) y en las serie Huasco, Chañar y Huantemé que presentan escasa profundidad debido al sustrato aluvial en las dos primeras y coluvial en la última.

Las series de suelo Bellavista y Paona presentan problemas de drenaje y alta acumulación de sales y sodio; clasificándose, en parte, como capacidades de uso IIIw y VIs.

Por su parte la serie Freirina, la que se sitúa principalmente en posición de Piedmont, presenta problemas de excesiva permeabilidad al predominar las texturas arenosas.

En el Cuadro 4.3 se presenta, para cada serie de suelo, la superficie por capacidad de uso y presencia en las distintas secciones de riego del río Huasco.

En relación al Cuadro 4.3, la mayor superficie la presenta la serie Buena Esperanza, con 3.152 há, le siguen las series Tatara y Ventanas con 2.520 y 2.412 há, respectivamente. La serie La Compañía alcanza a 1.566 ha. Las series que ocupan una menor superficie son Bellavista, Huantemé y Chanchoquín, con 172, 275 y 332 há, respectivamente.

Las series que se ubican exclusivamente en una determinada sección de riego son Bellavista y Freirina, en la cuarta sección; Huantemé en la tercera y la serie Chanchoquín que se sitúa en la segunda sección. El resto de las series se reparten en dos o tres secciones, sin llegar a encontrarse la situación de una serie repetida en las cuatro secciones de riego del río Huasco.

Llama la atención la representación de suelos con aptitud agrícola que tiene la Serie Buena Esperanza (3.152 há), siendo equivalente al 22% de la superficie estudiada.

Le siguen en importancia las Series Tatara, Ventanas y La Compañía, con un 18%, 17% y 11%, respectivamente. Representando ellas cerca del 70% de los suelos con aptitud agrícola del valle del Huasco y ubicándose preferentemente en la 3ª y 4ª sección de riego.

Cuadro 4.3: Clase de capacidad de uso según series de suelo del valle del Huasco.

SERIE	SUPERFICIE	CAP DE USO	SECCION*	SUP.TOTAL
Bellavista	172,8	IIIw	4^a	172,8
Buena Esperanza	1.713,0	IIs	3^a, 4^a	3.152,1
	917,2	IIIs	3^a, 4^a	
	219,9	IVs	3^a, 4^a	
	130,6	IV	3^a	
	171,4	IV (III)	3^a	
Cavancha	462,2	IIs	3^a, 4^a	631,6
	133,3	IIIs	3^a, 4^a	
	36,4	IVs	3^a, 4^a	
Chanchoquín	126,1	Is	2^a	332,1
	151,0	IIs	2^a	
	55,0	IIIs	2^a	
Chañar	54,7	IIs	1^a, 2^a	937,1
	499,7	IIIs	1^a, 2^a, 3^a	
	150,1	IVs	1^a, 2^a, 3^a	
	116,7	IVs	1^a, 2^a, 3^a	
	115,9	VIs	1^a, 2^a, 3^a	
Freirina	196,3	IIIs	4^a	504,4
	286,8	IVs	4^a	
	21,3	VIs	4^a	
Huantemé	190,8	VIs	3^a	275,0
	84,2	VI	3^a	
Huasco	36,5	I	2^a	999,1
	306,6	IIs	1^a, 2^a, 3^a	
	582,8	IIIs	1^a, 2^a, 3^a	
	73,2	IVs	1^a, 2^a, 3^a	
La Compañía	1.009,5	IIIs	4^a, 3^a	1.566,1
	310,2	IVs	4^a, 3^a	
	63,2	VIs	3^a	
	103,7	VI (III)	3^a	
	79,5	VII (IV)	3^a	
Paona	46,7	IIs	4^a	682,7
	13,9	IIIs	4^a	
	529,5	IIIw	3^a, 4^a	
	23,6	IVw	4^a	
	69,0	VIs	4^a	
Tatara	513,2	IIs	3^a, 4^a	2.520,2
	1.343,1	IIIs	3^a	
	266,6	IVs	3^a, 4^a	
	397,3	VIs	3^a, 4^a	
Ventana	1.676,0	IIIs	3^a, 4^a	2.412,1
	300,6	IVs	3^a	
	435,5	VI (III)	3^a	
			TOTAL	14.185,6

Fuente : Estudio Agrológico del Valle del Río Huasco. (1980)
* Proyecto Tecnologías de riego del Huasco.

En relación a salinidad, de acuerdo al Estudio Agrológico del valle del Huasco realizado por CICA - Hidroconsult (1980); serían las Series Huantemé, Bellavista, Paona y Freirina, las que presentan los mayores problemas, con valores de C.E. superiores a 4 mmhos/cm; comprendiendo, en gran medida, a suelos donde está presente el olivo.

b) Validación de la información obtenida

La validación de la información, referida a las características de cada una de las series existentes en el valle del Huasco, se realizó efectuando una descripción de perfiles de suelo en aquellos lugares donde estimativamente fueron descritos los perfiles modales del Estudio Agrológico del Valle del Río Huasco (1980). Para ello se trató de ubicar el area en donde se ralizaron las descripciones anteriores, intentando a la vez, hacer coincidir dicho lugar con la representatividad agrícola. Luego se procedió a la confección de las calicatas, las cuales tuvieron una dimensión de 1*1*1m.
Los resultados de las descripciones realizadas se encuentran "in extenso" en Anexo 6.

En el Cuadro 4.4 se presenta un resumen de las principales características de los suelos descritos; indicándose la textura superficial, determinada a través del método del tacto, la profundidad efectiva encontrada; el factor limitante más importante y la sección de riego a que pertenece la serie.

En el caso de las series Paona y Huasco, se identificó y describió, además, la fase más importante de cada una de ellas y ubicadas en secciones de riego diferentes al modal.

Cuadro 4.4: Características de las Series de suelos, presentes en el Valle del Huasco (Basada en descripción efectuada por el Proyecto).

Calicata	Serie	Textura Superficial	Secc.	P.E.	Limitantes
1	Paona (F)	Franco arenoso	4ª	50	N. Freático
2	Freirina	Franco arenoso	4ª	56	Pendiente
3	Bellavista	Frco. Limo arenoso	4ª	64	N. Freático
4	Huasco	Franco Arcilloso	1ª	44	Profundidad
5	Huasco (F)	Arcillo limoso	2ª	71	Permeab.
6	Chanchoquín	Arcilloso	2ª	78	no
7	Chañar	Franco Arcilloso	2ª	33	Pedreg.
8	Ventana	Frco. Archillo aren	3ª	20	Duripan
9	Cavancha	Franco Arcilloso	3ª	33	Duripan
10	Paona	Franco Arcilloso	3ª	86	N. Freático
11	B. Espza.	Arcilloso	3ª	68	Duripan
12	La Cía.	Franco Arcilloso	3ª	45	Duripan
13	Huantemé	Franco areno limoso	3ª	35	Profundidad
14	Tatara	Franco limoso	3ª	35	Prof, Pedreg

Secc : Sección de riego donde se realizó la calicata
P.E. : Profundidad efectiva del suelo en centímetros
F : Corresponde a Fase descrita

La característica mas común encontrada en los suelos estudiados fue la presencia de carbonato de calcio, el cual se concentra en horizontes inferiores del perfil de suelo, conformando una estrata dura y que para muchas especies cultivadas representa una barrera al paso de las raíces. Este horizonte carbonático predomina en las series de suelo que se ubican en las terrazas altas a medias, como: Ventanas, Cavancha, Compañía, B. Esperanza y Tatara. Por otro lado, las series situadas en el fondo de la caja del río, presentan problemas de anegamiento como consecuencia del nivel freático fluctuante que existe en dichos sectores.

Los suelos situados en los sectores medios e interiores del Valle presentan problemas de profundidad, teniendo un escaso espesor del perfil, como es el caso de las series Chañar y Huasco. Sin embargo, esta última serie presenta variaciones que poseen una gran profundidad efectiva, la cual se encuentra afectada por problemas de compactación.

La serie de suelo que no presenta limitantes es Chanchoquín, con una profundidad efectiva muy favorable para la mayoría de las especies cultivadas. Esta se encuentra confinada a la 2ª sección, perteneciente al valle del río El Tránsito.

Es preocupante la poca profundidad efectiva que presentan las series Chañar, Ventanas, Cavancha, proncipalmente, lo cual limita seriamente el desarrollo de cultivos de arraigamiento medio y profundo.

c) Series de suelo asociadas a cultivos

Las principales series de suelos se encuentran ubicadas en la parte media y baja del Valle (Cuadro 4.3 y Figura 4.1), ocupando suelos en posición de terrazas aluviales.

Dichas series como: Buena Esperanza, Ventanas, La Compañía, Cavancha y Tatara se encuentran asociadas principalmente a empastadas.

Los huertos de olivos se encuentran en el sector poniente del Valle (4ª sección) y se ubican en suelos pertenecientes a las series Bellavista, Paona y Freirina, principalmente. Se encuentran además, pero en menor superficie, en la serie Tatara.

Las series Huasco y Chañar, se ubican principalmente desde la zona media del Valle hacia el interior, desarrollándose en ellas cultivos de hortalizas bajo plástico en el sector de Imperial y Chañar Blanco (3ª sección) y de vides en la parte alta del valle (1ª y 2ª secciones).

En la serie Chanchoquín, la cual es catalogada, según sus características físicas y químicas, como la de mejor suelo presente en el Valle del Huasco; se cultivan especies de raíz profundizadora como cítricos y paltos; cultivándose también la vid y en menor escala, hortalizas.

Por su parte, la serie Huantemé la cual se encuentra limitada al sector Norte de la Hacienda Ventanas, es cultivada eventualmente con trigo, según el abastecimiento hídrico de la Hacienda.

En el Cuadro 4.5 se presenta un resumen de los principales cultivos según la serie de suelo y sección de riego.

El Cuadro permite inferir el uso agrícola "histórico" y actual de los suelos del valle, no correspondiendo quizás, en algunos casos a la aptitud potencial de dichos suelos, para una condición climática dada.

Cuadro 4.5: Series de suelo asociadas a cultivos bajo riego (cultivos presentados en orden de importancia en relación a superficie)

SERIES	SECCIÓN	CULTIVOS
Bellavista	4ª	Olivos
B. Esperanza	3ª , 4ª	Praderas, trigo, vid, paltos, flores
Cavancha	3ª , 4ª	Praderas, paltos, durazneros, vid, chirimoyos, hortalizas
Chañar	1ª , 2ª , 3ª	Vid, praderas, hortalizas
Chanchoquín	2ª	Vid, cítricos, paltos
Freirina	4ª	Olivos, chirimoyos
Huantemé	3ª	Trigo eventual
Huasco	1ª , 2ª , 3ª	Vid, hortalizas, frutales, praderas
Compañía	3ª , 4ª	Praderas, trigo, hortalizas, vid, chirimoyos
Paona	3ª , 4ª	Olivos, trigo
Tatara	3ª , 4ª	Olivos, pradreras, cítricos, hortalizas
Ventanas	3ª , 4ª	Praderas, vid

4.2 MUESTREO Y ANALISIS DE SUELO

El objetivo de esta actividad fue determinar las características físicas e hídricas de los suelos existentes en el valle del Huasco. Con tal finalidad se efectuó un muestreo de suelo en el perfil de cada calicata, correspondiente a cada serie de suelos, considerando la estratigrafía presente.

Las muestras fueron llevadas al laboratorio, determinándose: Capacidad de Campo (C. de C.), Porcentaje de Marchitez Permanente (P.M.P.), Densidad Aparente (Da) y Textura.

En el mismo terreno se determinó la capacidad de infiltración del suelo, a través del método del cilindro infiltrómetro.

A continuación se efectúa la presentación y análisis de los antecedentes obtenidos:

a) Constantes hídricas: Capacidad de Campo (C. de C.) y Porcentaje de Marchitez Permanente (P.M.P.)

Dichas constantes reflejan la mayor o menor capacidad que tiene un suelo determinado de retener agua, siendo fuertemente influenciadas por la textura que presenta dicho suelo.

Su determinación se efectuó, a través de la metodología de la olla y del plato a presión (Allison et al, 1954); aplicándose presiones de 1/3 y 15 atm., respectivamente.

En condiciones de C. de C. el agua está retenida a 0,33 atm y representa una condición de humedad óptima para la planta y es equivalente a la humedad existente en el suelo, 24 a 48 horas después de un riego o lluvia.

El P.M.P., en teoría representa el nivel mínimo de humedad que pueden resistir las plantas, estando retenida el agua a una tensión de 15 atmósferas.

La diferencia entre C. de C. y P.M.P. representa la humedad aprovechable existente en suelo y que pueden extraer las plantas.

Ambas constantes son características para cada tipo de suelo y en este caso se presentan los valores correspondientes a cada serie, en el Cuadro 4.6.

Al analizar los valores indicados en el Cuadro 4.6, se puede señalar que en general los suelos del valle presentan una baja retención de humedad, reflejándose en los valores de sus constantes hídricas; producto de la textura de ellos. La excepción corresponde a la serie Chanchoquín, la cual presenta texturas más finas.

La baja retención de humedad de la mayoría de los suelos, induciría a regar más frecuentemente, situación que se dificulta por el sistema de reparto de agua y los volúmenes requeridos. De esto se puede inferir la ventaja que tendría la utilización de riegos localizados de alta frecuencia; más aún si se está regando cultivos hilerados y con buenas ventajas comparativas (rentabilidad).

b) Densidad Aparente, Porosidad Total y Textura.

Otro parámetro o constante física determinada correspondió a la Densidad aparente del suelo, la cual permite estimar la mayor o menor agrupación de partículas que él presenta y corresponde a la relación entre el peso del suelo seco y su volumen; en condiciones no disturbadas. Ella fue determinada in-situ, utilizándose el método del "cilindro muestreador de volumen conocido".

Tomando como base los valores de densidad aparente y su relación con la densidad real o de partículas (estimada en 2,65 gr/cc), se calculó la porosidad total de los suelos, característica asociada a la aireación, retención de humedad y textura.

En terreno también se muestreó el suelo para la determinación de la textura, la cual se efectuó en laboratorio a través del método de Bouyoucos (Allison et al. 1954).

Los antecedentes de estos parámetros se indican en el Cuadro 4.7.

Cuadro 4.6: Capacidad de Campo, Porcentaje de Marchitez Permanente y Humedad Aprovechable de los suelos del valle del Huasco.

SERIE	ESTRATAS (cm)	C. de C. %	P.M.P. %	H.A. %	H.A. cm/m
1) Paona (F)	0 - 22	16,79	6,52	10,27	16,02
	21 - 120	6,94	1,78	5,16	8,72
2) Freirina	0 - 26	13,99	5,70	8,29	12,10
	26 - 56	11,98	3,76	8,22	13,39
	56 - 76	5,48	2,95	2,53	4,80
	76 y +	11,66	2,89	8,77	15,52
3) Bellavista	0 - 18	20,10	10,92	9,18	10,74
	18 - 26	17,69	9,29	8,40	13,10
	26 - 32	17,56	5,50	12,06	19,17
	32 - 46	5,70	2,27	3,43	4,69
	46 - 64	14,94	4,77	10,17	16,98
	64 - 126	5,20	2,14	3,06	5,20
4) Huasco	0 - 23	14,70	5,58	9,12	12,49
	32 - 44	17,90	12,63	5,27	8,01
	44 y +	7,15	2,76	4,39	8,07
5) Huasco (F)	0 - 35	14,35	7,20	7,15	11,08
	35 - 51	22,00	10,00	12,00	16,32
	51 - 71	18,00	8,60	9,40	10,15
	71 - 94	27,62	19,59	8,03	11,32
	94 y +	5,76	2,77	2,99	4,69
6) Chanchoquín	0 - 33	37,60	20,75	16,85	21,39
	33 - 53	41,07	23,40	17,67	23,50
	53 - 78	19,50	5,86	13,64	21,41
	78 - 118	16,23	6,27	9,96	15,53
7) Chañar	0 - 33	21,04	10,01	11,03	15,77
	33 y +	8,28	3,27	5,01	9,31
8) Ventanas	0 - 20	22,04	12,01	10,03	16,04
	20 - 37	27,13	14,03	13,10	—
	37 y +	21,35	11,91	9,44	—
9) Cavancha	0 - 15	22,68	11,17	11,51	15,53
	15 - 33	24,62	12,70	11,92	19,42
	33 y +	21,98	12,03	9,95	—
10) Paona	0 - 36	23,52	12,51	11,01	13,43
	36 - 86	16,73	5,94	10,79	15,64
	86 - 106	33,39	16,19	17,20	17,37
11) B. Esperanza	0 - 18	22,11	10,35	11,76	17,75
	18 - 68	24,79	12,74	12,05	18,19
12) Compañía	0 - 25	18,26	6,10	12,16	17,51
	25 - 45	12,31	4,60	7,71	12,64
	45 y +	30,29	14,50	15,79	—
13) Huantemé	0 - 35	10,19	3,34	6,85	8,90
	35 y +	5,18	2,37	2,81	—
14) Tatara	0 - 23	15,26	5,44	9,82	12,76
	23 - 35	9,45	3,32	6,13	10,23

Cuadro 4.7: Densidad Aparente (Da), Porosidad (s) y Clase textural de los suelos del valle del Huasco.

SERIE	ESTRATO (cm)	Da (gr/cc)	S (*) %	CLASE TEXTURAL (USA)
Paona (F)	0 - 22	1,56	41,13	Franco arenosa
	22 - 120	1,69	36,23	Arena
Freirina	0 - 26	1,46	44,91	Franco arenosa
	26 - 56	1,63	38,49	Arena franca
	56 - 76	1,90	28,30	Arena franca
	76 y +	1,77	33,21	Arena franca
Bellavista	0 - 18	1,17	55,85	Franco arenosa
	18 - 26	1,56	41,13	Arena franca
	26 - 32	1,59	40,00	Franco arenosa
	32 - 46	1,37	48,30	Arena
	46 - 64	1,67	36,98	Arena franca
	64 - 126	1,70	35,85	Arena
Huasco	0 - 32	1,37	48,30	Franco arenosa
	34 - 44	1,52	42,64	Franco arenosa
	44 y +	1,84	30,57	Arena
Huasco (F)	0 - 35	1,55	41,51	Franco
	35 - 51	1,36	48,68	Franco
	51 - 71	1,08	59,25	Franco
	71 - 94	1,41	46,79	Franco arcilla
	94 y +	1,57	40,75	Arena
Chanchoquín	0 - 33	1,27	52,08	Franco arcillosa
	33 - 53	1,33	49,81	Franco arcillosa
	53 - 78	1,57	40,75	franco arenosa
	78 - 118	1,56	41,13	Franco arenosa
Chañar	0 - 33	1,43	46,04	Franco arenosa
	33 y +	1,86	29,81	Franco arenosa
Ventanas	0 - 20	1,60	39,62	Franco arenosa
	20 - 37	–	–	Franco arcillo arenosa
	37 y +	–	–	Franco arenosa
Cavancha	0 - 15	1,35	49,06	Franco arcillo arenosa
	15 - 33	1,63	38,49	Franco arcillo arenosa
	33 y +	–	–	Franco arenosa
Paona	0 - 36	1,22	53,96	Franco arcillo arenosa
	36 - 86	1,45	45,28	Arena franca
	86 - 106	1,01	61,89	Franco arenosa
B. Esperanza	0 - 18	1,51	43,02	Franco arcillo arenosa
	18 - 68	1,51	43,02	Franco arcillo arenosa
Comapñía	0 - 25	1,44	45,66	Franco arenosa
	25 - 45	1,64	38,11	Arena franca
	45 y +	–	—	Franco limosa
Huentemé	0 - 35	1,30	50,94	Arena franca
	35 y +	–	—	Arena
Tatara	0 - 23	1,30	50,94	Arena franca
	23 - 35	1,67	36,98	Arena franca

F : Fase de suelo

* : Se considera para su cálculo una densidad real = 2,65 gr/cc

De acuerdo a lo obtenido en el Cuadro 4.7, aquellas texturas más arenosas presentan una mayor densidad aparente y menor porosidad total, principalmente asociada al volumen de macroporos. Ello también está indicando suelos con baja retención de humedad, como se señalaba en el punto anterior.

Aquellas series de suelo un poco más arcillosas, como Chanchoquín y B. Esperanza, manifiestan una menor Densidad aparente y por ende una mayor Porosidad Total, asociada a una proporción de microporos más elevada.

c) Infiltración: Infiltración Acumulada y Velocidad de Infiltración.

Con fines de diseño y manejo del riego a nivel predial es interesante conocer la mayor o menor rapidez con que el agua ingresa al interior del suelo. Por tal motivo se determinó en terreno la capacidad de infiltración que presenta el suelo, utilizándose el método del cilindro infiltrómetro.

Dicha metodología considera la medición de la lámina de agua que infiltra, calculándose de esta forma la Infiltración Acumulada y que responde a la siguiente ecuación definida por Kostiakov (1932), citado por Osorio (1974).

$$D = CT^m$$

donde:

D = Infiltración acumulada en cms.
T = Tiempo en minutos
C = Agua infiltrada en el primer minuto
m = Pendiente de la curva

La Velocidad de Infiltración se obtiene derivando la ecuación anterior, en función del tiempo transcurrido, dando origen a la siguiente ecuación:

$$I = aT^{-b}$$

donde:
I = Velocidad de infiltración en cm/hr
T = Tiempo en minutos
a = Velocidad de infiltración en el minuto 1 (a= 60 x C x m)
-b = Pendiente de la curva (-b = m -1)

Ambos parámetros se calcularon para cada serie de suelos y aparecen graficados en las Figuras del Anexo 7, indicándose en cada una de ellas la información base lograda en terreno y las ecuaciones que los representan.

Al analizar la información presentada queda de manifiesto la gran variabilidad que registran las mediciones, producto de la gran cantidad de factores que determinan la ocurrencia del proceso de infiltración (textura, estructura, materia orgánica, vegetación, humedad del suelo, etc); sin embargo, dentro de ciertos rangos la información es plenamente válida y permite caracterizar esta propiedad del suelo.

En términos generales, la mayoría de los suelos presentan una velocidad de infiltración acordes con estándares señalados para las texturas bajo estudio; siendo este factor (textura) uno de los principales que afectan las condiciones de infiltración, luego de transcurrido un período pronunciado de tiempo.

Destaca el caso de la serie Cavancha, con una baja velocidad de infiltración producto de una textura franco arcillosa en las estratas superficiales y un duripán a poca profundidad.

Transcurrido un cierto tiempo, la velocidad de infiltración entra a una fase de estabilización, lográndose la Velocidad de Infiltración Básica o Estabilizada y que se utiliza como parámetro de diseño. De acuerdo al Servicio de Conservación de Suelos de Estados Unidos, dicha velocidad corresponde al valor instantáneo, cuando la velocidad de cambio de la infiltración para un período estándar es el 10% o menos de su valor (Grassi, 1978).

El tiempo para el cual I = Ib, se encuentra igualando la primera derivada de la ecuación de I, con I multiplicada por 0,1

$$\frac{dI}{dt} = -0{,}1I$$

Por lo tanto:

$$abt^{b-1} = -0{,}1\ at^{b}$$

y

$$\boxed{t_b = -10 * b}$$

donde:

t_b = Tiempo para lograr la estabilización de la velocidad de infiltración en horas.

b = Pendiente de la curva de velocidad de infiltración.

Sustituyendo t_b en I se obtiene I_b que corresponde a la Velocidad de Infiltración Básica o estabilizada.

$$Ib = a(-10 * b)^b$$

Estos antecedentes se muestran en el Cuadro 4.8, junto a las ecuaciones de Infiltración Acumulada y de Velocidad de Infiltración (Ver Anexo 7).

Las series que presentan mayores V.I.B. son: Paona, Freirina y Huentemé y con valores más bajos: Cavancha y Bellavista, ambas con alto tiempo de estabilización.

Las otras series presentan valores intermedios entre 4,44 y 9,92 cm/hr.

Cuadro 4.8: Ecuaciones de Infiltración Acumulada (I.A.) y Velocidad de Infiltración (V.I.). Velocidad de Infiltración Básica (V.I.B.) y Tiempo de Estabilización (T.I.E.) en las diferentes series de suelos del valle del Huasco.

Serie	I. A. (cm)	V.I. (cm/hr)	V.I.B. (cm/hr)	T.I.E. (min)	(n)	r^2
1 Paona	$I.A. = 0,88\ T^{0,78}$	$V.I. = 41,18T^{-0,22}$	14,07	132	(4)	0,99
2 Freirina	$I.A. = 0,984T^{0,74}$	$V.I. = 43,68T^{-0,26}$	11,75	156	(3)	0,98
3 Bellavista	$I.A. = 0,826T^{0,57}$	$V.I. = 28,24T^{-0,43}$	2,59	258	(4)	0,99
4 Huasco	$I.A. = 0,937T^{0,71}$	$V.I. = 39,9T^{-0,29}$	8,94	174	(6)	0,99
5 Chanchoquín	$I.A. = 0,585T^{0,68}$	$V.I. = 23,86T^{-0,32}$	4,44	192	(4)	0,99
6 Chañar	$I.A. = 0,83T^{0,72}$	$V.I. = 35,85T^{-0,28}$	8,54	168	(6)	0,99
7 Ventana	$I.A. = 1,02T^{0,64}$	$V.I. = 39,18T^{-0,36}$	5,66	216	(4)	0,99
8 Cavancha	$I.A. = 0,895T^{0,28}$	$V.I. = 15,04T^{-0,72}$	0,19	432	(4)	0,98
9 B. Esperanza	$I.A. = 0,58T^{0,79}$	$V.I. = 27,4T^{-0,21}$	9,92	126	(3)	0,98
10 La Compañía	$I.A. = 0,409T^{0,80}$	$V.I. = 19,63T^{-0,20}$	7,54	120	(4)	0,99
11 Huantemé	$I.A. = 0,35T^{0,87}$	$V.I. = 18,27T^{-0,13}$	10,37	78	(3)	0,95
12 Tatara	$I.A. = 0,291T^{0,87}$	$V.I. = 15,19T^{-0,13}$	8,62	78	(4)	0,99

(n) = Número de mediciones

(r^2) = Coeficiente de determinación

4.3 RECOPILACION DE ANTECEDENTES CLIMATICOS

El clima es un importante factor en el cultivo de especies vegetales. Es así como una misma especie y, dentro de ella una misma variedad puede ser cultivada en dos condiciones climáticas diferentes, obteniéndose resultados muy desiguales en su producción, ya sea en calidad, cantidad y época de cosecha.

Dada la ubicación del Valle del Huasco (28° 30' Latitud Sur), con respecto a la zona central del país, existe una mayor radiación incidente, lo cual eleva las temperaturas diarias durante todo el año. En invierno estas temperaturas, en muchos lugares del Valle del Huasco, son más que suficiente para desarrollar cultivos al aire libre, obteniéndose, en dicha estación, producción de primores en frutales, vides y especies hortícolas.

A lo largo del Valle, existe una red de estaciones metereológicas que cubre una vasta zona del Huasco, muchas de las cuales son de reciente instalación y otras han sido mejoradas. Dado lo extenso en longitud y lo abrupto del relieve, se encuentran zonas de microclimas, en los cuales, lamentablemente, no se cuenta con información metereológica. Sin embargo, la presencia de algunas especies en las distintas épocas del año, da un índice de las condiciones microclimáticas de estas zonas.

a) Clima

El clima del Valle del Huasco corresponde a la tipología denominada Desértico Subtropical Marino, el cual se extiende desde el límite con la frontera del Perú, hasta el Norte de Coquimbo, por el sector medio-interior; y desde Antofagasta hasta un poco al Sur de La Serena por la costa. Este clima presenta entre sus características, la ocurrencia de heladas en forma esporádica de intensidad muy leve. El promedio de las temperaturas mínimas de invierno es de -2,5°C y 7°C. En el verano, el promedio de las máximas supera los 21°C. El régimen hídrico es desértico absoluto, todo el año seco.

b) Agroclima

El Valle del Huasco, presenta el Agroclima Copiapó (Novoa y otros, 1989), el cual se extiende desde la frontera con el Perú hasta el paralelo 30° Sur.

El régimen térmico se caracteriza por una temperatura media anual de 18°C con una máxima media del mes más cálido (febrero) de 30,1°C y una mínima media del mes frío (julio) de 6,5°C.

La suma de temperaturas anuales, base 5°C es de 4.700 días grado; y de 2.900 días grado con base 10°C.

Las lluvias, en el sector medio bajo alcanzan a 22 mm anuales, precipitaciones que van en aumento hacia el interior del Valle, alcanzando a los 90 mm en Conay. Las lluvias se distribuyen principalmente entre los meses de abril y octubre. La estación seca es de 12 meses.

La aridez del clima se debe a la presencia del cinturón de altas presiones subtropicales, especialmente al anticiclón del pacífico suroriental. Estos núcleos de altas presiones inhiben el paso de frentes hacia la zona mediterránea. En el invierno éstos se sitúan próximo a los trópicos y en el verano se desplazan hacia los polos. Esto último tiene un efecto en la ocurrencia de lluvias estivales de tipo monzónicas, conocidos localmente como Invierno Boliviano.

De acuerdo a lo señalado en el Estudio Integral de riego del valle del Huasco (CNR, 1982) el valle se ubica en la región mediterránea perárida. En la costa y hacia el interior se observan algunas influencias de la región mediterránea árida. Hacia la cordillera estas condiciones se degradan ciertamente hacia un tipo andino. El bioclima marino de la tendencia mediterránea se acentúa por las influencias oceánicas en la parte baja del Valle (Vallenar hacia la costa), con aumento de la humedad atmosférica, lo que se refleja en la abundante nubosidad baja del sector y con el efecto moderador de la masa oceánica que disminuye la oscilación térmica.

En la parte interior del Valle existe una mayor luminosidad, la humedad atmosférica es muy baja y se acentúa la oscilación térmica. Esto permite la existencia de una zona climática muy favorable para la producción de frutales y vides. Además existen lugares como Chiguinto, Los Canales y Cerro Blanco, en que el peligro de heladas es mínimo, lo cual permite el cultivo en invierno de tomates, zapallos italianos, maíz choclero, porotos, papas y otros.

Como se indicó en punto anterior, el Valle del Huasco está formado por tres cuencas, las cuales corresponden a las del río El Tránsito, río El Carmen y río Huasco, formandose este último de la confluencia de los dos ríos anteriores. Debido a la ubicación geográfica y topográfica, se producen diferencias

climáticas en cada una de ellas. Es así como el efecto moderador del Oceáno Pacífico influye las condiciones climáticas del Valle desde el mar hasta el sector Maitencillo, distante a 15 km al Oriente de Vallenar. Existe un sector intermedio entre el mar y la cordillera de los Andes, el cual se sitúa entre Maitencillo y sector Imperial (10 km al Este de Vallenar). En esta zona se ubica la mayor extensión de tierras cultivadas las cuales se sitúan en posición de terrazas. Desde Ch. Blanco hacia Las Juntas del Carmen existe una zona muy encajonada, con escaso suelo cultivable, especialmente desde el sector Santa Juana hacia el interior. En la zona de los Valles afluentes, debido a su situación geográfica, existen dos condiciones muy distintas, las cuales se diferencian principalmente por exposición al sol y las horas luz que poseen, lo cual afecta la precocidad de muchos cultivos.

A continuación se describen los distritos agroclimáticos caracterizados en el Estudio Integral de Riego del Valle del Huasco (1982) y que aparecen representados en la Figura 4.14.

DISTRITO I. HUASCO-MAITENCILLO

Este distrito agroclimático corresponde a una unidad topográfica con lluvia influenciado fuertemente por el oceáno. En este existe una ausencia de heladas, abundante presencia de neblinas, las oscilaciones térmicas son menores, las temperaturas extremas son suaves.

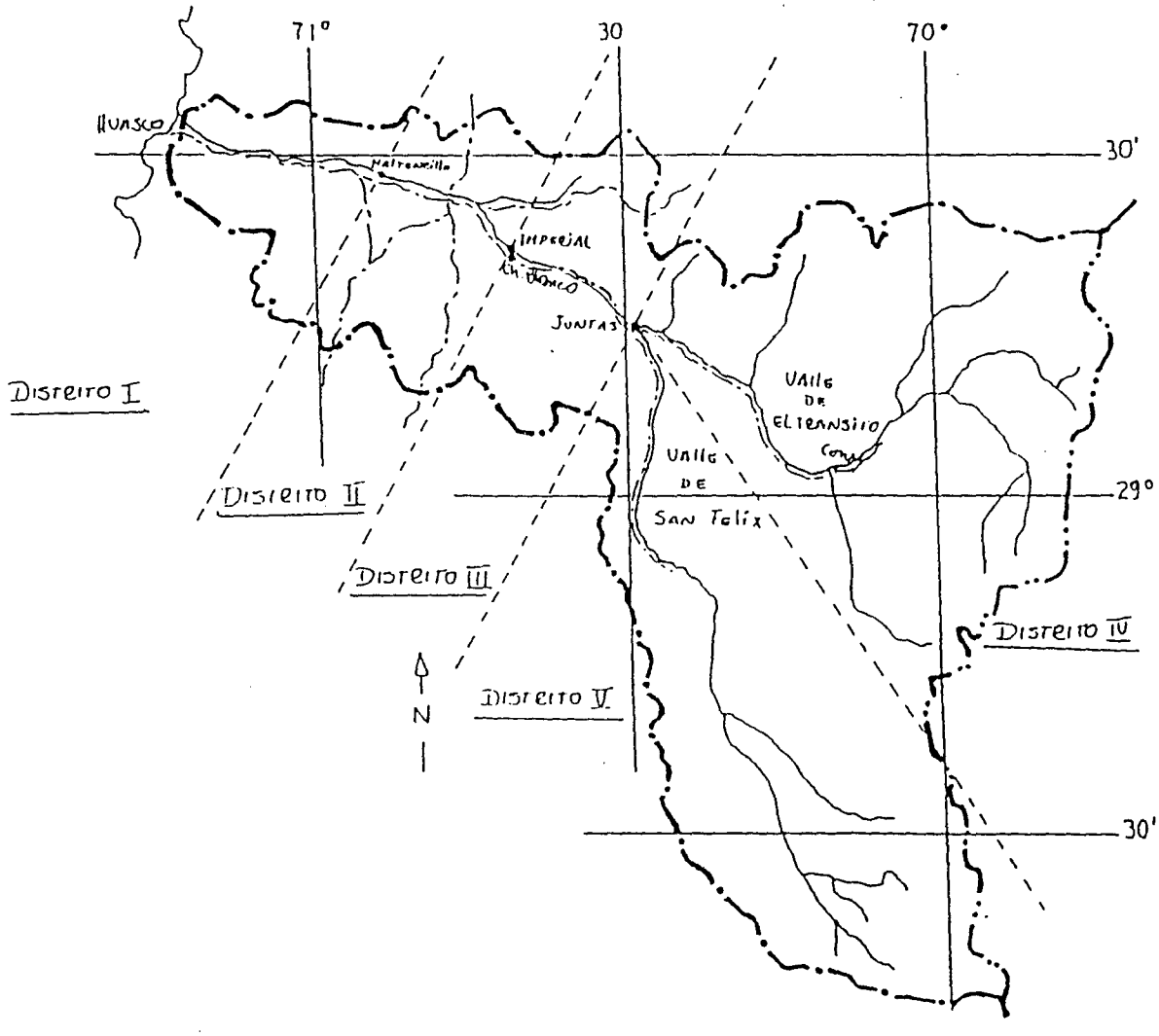
DISTRITO II. MAINTENCILLO-CHAÑAR BLANCO

Este distrito comprende desde el sector de Maitencillo hasta Chañar Blanco ubicado al Este de Vallenar.

Esta zona es de transición entre la influencia marina, caracterizada por el distrito anterior y por la influencia preandina, dominante en la zona del interior del Valle del Huasco.

En esta zona existen vientos fríos provenientes de la costa y vientos calientes y secos que bajan desde Los Andes. Esta última corriente de aire es importante en el invierno, pues permite el desarrollo de cultivos fuera de temporada en los sectores altos (laderas de cerros) del Valle.

Figura 4.14: Distritos agroclimaticos del valle del Huasco



DISTRITO III. CHAÑAR BLANCO-LAS JUNTAS

En este sector, existe una fuerte influencia andina, debido a la presencia de masas de aire caliente que bajan desde Los Andes, lo cual ocurre en invierno y verano. Topográficamente este distrito se encuentra en un sector del Valle muy encajonado y el potencial de los suelos es muy escaso.

Precisamente es en este sector en donde se construye actualmente el embalse regulador de aguas de riego Santa Juana.

DISTRITO IV. LAS JUNTAS-CONAY (VALLE EL TRANSITO)

Debido a su ubicación geográfica, este Valle tiene orientación Este-Oeste, se produce una elevada acumulación térmica y en el invierno es frecuente la presencia de masas de aire caliente, conocidas como "terral" (viento sonda), cuya dirección es de Este-Oeste, lo cual permite el cultivo de espécies de clima cálido en invierno y la cosecha de primores, como es el caso de uva de exportación (cosechada en noviembre). Aquí existen microclimas muy favorables durante todo el año (Marquezas, Chigüinto), en donde se cultivan algunas especies tropicales como lo es el mango y plátanos a nivel casero, lo que significa que no ocurrirían heladas en estos sectores. En este distrito la temperatura máxima absoluta alcanza casi los 40°C y la evaporación de bandeja supera los 2.500 mm/año.

DISTRITO V. LAS JUNTAS-SAN FELIX (VALLE DE SAN FELIX)

La orientación de este Valle es Sur-Norte, debido a lo cual la insolación es reducida, con respecto a los otros dos valles. Esta orientación produce marcadas diferencias entre las laderas de exposición Este y Oeste, siendo estas últimas las más beneficiadas en cuanto a la acumulación térmica y es en ellas en donde se desarrollan principalmente cultivos fuera de temporada y la producción de primores. Existen microclimas en donde el Valle es más ancho como consecuencia de la confluencia de quebradas, abriéndose por consiguiente hacia una mayor exposición solar.

Los climodiagramas corespondientes a cada uno de los Distritos agroclimáticos se presentan en el Anexo 8. En ellas se puede apreciar que en todos los distritos existe una escasa precipitación, la cual va en aumento en la medida que se asciende por el Valle. Sin embargo, la evaporación se acentúa en zonas interiores del valle, incrementando el déficit hídrico en dichos sectores.

En el Cuadro 4.9 se presentan los antecedentes climáticos que caracterizan a cada distrito climático del valle del Huasco.

En el Cuadro 4.10 se indica la ubicación geográfica de las estaciones metereológicas, de las cuales se obtuvo la información. Cada una de ellas está localizada en un distrito agroclimático; permitiendo con ello estimar las características de cada uno de ellos, con las debidas reservas, dado que la ubicación de la estación correspondiente representa una condición local.

Cuadro 4.9: Características climáticas de los Distritos Agroclimáticos en el Valle del Huasco.

PARAMETROS CLIMATICOS	DISTRITOS AGROCLIMATICOS				
	I	II	III	IV	V
TEMPERATURAS					
- Máxima media anual	18,3	22,9	25,1	25,3	26,0
- Media anual	14,8	14,5	17,3	17,9	16,0
- Mínima media anual	11,3	9,1	9,4	10,5	6,0
- Máxima media enero	22,7	26,5	28,7	29,0	33,0
- Mínima media julio	8,8	5,7	6,4	6,9	2,0
- Máxima absoluta	18,7	33,0	34,0	39,0	35,2
- Mínima absoluta	--	1,2	2,0	3,0	-0,8
- Media enero	s/i	18,4	20,8	21,5	21,0
- Media julio	s/i	10,8	13,9	13,8	20,0
- Oscilación media anual	6,8	13,8	15,7	14,9	20,0
DIAS GRADO ANUAL					
- Base 5°C	3.589	3.434	4.480	4.861	s/i
- Base 10°C	1.861	1.650	2.659	2.992	s/i
- Horas frío (base 7°C)	s/i	540	406	418	s/i
- N° días libre heladas	365	365	365	363	s/i
HUMEDAD RELATIVA (%)					
- Media enero	s/i	68	s/i	56	55
- Media julio	s/i	68	s/i	24	41
- Media anual	s/i	69	s/i	40	47
- Evaporación de bandeja (mm)	s/i	1.743	2.372	2.626	1.648

s/i: Sin información
Temperatura expresada en Grados Celcius.
Fuente:Estudio Integral de Riego del Valle del Huasco, 1985.

Cuadro 4.10: Ubicación geográfica de las estaciones meteorológicas registradas.

Estación	Distrito	Latitud	Longitud	Altitud (msnm)
Huasco	I	28°27°	71°15°	4
Vallenar	II	28°34°	70°47°	373
S. Juana	III	28°39°	70°42°	560
Conay	IV	28°58°	70°13°	1.450
S. Félix	V	28°55°	70°27°	8.93

En resumen, se puede señalar que en todos los distritos agroclimáticos se produce una elevada evaporación, la que es superior a los 2.000 mm/año, lo que refleja una alta demanda atmosférica, la cual no es suplida por la precipitación existente. Esto, sin lugar a dudas, hace evidente la necesidad de riego para los cultivos.

En relación a la acumulación térmica, ésta oscila entre los 1.650 y 2.992 días - grado (base 10°C), lo cual estaría satisfaciendo los requerimientos térmicos de los cultivos en un menor tiempo, de ahí la posibilidad de obtención de producciones de "primores".

También se puede apreciar que en un transecto mar - cordillera, a medida que se asciende por el valle se va perdiendo la influencia oceánica, aumentando la oscilación térmica y disminuyendo la humedad relativa del aire. Hacia el interior los días son más calurosos y las noches más frías.

c) Distritos agroclimáticos asociados a cultivos presentes

Al igual que en el caso de las series de suelo, con la información cartográfica existente se ha intentado asociar los distritos agroclimáticos descritos con la presencia de cultivos actuales.

Tal relación aparece en el Cuadro 4.11.

Cuadro 4.11: Distritos Agroclimáticos vs. cultivos presentes y sección de riego.

Distrito Agroclimático	Series de Suelo	Cultivos	Sección de riego
I Huasco - Maitencillo	Bellavista B. Esperanza Cavancha Freirina Compañía Paona Tatara Ventanas	Olivos, Praderas, Trigo, Hortalizas	4ª y parte de la 3ª
II Maitencillo - Imperial	B. Esperanza Cavancha Chañar Huantemé Compañía Paona Tatara Ventanas	Praderas, Trigo, Hortalizas, Paltos, Cítricos, Vid, Chirimoyos, Flores	Parte de la 3ª
III Imperial - J. del Carmen	Chañar Huasco	Hortalizas, Vid, Paltos, Cítricos, Durazneros	Al oriente de la 3ª
IV Valle El Tránsito	Chañar Chanchoquín Huasco	Vid, durazneros, Paltos, Cítricos, praderas	2ª
V Valle San Félix	Chañar Chanchoquín Huasco	Vid, durazneros, Paltos, Cítricos, praderas	1ª

Según lo indicado en el Cuadro 4.11, el cultivo del olivo está circunscrito al distrito agroclimático I, al igual que las praderas, las cuales también se encuentran en el distrito II y en menor grado en el distrito IV y V. En el caso del trigo también se circunscribe a los distritos I y II, asociado principalmente a la disponibilidad de superficie, tamaño de la propiedad, topografía de los terrenos y disponibilidad de agua.

En el caso de especies de hoja caediza, como es el caso de la vid, su presencia se localiza mayoritariamente en los distritos IV y V, producto de los requerimientos de temperatura (horas frío y días grado) y baja humedad relativa.

En relación a frutales de hoja persistente, su mejor condición climática la encuentran en el distrito II; a pesar de que en los distritos IV y V se logra una mejor calidad organoléptica para los cítricos, sin embargo, los rendimientos son inferiores.

Las hortalizas poseen una amplia distribución a lo largo del valle, existiendo sectores con microclima muy favorables para el cultivo de ellas durante todo el año, al aire libre.

En otros sectores, como es el caso de los distritos II y III es necesario el uso de ambiente protegidos (invernaderos) para lograr una adecuada acumulación térmica en los cultivos fuera de temporada.

Al integrar la información obtenida del estudio de suelos y de condiciones agroclimáticas del valle, se puede proponer la zonificación de cultivos, tanto de especies frutales como de hortalizas y forrajeras, en los distintos sectores del valle, que según los requerimientos de ellos y la disponibilidad ambiental, vale decir, de suelo y clima, se obtendrá una mejor aproximación al ambiente óptimo para la producción agrícola del valle.

En el Cuadro 4.12 se relacionan los cultivos con suelo y clima del valle del Huasco, formulándose recomendaciones de cultivos para los distintas condiciones del valle.

Cuadro 4.12: Recomendaciones de cultivos según el suelo y sitación climática del Valle del Huasco.

DISTRITOS AGROCLIMÁTICOS																						
SERIES DE SUELO																						
	I								II								III		IV		V	
SERIE SUELO	BVT	BEZ	CVA	FRN	LCM	PNA	TTA	VTN	BEZ	CVA	CNR	HTM	LCM	PNA	TTA	VTN	CÑR	HSC	CÑR	CQN	HSC	CNR	HSC
CULTIVOS																							
HORTALIZAS																							
ACELGA	RL1	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	NR3	R	R	R	R	NR*	NR*	NR*	R2	NR*	NR*	NR*
APIO	RL1	R	R	R	R	NR4	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	NR*	NR*	NR*	NR*	NR*	NR*	NR*
ARVEJA	RL1	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	NR*	NR*	NR*	NR*	NR*	NR*	NR*
BERENJENA	NR	R	R	R	R	NR3	R	R	R	R	R	NR3	R	NR3	R	R	R	R	R	R	R	R	R
BROCOLI	NR	R	R	R	R	NR3	R	R	R	R	R	NR3	R	NR3	R	R	NR*	NR*	NR*	NR*	NR*	NR*	NR*
CEBOLLA	NR	R	R	NR	R	NR4	R	R	R	R	R	NR4	R	NR	R	R	R	R	R	R	R	R	R
COLIFLOR	NR3	R	R	R	R	NR3	R	R	R	R	R	NR3	R	NR3	R	R	NR*	NR*	NR*	NR*	NR*	NR*	NR*
ESPÁRRAGOS	R	NR	R	R	R	R	R	R	NR5	R	R	R	R	R	R	R	NR6	R	NR*	NR*	NR*	NR*	NR*
POROTO	NR3	R	R	R	R	NR3	R	R	R	R	R	NR3	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
LECHUGA	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
MELON	RL1	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
PEPINOS ENS.	RL1	R	R	R	R	NR2	R	R	R	R	R	R	R	NR2	R	R	R	R	R	R	R	R	R
AJI-PIMENTÓN	RL1	R	R	R	R	NR2	R	R	R	R	R	R	R	NR2	R	R	R	R	R	R	R	R	R
REPOLLO	NR3	R	R	R	R	NR3	R	R	R	R	R	NR3	R	NR3	R	R	NR*	NR*	NR*	NR*	NR*	NR*	NR*
R. BRUSELAS	NR3	R	R	R	R	NR3	R	R	R	R	R	NR3	R	NR3	R	R	NR*	NR*	NR*	NR*	NR*	NR*	NR*
TOMATE	NR3	R	R	R	R	NR2	R	R	R	R	R	R	R	NR2	R	R	R	R	R	R	R	R	R
Z. ITALIANO	NR3	R	R	R	R	NR2	R	R	R	R	R	R	R	NR	R	R	R	R	R	R	R	R	R
FRUTALES																							
CHIRIMOYOS	NR	RL7	RL7	R	RL7	NR	RL7	RL7	RL7	RL7	RL7	NR	RL7	NR	RL7	RL7	RL7	RL7	RL7	R	RL7	RL7	RL7
CITRICOS	NR	RL7	RL7	R	RL7	NR	RL7	RL7	RL7	RL7	RL7	NR	RL7	NR	RL7	RL7	RL7	RL7	RL7	R	RL7	RL7	RL7
DURAZNERO	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	RL7	R	RL7	R	R	RL7	R
PALTOS	NR	RL7	RL7	RL7	NL7	NR	RL7	RL7	RL7	RL7	RL7	NR	RL7	NR	RL7	RL7	RL7	RL7	RL7	R	RL7	RL7	RL7
VID PISQ.	NR*	NR*	NR*	NR*	NR*	NR*	NR*	NR*	NR*	NR*	R	R	NR*	NR*	NR*	NR*	R	R	R	R	R	R	R
VID MESA	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	R	R	R	R	R	R	R
OLIVOS	RL1	R	RL7	R	RL7	R	RL7	RL7	R	RL7	R	R	RL7	R	RL7	RL7	NR*	NR*	NR*	NR*	NR*	NR*	NR
PRADERAS																							
ALFALFA	NR	R	R	R	R	NR	R	R	R	R	R	R	R	NR	R	R	R	R	R	R	R	R	R

1/ Recomendable sólo en suelos no sódicos
2/ Nivel freático alto especialmente en Invierno
3/ Suelos salinos para la especie
4/ Suelos arenosos
5/ Suelos pesados
6/ Excesiva pedregosidad
7/ Recomendable cultivarlo en camellones de 40 a 50 cm de altura
* Restricción climática
R : Recomendable
RL : Recomendación limitada
NR : No recomendable

En relación a suelo, según el Cuadro 4.12, la principal limitante es la salinidad, lo cual estás asociado básicamente a las series Bellavista y Huantemé, presentes en la 4ª y 3ª secciones de riego, respectivamente, lo que limita el cultivo de una serie de especies, como paltos, chirimoyos y cítricos principalmente.

Otras de las limitantes para frutales es la profundidad efectiva de los suelos. Sin embargo, esta restricción es posible de solucionarla mediante la realización de cultivo en camellones.

Esto es, el acumular suelo de la entre hilera en la hilera, aumentando con ello la profundidad de los suelos. Esto tiene especial importancia en los paltos, cítricos y chirimoyos. El elevar la altura de plantación significaría en algunos casos elevar el agua de riego. Un excelente método de riego para estas técnicas de cultivo son los métodos presurizados (goteo y microaspersión).

Por su parte, la componente clima, dado la acumulación térmica (días grado) o por la presencia de heladas, impide el cultivo de especies como la vid en el distrito agroclimático I por falta de acumulación de días grado y por la alta humedad relativa existente en esa zona. Sin embargo, los chirimoyos se desarrollan muy bien en aquel distrito, siendo desfavorable, por el contrario, en los sectores altos del valle, dada la escasa HR predominante.

PARAMETROS DE DISEÑO DE METODOS DE RIEGO

5. PARAMETROS DE DISEÑO DE METODOS DE RIEGO

De acuerdo a lo señalado en puntos precedentes, referido a la potencialidad agroclimática que presenta el valle, para el desarrollo de cultivos con buena expectativa económica; las características topográficas y de suelos existentes; los bajos niveles de eficiencia de los riegos superficiales; la baja disponibilidad global de agua en la cuenca y la necesidad de maximizar el uso del recurso a nivel predial y de la hoya hidrográfica; definitivamente permite visualizar la necesidad de tender a una tecnificación generalizada del riego a nivel del valle. Esto quiere decir que debe propiciarse una introducción de tecnología de riego de alta eficiencia a nivel predial, como objetivo fundamental.

Congruente con lo anterior el Estado ha implementado varios instrumentos para acceder y hacer posible tal objetivo: FOSIS, Ley N° 18.450; FNDR; Créditos INDAP; PROMM, etc.

De esta forma no resulta lógico, ni se justifica quizás, insistir en un mejoramiento de las eficiencias de riego de los métodos superficiales actualmente utilizados.

En el contexto del proyecto, entonces, la orientación debería estar dirigida a lograr el objetivo antes señalado, fijando criterios y pautas para el diseño de métodos de riego tecnificado; compatibilizándose con el establecimiento de Unidades de Validación y Demostración, en tal sentido, a nivel de agricultor.

En el caso de <u>frutales y hortalizas</u> debería tenderse a la incorporación de métodos de riego por goteo en sus distintas modalidades; calculándose parámetros específicos para su diseño y manejo, en función de características edafoclimáticas y del propio cultivo.

En el caso de praderas, principalmente alfalfa, actualmente regada por tendido, debe tenderse hacia la incorporación de riego por aspersión en las diferentes modalidades (móvil, semi-móvil, fijo, side-roll, big-gun, etc); dándose como alternativa el riego por bordes.

Situación un poco especial la presenta el cultivo del olivo, el cual por sus características de producción (añerismo), hace difícil la incorporación de riego tecnificado, como goteo o microaspersión; sin embargo, se ve como alternativa la introducción de un sistema de riego localizado de baja presión, con tuberías subterráneas que hacen llegar el agua a cada taza. La alternativa de riego californiano, no aparecería muy atractiva, dado que sólo elimina el uso de

acequia de cabecera, persistiendo la conducción superficial hasta cada taza. En todo caso no se descarta su implementación, a nivel de parcela demostrativa ni tampoco la entrega de criterios para su diseño y establecimiento.

Consecuente con lo anterior, a continuación se presenta un esquema metodológico, basado en los antecedentes recopilados por el proyecto, que permite definir para cada cultivo actual y/o potencial, su posición respecto a: distrito agroclimático más apropiado; serie de suelo con menos restricciones para su cultivo y finalmente el método de riego aconsejable, dadas sus características de manejo.

Posteriormente se analiza cada método de riego en particular, indicándose sus criterios de diseño y las pautas de manejo según el cultivo, clima y suelo.

5.1 CLIMA, SUELO, CULTIVO, METODO DE RIEGO

Tomando como base antecedentes obtenidos por el presente proyecto, en el Cuadro 5.1 se indica para cada distrito agroclimático, las series de suelo presentes, los cultivos actuales y potenciales y la sección de riego involucradas, y en el Cuadro 5.2, se indican, para varios cultivos, los requerimientos del suelo y clima.

La información presentada se complementa con las Figuras 5.1, 5.2 y 5.3, que permiten al lector ubicarse desde un punto de vista geográfico, climático y de presencia de series de suelos, en el valle.

En los Cuadros 5.1 y 5.2 se puede apreciar una serie de cultivos, tanto de temporada cálida como de temporada fría. Entre las especies de temporada cálida se encuentra el ají, tomates, porotos, maíz, sandía y melones. Ellas requieren de temperaturas más elevadas para realizar su ciclo biológico adaptándose mejor desde los distritos II al V. Los de temporada fría como: arveja, habas, alguna variedades de lechugas y acelga; sus requerimientos de temperatura son inferiores y su adaptación es mejor en los distritos I y parte del II.

Algunos frutales, especialmente los de hoja persistente (paltos, cítricos, olivos) requieren climas en que la oscilación térmica sea suave con una media de 15°C y una temperatura de verano alta. Estas condiciones se dan en el distrito II. Por su parte, los chirimoyos toleran temperaturas algo más bajas que las anteriores; sin embargo, requieren de una humedad relativa del aire algo elevada, especialmente en períodos de floración, adaptándose mejor en el distrito I. Los requerimientos de suelo de esta especie, referentes a salinidad, son similares a los cítricos y paltos, pues ellos toleran bajos niveles de sales en los suelos.

Cuadro 5.1: Distritos Agroclimáticos vs cultivos y sección de riego

Distrito Agroclimático	Series de suelo	Cultivos actuales y potenciales	Sección de riego
I Huasco - Maitencillo	Bellavista (BVT) B. Esperanza (BEZ) Cavancha (CVA) Freirina (FRN) Compañía (LCM) Paona (PNA) Tatara (TTA) Ventanas (VTN)	Olivos Praderas Trigo (NR) Hortalizas Chirimoyos (P) Flores (P)	4ª y parte de la 3ª
II Maitencillo - Imperial	B. Esperanza (BEZ) Cavancha (CVA) Chañar (CÑR) Huanteme (HTM) Compañía (LCM) Paona (PNA) Tatara (TTA) Ventanas (VTN)	Praderas Trigo (NR) Hortalizas Paltos Cítricos Vid Chirimoyos Flores	Parte de la 3ª
III Imperial- J. Del Carmen	Chañar (CÑR) Huasco (HSC)	Hortalizas, Vid, Paltos, Cítricos, (NR)	Al Oriente de la 3ª
IV Valle del Tránsito	Chañar (CÑR) Chanchoquin (CQN) Huasco (HSC)	Vid, Hortalizas, Paltos, Cítricos, Duraznero (P) Praderas	2ª
V Valle San Félix	Chañar (CÑR) Chanchoquin (CQN) Huasco (HSC)	Vid, Hortalizas, Paltos, Cítricos, Duraznero (P) Praderas	1ª

(P) Cultivos Potenciales
(NR) No Recomendable

Cuadro 5.2: Requerimiento de suelo y clima de los principales cultivos existentes en el valle del Huasco.

Cultivos	Prof. Arraig.* (m)	Tolerancia maxima a la salinidad** (dS/m)	Rango de Temperaturas para crecimiento del cultivo (%)***	Observaciones
Ají	0.5-1.0	3-5	13 - 35	Tolera HR. Ambiental Alta
Tomate	0.7-1.5	3-5	10 - 30	Requiere de baja HR. Ambiental
Frejol	0.4-0.8	2-4	12 - 30	Se afecta por HR Alta (nieblas)
Arvejas	0.6-1.0	3-5	5 - 30	Cultivo invernal
Sandía - Melón	0.7-1.2	0.9-1.4	13 - 35	Muy sensible a H.R. Alta
Maíz	1.0-2.0	3-5	10 - 30	Cultivo sembrado tarde en verano se ve afectado por el frío
Paltos	1.0-1.8	2-3	10 - 30	Los cloruros del suelo afectan seriamente la producción
Cítricos	1.0-1.8	2-3	10 - 30	Los horizontes calcicos (hardpan) los afectan enormemente
Chirimoyos	1.0-1.8	2-4	7 - 30	Muy sensible a vientos fuertes.Requiere H.R. Alta
Olivos	0.8-2.0	4-8	10 - 30	Sensible al sodio del suelo
Vid	1.0-2.0	4-8	10 - 35	Requieren de alta acumulación de días grado y baja H.R.
Alfalfa	1.0-3.0	3-6	4 - 30	Se adaptan bien en suelos semi-planos por labores de manejo

Fuente: * Management of Farm Irrigation Systems.
** Apuntes Sobre Riego Localizado
*** Cultivo de Hortalizas

Figura 5.1: Cuenca del Río Huasco. Area de Desarrollo del Proyecto.

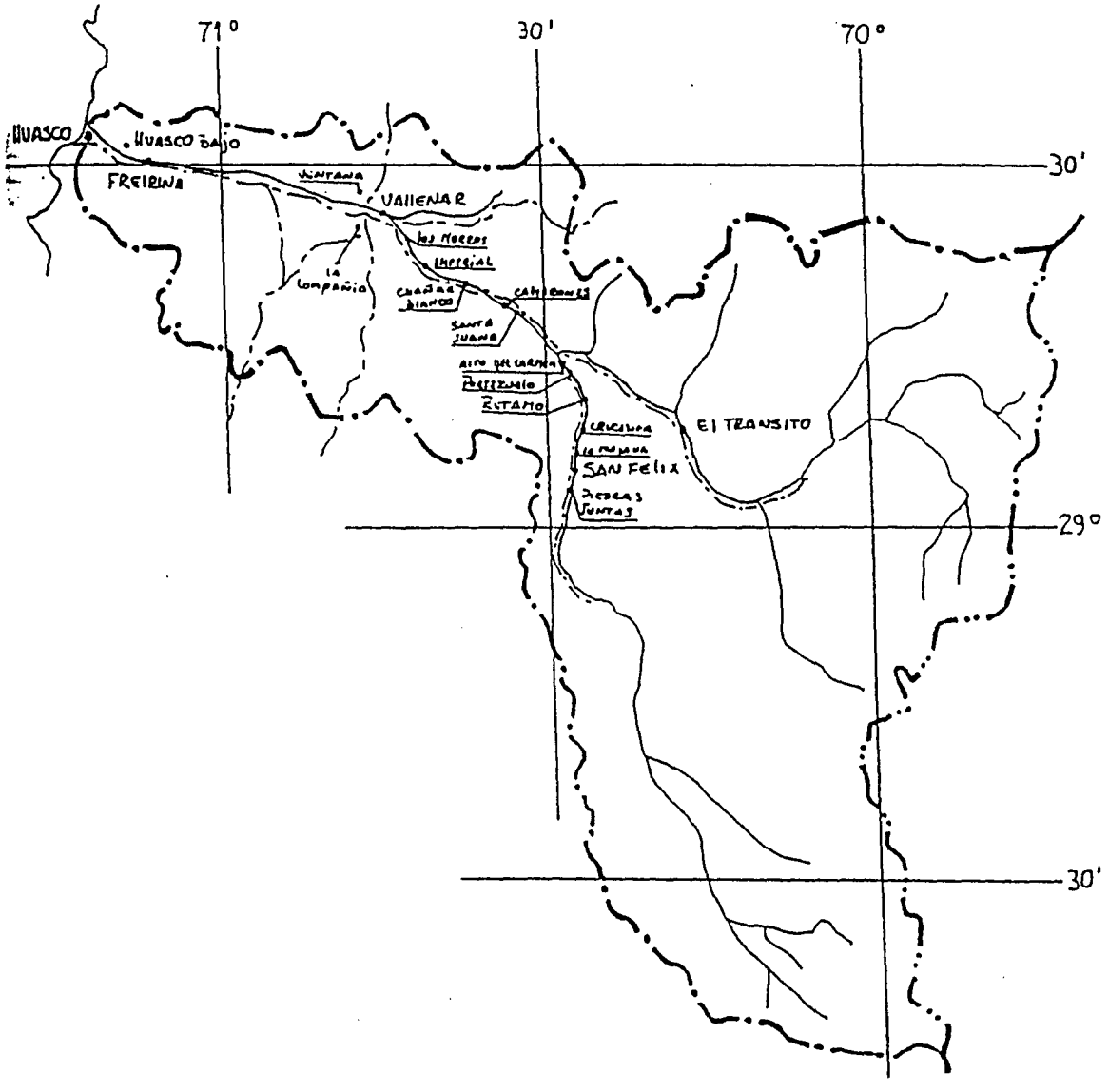


Figura 5.2: Distritos agroclimáticos del valle del Huasco

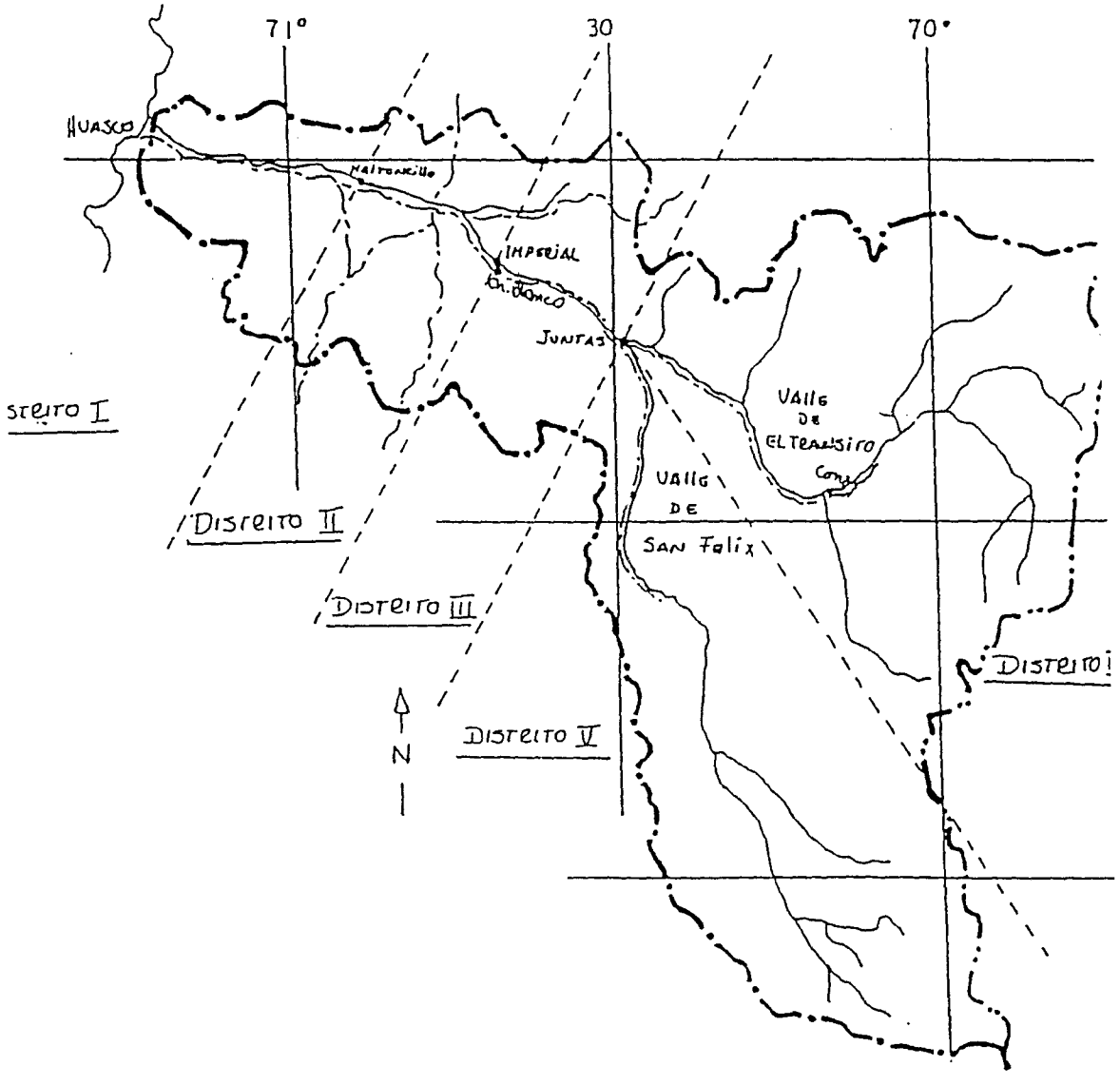
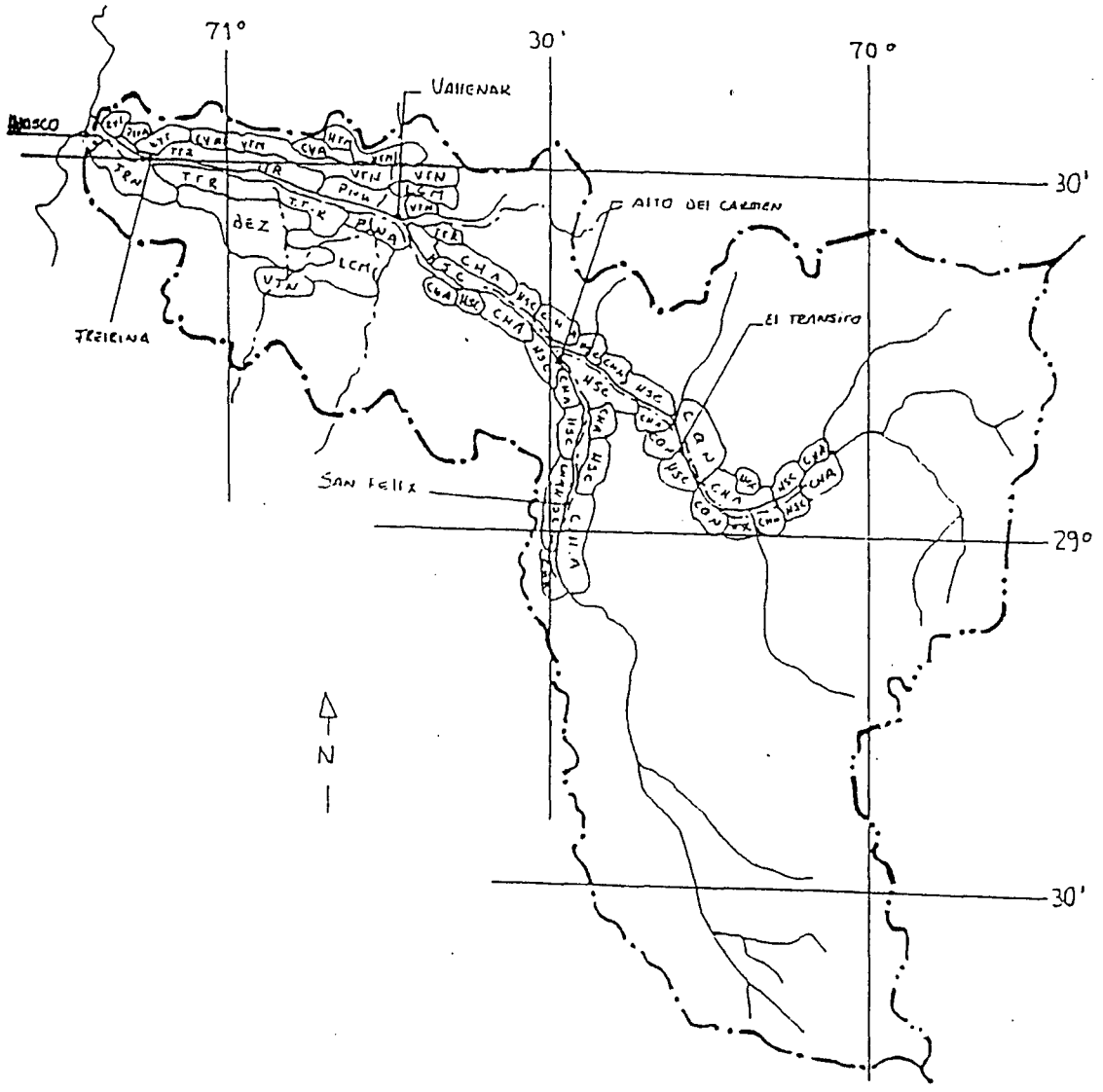


Figura 5.3: Localización esquemática de las series de suelo en el valle del Huasco



Las praderas formadas, mayoritariamente, por alfalfa se adaptan a variadas condiciones climáticas; presentando crecimiento invernal, en climas con oscilación térmica muy suave. Esta se adapta muy bien a condiciones de suelo alcalino, aceptando los elevados contenidos de calcio presentes en la mayoría de los suelos del valle del Huasco, especialmente en aquellos situados en posición de terraza.

Como se ha indicado, en el valle del Río Huasco, existen cinco distritos agroclimáticos, pertenecientes al agroclima Copiapó. Este agroclima presenta una fuerte influencia marítima en los primeros 50 - 60 km hacia el continente.

En este transecto existe una oscilación térmica suave y alta humedad relativa. El período libre de heladas es prácticamente de 12 meses.

En dicho sector se distinguen dos distritos agroclimáticos (I y II). El distrito II presenta una interfase entre influencia marina y mediterránea.

De los 60 km hacia el interior se hace notar una influencia mediterránea. En esta zona la oscilación térmica es acentuada con días muy calurosos y noches frías. La evaporación de bandeja supera los 2.000 mm anuales. La humedad relativa del aire baja hasta 24% en julio, debido a la existencia de corrientes de viento caliente y seco de dirección Este-Oeste. El período libre de heladas se reduce a 10 - 11 meses. En este sector se encuentran los distritos III, IV y V.

En relación a restricciones topográficas (suelos en pendiente), ellas se acentúan en aquellas series situadas en piedmont, en los sectores medios e interiores del valle. Esta situación obliga a un manejo más regulado de los caudales de riego, siendo recomendables métodos localizados, preferentemente, o bien métodos superficiales como surcos rectos de poca longitud o trazados en contorno. Las series de suelos más representativas serían: Chañar y Huasco.

Si se toma como ejemplo el frejol; dicha especie se puede cultivar en todos los agroclimas a excepción del primero; pudiéndose establecer en una diversidad de series de suelo y para tales condiciones lo más recomendable son los métodos por surcos o goteo (cintas). Situación similar la presentan los otros cultivos hortícolas.

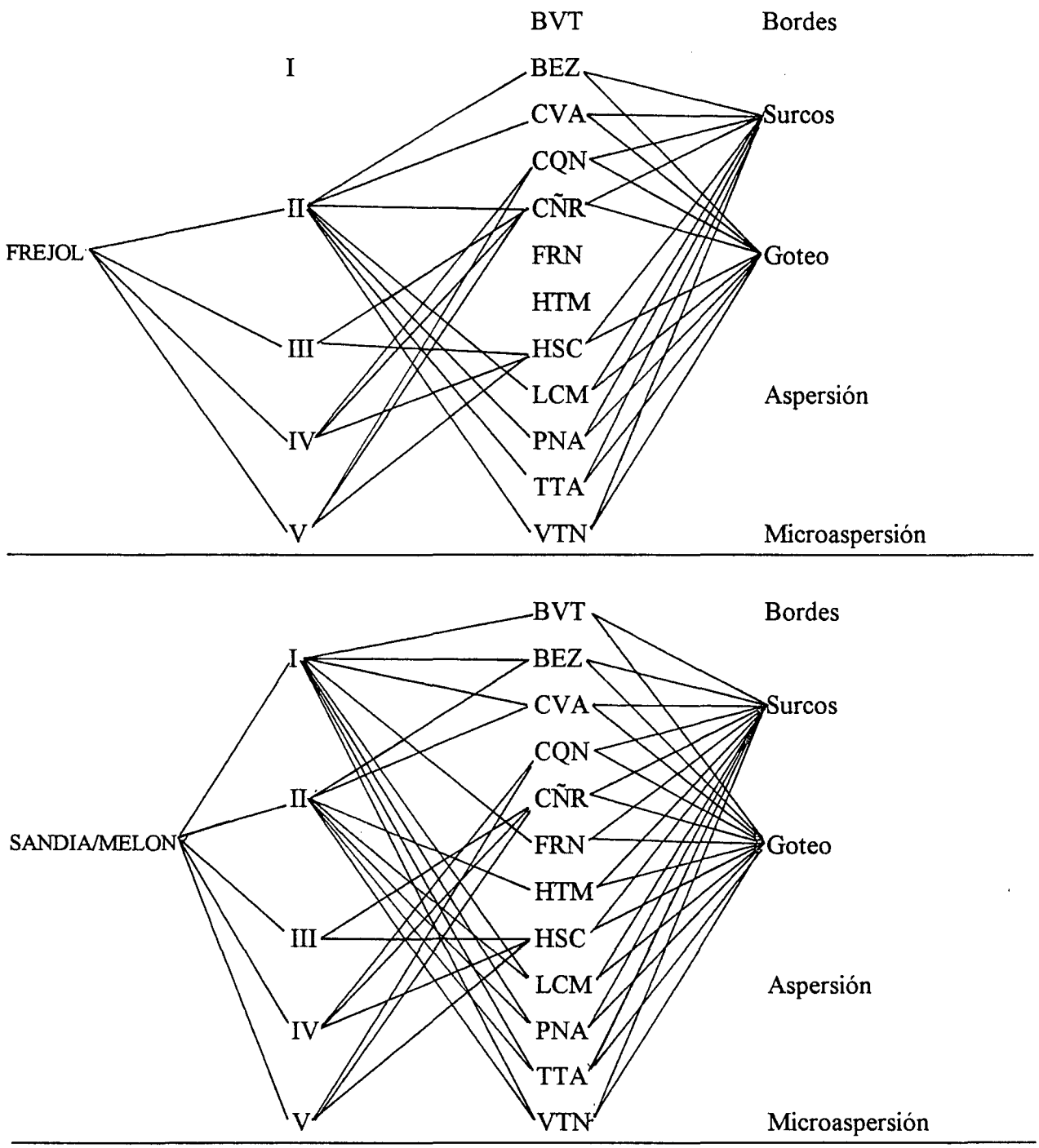
De lo anterior se resume, entonces, que bajo condiciones estrictamente técnicas, los métodos de riego para los cultivos, en consideración, serían los que se indican en el Cuadro 5.3

Ahora bien, considerando las restricciones climáticas y de suelos para las diferentes condiciones agroecológicas del valle, se plantean a continuación 12 mallas de flujo para 12 diferentes cultivos, donde se puede visualizar su compatibilidad respecto a distintos distritos agroclimáticos donde se cultiva o podría cultivarse y dentro de cada uno de ellas, la serie de suelos que no presenta restricciones severas. Se plantea como salida del flujo, **el método de riego** (Figura 5.4).

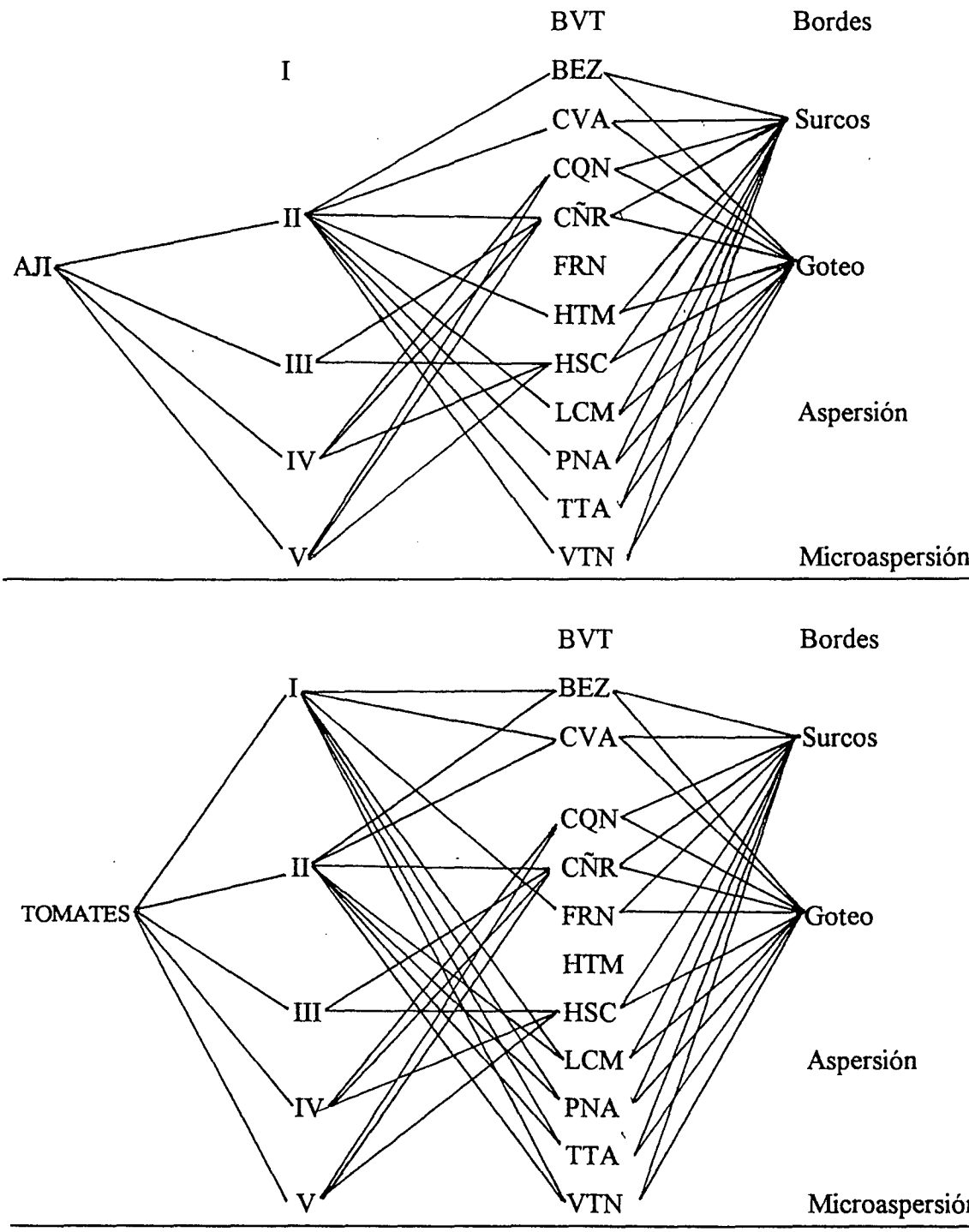
Cuadro 5.3: Cultivos y métodos de riego recomendado

Cultivos	Método de Riego
Frejol	Surcos - Goteo (cinta)
Sandía/Melón	Surcos - goteo (cinta)
Ají	Surcos - goteo (cinta)
Tomates	Surcos - goteo (cinta)
Cítricos	Surco (taza), Microaspersión (yets), goteo
Chirimoyos	Surco (taza), goteo, Microaspersión (yet)
Maíz	Surco, aspersión
Paltos	Surco, Microaspersión
Alfalfa	Bordes, aspersión
Arvejas	Surcos, goteo (cinta)
Olivos	Surco (tazas), Californiano localizado, Microaspersión
Vid	Surcos, goteo

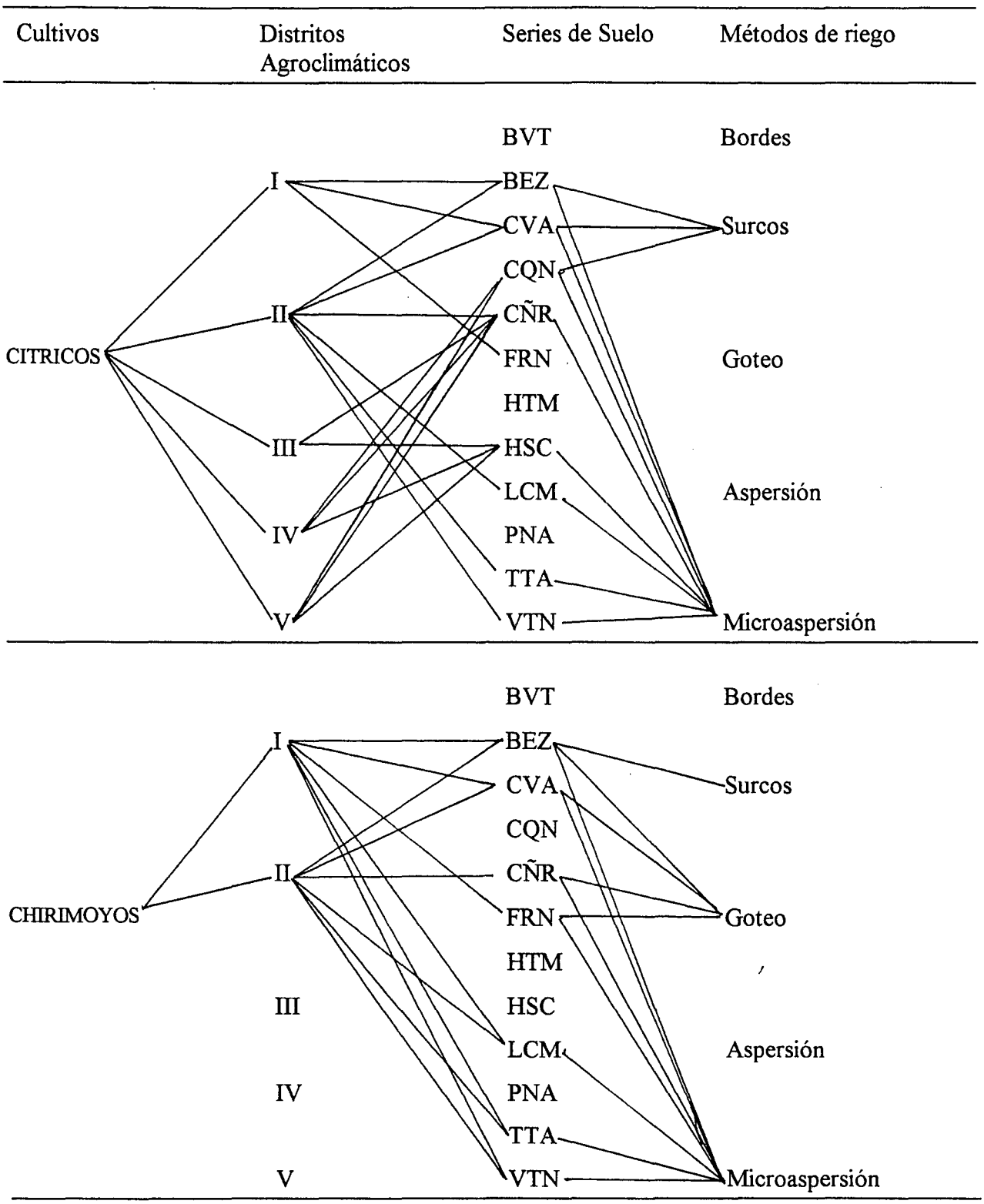
Figura 5.4: Selección del método de riego recomendado según cultivo y suelos



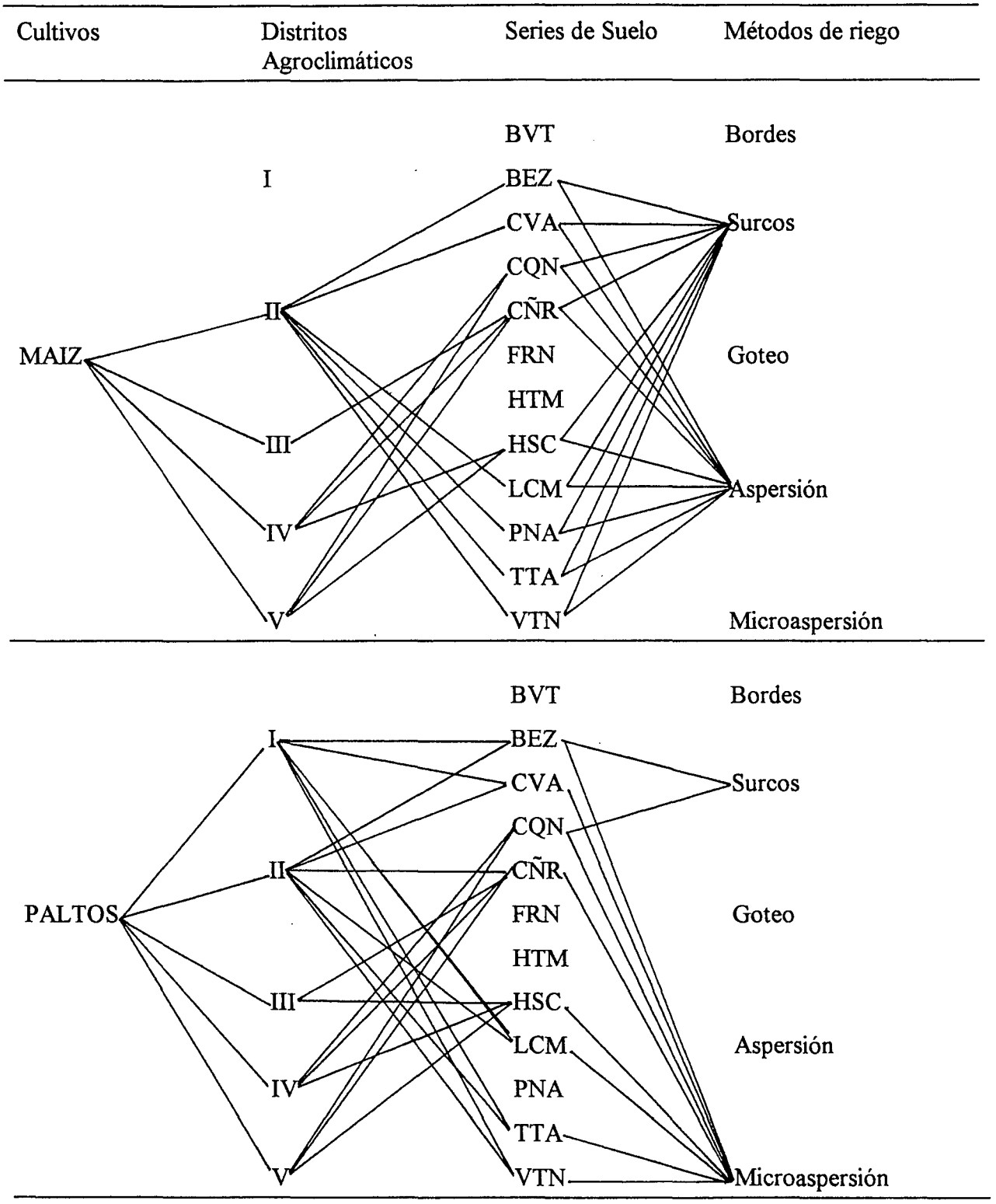
Continuación Figura 5.4



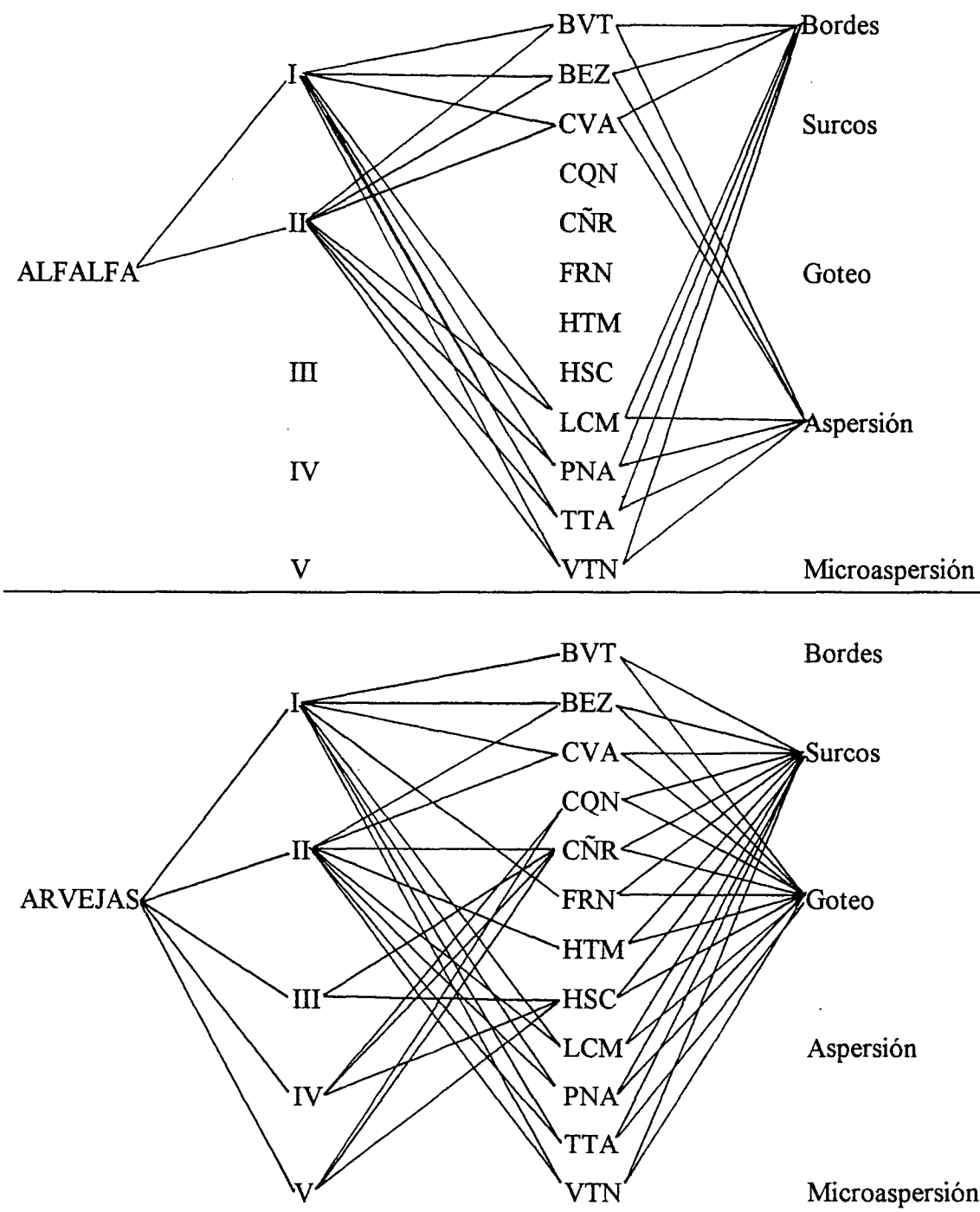
Continuación Figura 5.4



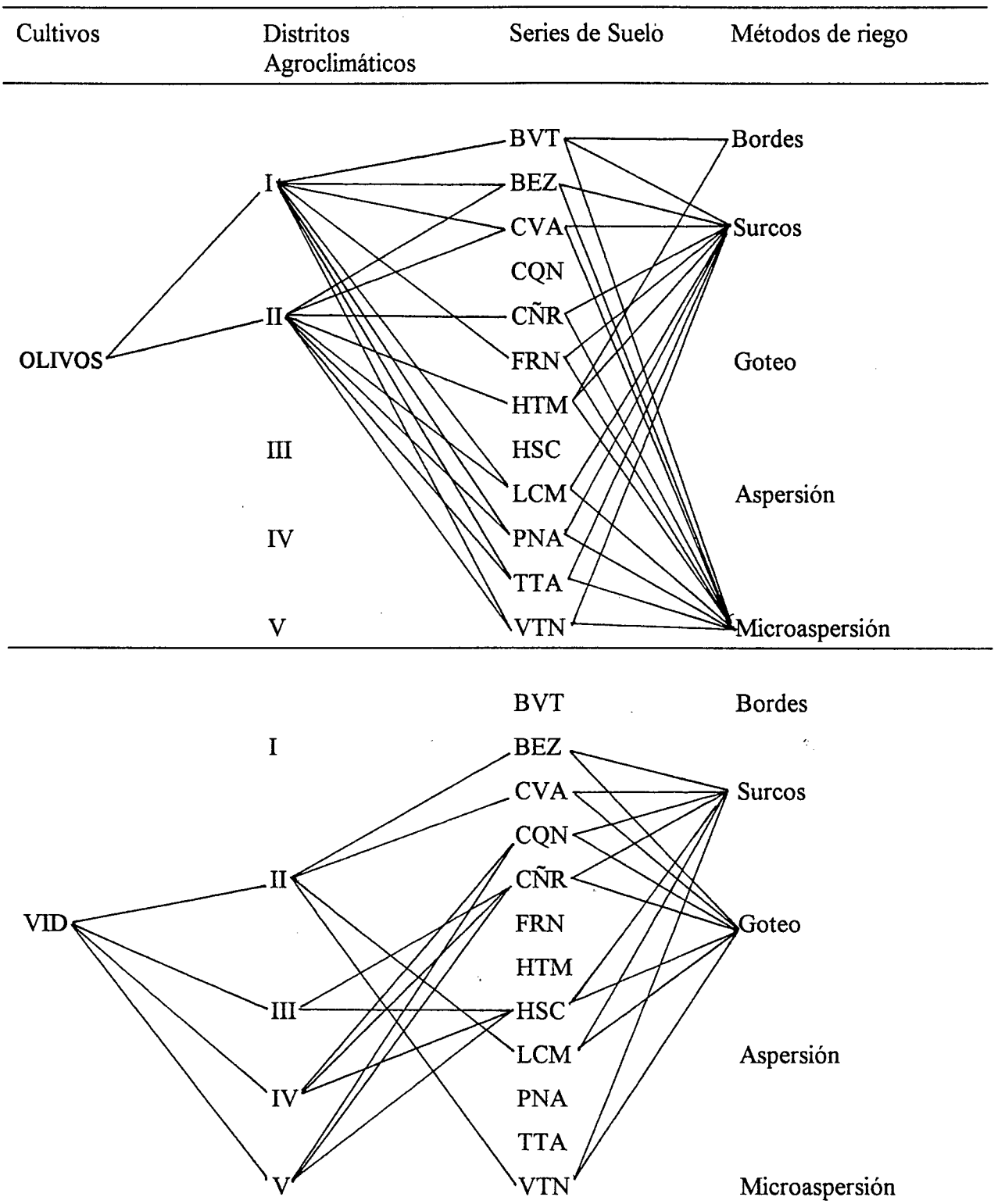
Continuación Figura 5.4



Continuación Figura 5.4



Continuación Figura 5.4



5.2 DEMANDAS DE AGUA

Respecto a demandas de agua, ellas se pueden estimar a través de la evapotranspiración de referencia, la cual se define de la siguiente manera:

$$ETo = EB * Kp$$

Donde:

ETo: Evapotranspiración del cultivio de refencia (mm)
EB : Evaporación de Bandeja clase A (mm)
Kp : Coeficiente de Bandeja

El coeficiente de bandeja varía según la ubicación de ellas, la N.R. y la velocidad del viento; por lo cual cada uno de los cinco distritos agroclimáticos del Huasco tendrá su coeficiente Kp. En el Cuadro 5.4, se indican los coeficientes de bandeja, evaporación y Evapotranspiración de referencia para cada uno de ellos.

Cuadro 5.4: Evaporación de cultivo de refernia (ETo) para los cinco distritos agroclimáticos del valle del Huasco.

M	DISTRITOS AGROCLIMÁTICOS 1/														
E	I			II			III			IV			V		
S	EB	Kp**	ETo	EB	Kp**	ETo	EB	Kp**	ETo	EB	Kp**	ETo	EB	Kp**	ETo
ENE	160	0.65	104	226	0.7	158	293	0.65	190	341	0.55	188	271	0.65	176
FEB	135	0.65	87.8	204	0.7	143	233	0.65	151	283	0.55	156	196	0.65	127
MAR	132	0.65	85.8	174	0.7	122	208	0.65	135	239	0.55	131	186	0.65	121
ABR	116	0.65	75.4	108	0.7	75.6	138	0.65	89.7	213	0.55	117	120	0.65	78
MAY	105	0.65	68.3	84	0.7	58.8	118	0.65	76.7	133	0.55	73.2	124	0.65	80.6
JUN	96	0.65	62.4	60	0.7	42	127	0.65	82.6	120	0.55	66	90	0.65	58.5
JUL	100	0.65	65	71	0.7	49.7	128	0.65	83.2	124	0.55	68.2	93	0.65	60.5
AGO	106	0.65	68.9	118	0.7	82.6	197	0.65	128	183	0.55	101	124	0.65	80.6
SEP	116	0.65	75.4	156	0.7	109	171	0.65	111	216	0.55	119	120	0.65	78
OCT	131	0.65	85.2	161	0.7	113	227	0.65	148	226	0.55	124	155	0.65	101
NOV	139	0.65	90.4	180	0.7	126	253	0.65	164	300	0.55	165	240	0.65	156
DIC	154	0.65	100	201	0.7	141	278	0.65	181	248	0.55	136	301	0.65	196

1/ Estudio Integral de Riego del Valle del Huasco, 1985
* Los datos de EB corresponden a los obtenidos durante la temporada 1993/94. Gentileza DGA Copiapó
\- Los valores de EB y ETo se presentan en mm/mes
** Fuente FAO 24

Para estimar las necesidades de cada cultivo, debe considerarse sus diferentes estados de desarrollo; lo cual se refleja en los coeficientes de cultivo Kc. En los Cuadros 5.5 y 5.6 se indican los valores de Kc para los diferentes cultivos en el valle del Huasco. En el primer Cuadro se presentan los Kc según los diferentes períodos fenológicos y en el segundo se asocia más directamente a los meses del año en que se desarrolla.

Cuadro 5.5: Coeficientes Kc de los principales cultivos existentes en el valle del Huasco

CULTIVOS	ETAPAS FENOLÓGICAS DEL CULTIVO					PERIODO VEGETATIVO TOTAL
	INICIAL	DESARROLLO DEL CULTIVO	MEDIADOS DEL PERÍODO	FINALES DEL PERÍODO	COSECHA	
AJI	0.3 - 0.4	0.6 - 0.75	0.95 - 1.1	0.85 - 1.0	0.8 - 0.9	0.7 - 0.8
TOMATE	0.4 - 0.5	0.7 - 0.8	1.05 - 1.25	0.8 - 0.95	0.6 - 0.65	0.75 - 0.9
POROTO	0.3 - 0.4	0.65 - 0.075	0.95 - 1.05	0.9 - 0.95	0.85 - 0.9	0.85 - 0.9
ARVEJA	0.4 - 0.5	0.7 - 0.85	1.05 - 1.2	1.0 - 1.15	0.95 - 1.1	0.8 - 0.95
SANDIA	0.4 - 0.5	0.7 - 0.8	0.95 - 1.05	0.8 - 0.9	0.65 - 0.75	0.75 - 0.85
MELON	0.4 - 0.5	0.7 - 0.8	0.95 - 1.05	0.8 - 0.9	0.65 - 0.75	0.75 - 0.85
MAIZ	0.3 - 0.5	0.7 - 0.9	1.05 - 1.2	1.0 - 1.15	0.95 - 1.1	0.8 - 0.95
PALTOS						0.65 - 0.75
CITRICOS						0.65 - 0.75
CHIRIMOYO						0.2 - 1.2
OLIVOS						0.4 - 0.6
VID	0.35 - 0.55	0.6 - 0.8	0.7 - 0.9	0.6 - 0.8	0.55 - 0.6	0.75 - 0.8
ALFALFA	0.3 - 0.4				1.05 - 1.2	0.85 - 1.05

Fuente : Boletín FAO N°24.

Cuadro 5.6: Valores de Kc para 12 cultivos del valle del Huasco.

MES	AJI	TOM	FREJ*	ARV	SAND	MEL	MAIZ*	PALT	CITR	CHIR	OLIV	VID	ALF
ENE	0,8	1,2	0,3	—	0,7	0,7	0,6	0,8	0,8	0,20	0,45	0,8	0,95
FEB	0,9	1,1	0,6	—	—	—	1,0	0,7	0,7	0,50	0,45	0,7	0,95
MAR	1,0	0,5	1,0	—	—	—	0,9	0,5	0,5	0,60	0,45	0,6	0,95
ABR	0,8	—	0,8	0,4	—	—	—	0,6	0,6	0,60	0,60	0,5	0,85
MAY	—	—	—	0,6	—	—	—	0,7	0,7	0,70	0,50	0,5	0,85
JUN	—	—	—	0,8	—	—	—	0,8	0,8	0,80	0,50	—	0,70
JUL	—	—	—	1,0	—	—	—	0,8	0,8	0,90	0,50	—	0,60
AGO	—	—	—	0,9	—	—	—	0,9	0,9	1,00	0,50	—	0,60
SEP	—	0,3	0,3	—	0,4	0,3	0,3	0,9	0,9	1,10	0,60	0,4	0,70
OCT	0,3	0,6	0,6	—	0,7	0,5	0,8	0,9	0,9	1,20	0,50	0,5	0,90
NOV	0,4	0,8	1,0	—	0,9	0,8	1,0	0,9	0,9	0,10	0,50	0,8	0,95
DIC	0,6	0,9	0,8	—	1,0	1,0	0,3	0,9	0,9	—	0,50	0,9	0,95

* Dos cultivos en la temporada

Los coeficientes de cultivo varían desde 0.1 a inicios del cultivo, hasta llegar a un máximo de 1.2, situación que se produce en el pick del cultivo, para luego decrecer hasta valores de 0.7. Existen cultivos que presentan receso invernal como es el caso de la vid, período en el cual se considera un Kc de 0.0.

Una vez conocidos los valores de ETo y Kc, se puede determinar la evapotranspiración real de cada cultivo. Según la siguiente relación:

$$ETc = EB * Kp * Kc$$

O bien

$$ETc = ETo * Kc$$

Donde

ETc : Evapotranspiración del cultivo (mm)
EB : Evaporación de bandeja (mm)
Kp : Coeficiente de bandeja clase A
Kc : Coeficiente de cultivo
ETo : Evapotranspiración de referencia (mm)

En los Cuadros 5.7 a 5.11 se presenta la evapotranspiración real para los principales cultivos desarrollados en los 5 distritos agroclimáticos del valle del Huasco.

Cuadro 5.7: Evapotranspiración del cultivo (mm/mes) para 11 cultivos en el distrito agroclimático I

MES	TOMATE	FREJOL	ARVEJA	SANDIA	MELON	MAIZ	PALTOS	CITRUS	CHIRIMOYO	OLIVOS	ALFALFA
ENE	119.6	31.2*	—	72.8	72.8	62.4	83.2	83.2	20.8	46.8	98.8
FEB	93.9	52.7	—	—	—	87.8	61.4	61.4	43.9	39.5	83.4
MAR	42.9	85.8	—	—	—	77.2	42.9	42.9	51.5	38.6	81.5
ABR	—	60.3	30.2	—	—	—	45.2	45.2	45.2	45.2	64.1
MAY	—	—	41.0	—	—	—	47.8	47.8	47.8	34.1	58.0
JUN	—	—	49.9	—	—	—	49.9	49.9	49.9	31.2	43.7
JUL	—	—	65.0	—	—	—	52.0	52.0	58.5	32.5	39.0
AGO	—	—	62.0	—	—	—	62.0	62.0	68.9	34.5	41.3
SEP	18.9	22.6**	—	30.2	22.6	22.6*	67.9	67.9	82.9	45.2	52.8
OCT	51.1	51.1	—	59.6	42.6	68.1	76.6	76.6	102.2	42.6	76.6
NOV	72.3	90.4	—	81.3	72.3	90.4	81.3	81.3	9.0	45.2	85.8
DIC	90.1	80.1	—	100.1	100.1	30.0**	90.1	90.1	—	50.1	95.1
CULTIVO1	488.8	229.9	248.0	343.9	310.3	257.4	760.3	760.3	580.3	485.4	820.1
CULTIVO 2		244.1				181.0					

* / Primer cultivo de la temporada
**/ Segundo cultivo de la temporada

Cuadro 5.8: Evapotranspiración del cultivo (mm/mes) para 13 cultivos en el distrito agroclimático II.

MES	AJI	TOMATE	FREJOL	ARVEJA	SANDIA	MELON	MAIZ	PALTOS	CITRUS	CHIRIM	OLIVOS	VID	ALFALFA
ENE	126.6	181.9	47.5*	—	110.7	110.7	94.9	126.6	126.6	31.6	71.2	126.6	150.3
FEB	128.5	152.8	85.7	—	—	—	142.8	100.0	100.0	71.4	64.3	100.0	135.7
MAR	121.8	60.9	121.8	—	—	—	109.6	60.9	60.9	73.1	54.8	73.1	115.7
ABR	60.5	—	60.5	30.2	—	—	—	45.4	45.4	45.4	45.4	37.8	64.3
MAY	—	—	—	35.3	—	—	—	41.2	41.2	41.2	29.4	29.4	50.0
JUN	—	—	—	33.6	—	—	—	33.6	33.6	33.6	21.0	—	29.4
JUL	—	—	—	49.7	—	—	—	39.8	39.8	44.7	24.9	—	29.8
AGO	—	—	—	74.3	—	—	—	74.3	74.3	82.6	41.3	—	49.6
SEP	—	27.3	32.8**	—	43.7	32.8	32.8**	98.3	98.3	120.1	65.5	43.7	76.4
OCT	33.8	67.6	67.6	—	78.9	56.4	90.2	101.4	101.4	135.2	56.4	56.4	101.4
NOV	50.4	100.8	126.0	—	113.4	100.8	126.0	113.4	113.4	12.6	63.0	100.8	119.7
DIC	84.4	126.6	112.6	—	140.7	140.7	42.2*	126.6	126.6	—	70.4	126.6	133.7
CULTIVO1	605.9	717.9	315.4	223.1	487.4	441.3	388.5	861.3	861.3	881.5	607.3	694.2	1055.8
CULTIVO 2		338.9					248.9						1241.5

* / Primer cultivo de la temporada
**/ Segundo cultivo de la temporada

Cuadro 5.9: Evapotranspiración del cultivo (mm/mes) para 13 cultivos en el distrito agroclimático III.

MES	AJI	TOMATE	FREJOL	ARVEJA	SANDIA	MELON	MAIZ	PALTOS	CITRUS	OLIVOS	VID	ALFALFA
ENE	152.4	219.0	57.1*	—	133.3	133.3	114.3	152.4	152.4	85.7	152.4	180.9
FEB	136.3	162.1	90.9	—	—	—	151.5	106.0	106.0	68.2	106.0	143.9
MAR	135.2	67.6	135.2	—	—	—	121.7	67.6	67.6	60.8	81.1	128.4
ABR	71.8	—	71.8	35.9	—	—	—	53.8	53.8	53.8	44.9	76.2
MAY	—	—	—	46.0	—	—	—	53.7	53.7	38.4	38.4	65.2
JUN	—	—	—	66.0	—	—	—	66.0	66.0	41.3	—	57.8
JUL	—	—	—	83.2	—	—	—	66.6	66.6	41.6	—	49.9
AGO	—	—	—	115.2	—	—	—	115.2	115.2	64.0	—	76.8
SEP	—	27.8	33.3**	—	44.5	33.3	33.3*	100.0	100.0	66.7	44.5	77.8
OCT	44.3	88.5	88.5	—	103.3	73.8	118.0	132.8	132.8	73.8	73.8	132.8
NOV	65.8	131.6	164.5	—	148.0	131.6	164.5	148.0	148.0	82.2	131.6	156.2
DIC	108.4	162.6	144.6	—	180.7	180.7	54.2**	162.6	162.6	90.4	162.6	171.7
CULTIVO 1	714.0	850.1	354.9	346.3	609.7	552.7	441.6	1224.8	1224.8	766.8	835.1	1317.7
CULTIVO 2			430.8				315.8					

* / Primer cultivo de la temporada
**/ Segundo cultivo de la temporada

Cuadro 5.10: Evapotranspiración del cultivo (mm/mes) para 12 cultivos en el distrito agroclimático IV.

MES	AJI	TOMATE	FREJOL	ARVEJA	SANDIA	MELON	MAIZ	PALTOS	CITRUS	OLIVOS	VID	ALFALFA
ENE	150.0	215.7	56.3*	—	131.3	131.3	112.5	150.0	150.0	84.4	150.0	178.2
FEB	140.1	166.5	93.4	—	—	—	155.7	109.0	109.0	70.0	109.0	147.9
MAR	131.5	65.7	131.5	—	—	—	118.3	65.7	65.7	59.2	78.9	124.9
ABR	93.7	—	93.7	46.9	—	—	—	70.3	70.3	70.3	58.6	99.6
MAY	—	—	—	43.9	—	—	—	51.2	51.2	36.6	36.6	62.2
JUN	—	—	—	52.8	—	—	—	52.8	52.8	33.0	—	46.2
JUL	—	—	—	68.2	—	—	—	54.6	54.6	34.1	—	40.9
AGO	—	—	—	90.6	—	—	—	90.6	90.6	50.3	—	60.4
SEP	—	29.7	35.6**	—	47.5	35.6	35.6*	106.9	106.9	71.3	47.5	83.2
OCT	37.3	74.6	74.6	—	87.0	62.2	99.4	111.9	111.9	62.2	62.0	119.9
NOV	66.0	132.0	165.0	—	148.5	132.0	165.0	148.5	148.5	82.5	132.0	156.8
DIC	81.8	122.8	109.1	—	136.4	136.4	40.9**	122.8	122.8	68.2	122.8	129.6
CULTIVO 1	700.4	806.9	374.8	302.3	550.7	497.4	427.4	113.4	113.4	722.0	797.4	1241.5
CULTIVO 2			384.3				300.0					

* / Primer cultivo de la temporada
**/ Segundo cultivo de la temporada

Cuadro 5.11: Evapotranspiración del cultivo (mm/mes) para 12 cultivos en el distrito agroclimático V

MES	AJI	TOMATE	FREJOL	ARVEJA	SANDIA	MELON	MAIZ	PALTOS	CITRUS	OLIVOS	VID	ALFALFA
ENE	156.7	225.2	58.8	—	137.1	137.1	117.5	156.7	156.7	88.1	156.7	186.1
FEB	114.7	136.3	76.4	—	—	—	127.4	89.2	89.2	57.3	89.2	121.0
MAR	120.9	60.5	120.9	—	—	—	108.8	60.5	60.5	54.4	72.5	114.9
ABR	62.4	—	62.4	31.2	—	—	—	46.8	46.8	46.8	39.0	66.3
MAY	—	—	—	48.4	—	—	—	56.4	56.4	40.3	40.3	68.5
JUN	—	—	—	46.8	—	—	—	46.8	46.8	29.3	—	41.0
JUL	—	—	—	60.5	—	—	—	48.4	48.4	30.2	—	36.3
AGO	—	—	—	72.5	—	—	—	72.5	72.5	40.3	—	48.4
SEP	—	19.5	23.4	—	31.2	23.4	23.4	70.2	70.2	46.8	31.2	54.6
OCT	30.2	60.5	60.5	—	70.5	50.4	80.6	90.7	90.7	50.4	50.4	90.7
NOV	62.4	124.8	156.0	—	140.4	124.8	156.0	140.4	140.4	78.0	124.8	148.2
DIC	117.5	176.3	156.7	—	195.8	195.8	58.8	176.3	176.3	97.9	176.3	186.1
CULTIVO 1	664.7	803.0	318.4	259.3	575.0	531.5	412.4	1054.7	1054.7	659.5	780.3	1161.8
CULTIVO 2			396.5				460.0					

* / Primer cultivo de la temporada

**/ Segundo cultivo de la temporada

Al tomar en cuenta el período vegetativo de algunoas especies, es posible cultivar dos veces en la temporada. Con esta práctica es posible obtener una mejor utilización de la tierra y ademas se pueden obtener mejores precios al producir fuera de temporada. Estos cultivos pueden ser porotos verde y granado, maíz, zapallito italiano, etc.

En los Cuadros anteriores se expresó la demanda de los cultivos en mm de agua mensual y total en la temporada. Para una mayor claridad, en los Cuadros 5.12 a 5.16, se expresan estas demandas como volumen requerido neto por hectárea, para cada uno de los distritos climáticos.

Este antecedente es fundamental para el manejo del agua en los cultivos. Destaca las demandas del cultivo de alfalfa, los cuales superan los 10.000 m^3/ha.

Cuadro 5.12: Volúmenes netos de agua utilizados por algunos cultivos en el Distrito I (m^3/ha)

MES	TOMATE	FREJOL	ARVEJA	SANDIA	MELON	MAIZ	PALTOS	CITRUS	CHIRIMO	OLIVOS	ALFALFA
ENE	1196,0	312,0	0,0	728,0	728,0	624,0	832,0	832,0	208,0	468,0	988,0
FEB	938,9	526,5	0,0	0,0	0,0	877,5	614,3	614,3	438,8	394,9	833,6
MAR	429,0	858,0	0,0	0,0	0,0	772,2	429,0	429,0	514,8	386,1	815,1
ABR	0,0	603,2	301,6	0,0	0,0	0,0	452,4	452,4	452,4	452,4	640,9
MAY	0,0	0,0	409,5	0,0	0,0	0,0	477,8	477,8	477,8	341,3	580,1
JUN	0,0	0,0	499,2	0,0	0,0	0,0	499,2	499,2	499,2	312,0	436,8
JUL	0,0	0,0	650,0	0,0	0,0	0,0	520,0	520,0	585,0	325,0	390,0
AGO	0,0	0,0	620,1	0,0	0,0	0,0	620,1	620,1	689,0	344,5	413,4
SEP	188,5	226,2	0,0	301,6	226,2	226,2	678,6	678,6	829,4	452,4	527,8
OCT	510,9	510,9	0,0	596,0	425,8	681,2	766,3	766,3	1021,8	425,8	766,3
NOV	722,8	903,5	0,0	813,2	722,8	903,5	813,2	813,2	90,4	451,8	858,3
DIC	900,9	800,8	0,0	1001,0	1001,0	300,3	900,9	900,9	0,0	500,5	951,0
CULTIVO 1	4887,0	2299,7	2480,4	3439,8	3103,6	2574,0	7603,7	7603,7	5806,5	4854,5	8201,4
CULTIVO 2		2441,4				1810,9					

Cuadro 5.13: Volúmenes netos de agua utilizados por algunos cultivos en el Distrito II (m^3/ha)

MES	AJI	TOM	FREJOL	ARV	SANDI	MELON	MAIZ	PALTOS	CITRUS	CHIRIM	OLIV	VID	ALF
ENE	1265,6	1819,3	474,6	0,0	1107,4	117,4	949,2	1265,6	1265,6	316,4	711,9	1265,6	1502,9
FEB	1285,2	1528,0	856,8	0,0	0,0	0,0	1428,0	999,6	999,6	714,0	642,6	999,6	1356,6
MAR	1218,0	809,0	1218,0	0,0	0,0	0,0	1096,2	809,0	809,0	730,8	548,1	730,8	1157,1
ABR	604,8	0,0	604,8	302,4	0,0	0,0	0,0	453,6	453,6	453,6	453,6	378,0	642,6
MAY	0,0	0,0	0,0	352,8	0,0	0,0	0,0	411,6	411,6	411,6	294,0	294,0	499,8
JUN	0,0	0,0	0,0	336,0	0,0	0,0	0,0	336,0	336,0	336,0	210,0	0,0	294,0
JUL	0,0	0,0	0,0	497,0	0,0	0,0	0,0	397,6	397,6	447,3	248, 5	0,0	298,2
AGO	0,0	0,0	0,0	743,4	0,0	0,0	0,0	743,4	743,4	826,0	413,0	0,0	495,6
SEP	0,0	273,0	327,6	0,0	436,8	327,6	327,6	982,8	982,8	1201,2	655,2	436,8	764,4
OCT	338,1	676,2	676,2	0,0	788,9	583,5	901,6	1014,3	1014.3	1352,4	583,5	583,5	1014,3
NOV	504,0	1008,0	1260,0	0,0	1134,0	1008,0	1280,0	1134,0	1134,0	128,0	830,0	1008,0	1197,0
DIC	844,2	1266,3	1125,6	0,0	1407,0	1407,0	422,1	1266,3	1266,3	0,0	703,6	1266,3	1336,7
CULTIVO1	6059,9	7179,8	3154,2	2231,6	4874,1	4413,5	3895,5	9613,8	9613,8	6915,3	6073,9	6942,6	10559,2
CULTIVO 2			3389,4				2489,2						

Cuadro 5.14: Volúmenes netos de agua utilizados por algunos cultivos en el Distrito III (m^3/ha)

MES	AJI	TOM	FREJOL	ARV	SANDI	MELON	MAIZ	PALTOS	CITRUS	OLIV	VID	ALF
ENE	1523,6	2190,2	571,4	0,0	1333,2	1333,2	1142,7	1523,6	1523,6	857,0	1523,6	1809,3
FEB	1363,1	1620,5	908,7	0,0	0,0	0,0	1514,5	1080,2	1080,2	881,5	1060,2	1438,8
MAR	1352,0	676,0	1352,0	0,0	0,0	0,0	1216,8	676,0	676,0	608,4	811,2	1284,4
ABR	717,6	0,0	717,6	358,8	0,0	0,0	0,0	538,2	538,2	538,2	448,5	762,5
MAY	0,0	0,0	0,0	460,2	0,0	0,0	0,0	536,9	536,9	383,5	383,5	651,9
JUN	0,0	0,0	0,0	660,4	0,0	0,0	0,0	660,4	660,4	412,8	0,0	577,8
JUL	0,0	0,0	0,0	832,0	0,0	0,0	0,0	665,6	665,6	416,0	0,0	499,2
AGO	0,0	0,0	0,0	1152,5	0,0	0,0	0,0	1152,4	1152,4	640,3	0,0	768,3
SEP	0,0	277,9	333,5	0,0	444,6	333,5	333,5	1000,3	1000,3	666,9	444,6	778,1
OCT	442,7	885,3	885,3	0,0	1032,9	737,8	1180,4	1328,0	1328,0	737,8	737,8	1328,0
NOV	657,8	1315,6	1644,5	0,0	1480,1	1315,6	1644,5	1480,1	1480,1	822,3	1315,6	1562,3
DIC	1084,2	1626,3	1445,6	0,0	1807,0	1807,0	542,1	1626,3	1626,3	903,5	1626,3	1716,7
CULTIVO1	7140,9	8591,8	3549,7	3463,9	6097,7	5527,0	4416,1	12248,0	12248,0	7668,1	8351,2	13177,7
CULTIVO 2			4308,9				3158,4					

Cuadro 5.15: Volúmenes netos de agua utilizados por algunos cultivos en el Distrito IV (m^3/ha)

MES	AJI	TOM	FREJOL	ARV	SANDI	MELON	MAIZ	PALTOS	CITRUS	OLIV	VID	ALF
ENE	1500,4	2156,8	562,7	0,0	1312,9	1312,9	1125,3	1500,4	1500,4	844,0	1500,4	1781,7
FEB	1400,8	1665,5	933,9	0,0	0,0	0,0	1556,6	1089,6	1089,6	700,4	1089,6	1478,7
MAR	1314,5	657,3	1314,5	0,0	0,0	0,0	1183,1	657,3	657,3	591,5	788,7	1248,8
ABR	937,2	0,0	937,2	468,6	0,0	0,0	0,0	702,9	702,9	702,9	585,8	995,8
MAY	0,0	0,0	0,0	438,9	0,0	0,0	0,0	512,1	512,1	365,8	365,8	621,8
JUN	0,0	0,0	0,0	528,0	0,0	0,0	0,0	528,0	528,0	330,0	0,0	462,0
JUL	0,0	0,0	0,0	682,0	0,0	0,0	0,0	545,6	545,6	341,0	0,0	409,2
AGO	0,0	0,0	0,0	905,9	0,0	0,0	0,0	905,9	905,9	503,3	0,0	603,9
SEP	0,0	297,0	356,4	0,0	475,2	356,4	356,4	1069,2	1069,2	712,8	475,2	831,6
OCT	372,9	745,8	745,8	0,0	870,1	621,5	994,4	1118,7	1118,7	621,5	621,5	1118,7
NOV	660,0	1320,0	1650,0	0,0	1485,0	1320,0	1650,0	1485,0	1485,0	825,0	1320,0	1567,5
DIC	818,4	1227,6	1091,2	0,0	1364,0	1364,0	409,2	1227,6	1227,6	682,0	1227,6	1295,8
CULTIVO1	7004,3	8069,9	3748,3	3023,4	5507,2	4974,8	4274,1	11342,1	11342,1	7220,1	7974,5	12415,4
CULTIVO 2			3843,4				3000,8					

Cuadro 5.16: Volúmenes netos de agua utilizados por algunos cultivos en el Distrito V (m^3/ha)

MES	AJI	TOM	FREJOL	ARV	SANDI	MELON	MAIZ	PALTOS	CITRUS	OLIV	VID	ALF
ENE	1566,8	2252,2	587,5	0,0	1370,9	1370,9	1175,1	1566,8	1566,8	881,3	1566,8	1860,5
FEB	1146,6	1363,2	764,4	0,0	0,0	0,0	1274,0	891,8	891,8	573,3	891,8	1210,3
MAR	1209,0	604,5	1209,0	0,0	0,0	0,0	1088,1	604,5	604,5	544,1	725,4	1148,6
ABR	624,0	0,0	624,0	312,0	0,0	0,0	0,0	488,0	488,0	468,0	390,0	663,0
MAY	0,0	0,0	0,0	483,6	0,0	0,0	0,0	564,2	564,2	403,0	403,0	685,1
JUN	0,0	0,0	0,0	468,0	0,0	0,0	0,0	468,0	468,0	292,5	0,0	409,5
JUL	0,0	0,0	0,0	604,5	0,0	0,0	0,0	483,6	483,6	302,3	0,0	362,7
AGO	0,0	0,0	0,0	725,4	0,0	0,0	0,0	725,4	725,4	403,0	0,0	483,6
SEP	0,0	195,0	234,0	0,0	312,0	234,0	234,0	702,0	702,0	466,0	312,0	546,0
OCT	302,3	604,5	604,5	0,0	705,3	503,8	806,0	906,8	906,8	503,8	503,8	906,6
NOV	624,0	1248,0	1560,0	0,0	1404,0	1248,0	1560,0	1404,0	1404,0	780,0	1248,0	1482,0
DIC	1175,1	1762,6	1588,8	0,0	1958,5	1958,5	587,5	1762,6	1762,6	979,2	1762,8	1880,5
CULTIVO1	6647,7	8030,0	3184,9	2593,5	5750,6	5315,1	4124,7	10547,6	10547,6	6598,4	7803,3	11618,6
CULTIVO 2			3965,3				6000,0					

5.3 ALMACENAMIENTO DE AGUA EN EL SUELO Y LAMINA A REPONER

En relación a suelos, en el valle del Huasco, existen 12 series de suelos, las cuales presentan características diferentes, desde el punto de vista hídrico. Según antecedentes del Proyecto las texturas predominantes son del tipo franco. La profundidad efectiva oscila entre 0,20 m (serie Ventanas) y los 0,78 m (serie Chanchoquín). Esta última serie de suelo presenta muy buenas características, como ser su relación de sólidos/espacio poroso, lo cual se expresa en la densidad aparente. Ello significa que en el suelo se presenta una muy buena condición ambiental para las raíces. La fertilidad es otra característica importante de la serie Chanchoquín, lo cual es inherente a la textura del suelo, predominando las arcillas del tipo 2:1 (montmorrillonita), presentando ésta una fertilidad natural elevada. La capacidad de retención de humedad es la mas alta encontrada en los suelos del valle del Huasco, alcanzando al 22%.

En el Cuadro 5.17 se indican las constantes hídricas para las 12 series de suelo existentes en el valle del Huasco.

Cuadro 5.17: Constantes hídricas de las 12 series de suelo existentes en el valle del Huasco

SERIES	C de C	PMP	Dap	HA	
	%	%	(g/cm^3)	cm/cm	cm/m
BELLAVISTA	15,2	6,7	1,4	0,12	12,2
B. ESPERANZA	24,1	12,1	1,5	0,18	18,1
CAVANCHA	23,7	12,0	1,5	0,18	17,6
CHANCHOQUIN	32,5	16,5	1,4	0,22	22,1
CHAÑAR	21,0	10,0	1,4	0,16	15,8
FREIRINA	12,9	4,7	1,6	0,13	12,8
HUASCO	18,0	10,2	1,3	0,10	10,4
HUANTEME	10,2	3,3	1,3	0,09	8,9
LA COMPAÑIA	15,6	5,4	1,5	0,16	15,5
PAONA	19,6	8,7	1,4	0,15	14,7
TATARA	13,2	4,7	1,4	0,12	12,2
VENTANAS	22,0	12,0	1,6	0,16	16,0

En contraposición a ello, existen series de suelo con texturas marcadamente arenosas a franco arenosas (Paona, Freirina, Bellavista y Huantemé), con baja retención de humedad, baja fertilidad y elevados contenidos de sales (Bellavista y Huantemé); lo cual limita el desarrollo de varios cultivos, más aún si no se cuenta con el método de riego adecuado.

Los suelos que presentan un excesivo drenaje son los correspondientes a las series Huantemé y Freirina. Por otro lado, los suelos pertenecientes a la serie Bellavista, presentan una baja infiltración, lo cual puede atribuirse a la presencia de sodio, el que dispersaría las partículas de suelo, impidiendo un buen drenaje de éste.

Texturas finas son normalmente asociadas con suelos de buena fertilidad y buena capacidad de retención de humedad; pero con niveles relativamente bajos de infiltración. Esta situación se presenta en las series Buena Esperanza y Cavancha.

Las características físicas e hídricas de cada suelo, permite en definitiva evaluar su capacidad de almacenamiento de agua, con fines de riego. En tal sentido, en el Cuadro 5.18 se indican las láminas netas de agua a reponer en cada serie de suelo, considerando la profundidad de arraigamiento de los cultivos y el umbral de riego, en cada caso.

Para la profundidad de arraigamiento se ha tenido como restricción la profundidad efectiva que presenta el suelo, lo cual, en muchos casos limita la capacidad de almacenamiento de agua y la penetración de raíces.

El umbral de riego considerado para cada cultivo, se obtuvo de tablas estándares, y tal parámetro señala la mayor o menor capacidad que presenta el cultivo para extraer agua.

La Lámina a Reponer (L.R.), se calculó, utilizando la siguiente relación:

$$L.R. = \frac{C.\ de\ C. - P.M.P.}{100} * D_{ap} * P.A. * U.R.$$

donde:

L.R.	=	Lámina de agua a reponer (cm)
C. de C.	=	Capacidad de Campo (%)
P.M.P.	=	Porcentaje de marchitez permanente (%)
D_{ap}	=	Densidad Aparente (gr/cc)
P.A.	=	Profundidad de arraigamiento (cm) (o profundidad efectiva cuando ésta es limitante)
U.R.	=	Umbral de riego (proporción de humedad aprovechable a reponer)

Cuadro 5.18: Lámina de agua a reponer (cm) para distintos cultivos y series de suelo del valle del Huasco.

Cultivos	P.A (mt)	U.R.	BVT	BEZ	CVA	CQN	CNR	FRN	HTM	HSC	LCM	PNA	TTA	VTN
			Profundidad Efectiva (mt)											
			0.64	0.68	0.28	0.78	0.33	0.58	0.44	0.35	0.45	0.86	0.35	0.20
Aji	0.50	0.30	—	2.71	1.48	3.32	1.56	—	1.37	0.94	2.10	2.21	1.28	0.96
Tomate	0.70	0.40	3.13	4.92	1.98	6.20	2.08	2.87	1.83	1.25	2.80	4.12	1.71	1.28
Frejol	0.40	0.40	1.98	2.89	1.98	3.54	2.08	2.05	1.66	1.25	2.49	2.36	1.71	1.28
Arvejas	0.30	0.40	1.47	2.17	1.98	2.66	2.08	1.54	1.66	1.25	2.49	1.77	1.95	1.28
Sandía Melones	0.70	0.40	3.13	4.92	1.98	6.20	2.08	2.87	1.83	1.25	2.80	4.12	1.71	1.28
Maíz	1.00	0.50	3.91	6.15	2.47	8.63	2.60	3.59	2.28	1.58	3.50	6.33	2.13	1.60
Paltos	1.00	0.40	—	4.92	1.98	6.91	2.08	3.53	—	1.45	2.80	5.07	1.71	1.28
Cítricos	1.00	0.40	—	4.92	1.98	6.91	2.08	2.87	—	1.25	2.80	5.07	1.71	1.28
Chirimoyos	1.00	0.50	—	6.15	2.47	—	2.60	3.59	—	—	3.50	6.33	2.13	1.60
Olivos	0.80	0.50	3.91	6.15	2.47	8.63	2.60	3.59	2.28	1.56	3.50	5.89	2.13	1.60
Vid	1.00	0.30	—	3.69	1.48	5.18	1.56	2.15	1.37	0.94	2.10	3.80	1.28	0.96
Alfalfa	2.00	0.50	3.90	6.15	2.46	8.61	2.61	3.70	1.95	1.82	3.48	6.46	2.13	1.60

P.A. = Profundidad de arraigamiento del cultivo
U.R. = Umbral de riego

En el Cuadro 5.18 se puede apreciar la gran variación que se puede producir, en términos de agua a reponer, cuando se desea regar un cultivo determinado en las distintas series de suelo del valle del Huasco.

Si se toma como ejemplo el cultivo del olivo, con una profundidad de arraigamiento promedio de 80 cm y un umbral de riego de 0,50; se puede ver, en primer lugar, que la mayoría de las series de suelo donde se cultiva tienen profundidad efectiva inferior a 80 cm. En segundo término la lámina de agua a reponer puede ser tan pequeña como1,56 cm en la serie Huasco y tan "grande" como 8,63 cm en la serie Chanchoquín. Ello estaría condicionado, la presión y el tiempo de riego que se utilice en el manejo del agua para este suelo y cultivo.

5.4 CRITERIOS DE DISEÑO DE METODOS DE RIEGO

Un factor importante a considerar en una agricultura de riego, es aquel relacionado con el método de aplicación de agua. Una selección errónea impide la obtención de buenos resultados económicos y obviamente, no se aprovecha en toda su magnitud la inversión realizada.

Para decidir el método a utilizar, se deben considerar parámetros como: cultivos, disponibilidad de agua, tipo de suelo, topografía, clima, disponibilidad de mano de obra, energía y el costo relativo de cada recurso.

En las condiciones de aridez, donde se inserta el Valle del Huasco, el recurso agua tiene un valor importante y debe llevar implícito el concepto de eficiencia de riego. Otro punto importante a considerar es la salinidad, la cual es común en estas condiciones, especialmente en suelos ubicados en posición baja.

En punto anterior se señaló las distintas opciones de métodos de riego para los cultivos de la zona. Profundizando más en el tema y tratando de objetivizar la decisión, a continuación se presenta una evaluación de 4 diferentes métodos de riego, considerando 11 factores y haciendo una adaptación de la metodología propuesta por Holzapfel y otros (1985) (Cuadro 5.19).

Cuadro 5.19: Ranking de métodos de riego según diferentes factores de evaluación.

MÉTODO DE RIEGO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
BORDE	30	80	0	80	20	40	50	70	30	30	40	4
SURCO	70	20	50	90	40	50	60	60	50	60	30	3
ASPERSIÓN	50	100	50	20	80	80	85	90	70	85	80	2
GOTEO	100	0	100	100	95	97	95	90	90	95	100	1

1: Cultivos hilerados
2: Cultivos densos
3: Enfermedades del cuello
4: Enfermedades de follaje
5: Pendiente
6: Infiltración
7: Eficiencia
8: Lavado de sales
9: Caudal utilizado
10: Condiciones de aridez
11: Jornales por riego
12: Ranking

A cada factor se le asignó un puntaje de 0 a 100, siendo mejor evaluado aquel método con un puntaje mayor.

El resultado, que se indica en la columna 12, señala el siguiente orden de prioridades: goteo, aspersión, surco, borde; lo cual es coincidente con lo expresado anteriormente.

5.4.1 Método de Riego por Bordes

La posibilidad de uso de este método de riego, a juicio del proyecto, debería circunscribirse al riego de praderas (alfalfa o trébol) y trigo. Esta última especie, con el tiempo debería ir desapareciendo.

El riego por bordes se caracteriza por utilizar caudales controlados de agua con una lámina de agua que avanza en el sentido de los bordes.

La superficie a regar debe ser casi plana en sentido transversal y con pendientes longitudinales de 0,2% como mínimo hasta un máximo de 2% para evitar problemas de erosión.

Debido a lo anterior se recomienda este método para los suelos situados en posición de terraza del Valle del Huasco. Estos corresponden a las series Bellavista, Paona, Buena Esperanza, Cavancha, Ventanas y La Compañía.

Actualmente, en el valle, este método se utiliza en suelos de la Serie Bellavista, que presentan baja infiltración, especialmente en huertos de olivos.

Los criterios de diseño de este método consideran la determinación de la longitud de los bordes, el ancho y el caudal unitario.

En relación al largo de la platabanda o borde dependerá de la textura del suelo.

A modo de referencia en el Cuadro 5.20 se presentan las dimensiones y caudal a aplicar según la textura y pendiente de los suelos, según lo señala Grassi (1978).

Cuadro 5.20: Dimensiones y caudal a aplicar en platabandas

TEXTURA Y SERIE DE SUELO	PENDIENTE	LAMINA NETA	TAMAÑO DE PLATABANDA		CAUDAL
			LARGO	ANCHO	
	%	cm			L/s
Gruesa	0.25	5	150	15	225
		10	245	15	200
		15	400	15	170
	1.00	5	90	12	35
		10	150	12	70
		15	275	12	70
	2.00	5	60	9	35
		10	90	9	30
		15	185	9	30
Media	0.25	5	245	15	200
		10	400	15	170
		15	400	15	100
	1.00	5	150	12	70
		10	305	12	70
		15	400	12	70
	2.00	5	90	9	30
		10	185	9	30
		15	305	9	30
Fina	0.25	5	400	15	115
		10	400	15	70
		15	400	15	40
	1.00	5	400	12	70
		10	400	12	35
		15	400	12	20
	2.00	5	400	9	30
		10	400	9	30
		15	400	9	20

Según lo indica el Cuadro anterior, los suelos en los cuales se puede tener un mayor largo de platabandas es en aquellos de textura fina (arcillosos) como lo son aquellos de la serie Buena Esperanza. Las otras series de suelo, aconsejables para este método, presentan texturas medias a gruesas, debido a lo cual las longitudes se reducirían en gran medida.

En el Cuadro 5.21 se presentan las características físico - hídricas de los distintos suelos, apropiados para el desarrollo del cultivo de la alfalfa; incluyéndose valores de lámina neta a reponer, pendiente y profundidad efectiva.

Cuadro 5.21: Constantes hídricas promedios de siete series de suelos en donde se desarrolla el cultivo de alfalfa en el valle del Huasco.

SERIE DE SUELO	CONSTANTES HIDRICAS				V.I.	LAMINA A	CONSTANTES FISICAS			
ALFALFA (Bordes)	C deC	PMP	HA	Dap	básica	REPONER	Textura		Pendiente	P.efect.
U.R. 0,5	———	%	———	g/m^3	cm/hr	-cm-			%	cm
Bellavista	15,2	6,7	8,5	1,4	2,5	3,8	Franco	arenosa	0,4 - 0,6	64
Buena Esperanza	24,0	12,1	11,9	1,5	9,9	6,0	Franco	arcillosa	0,8 - 1,2	68
Cavancha	23,7	12,0	11,7	1,5	0,2	2,9	Franco arenoso	arcillo	1,0	33
La Compañía	15,6	5,4	10,2	1,5	7,5	3,4	Franco		0,6 - 0,8	45
Paona	19,5	8,6	10,9	1,3	14,0	6,1	Franco	arenosa	0,4 - 0,6	86
Tatara	13,2	4,7	8,5	1,4	8,6	2,1	Franco	arenoso	0,6 - 0,8	35
Ventanas	22,0	12,0	10,0	1,6	5,6	1,6	Franco		0,6 - 0,8	20

Al comparar los antecedentes del Cuadro 5.21 con aquellos indicados en el Cuadro 5.20 se pueden establecer algunos criterios generales respecto a longitud de bordes, dependiendo del caudal de que disponga el predio.

Por ejemplo, en la serie Bellavista se tiene una lámina neta a reponer de 3.8 cm, y para la textura media sería recomendable un largo de platabandas de 150 m si se dispusiera de un caudal de 70 l/s. Situación poco probable, puesto que la principal limitante del Valle es la escasez del agua de riego. Por consiguiente, se definirá el diseño de los bordes considerando el ancho según la disponibilidad de agua y el largo se comparará con lo expuesto en los cuadros precedentes.

Un método para determinar el caudal requerido para una platabanda fue desarrollado por Criddle y colaboradores citados por INIA (1992) quienes han estimado estos caudales por medio de fórmulas que involucran la pendiente del terreno. El caudal máximo requerido por metro de borde, se calcula a través de la siguiente relación:

Cultivos poco densos:

$$Qmax = 0{,}1765\ S_o^{-0.75}$$

Cultivos densos:

$$Qmax = 0{,}353 \times S_o^{-0.75}$$

Donde el caudal Qmax se encuentra expresado en l/s por cada metro de ancho de la platabanda y S_o en porcentaje (%).

Para las condiciones del valle del Huasco, considerando las pendientes de los suelos, los caudales máximos requeridos por metro de ancho de borde, se indican en el Cuadro 5.22. En el mismo Cuadro se indican los caudales máximos para distintos anchos de borde, los cuales se han estimado en función del ancho de la maquinaria a utilizar en faenas de cosecha.

Cuadro 5.22: Caudales máximos requeridos por metro de ancho de borde en seis series de suelo del valle del Huasco.

Cultivos poco densos

SERIES DE SUELO	PEND %	CAUDAL MAXIMO L/s/m	CAUDAL 6 (m)	SEGÚN 9 (m)	ANCHO DE 12 (m)	BORDES 15 (m)
Bellavista	0.5	9.36	56.1	84.2	112.3	140.4
B. Esperanza	1.0	5.57	33.4	50.1	66.8	83.5
Cavancha	1.0	5.57	33.4	50.1	66.8	83.5
La Compañía	0.7	7.27	43.6	65.4	87.2	105.1
Paona	0.5	9.36	56.1	84.2	112.3	140.4
Tatara	0.7	7.27	43.6	65.4	87.2	105.1
Ventanas	0.7	7.27	43.6	65.4	87.2	105.1

Cultivos poco densos

SERIES DE SUELO	PEND %	CAUDAL MAXIMO L/s/m	CAUDAL (l/s) SEGÚN ANCHO DE BORDES 6 (m)	9 (m)	12 (m)	15 (m)
Bellavista	0.5	18.7	112.2	168.3	224.4	280.5
B. Esperanza	1.0	11.1	66.6	99.9	133.2	166.5
Cavancha	1.0	11.1	66.6	99.9	133.2	166.5
La Compañía	0.7	14.5	87.0	130.5	174.0	217.5
Paona	0.5	18.7	112.2	168.3	224.4	280.5
Tatara	0.7	14.5	87.0	130.5	174.0	217.5
Ventanas	0.7	14.5	87.0	130.5	174.0	217.5

Al presentarse pendientes pequeñas, como las que se encuentran en la serie Bellavista, los caudales requeridos para las platabandas se incrementan, llegando a valores de 9.36 L/s por metro de ancho, lo cual significa que para un ancho de 15 m de la platabanda, se requiere de 140 L/s.

La disponibilidad de agua es limitada, por lo cual se debe preferir anchos que permitan manejarse sin mayores problemas en condiciones de sequía, situación que es muy recurrente en el Valle.

De acuerdo a lo anterior, en el Cuadro 5.23 se indican las recomendaciones del Proyecto, en cuanto a longitud y ancho de bordes para cada serie de suelos.

En el Cuadro 5.24 se presentan algunos antecedentes de Frecuencia y Tiempo de riego para una pradera de alfalfa, como criterios generales de manejo de esta especie en los distritos agroclimáticos y diferentes series de suelo.

Según lo expuesto en el Cuadro 5.24, la Serie Ventanas y Tatara tienen frecuencias de riego muy bajas, con tiempos de riego inferiores a una hora. Tal situación obliga a reestudiar el método de riego por bordes en estas Series.

Cuadro 5.23: Recomendaciones de Longitud y ancho de bordes para siete series de suelo del Valle del Huasco.

Cultivos poco densos					
Serie de suelos	**Pendiente %**	**Q máx l/s/m**	**Longitud (m)**	**Ancho (m)**	**Q ref (l/s)**
Bellavista	0,5	9,36	150	12	112
Buena Esperanza	1,0	5,57	150	12	67
Cavancha	1,0	5,57	100	12	67
Las Compañías	0,7	7,27	100	12	87
Paona	0,5	9,36	100	12	112
Tatara	0,7	7,27	100	12	87
Ventana	0,7	7,27	100	12	87
Cultivos densos					
Bellavista	0,5	18,7	150	12	224
Buena Esperanza	1,0	11,1	150	12	133
Cavancha	1,0	11,1	150	12	133
Las Compañías	0,7	14,5	150	12	174
Paona	0,5	18,7	150	12	224
Tatara	0,7	14,5	90	12	174
Ventana	0,7	14,5	150	12	174

5.4.2 Método de Riego por Surcos

En el valle del río Huasco, existe una amplia difusión del método de riego por surcos, desarrollándose sobre una gran gama de cultivos y sobre variadas condiciones agroclimáticas, que en algunos casos no son recomendables, como por ejemplo, en invernadero.

El diseño de riego por surcos incluye la determinación de los caudales máximos, el largo de los surcos y el espaciamiento entre ellos.

Caudal: Este factor está íntimamente ligado a las pendientes de los surcos y erodabilidad del suelo, utilizándose caudales no erosivos.

Este caudal no erosivo se calculó empíricamente mediante la siguiente relación, desarrollada por el Soil Conservation Service del U.S.D.A. (Cuenca, 1989).

$$Q\ máx = \frac{0.63}{So}$$

Donde:

Q máx	: Caudal máximo no erosivo (l/s)
0,63	: Constante empírica
So	: Pendiente del surco expresado en %

Para dos condiciones de profundidad, se indican los caudales máximos no erosivos, según pendiente en el Cuadro 5.25.

En condiciones de suelos planos, con pendientes inferiores a 0,3%, situación existente en algunos suelos de terrazas del valle del Huasco, se asume que la capacidad del surco puede ser una condición restrictiva. En tales casos, se aplica la ecuación de Manning, para el cálculo del caudal a utilizar.

Largo de surco: Para determinar el largo máximo permisible se utiliza la metodología de las curvas de avance del Caudal Máximo No Erosivo. En todo caso, a modo de orientación se presenta el Cuadro 5.26 con las longitudes de surco según pediente y caudal.

Para el caso del valle del Huasco las longitudes no deberían superar los 150 - 200 m. Lo anterior con la restricción del tamaño de la propiedad.

Espaciamiento de surcos: Este parámetro es función, principalmente, del suelo y del tipo de cultivo, factores que originan la siguiente relación:

$$E = C_s * P_t$$

Donde:

E = Espaciamiento de los surcos, expresado en metros
C_s = Es la constante del suelo
P_t = Es la profundidad radicular (m)

En el Cuadro 5.24 se indica las constantes del suelo (C_s) según la textura de éstos.

Cuadro 5.24: Constante C_s del suelo para tres clases texturales

Textura Suelo	Constante Cs
Arena fina	0.5
Franco	1.5
Arcilla	2.5

En el Cuadro 5.25 se indican los caudales máximos y el espaciamiento de surcos para un cultivo de hortalizas tipo, con profundidades de arraigamiento de 30 y 50 cm, con diferentes pendientes.

Cuadro 5.25: Parámetros de diseño de surcos de riego, según pendiente y textura del suelo, para 30 y 50 cm de profundidad de arraigamiento.

			Distancia entre hileras (m)		
Profundidad (cm)	**Pendiente (%)**	**Q máx (l/s)**	**Arenosa (*)**	**Franco**	**Arcillosa**
30	0.25	2.52	0.30	0.45	0.75
	0.5	1.26	0.30	0.45	0.75
	1.0	0.63	0.30	0.45	0.75
	2.0	0.32	0.30	0.45	0.75
50	0.25	2.52	0.50	0.75	1.25
	0.5	1.26	0.50	0.75	1.25
	1.0	0.63	0.50	0.75	1.25
	2.0	0.32	0.50	0.75	1.25

* Estimación del Proyecto

Según el Cuadro 5.25, los mayores espaciamientos entre hileras se logran en texturas finas y con cultivos que presentan una mayor profundidad de arraigamiento. Este mayor espaciamiento permitiría el cultivo en hileras dobles en camellones, con lo cual disminuiría el número de surcos y se reduciría el escurrimiento superficial.

El largo óptimo de los surcos se presenta en el Cuadro 5.26. En él se puede apreciar que los mayores largos de surcos se encuentran en suelos con pendientes reducidas, tales como aquellos situados en posición de terrazas. Estos largos oscilan entre los 150 y 320 mt, para lámina a aplicar iguales a 5 cm. Sin embargo, el uso de este método de riego se encuentra masificado en suelos que presentan grandes pendientes, como lo son los situados en posición de Piedmont. En ellos, los caudales a utilizar deben ser mínimos y debido a la predominancia de texturas medias a gruesas de aquellos suelos, los largos óptimos no deberían superar los 150 mt, para una lámina neta de 5 cm.

Cuadro 5.26: Caudales máximos y longitud de surcos recomendados para el método de riego por surcos, según pendiente y textura de la serie de suelo.

PENDIENTE	CAUDAL MAX.	TEXTURA								
		GRUESA			MEDIA			FINA		
		Lámina de agua a aplicar (cm)								
%	L/s	5	10	15	5	10	15	5	10	15
0.25	2.50	150	220	265	250	350	440	320	460	535
0.50	1.25	105	145	180	170	245	300	225	310	380
0.75	0.83	80	115	145	140	190	235	175	250	305
1.00	0.63	70	100	120	115	165	200	150	230	260

Si se desea optimizar, más aún, el método de surcos la recomendación debe orientarse hacia la utilización de sistemas de distribución de agua en cabecera más eficientes como: acequia nivelada y uso de sifones, sistema californiano y manga plástica.

En general, en aquellos suelos con pequeñas profundidades efectivas y situadas en distritos que presentan una gran demanda evapotranspiratoria (Huasco, Chañar, Cavancha y otros), las frecuencias de riego son altas y con reducidos tiempos de riego.

Esto estaría indicando, la necesidad de utilizar un método de riego de alta frecuencia, como goteo o microyet.

5.4.3 Método de Riego por Goteo

El riego por goteo se define como la aplicación frecuente (diaria) de pequeñas cantidades de agua al suelo mediante estructuras mecánicas denominadas emisores, los que se ubican a lo largo de líneas de distribución.

El método generalmente opera a presiones superiores a 8 -10 metros de columna de agua (mca), y con goteros que funcionan con caudales nominales de 2; 4 y 8 l/hr, existentes en el mercado.

En términos de diseño deben considerarse, tanto aspectos agronómicos como hidráulicos.

Entre los primeros tenemos:

- Demanda de agua del cultivo. Ello indicará la cantidad de agua que requiere un cultivo determinado bajo condiciones específicas lo cual permitirá dimensionar el caudal del equipo de bombeo como también los diámetros internos de las tuberías que conducirán el agua de riego.

- Profundidad y diámetro de mojamiento. Este antecedente es ampliamente informado en la literatura respectiva al tema de riego, sin embargo, se tiene mejores resultados al evaluar directamente en el tipo de suelo en el que se desea implementar el riego localizado.

- Porcentaje de suelo humedecido. Al igual que los antecedentes anteriores, existen tablas para las distintas zonas climáticas, indicandose certeramente los porcentajes de suelo humedecido y que en el caso de climas áridos, este debe ser igual o superior al 33%.

- N° de emisores por planta. Este antecedente se encuentra estrechamente relacionado con los puntos anteriores, pues al tener un mayor número de emisores por planta es obvio que la superficie mojada aumentará.

Respecto a criterios hidráulico, en general, se trata de dimensionar todo el sistema de tuberías sobre la base de pérdidas de carga permisibles y para aquellos elementos especiales (válvulas, filtros, etc) se utilizan estándares preestablecidos según características constructivas y caudales utilizados.

El método de riego por goteo es totalmente recomendable para una amplia variedad de condiciones de suelo y de cultivos hilerados. Su mayor utilidad se expresa en condiciones como las del norte de Chile, donde es necesario reponer láminas de agua relativamente pequeñas, con una alta frecuencia.

En el caso de Huasco, en las series de suelo: Ventanas, Tatara, Huasco y Chañar, debería incorporarse riego por goteo en los cultivos hortícolas y frutales que en ellos se desarrollan; preferentemente.

Un sistema de riego por goteo se compone de:

- Cabezal de control. Consta de medidores de flujo, válvulas de control, set de filtros, manómetros, inyectores de productos químicos y planta de bombeo.

  En relación a los filtros, estos deben permitir atrapar a todas aquellas partículas de tamaño igual o superior al orificio del emisor, pues de lo contrario reduce la vida útil del sistema.

  El equipo de bombeo puede ser eléctrico, a combustión interna o simplemente dado por la diferencia de altura entre un canal y la superficie a regar, situación muy común en el Valle del Huasco.

  La presión entregada por estos equipos de bombeo debe permitir la operación de los emisores de acuerdo a los estándares. Esto significa que la presión inicial debe considerar pérdidas de llaves, filtros, tuberías y longitud de ellas, como también las pérdidas por diferencias de pendiente.

  El cálculo de las pérdidas de carga y requerimientos de bombeo es propio de cada superficie a regar.

- Líneas de distribución. Esta se compone por tuberías desde el cabezal de control hasta los emisores. Estas tuberías presentan diferentes diámetros, de acuerdo a pérdidas de carga y caudal a conducir.

- Emisores. Corresponden a los denominados goteros, los cuales entregan el agua al suelo a presión atmosférica y en forma uniforme a lo largo de la línea y en todo el sistema.Esta uniformidad debe ser igual o superior al 90%, variable según especificaciones técnicas.

  El número mínimo de emisores por plantas está dado por la siguiente ecuación:

$$e > \frac{Sp \times p}{100 \times Ae}$$

Donde:

Sp = Superficie ocupada por la planta (m^2)
Ae = Area mojada por el emisor (m^2)
p = Porcentaje de superficie mojada (%)

Esta relación garantiza que el área mojada por todos los emisores que riegan una misma planta sea mayor que las necesidades mínimas definidas por P; porcentaje que para zonas de baja pluviometría, no debe ser inferior a 33%.

En el Cuadro 5..27 se entrega el diámetro mojado por un emisor de 4 l/hr. para tres tipos de suelo (Pizarro, 1987).

Cuadro 5.27: Diámetro mojado por emisor de 4 l/hr. en suelos homogéneo,estratificado y en capas.

Textura del suelo	**Grados de estratificación del suelo**		
(Prof. raiz 0.8m)	**Homogéneo**	**Estratificado**	**En Capas**
Ligera	0.50	0.80	1.10
Mediana	1.00	1.25	1.70
Pesada	1.10	1.70	2.00

Del Cuadro anterior se desprende que en un suelo de texturas pesadas (Buena Esperanza, Chanchoquín y Cavancha) se logra un mayor porcentaje de mojamiento por unidad de gotero. Ello significa que para las mismas condiciones de plantación, se podrá utilizar, en estos casos, un menor número de goteros, respecto a suelos con texturas más gruesas como: Freirina, Huasco, Chañar y Tatara.

La adopción de este método de riego, por parte de los agricultores, pasa por la confección de un proyecto, que debe realizar un especialista o empresas del ramo.

5.4.4 Método de Riego por Aspersión

El fundamento de este método es simular las condiciones de una lluvia. Para ello es necesario aplicar el agua a través de elementos llamados aspersores, los cuales particionan el caudal, aplicándose en forma de lluvia. Los requerimientos de presión son superiores al método de goteo y superan los 15 m.c.a.(presión de operación).

En el diseño de este método de riego es fundamental el conocer la infiltración que presentan los suelos. Para ello se deben realizar pruebas de infiltrometría y calcular así la velocidad de infiltración básica (V.I.B.). Este parámetro permite calcular la intensidad de precipitación, la cual resulta de la siguiente relación:

$$I_{pre} = V.I.B. * K$$

Donde

I_{pre} : Intensidad de precipitación (cm/hr)
V.I.B.: Velocidad de infiltración básica (cm/hr)
K : Constante de infiltración (0,8)

En el Cuadro 5.28 se presentan las ecuaciones de infiltración y tasa de aplicación del agua de riego para cada una de las series de suelo existentes en el valle del Huasco.

Cuadro 5.28: Ecuaciones de infiltración (VI) tiempo de infiltración estabilizada (TIE), velocidad de infiltración estabilizada (VIE) e intensidad de precipitación para los suelos del Huasco.

ASPERSION SERIE DE SUELO	V.I. (cm/hr)	T.I.E. (Min.)	V.I.E. (cm/hr)	INT. PRECIP. Máx. (cm/hr)
BELLAVISTA	28.24*T^ -0.43	258	2.6	2.08
BUENA ESPERANZA	27.4 *T^ -0.21	126	9.9	7.92
CAVANCHA	14.04*T^ -0.72	432	0.2	0.16
CHANCHOQUIN	23.86*T^ -0.32	192	4.4	3.52
CHAÑAR	35.85*T^ -0.28	168	8.5	6.80
FREIRINA	43.68*T^ -0.26	156	11.8	9.44
HUANTEME	18.27*T^ -0.13	78	10.4	8.32
HUASCO	39.9 *T^ -0.29	174	8.9	7.12
LA COMPAÑIA	19.63*T^ -0.20	120	7.5	6.00
PAONA	41.18*T^ -0.22	132	14.1	11.28
TATARA	15.19*T^ -0.13	78	8.6	6.88
VENTANAS	39.18*T^ -0.36	216	5.7	4.56

Según la información obtenida de este Cuadro, se puede verificar la gran variabilidad de infiltración que presentan los suelos, encontrándose intensidades de precipitación necesarias de 1,6 mm/hr en la serie Cavancha y de 112,8 mm/hr en la serie de suelo Paona. Esto permite seleccionar aspersores de riego que presenten una descarga que no debe ser superior a la intensidad de precipitación para la serie de suelo dada.

En el Cuadro 5.29 se indica la tasa de descarga que presentan algunos tipos de aspersores.

Cuadro 5.29: Tasa de descarga de agua para 4 modelos de aspersores de riego.

MODELO/boquilla (mm)	P.O m.c.a.	Caudal m^3/hr	Diámetro metro	Tasa Descarga cm/hr
5033/91/ 5,6 x 2,5	15,0	0,98	26,0	0,2
3,9 x 2,5	15,0	1,55	28,0	0,3
254/91/ 8,5 x 4,2	35,0	5,76	42,0	0,4
7,0 x 4,2	50,0	5,05	47,0	0,3
271/91/23,0 x 6,2	30,0	36,50	81,0	0,7
21,5 x 6,2	50,0	43,20	92,0	0,6
4275WP27-5WP **	15,0	0,30	21,0	0,1

P.O.: Presión de Operación
* Aspersores agrícolas vinilit
** Aspersores NAAN

Una vez conocida la intensidad de aplicación que puede soportar el suelo y la tasa de descarga de los aspersores de riego, se puede determinar la factibilidad de utilizar un determinado emisor.

El criterio que debe utilizarse para la selección del aspersor es que su tasa de descarga sea igual o muy parecida a la Tasa de precipitación que el suelo pueda soportar.

Para lograr una uniformidad adecuada (superior a 85%), los aspersores se ubican a distancias determinadas, las cuales pueden ser modificadas de acuerdo a las condiciones de viento del sector.

Cuando no se conoce el patrón de mojamiento de los aspersores, se recomienda los espaciamientos que se indican en el Cuadro 5.30.

Cuadro 5.30: Espaciamiento entre aspersores según la velocidad del viento.

VELOC DEL VIENTO km/hr	ESPACIAMIENTO ENTRE ASPERSORES
6.4	60% del diámetro mojado
12.4	50% del diámetro mojado
16.0	30% del diámetro mojado

En el sector comprendido por el distrito agroclimático I, la velocidad del viento es elevada, por lo cual se recomienda utilizar los menores espaciamientos entre aspersores.

Los cultivos apropiados para ser regados por este método son las praderas y trigo. La topografía adecuada para ello es la de suelos planos (series Bellavista, Buena Esperanza, Paona, Tatara,Cavancha, Compañía, Ventana).

Para el riego de praderas se recomienda el riego por aspersión móvil (mecánico o manual).

Existen tres alternativas para ubicar los aspersores en terreno, ellos son en triángulo, cuadrado y rectángulo. En condiciones óptimas de funcionamiento, se recomienda usar el 50% de diámetro mojado como distancia de aspersores en la línea y un 60% de diámetro mojado, como distancia entre líneas (disposición en rectángulo).

Para el caso de frutales, especialmente, se adapta en mejor forma el método de riego a través de microyet, el cual entrega caudal muy inferiores a aspersión y menores diámetros de mojamiento.

En relación a la calidad de agua que se debe utilizar en riego por aspersión, la zona norte de nuestro país presenta niveles de salinidad de éstas que van de modereado a alto. Esta gradiente de salinidad aumenta de sur a norte y de cordillera a mar. El considerar este aspecto es fundamental en el método de riego por aspersión, puesto que el mojar el area foliar con agua con elevados contenidos salinos afecta su productividad. Sin embargo, existen distintas tolerancias dadas por las plantas a esta salinidad. Estas tolerancias se indican en el Cuadro 5.31.

Cuadro 5.31: Tolerancia relativa de algunos cultivos frente al deterioro foliar producido por el riego por aspersión con aguas salobres.

[ ] de Na o Cl en meq/l que cuasan daños en hojas			
5	**5 - 10**	**10 - 20**	**220**
Almendro	Uva	Alfalfa	Coliflor
Albaricoque	Pimiento	Cebada	Algodón
Limón	Patata	Maíz	Caña de azúcar
Ciruela	Tomate	Pepino	Girasol
		Sorgo	

Fuente: Rafael Mujeriego, riego con agua residual municipal regenerada manual práctico.

Los niveles de salinidad del agua de riego que pudieran afectar a los cultivos en su follaje a través del método de riego por aspersión se encuentra en la cuarta sección de riego del río Huasco. Ello se debería a que por concentración de sales en el agua de regadío llegaría a su máximo en las cercanías a la desembocadura, puesto que el cauce va recorriendo y disolviendo minerales que se encuentran a lo largo de su curso, además se produce una importante contaminación de estas aguas producto de los desechos sanitarios del poblado de Vallenar.

A continuación se presentan algunos niveles de sales solubles en diferentes canales de la tercera y cuarta sección de riego.

Cuadro 5.32: Niveles de Sodio (Na^+) y Cloruros (Cl^-) en cinco canales correspondiente a la 3a. y 4a. sección de riego del río Huasco.

Sección Riego	**Canal**	**Niveles de Salinidad de las Aguas**		
		Na^+	**Cl^-**	**C.E.**
		meq/l	**meq/l**	**dS/m**
3a.	Compañía	1,2	0,34	0,6
	Ventanas	1,2	0,39	0,6
4a.	Las Tablas	14,8	13,48	2,9
	Bellavista	12,9	9,9	2,4
	Cachina	12,4	10,6	2,5

Fuente: Proyecto Suelos Salinos INIA-BID (Sin publicar)

Los niveles salinos presentados en el Cuadro 5.32 corresponde a los encontrados en la fecha de mayor concentración salina, que en 1993 se produjo en los meses de noviembre y diciembre.

Según los antecedentes expuestos en los dos cuadros precedentes se puede concluir que en los canales correspondientes a la 3a. sección no existiría limitante el agua de riego para el método por aspersión. Por el contrario, en la 4a. sección de riego, dada la información de los canales Bellavista, Las Tablas y Cachina, existirán problemas para el desarrollo de muchos cultivos bajo riego por aspersión.

En relación a los cultivos importantes en la sección 3a., dada su extensión, es la alfalfa. Esta comenzaría a verse afectada a niveles de Na^+ y Cl^- superiores a 10 meq/l, lo cual produciría, según los niveles salinos encontrados en los respectivos canales, en cierto deterioro del follaje en un período de tiempo muy puntual.

ESTABLECIMIENTO DE CENTROS DE AJUSTE Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA (CATT)

6. ESTABLECIMIENTO DE CENTROS DE AJUSTE Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA (CATT)

A continuación se efectúa una presentación de las acciones y gestiones realizadas para la conformación y establecimiento de estos grupos de transferencia de tecnología orientados a la temática del riego.

La definición y número de ellos está indicada en el marco de referencia del Proyecto. Baste decir que corresponde a un grupo de agricultores de un sector que interactúan preferentemente con los profesionales y técnicos del proyecto, recibiendo con una mayor celeridad la información tecnológica; ello representa a un Dominio de Recomendación Restringido. Es en los predios de ellos que se establecen las diferentes unidades de validación y demostración (Ver metodología CATT en Anexo 9).

El proyecto consideró la formación de dos de estos grupos o CATT: uno aguas arriba del Embalse Santa Juana y otro aguas abajo.

6.1 METODOLOGIA DE SELECCION DE LOS SECTORES PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS CATT. LOCALIZACION Y ORGANIZACION

Para la selección de los dos sectores donde se establecieron los CATT, se efectuó previamente un reconocimiento general del valle, preseleccionándose en principio dos sectores interesantes para los objetivos del proyecto: San Félix y Camarones/Vallenar. En ellos se aplicó una encuesta de diagnóstico, lográndose información sobre: rubros, características y problemas asociados al riego, recursos disponibles, actitud frente al desarrollo tecnológico y otros. Para ello se utilizó el Facsímil de Encuesta, presentado en el Anexo I.

En el caso de San Félix, el CATT se ubicó en la 1ª sección de riego del valle, aguas arriba de Santa Juana y el sector Camarones/Vallenar, forma parte de la 3ª sección, aguas abajo del Embalse.

La elección de San Félix también consideró como criterio la posibilidad que tenía INIA de ampliar su cobertura al interior del valle del Huasco. Al respecto, el Programa de Transferencia de Tecnología de INIA, actualmente está interactuando con un grupo de agricultores en el valle de Tránsito a través del CATT-Chanchoquín; por lo cual el establecimiento de otro CATT en San Félix aparece como lo más racional y objetivo, además de sus características obtenidas en la Encuesta de Diagnóstico.

En el caso del sector de Camarones/Vallenar, su elección estuvo basada principalmente en la potencialidad que tiene el sector para el desarrollo de una agricultura intensiva fuera de la temporada, la cual debe incorporar en el corto plazo tecnología de riego de alta eficiencia.

Un resumen de los antecedentes recogidos en la encuesta se indica en el el Cuadro 6.1

Del Cuadro se desprende la importancia de frutales y hortalizas en ambos sectores. También se observa lo reducido del tamaño de la propiedad, en general, lo cual hace más manifiesta la necesidad de un trabajo de validación y demostración a nivel de agricultor, que permita a través de una acción grupal y de la creación de ejemplos, disminuir la aversión al riesgo que este tipo de agricultores presenta ante la tecnológico. Sin embargo, la gran mayoría manifiesta un gran interés en incorporarse al proyecto.

Cuadro 6.1: Resumen de antecedentes obtenidos en Encuesta de Diagnóstico. Sectores: Valle San Félix y Camarones/Vallenar.

NOMBRE AGRICULTOR	SECTOR	RUBRO	SUP. (Há)	MET. RIEGO	ACCESO	INTERES
N. Caballero	Ch. Blanco	Hortalizas Frut. y Viñas	0.7 1.5	Surcos Tazas/Surcos	Expedito	Sí
V. Cruz *	Pedregal	Hortalizas Frutales Empastadas	1.4 0.8 0.3	Surcos Tazas Tendido	Con Restricción	Sí
G. Iriarte *	Majada	Hortalizas Frut. y Viñas Empastadas	0.2 8.0 4.0	Surco Tazas/Surcos Tendido	Expedito	Sí
R. Leiton *	Los Canales	Hortalizas Frut. y Viñas	2.0 4.5	Surco Tazas/Surcos	Expedito	Sí
A. Paéz *	Crucecita	Hortalizas Frut. y Viñas	1.0 0.6	Surco Tazas/Surcos	Expedito	Sí
W. Páez *	Crucecita	Frut/Viñas	2.5	Tendido/Surco	Expedito	Sí
J. Salazar *	Portezuelo	Hortalizas Frutales	0.3 1.4	Surco Tazas	Con restricción	Sí
R. Latorre *	Retamo	Parronal	10.0	Surco, goteo	Expedito	Sí
J. Flores *	A. del Carmen	Hortalizas Frut. y Viñas	0.6 3.2	Surco Tazas/Surco	Expedito	Sí
G. Fredes *	Portezuelo	Hortalizas Frut. y Viñas	0.5 2.8	Surco Tazas/Surco	Con restricción	Mediano
H. Gárate	Ch. Blanco	Hortalizas Frutales	1.0 2.5	Surco Tazas	Expedito	Mediano
L. Flores	P. Juntas	Hortalizas Viñas	0.3 1.0	Surco Surco	Limitado	Limitado
R. Flores	P. Juntas	Hortalizas Frut. y Viñas	0.2 2.0	Surco Tazas/Surco	Limitado	Escaso
H. Lagüés	Retamo	Hortalizas Paltos	0.1 0.2	Surco Surco	Expedito	No
J. Ibarbe	Sn. Félix	Hortalizas Frutales	0.2 0.5	Surco Tazas	Expedito	Mediano
O. Leiton	Sn. Félix	Hortalizas Viñas	0.5 3.0	Surco Surco	Expedito	Mediano
O. Gárate	Mesilla	Hortalizas Frutales	2.1 0.9	Surco Surco	Limitado	No
L. Leiva	Ch. Blanco	Hortalizas Frut. y Viñas	4.8 2.5	Surco Tazas/Surcos	Expedito	Sí
P. Alvarez	Imperial	Hortalizas	1.7	Surco	Expedito	Sí
O. Tapia	Imperial	Hortalizas	18.0	Surco	Expedito	Sí
I. Franco *	Imperial	Hortalizas Frutales Empastados	2.9 4.0 4.0	Surco Surco Tendido	Expedito	Sí
R. Muñoz *	Imperial	Hortaliza Empastados	2.1 1.0	Surco Tendido	Expedito	Sí

Continuación Cuadro 6.1

NOMBRE	SECTOR	RUBRO	SUP. (Há)	MET. RIEGO	ACCESO	INTERES
C. Soza *	Imperial	Hortalizas	7.5	Surco	Expedito	No
C. Alvarez *	Imperial	Hortalizas Viñas	1.4 9.0	Surco Surco	Expedito	Sí
H. Rissi	Imperial	Hortalizas Frutales	7.1 3.2	Surco Tazas	Expedito	Mediano
E. Cortez *	Los Morros	Hortalizas Frutales Empastados	6.0 7.0 3.0	Surco Tazas Tendido	Expedito	Mediano
J. Díaz	Imperial	Hortalizas	5.0	Surco	Expedito	Sí
R. Flores	Camarones	Frut. y Viñas	5.5	Tazas/Surco	Expedito	Mediano
N. Tapia	Ch. Blanco	Hortalizas	1.3	Surco	Con limitación	Sí
J. Franco *	Ch. Blanco	Hortalizas Frutales	9.5 2.0	Surco Tazas	Expedito	Sí
S. Cortez *	Camarones	Hortalizas Frutales	0.5 2.8	Surco Tazas	Expedito	Mediano
M. Michea	Imperial	Hortalizas	3.0	Surco	Con limitación	Mediano
D. Flores	Camarones	Hortalizas Frutales	2.3 0.5	Surco Tazas	Con limitación	Sí
M. Rojas	Ch. Blanco	Hortalizas	2.2	Surco	Expedito	Sí
A. Tirado	Ch. Blanco	Hortalizas	2.3	Surco	Con limitación	Mediano
D. Rizik *	Imperial	Hortalizas	3.0	Surco	Expedito	Sí
A. Valle	Imperial	Frutales-Vid	8.0	Surco/Tazas	Expedito	Sí

* Participación activa

6.2 CARACTERIZACION DE LOS CATTs

6.2.1 CATT Valle de San Félix

a) Características del sector

El Valle de San Félix es un sector eminentemente frutícola, con producción principalmente de uva pisquera. Además existen producciones de paltas, cítricos y en situaciones de microclimas excepcionales se desarrollan cultivos de hortalizas con producciones fuera de temporada y de primores, como es el caso de los sectores de Pedregal, Cerro Blanco, Mesilla y Los Canales.

La topografía del Valle es muy abrupta, existiendo cultivos en laderas de cerros con pendientes de más del 15%. La tecnología empleada es muy rudimentaria, salvo en los parronales de uva destinada a la exportación, en que se emplean técnicas de riego avanzadas, como lo es el riego por goteo. Sin embargo, no existe conciencia en los beneficios que puede ocasionar este último método, utilizándose en algunos casos solamente como un método para fertilizar y se continúa regando por surcos.

En el caso de métodos de riego tradicionales, específicamente el de surco, en muchos casos se realiza en condiciones de alta pendiente ocasionando considerables pérdidas de suelo (erosión). Por otra parte, en los sectores bajos de los terrenos cultivados, se produce en muchos casos, un apozamiento del agua de riego como consecuencia de los deficientes sistemas de evacuacón de las aguas de escurrimiento superficial, lo cual ocasiona pérdidas de plantas debido al anegamiento del suelo.

En relación a los sistemas de conducción y derivación de las aguas, estos en muchos casos son deficientes, existiendo gran enmalezamiento del lecho de los canales, y las compuertas de derivación de las aguas a nivel predial son escasas, salvo el caso de los canales Mesilla y Pedregal, los cuales se encuentran revestidos y con excelentes compuertas prediales.

Muchos de los canales que riegan este Valle tienen su trazado a gran altura, existiendo una gran diferencia de cota entre estos canales y los suelos regados por ellos, lo cual puede ser utilizado en generar la suficiente energía para el funcionamiento de un riego presurizado, como ya se ha hecho a través de este proyecto.

En el sector comprendido entre Piedras Juntas y Alto del Carmen se concentra la mayor superficie de tierras cultivadas, además en él se encuentran los mayores centros poblados como Alto del Carmen y San Félix.

b) Integrantes del CATT

La elección de los participantes del grupo se efectuó evaluando las inquietudes personales e interés por mejorar los sistemas de riego. El grupo formado lo integran 11 agricultores, los cuales se indican en el Cuadro 6.2. Sus predios se distribuyen esde San Félix hasta Alto del Carmen.

Cuadro 6.2: Agricultores integrantes del grupo CATT San Félix.

AGRICULTOR	SECTOR	RUBRO	SUP(HA)
Sigifredo Avalos	San Félix	Frutales	3.0
Víctor Cruz	Pedregal	Hortalizas y Frutales	2.0
Julio Flores	A. del Carmen	Frutales y Vides	5.0
Wilfredo Fredes	Portezuelo	Frutales y Vides	3.0
Guillermo Iriarte	La Majada	Vides	10.0
Danivo Leiton	Los Canales	Vides	2.0
Aldo Páez	Crucecita	Vides	0.7
Segundo Páez	Crucecita	Vides	0.3
Wilmar Páez	Crucecita	Vides	1.8
Enrique Torres	La Puntilla	Vides	1.8
J. Salazar	Portezuelo	Cítricos y Vides	1.3

También se consideró en la selección de los integrantes del grupo CATT, las encuestas previamente realizadas, la ubicación geográfica y el deseo de aprender e innovar en la agricultura.

La principal actividad que ellos desarrollan es el cultivo de frutales y vides y un caso especial que se dedica a hortalizas. Ello representa en su totalidad los principales cultivos y diferentes zonas existentes en el valle San Félix.

c) Organización y desarrollo grupo CATT San Félix

El día 20 de diciembre de 1993, se realizó una jornada técnica en la localidad de Alto del Carmen. Esta contó con la participación de profesionales de la CNR y de INIA Intihuasi. Los asistentes fueron los agricultores del Valle de San Félix, cuya cobertura corresponde al CATT del mismo nombre.

En esta reunión se abordaron temas referente a la organización de un grupo de agricultores, los cuales se verían beneficiados directamente por la ejecución del Proyecto. En dicha oportunidad se plantearon diferentes alternativas tecnológicas para el valle, destacándose los beneficios que ello acarrearía a los agricultores que la incorporen.

En la ocasión, se definieron las unidades demostrativas que se realizarían en predios de agricultores, siendo ejecutadas posteriormente y que en la actualidad se encuentran en etapas de evaluación de la primera temporada.

Las unidades formadas giran en torno a la temática central de riego de alta eficiencia, las cuales presentan distintas fuentes de energía, como la de impulsión, gravitacionales y mixtos. Los métodos de riego fueron microjet, goteo y cintas.

En el Cuadro 6.3 se indican las unidades establecidas, los lugares en que se están realizando, el nombre del agricultor propietario de la parcela y el método de riego utilizado.

Cuadro 6.3: Ubicación e identificación de las unidades demostrativas CATT San Félix.

LOCALIDAD	AGRICULTOR	CULTIVO	MET.RIEGO	SUPERFIC.
A. del Carmen	Julio Flores	Paltos	Microaspersión	0.2 - 0.8
Portezuelo	Juvenal Salazar	Cítricos	Microaspersión	0.2 - 1.0
Pedregal	Victor Cruz	Tomates (Inv.)	Goteo (cintas)	0.07
Crucecita	Aldo Pérez	Parronal Pisq.	Goteo (bomba)	0.3
Crucecita	Wilmar Páez	Parronal Pisq.	Goteo (grav.)	0.11

Desde el inicio de las unidades demostrativas hasta la publicación del presente informe, la mayoría de las unidades se han ampliado, lo cual obedece a

A continuación se entregan algunos antecedentes relacionados con las actividades que se han realizado en torno a cada una de las unidades demostrativas existentes en el CATT San Félix.

En el Cuadro 6.4 se indican antecedentes relacionados con las jornadas técnicas realizadas en torno a cada unidad demostrativa.

Cuadro 6.4: Actividades técnicas desarrolladas en el CATT San Félix.

FECHA	AGRICULTOR	LUGAR	TEMA
20/12/93	General	A. del Carmen	Constitución Grupo CATT
07/04/94	W. Páez	Crucecita	Riego por goteo gravitacional
22/09/94	J. Flores	A. del Carmen	Riego Microjet en paltos
12/10/94	J. Salazar	Portezuelo	Riego Microjet en cítricos
15/10/94	A. Paéz	Crucecita	Riego por goteo
16/03/95	W. Paéz	Crucecita	Evaluación riego por goteo gravitacional

6.2.2 CATT Chañar Blanco

a) Características del sector

Este sector está ubicado aguas abajo del tranque Santa Juana.

Aquí se concentra más del 50% de la superficie cultivada del valle, presentando extensas terrazas en donde su cultivo principal es la alfalfa, destinada a la engorda de ganado. En este sector, principalmente en las proximidades de la desembocadura del río Huasco, un 10% de la superficie total del valle se dedica al cultivo del olivo.

En las inmediaciones de Vallenar hacia Santa Juana (Sector medio del valle) se concentra una gran cantidad de pequeños y medianos agricultores, los cuales basan su agricultura en el cultivo de hortalizas bajo plástico. Este sector es particularmente importante, pues presenta una transición de clima de alta humedad atmosférica (distritos I y II), con otro de una baja humedad relativa del aire y alta radiación incidente, cultivándose exitosamente especies subtropicales como lo es el palto y los cítricos.

En las inmediaciones de Chañar Blanco e Imperial, existe una condición topográfica propicia para el desarrollo de sistemas de riego presurizados de alta eficiencia. Aquí los canales de regadío se descuelgan a gran altura por las laderas del valle, lo cual da una excelente posición hidrostática para un adecuado funcionamiento de estos sistemas de riego.

b) Integrantes Grupo CATT Chañar Blanco

Se ha denominado grupo CATT Chañar Blanco al grupo de agricultores que participan activamente en actividades de desarrollo agrícola propuesto por el presente proyecto. El sector comprendido corresponde a toda el área situada bajo el tranque Santa Juana, vale decir, desde Santa Juana hasta Huasco puerto.

El grupo de agricultores lo integran 12 personas, las cuales se indican en el Cuadro 6.5

Cuadro 6.5: Agricultores integrantes del CATT Chañar Blanco.

AGRICULTOR	SECTOR	RUBRO	SUP (HA)
C. Soza	Imperial	Hortalizas	7,5
C. Alvarez	Imperial	Hortalizas y Viñas	10,4
E. Cortez	Imperial	Hortalizas Frutales Praderas	16,0
J.C. Franco	Ch. Blanco	Hortalizas Frutales	11,5
S. Cortez	La Verbena	Hortalizas Frutales	3,3
J. Rizik	Imperial	Hortalizas	3,0
A. Valle	Imperial	Frutales Viñas	8,0
F. Franco	Ch. Blanco	Hortalizas	3,0
L. Leiva	Ch. Blanco	Hortalizas Frutales Viñas	6,3
P. Alvarez	Imperial	Hortalizas	1,7
I. Franco	Imperial	Hortalizas Viñas Praderas	10,9
R. Muñoz	Imperial	Hortalizas Praderas	3,1

c) Organización y Desarrollo del Grupo CATT Chañar Blanco

En el mes de febrero de 1994 se organizó formalmente al grupo CATT Chañar Blanco.

En esa oportunidad se indicó la temática principal del grupo, la cual es el riego. Además se identificó algunos agricultores que presentaban condiciones para realizar unidades demostrativas en sus predios.

De ello se formalizó el desarrollo de tres unidades y más tarde se concretó la formación de una nueva unidad, la cual se desarrolla en olivos.

En el Cuadro 6.6 se indican algunas características de estas unidades.

Cuadro 6.6: Ubicación e identificación de unidades demostrativas CATT Chañar Blanco.

LOCALIDAD	AGRICULTOR	CULTIVO	MET. RIEGO	SUP. (HA)
La Verbena	Samuel Cortez	Paltos	M. aspersión	0,6
Chañar Blanco	J.C. Franco	paltos	M. aspersión	1,4
Imperial Bajo	Jorge Rizik	Hort. (Inv.)	Goteo (cintas)	0,07
Huasco	Homero Callejas	Olivos	Calif. localizado	0,5

Las unidades que se han desarrollado, están orientadas principalmente al cultivo de hortalizas bajo plástico y frutales como los paltos.

También está en proceso de habilitación, una parcela demostrativa en olivos, cerca del pueblo de Huasco, donde se está implementando un riego localizado de baja presión, asociado al riego por tazas.

A continuación se entregan algunos antecedentes referidos a las actividades y jornadas técnicas que se han realizado en cada una de estas unidades demostrativas.

Cuadro 6.7: Actividades técnicas desarrolladas en el grupo CATT Chañar Blanco.

FECHA	AGRICULTOR	LUGAR	TEMA
01/02/94	General	Imperial	Organización grupo CATT
01/06/94	J. Rizik	Imperial	Puesta en marcha riego por cintas e invernadero
20/10/94	J. Rizik	Imperial	Riego y manejo invernadero
	J.C. Franco	Ch. Blanco	Implementación riego programado
15/12/94	S. Cortez	La Verbena	Riego por microjet en paltos

En Anexo 6 se entregan los antecedentes detallados del diseño de cada unidad demostrativa.

6.3 ESTABLECIMIENTO Y MANEJO DE UNIDADES DE AJUSTE Y VALIDACION EN LOS CATTs.

A continuación se efectúa una descripción de los resultados más relevantes obtenidos en el manejo de las unidades demostrativas establecidas por el proyecto.

Debe destacarse el aporte e interés demostrado por los agricultores en los trabajos desarrollados.

También debe señalarse el aporte que ha significado el Programa de Riego Campesino de INDAP con el apoyo del Coordinador Regional de Riego, lo que permitió financiar 6 unidades demostrativas; complementándose los esfuerzos de distintas instituciones.

Los antecedentes técnicos de las unidades se indican en Anexo 10.

6.3.1 Unidad Demostrativa Crucecita: Riego por goteo gravitacional

A inicios de otoño, se puso en operación el sistema de riego en el parronal pisquero de 0,1 ha de superficie, plantado a 2,5 x 2,5 mt. Su ubicación es Crucecita Baja.

En esa oportunidad se regó durante un mes, de manera de formar rápidamente el bulbo de mojamiento. Posteriormente el riego fue suspendido para inducir receso a las plantas. Esta situación se mantuvo hasta fines de agosto. Los riegos se iniciaron los primeros días de septiembre, regándose una hora al día durante una semana. De los datos otenidos de la bandeja de evaporación instalada en el parronal se tomó información para la programación del riego diario. Los datos obtenidos comprenden al período entre septiembre y enero y aparecen en Cuadro 6.8.

Cuadro 6.8: Evaporación de bandeja predio W. Páez (mm/día).

SEMANAS	MESES					
	AGOSTO	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ENERO
1	2	2	2	3	5	5
2	1	2	3	3	5	5
3	2	2	2	3	5	5
4	2	2	3	4	5	5
5	-	-	-	-	-	5

Según los antecedentes presentados en el Cuadro 6.8, se puede inferir que la máxima evaporación se produce en los meses de diciembre y enero, período de mayor desarrollo del parronal. Sin embargo, estos valores son bajos si se compara con el resto del valle interior y esto es debido a que el parronal se sitúa en una posición protegida del viento.

Respecto de los tiempos de riego, se construyó una tabla de fácil operación para el agricultor, en la cual se presentan los distintos estado de desarrollo del parrón y la entrada es la evaporación leida en la bandeja. El punto de salida es el tiempo de riego, expresado en minutos (Ver Cuadro 6.9).

Cuadro 6.9: Tabla de tiempos de riego para parronal M. de Austria (W. Páez), considerando estado de desarrollo y evaporación diaria de bandeja.

INIA - HUASCO	**MILIMETROS EVAPORADOS (mm/dia)**											
Programa Riego	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
EST. DESARROLLO	**TIEMPO DE RIEGO (minutos)**											
Yema hinchada	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Puntas verdes	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
Inicio brotación	0	1	1	1	1	2	2	2	3	3	3	3
Brotación*	3	5	8	10	13	15	18	20	23	25	28	30
Inicio floración**	6	11	17	23	28	34	39	45	51	56	62	68
Plena flor	8	17	25	34	42	50	59	67	76	84	92	101
Cuaja	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Crecimiento grano	16	31	47	62	78	93	109	124	140	156	171	187
Pinta	19	39	58	78	97	117	136	156	175	194	214	233
Madurez	19	38	59	75	94	113	131	150	169	188	206	225
Cosecha	16	31	47	62	78	93	109	124	140	156	171	187
Post cosecha	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Inicio caída hojas	8	15	23	31	38	46	53	61	69	76	84	92

Cultivo : Parronal
Distancia de plantación : 2.5 x 2.5 m
Goteros por planta : 3 de 4 l/hr.

* : Inicar riego con 10 a 15 cm. de largo de brote
** : Antes de floración aumentar 3 veces el tiempo de riego por dos días

En relación a la fertilización, se cuenta con información de análisis de fertilidad y salinidad, lo que se esta usando como base en la confección de un calendario de fertilización (Ver Cuadro 6.10).

Cuadro 6.10: Niveles de fertilidad y salinidad de suelo, Unidad Demostrativa Crucecita (W. Páez).

Fertilidad de Suelos	pH	MO	CE	N	P	K	Fe	Zn	Mn	Cu	Ca	Mg
		%	dS/m	mg/kg							meq/100gr	
	7,9	3,8	2,1	40	21	154	18,5	2,42	14,9	2,3	23,4	2,63

Salinidad de Suelos	Ca	Mg	Na	K	Cl	HCO^-_3	S	$SO^=_4$	B	RAS
	meq/l						%	mg/l		
	15,5	4,0	2,6	0,3	1,4	3,8	33,8	10,3	0,7	0,8

Según los antecedentes presentados en el Cuadro 6.10 se puede inferir que los niveles de N, P y K se encuentran en rangos adecuados para los requerimientos de las plantas.

Los contenidos de K están en niveles altos, no siendo recomendable una fertilización potásica. En relación al nitrógeno, éste es suficiente para las plantas y sólo se considerará la reposición de este nutriente, según lo extraído por las plantas.

Por su parte, y dada su posición de primeras aguas del río, los niveles de salinidad son adecuados, no representando limitantes para el desarrollo de la mayoría de las especies cultivadas en el valle.

A nivel foliar, se realizarán muestras en la época correspondiente (floración) en la hoja opuesta al racimo. La información obtenida se presenta en el Cuadro 6.11.

Cuadro 6.11: Resultados de análisis foliar en parronal M. de Austria (W. Páez)

ELEMENTOS FOLIARES									
N	P	K	%	Ca	Mg	Zn	Mn	mg/kg	Cu
2.81	0.23	1.52		2.10	0.32	32.0	90.0		15.0

Según estos resultados, la nutrición foliar se encontraría en niveles adecuados, ello sumado a niveles de fertilidad de suelo existentes, se recomendó no fertilizar durante esta temporada.

a) Evaluaciones de terreno

Se realizaron estudios de eficiencia del método, cuya metodología aparece explicada en punto anterior de este informe.

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

La presión de operación en el sistema según la lectura de manómetro fue de 7 m.c.a.

Esta presión es considerada buena para la operación de goteros autocompensados, como los utilizados en esta demostración.

Por su parte, la uniformidad del sistema, reflejada por el coeficiente de uniformidad de Christiansen alcanzó al 81,5%, rango aceptable para las condiciones del sistema.

En relación a la eficiencia de aplicación, ésta alcanzó niveles inferiores a los indicados como óptimos (90%), siendo ésta de un 74,1%, lo cual se está manejando para aumentarla a través de la optimización del manejo (limpieza) del sistema y mejorar la condición suelo.

Otra medición realizada fue la determinación de la amplitud de mojamiento de los goteros, encontrándose valores muy variables, lo cual se atribuye a las irregularidades texturales del suelo, presentándose zonas de éste con texturas netamente arenosas. Esta situación se dio en una superficie de 0.1 ha, presentando un bajo porcentaje aquel suelo de características arenosas, las que sin embargo, influyeron en lo referente al porcentaje de suelo mojado total. Este porcentaje fue de un 20%; 10 puntos por debajo de lo recomendado por la literatura para zonas climáticas desérticas.

El trabajo que se está realizando para alcanzar los estándares es el de aplicar enmiendas orgánicas anualmente en aquellos sectores del terreno en que predomina la arena.

Finalmente, y a un año de haberse iniciado el manejo de esta unidad, se obtuvo una cosecha en el primer año de producción, equivalente a 8.500 kg por hectárea, nivel considerado bueno para la especie y excelente para lo obtenido históricamente en el valle del Huasco, en el que se alcanzan niveles promedio de plena producción de 20.000 kg por hectárea.

A continuación se presenta un Cuadro resumen de las evaluaciones realizadas en esta unidad.

Cuadro 6.12: Antecedentes de operación del sistema de riego Unidad Crucecita.

VARIABLES								
P.O **m.c.a.**	**C.U.**	**%**	**Ef. Apl.**	**Ks**	**Suelo regado %**	**Rend. Kg/ha**	**Alcohol probable ^{o}Brix**	**R.T.**
7	81,5		74,1	0,91	20,0	8.500	14,3	10.125

P.O. : Presión de Operación
C.U. : Coeficiente de uniformidad de Christiensen
Ks : Constante de suelo
Rend : Rendimiento de fruta (kg/ha)
R.T. : Rendimiento total (kg de uva cosechada más kilos grados base 12 ^{o}Brix)

6.3.2 Unidad Demostrativa Alto del Carmen

Esta unidad comenzó a operar en septiembre de 1994, fecha en que se iniciaron ininterrupidamente riegos y fertilización en un huerto de paltos y cítricos. Sin embargo, con anterioridad a esa fecha se realizó el estudio técnico e instalación del sistema de riego.

Para cuantificar con exactitud el agua que se debe reponer producto de la pérdida y utilización del agua del día anterior, se intaló una bandeja de evaporación, la que entró en funcionamiento la segunda semana de enero de 1995. De los antecedentes extraídos de ella se puede determinar el tiempo de riego en la tabla previamente construida para esta unidad.

En los Cuadros 6.13 y 6.14 se indica la evaporación de bandeja para los meses de enero a marzo y la respectiva tabla de riego del huerto demostrativo.

Cuadro 6.13: Evaporación de bandeja (mm/día), Unidad Demostrativa Alto del Carmen.

SEMANAS	MESES		
	ENERO	FEBRERO	MARZO
1	-	7	6
2	7	7	5
3	6	6	-
4	6	4	-
5	5	-	-

Cuadro 6.14: Tabla de tiempo de riego para huerto de paltos adulto cv. Hass (J. Flores), considerando estado de desarrollo y evaporación diaria de bandeja.

INIA - HUASCO	MILIMETROS EVAPORADOS (mm/día)											
Programa Riego	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EST. DESARROLLO	TIEMPO DE RIEGO (minutos)											
Pre floración	8	17	25	33	41	50	58	66	74	83	91	99
Inicio floración	8	17	25	33	41	50	58	66	74	83	91	99
Plena flor	9	18	27	36	45	54	63	72	81	89	98	107
Cuaja	10	21	31	42	52	62	73	83	93	104	114	125
1ª Brotación	12	24	36	48	60	71	83	95	107	119	131	143
Crec. de fruto	13	25	38	51	64	76	89	102	114	127	140	152
Inicio de madurez	14	29	43	57	71	86	100	114	129	143	157	172
2ª Brotación	15	30	46	61	76	91	107	122	137	152	168	183
Cosecha	15	31	46	61	77	92	107	122	138	153	168	184

Plantación: 6 x 6
Paltos

Según la evaporación leida, la que osciló entre los 4 y 7 mm/día, los tiempos de riego para un estado de desarrollo de crecimiento de fruto, estos variaron entre 51 y 89 minutos de riego por día.

Para determinar la fertilización de los árboles, se realizaron análisis de fertilidad de suelo y análisis foliares, cuyos resultados se presentan en los Cuadros siguientes:

Cuadro 6.15: Fertilidad de suelo U. Demostrativa Alto del Carmen.

pH	M.O.	C.E.	N	P	K	Fe	Zn	Mn	Cu	Ca	Mg
	%	dS/m	———			mg/kg		———			meq/100 gr
8.2	4.5	3.2	17	25	1000	34.9	3.14	23.0	3.8	34.4	5.25

Cuadro 6.16: Análisis foliar en paltos cv. Hass Unidad Demostrativa Alto del Carmen.

ELEMENTOS								
N	P	K		Ca	Mg	Mn	Zn	Cu
%							mg/kg	
1531	0.15	2.01		1.0	0.31	47.0	26.0	12.0

De los resultados presentados en los Cuadros anteriores se pudo determinar la fertilización del huerto. Principalmente se aplicó Nitrógeno a una tasa de 160 unidades por hectárea, aplicado como Urea, en forma periódica y disuelta en el agua de riego.

Tal labor se realizó a partir de post cuaja y fue disminuyendo en la medida que se acercó a maduración.

a) Evaluaciones de terreno

Para cuantificar la operatividad del sistema de riego, se realizaron mediciones de uniformidad de riego, amplitud de mojamiento y presión de operación.

Los resultados de estos parámetros aparecen detallados en el Cuadro 6.17.

Cuadro 6.17: Antecedentes de operación del sistema de riego Microjet Alto del Carmen.

P.O.	C.U.		Ef. Apl.	Ks	Sup. Mojada
m.c.a.	%				%
22	93.0		93.0	1.0	54.8

Este método de riego utilizado en Alto del Carmen presenta una gran eficiencia de aplicación, lo cual refleja en parte el gran interés demostrado, ya sea de palabra como en la práctica por el agricultor responsable de esta unidad.

Considerando estos antecedentes se ha propuesto la ampliación del sistema en su propiedad, la que actualmente estaría extendiéndose a una superficie de 0,8 ha.

6.3.3 Unidad Demostrativa Portezuelo

El día 12 de octubre de 1994 se puso en operación el sistema de riego por microjet accionado por impulsión, cubriendo una superficie de 0,3 ha. de cítricos, situados en una ladera de cerro, sobre cota de canal.

Los árboles tienen una edad aproximada de 8 años y debido a su manejo hasta antes de incorporarse la nueva tecnología de riego, estos presentaban un escaso desarrollo, con gran desuniformidad entre ellos.

En la actualidad y ya casi transcurrido casi seis meses desde que se comenzó a aplicar tecnología de riego apropiada, fertilización periódica, control de malezas y fitosanitario, los árboles presentan una recuperación muy buena, con crecimientos de ramilla que superan los 60 cm. de longitud. La carga frutal que se observa, supera con creces a lo visto anteriormente en ese huerto.

La frecuencia de riego es periódica, cuyo tiempo de riego se obtiene de una tabla de riego y de la evaporación de bandeja correspondiente al distrito agroclimático valle del Huasco.

La evaporación de bandeja mensual aparece en climodiagrama del valle San Félix y la tabla de riego se indica en el Cuadro 6.18.

Cuadro 6.18: Tabla de tiempo de riego para el huerto de cítricos (J. Salazar), considerando estado de desarrollo y evaporación diaria de bandeja.

INIA - HUASCO	MILIMETROS EVAPORADOS (mm/día)											
Programa Riego	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EST. DESARROLLO	TIEMPO DE RIEGO (minutos)											
Pre floración	8	17	25	33	41	50	58	66	74	83	91	99
Inicio floración	8	17	25	33	41	50	58	66	74	83	91	99
Plena flor	9	18	27	36	45	54	63	72	81	89	98	107
Cuaja	10	21	31	42	52	62	73	83	93	104	114	125
1ª Brotación	12	24	36	48	60	71	83	95	107	119	131	143
Crec. de fruto	13	25	38	51	64	76	89	102	114	127	140	152
Inicio de madurez	14	29	43	57	71	86	100	114	129	143	157	172
2ª Brotación	15	30	46	61	76	91	107	122	137	152	168	183
Cosecha	15	31	46	61	77	92	107	122	138	153	168	184

Según la evaporación del Distrito Agroclimático y el Cuadro 6.18, el tiempo de riego promedio para el mes de noviembre alcanza 83 minutos en cuaja de flores. Esto indica que se tiene 8 mm de evaporación al día.

Por su parte, la fertilización con Nitrógeno se realizó día por medio con Urea como fuente nitrogenada, a razón de 2 unidades de Nitrógeno por hectárea por aplicación.

Para determinar las dosis de fertilización, se realizaron análisis de suelo y foliares. Estos resultados nos permiten dosificar el fertilizante en forma óptima.

Los niveles de elementos analizados tanto en el suelo como foliares aparecen en los Cuadros 6.19 y 6.20.

Cuadro 6.19: Niveles de diferentes elementos nutricionales a nivel del suelo (J. Salazar).

pH	M.O.	C.E.	N	P	K	Fe	Zn	Mn	Cu	Ca	Mg
	%	dS/m				mg/kg				meq/100 gr	
8.6	1.5	2.3	41	33	453	5.2	1.18	8.2	1.0	23.3	2.25

Cuadro 6.20: Contenidos de elementos foliares en cítricos (J. Salazar).

SINTOMAS VISUALES	NIVELES DE ELEMENTOS							
NORMAL	N	P	K	Ca	Mg	Zn	Mn	Cu
	%						mg/kg	
	2.6	0.15	2.46	2.8	0.16	13	37	8
DEFICIENTE	1.39	0.15	2.33	4.2	0.11	11	50	10

En terreno se detectó una clorosis sectorizada en el huerto de cítricos, debido a lo cual se tomaron muestras foliares diferenciadas, cuyos resultados (Cuadro 6.20) reflejan bajos niveles de Nitrógeno.

Este problema fue superado con fertilización nitrogenada en dosis de 91 Unidad por ha.

Paralelamente se tomaron plantas que presentaban una deficiencia visual atribuible a falta de Zn, a las cuales se le aplicó quelatos de Zinc, encontrándose actualmente en evaluación.

a) Evaluaciones de terreno

Al igual que en todas las unidades desarrolladas con agricultores, se han tomado algunos parámetros relacionados directamente con el funcionamiento del riego, como la presión de operación del sistema, mojamiento del suelo y coeficiente de uniformidad. Estos antecedentes se indican en el Cuadro 6.21.

Cuadro 6.21: Antecedentes de operación del sistema de riego Unidad Portezuelo.

P.O.	C.U.	Ef. Apl.	Ks	Sup. Mojada
m.c.a.	%			%
7	87.0	79.1	0.91	30.0

La eficiencia de riego obtenida en el método de riego por microjet es casi 6 puntos inferior a los estándares del método. Ello es atribuible principalmente a las características de suelo en que se encuentra el huerto. El corresponde a lecho de una quebrada, muy lavado y de gran permeabilidad. Esto último se está manejando con la incorporación de materia orgánica, tendiendo a provocar una mayor retención de agua.

6.3.4 Unidad Demostrativa Crucecita

En el sector Crucecita se tiene dos unidades demostrativas, las cuales dan a conocer dos situaciones muy diferentes existentes en el valle. En la 1ª Unidad (ya descrita) se utiliza la gravedad; y en este caso se realiza una impulsión con una motobomba eléctrica, regando aguas arriba del canal y abajo de éste.

Esta Unidad involucra 1/3 de hectárea, cuyo cultivo es vid pisquera conducida en parronal español a 3 x 3 mt. La edad de estas parras es de 5 años desde su plantación.

El método de riego establecido corresponde a goteo, con goteros autocompensados de 4 l/hr, con sistema de fertirrigación incorporado. Los tiempos de riego son calculados con una tabla diseñada especialmente para este parronal y con antecedentes de evaporación obtenidos de una bandeja instalada el mes de diciembre de 1994.

En la fertilización del parronal se tomaron antecedentes de fertilidad natural del suelo y del contenido foliar de las plantas en el período de floración. Estos resultados aparecen en los Cuadros 6.22 y 6.23.

Cuadro 6.22: Contenido de elementos nutricionales en el suelo (A. Páez)

ELEMENTOS												
pH	M.O.	C.E.	N	P	K	Fe	Zn	Mn	Cu	Ca		Mg
	%	dS/m				mg/kg				meq/100 gr		
8.2	4.2	2.2	40	35	188	17.2	3.32	22.4	2.4	28.9		3.26

Cuadro 6.23: Contenido de elementos nutricionales a nivel foliar, vid M. de Austria (A. Páez)

ELEMENTOS FOLIARES								
N	P	K		Ca	Mg	Zn	Mn	Cu
			%				mg/kg	
2.59	0.23	1.32		2.10	0.32	31.0	160.0	20.0

Según estos antecedentes, corresponde una fertilización nitrogenada de 60 U. por hectárea. Esta se repartió en dosis de 1,5 kg de Nitrógeno al día por hectárea en el período de máxima demanda del cultivo, vale decir desde crecimiento de grano (3mm diámetro de baya) hasta inicios de pinta.

La fertilización de post-cosecha se recomendó hacerla con un 25% del nitrógeno correspondiente a la temporada; aplicándose al momento o posterior a la detención de crecimiento de brote.

a) Evaluaciones de terreno

Este sistema de riego se puso en operación en el mes de octubre/94 y se complementó con la puesta en operación de la bandeja de evaporación en el mes de diciembre de 1994.

Las mediciones realizadas para evaluar el funcionamiento del riego fueron:

- Presión de operación del sistema
- Coeficiente de uniformidad
- Porcentaje de suelo mojado
- Cosecha y grado de alcohol probable de la uva.

Esto aparece en el Cuadro 6.24.

Cuadro 6.24: Antecedentes de operación del sistema de riego Unidad Crucecita (Sr. A. Páez).

					RRENDIMIENTO/Ha		
P.O. m.c.a	C.U. %	Ef. Apl.	Ks	Sup. Mojada %	Kg. Bruto	Ω Brix	Total
14	82.5	78.3	0.95	30	9.601	15.0	11.992

La superficie de suelo mojado alcanzado asegura, aproximadamente, el 100% de rendimiento potencial, según lo considerado para condiciones áridas. Ello implicaría que se estaría llegando a una producción promedio de 40.000 kg. de uva por hectárea en período de plena producción. Por otro lado, la eficiencia de aplicación es baja (78,3%) lo cual refleja algunos problemas de manejo como la mala limpieza del sistema ocurrida en períodos críticos. Esto produjo un taponamiento, si bien no fue total, pero sí afectó la uniformidad de descarga de los goteros. Este problema se intentará corregir con aplicaciones de ácido e hipoclorito de sodio a presión en período de receso invernal.

6.3.5 Unidad Demostrativa Pedregal: Invernadero

En el sector de Pedregal se está realizando una unidad demostrativa de riego tecnificado y manejo de hortalizas en invernadero. Esta unidad ha sido pospuesta debido a retraso en la instalación del tendido eléctrico de la zona, debido a lo cual no fue posible instalar la unidad antes de marzo 95, mes en el cual se conectó la energía eléctrica.

El agricultor posee un módulo de 3 naves de invernadero, lo que representa una superficie de 540 m^2, cuyo cultivo ha sido de tomates, regados por surco, en temporadas anteriores.

En la actualidad, producto del proyecto, se encuentra implementado un sistema de riego accionado por una motobomba eléctrica de 1,5 HP y caudal de 83 l/min, lo que implica el riego simultáneo de dos módulos similares y diariamente se podrá cubrir una superficie de 3.200 m^2 de invernadero.

Los estudios preliminares realizados permitieron caracterizar la fertilidad natural del suelo, para ello se tomaron muestras compuestas de suelo, las que fueron analizadas en los laboratorios de fertilidad de suelo pertenecientes a INIA. Ello determinó los siguientes niveles de elementos, presentados en el Cuadro 6.25.

Cuadro 6.25: Niveles de fertilidad de suelo en Unidad Pedregal (invernadero)

pH	M.O.	C.E.	N	P	K	Fe	Zn	Mn	Cu	Ca	Mg
	%	dS/m	———			mg/kg	———			meq/100 gr	
8.0	6.8	2.1	4.3	123	513	15.6	5.0	21.8	2.8	30.2	4.28

Del análisis de estos resultados se desprende la existencia de bajos niveles de Nitrógeno disponible en el suelo, lo cual implica la adición de fuertes cantidades de este elemento al suelo, más aún si se pretende sustentar un cultivo de tomate, el cual demanda niveles de 600 a 700 unidades de Nitrógeno por hectárea.

Los niveles de materia orgánica son buenos en estos suelos, por lo cual no sería prioritario la aplicación de guano.

Se realizará un cultivo en camellones con doble hilera de tomates a una distancia 0,3 x 0,75 m. Se usará una cubierta de mulch plástico sobre los camellones. El riego será de cintas con un gasto de 5 l/hr/ml.

La conducción de las plantas se realizará a través de cintas (gareta) conectada en una estructura de enmallado de alambre.

El riego será programado según tabla de riego (Cuadro 6.26) y evaporación de bandeja de la estación agrometeorológica San Félix.

Cuadro 6.26: Tabla de Tiempos de riego para el cultivo de tomates en invernadero (V. Cruz), considerando estado de desarrollo y evaporación diaria de bandeja.

INIA - HUASCO	**MILIMETROS EVAPORADOS (mm/día)**											
Programa Riego	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
EST. DESARROLLO	**TIEMPO DE RIEGO (minutos)**											
Plantación	0	1	1	2	2	3	3	4	4	4	5	5
1° Racimo floral	2	4	7	9	11	13	15	17	20	22	24	26
Fruto 10 mm	3	6	9	13	16	19	22	25	28	31	34	38
Pinta	5	9	14	19	24	28	33	38	42	47	52	56
Inicio cosecha	7	13	20	26	33	39	46	53	59	66	72	79
Plena cosecha	7	15	22	30	37	45	52	60	67	75	82	90

Se ha programado la plantación para fines de abril. El almácigo fue sembrado la primera semana de marzo. La variedad corresponde a tomate híbrido FA 144, considerado tomate de larga duración, especialmente apto para condiciones de lejanía de centros de consumo, permitiendo una mejor conservación de post cosecha.

6.3.6 Unidad Demostrativa Imperial Bajo

En el sector de Imperial Bajo, zona situada aguas abajo del Tranque Santa Juana, se está desarrollando una unidad demostrativa para evaluar las ventajas que presenta un sistema de manejo de cultivo bajo plástico con riego por cintas. Para ello se consideró la utilización de un invernadero (módulo de 3 naves), con características propias de invernaderos de alta tecnología (dos aguas, lucarna y altura apropiada). En el se desarrollaron tres cultivos hortícolas (tomate, berenjena, ají). En el manejo de los invernaderos se controló: temperatura, humedad del suelo y comportamiento de las plantas. En el caso de tomate la conducción fue a través de gareta, controlándose la poda, raleo y aplicación de hormonas.

En relación al cultivo de tomate, en el período de heladas (junio) se vió afectada esta especie, provocando aborto floral y quemaduras en hojas basales de las hileras ubicadas en los bordes del invernadero. La temperatura mínima que se obtuvo en el interior del invernadero fue de -1°C el día 21 de julio, lo que fue medido con un termómetro en el interior de éste.

Se realizaron aplicaciones de hormona (auxinas) a los racimos florales (flor expuesta). Esta tecnología se le está enseñando al agricultor, como también lo concerniente a poda. El uso de variedades de punta, como ser el cv Irazu es muy adecuado para cultivarlo bajo plástico, usando mulch y conducción por "gareta".

El rendimiento por planta fue de 5,3 kg, valor considerado excelente en condiciones de invernadero.

En el caso de Berenjena, se está usando en híbrido Blacknite, el que se plantó a una distancia de 0,5 x 0,7 mt. en hileras simples. Esta es una especie que requiere de una temperatura algo superior a la requerida por tomate y ají. Debido a lo anterior se decidió plantar esta especie en la nave intermedia del módulo.

La distancia de plantación no fue la óptima para las condiciones del valle, a pesar de que Giaconi y Escaff (1993) la recomiendan como óptima.

Según los antecedentes recogidos se debe ampliar la distancia de plantación a 0,75 x 0,6 y de esta manera evitar emboscamiento, lo que significa una pérdida de calidad del fruto al tomar éste una coloración no apta para los requerimientos de consumidores.

En relación a la fenología de la berenjena, se produjeron las primeras flores una vez transcurridas 6 semanas desde su plantación. El rendimiento total fue de 16.116 unidades por ha, nivel muy por debajo de los estándares de la especie.

Por su parte, el cultivo de Ají, dadas las condiciones ambientales (T°, H.R.), no tuvo el comportamiento esperado; sin embargo, el manejo general del riego y el control de malezas, se ha facilitado con el riego por cintas y uso de mulch. Otro problema encontrado fue el ataque de insectos cortadores, situación común en cultivos hortícolas de la zona. En esta ocasión se ha demostrado la efectividad de una aplicación de pesticida vía goteo, con lo cual se detuvo el ataque de estos insectos. Igualmente común en invernaderos de la zona es el ataque de ácaros en ají. Este ataque está asociado a la presencia de malezas en el suelo, y que en el caso del uso de mulch se disminuyó la presencia de malezas en más del 90%, limitándose solamente a los orificios de plantación. Sin embargo, el ataque de ácaros fue muy focalizado, el cual se erradicó sin problema con efectivas aplicaciones de acaricidas.

Las plantas de ají al encontrarse en un ambiente nutricional excelente para su crecimiento vegetativo; manifiestan un desbalance entre vegetación y producción; afectando seriamente los rendimientos.

Esto es importante considerarlo en invernaderos que reciben riegos periódicamente, pues se está favoreciendo el follaje en desmedro de la floración, es por ello que una vez formado el material productivo, es decir, los ejes, se debe reducir al mínimo o suspender, según los análisis de fertilidad de suelo, los niveles de nitrógeno aplicados, favoreciendo de esta manera la floración.

En post cuaja es importante la fertilización nitrogenada para favorecer el crecimiento del fruto. De no tenerse un suministro adecuado, el fruto quedará con un tamaño muy pequeño y no comercial.

Las labores de riego fueron realizadas considerando la evaporación de bandeja y la humedad existente en el suelo. Esta evaporación fue tomada como referencia a la encontrada en la estación meteorológica Santa Juana y las tablas de riego que aparecen en los Cuadros 6.27 y 6.28.

Cuadro 6.27: Tabla de tiempo de riego para ají, expresado en minutos (J. Rizik), considerando estado de desarrollo y evaporación diaria de bandeja.

INIA - HUASCO	MILIMETROS EVAPORADOS (mm/día)											
Programa Riego	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EST. DESARROLLO	TIEMPO DE RIEGO (minutos)											
Plantación	0	1	1	2	2	3	3	4	4	4	5	5
Crecimiento	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
Abotonamiento	4	8	12	16	20	23	27	31	35	39	43	47
Floración	5	10	15	20	25	30	34	39	44	49	54	59
Crec. de fruto	5	10	16	21	26	31	37	42	47	52	57	63
Cosecha	5	9	14	19	24	28	33	38	42	47	52	56

Cultivo: Ají

Cuadro 6.28: Tabla de tiempo de riego para tomates, expresado en minutos (J. Rizik), considerando estado de desarrollo y evaporacion diara de bandeja.

INIA - HUASCO	MILIMETROS EVAPORADOS (mm/día)											
Programa Riego	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EST. DESARROLLO	TIEMPO DE RIEGO (minutos)											
Plantación	0	1	1	2	2	3	3	4	4	4	5	5
1° Racimo floral	2	4	7	9	11	13	15	17	20	22	24	26
Fruto 10 mm	3	6	9	13	16	19	22	25	28	31	34	38
Pinta	5	9	14	19	24	28	33	38	42	47	52	56
Inicio cosecha	7	13	20	26	33	39	46	53	59	66	72	79
Plena cosecha	7	15	22	30	37	45	52	60	67	75	82	90

La fertilización tomó como base dos análisis de suelo, los cuales se realizaron previo a la plantación de las diferentes hortalizas.

Estos resultados se presentan en el Cuadro 6.29.

Cuadro 6.29: Niveles de fertilidad de suelo en Imperial (invernadero)

ELEMENTOS											
pH	M.O.	C.E.	N	P	K	Fe	Zn	Mn	Cu	Ca	Mg
	%	dS/m	———		———	mg/kg		———		meq/100 gr	
7.8	3.0	3.8	72	103	376	8.8	2.18	16.2	2.8	22.0	2.48

Los niveles de distintos elementos no significan una deficiencia absoluta. Sin embargo, dada la intensidad de la explotación, se recomendó realizar elevadas aplicaciones de nitrógeno especialmente en tomates, llegando a valores de 300 unidades de Nitrógeno, 400 U.P. y 280 U.K.

En ají se aplicó dosis de 110 UN, 150 UP y 58 UK. En berenjena se aplicó 330 UN, 110 UP y 170 UK, todo se parcializó periódicamente por el goteo.

Las fechas de plantación y rendimientos obtenidos por hectárea aparecen en el Cuadro 6.30.

Cuadro 6.30: Fecha de plantación y rendimiento de tres hortalizas bajo plástico en Imperial.

ESPECIE	VARIEDAD	FECHA PLANTACION	PERIODO DE COSECHA	RENDIMIENTO POR HA
Tomate	Irazu	01 junio/94	21/09 - 19/12	230.400 kg
Berenjena	Blacknite	07 junio/94	21/09 - 15/10	16.116 Unidades
Ají	Cristal	08 junio/94	22/10 - 05/11	19.12 kg

Los rendimientos de berenjena y ají fueron muy pobres, lo cual se debe a que las condiciones de los invernaderos fueron optimizados para el tomate, especie altamente rentable, en desmedro de la berenjena y del ají, cuyos requerimientos de temperatura son superiores a las del tomate (los tres cultivos, de tomate, berenjena y ají, estaban bajo un mismo invernadero). Sin embargo, las condiciones de manejo mostradas permiten establecer las ventajas que significa un riego por goteo, ya sea en el ahorro en la aplicación de agua, como del control de malezas y una menor utilización de la mano de obra, recurso muy escaso en el valle del Huasco.

En la temporada 95/96 se ha ampliado la unidad, trabajando en casetas o invernaderos exclusivos de tomates y otra de berenjena, abarcando en total una superficie aproximada de 2.000 m^2.

6.3.7 Unidad Demostrativa La Verbena

Esta unidad se está desarrollando en un huerto de paltos, el cual presenta gran desnivel, con respecto a un estanque ubicado en cota superior.

Aprovechando dicha condición se instaló un sistema de riego presurizado tipo microjet, el cual viene a reemplazar el antiguo método por tendido, el cual además de ser ineficiente en la aplicación del agua, acelera los procesos de erosión del escaso suelo existente en laderas del valle.

Esta unidad se encuentra en operación desde el mes de octubre de 1994, funcionando con una presión de operación de 27 m.c.a., presión que la da la diferencia de cota (canal-huerto). Antecedentes de operación del sistema de riego se indican en el Cuadro 6.31.

Cuadro 6.31: Evaluaciones de riego por microjet La Verbena.

P.O.	C.U	Ef. apl.	Ks	Suelo mojado
m.c.a.	%	%		%
27	86.0	81.7	0.95	58.0

Indudablemente que la presión de operación juega un rol importante en la amplitud del mojamiento del jet, el cual presenta un diámetro de 2,3 mt y que significa un 58.0% de superficie mojada en árboles plantados a 8 x 8 mt.

6.3.8 Unidad Demostrativa Chañar Blanco

Esta unidad corresponde a la de mayor superficie realizada con el proyecto, en la que se mejoró el riego en 0,7 ha. Una superficie equivalente seguirá regándose con el sistema tradicional, a modo de comparación.

Aquí se utiliza la diferencia de cota entre canal y huerto, lo que genera una presión de operación de aproximadamente 10 m.c.a. Los emisores corresponden a microjet de 40 l/hr.

El sistema de filtraje, que consta de filtros de arena (2) y filtro de malla (1) como también del equipo fertilizador, fue confeccionado íntegramente por los agricultores, empleando para tal efecto, chatarra obtenida de otros elementos en desuso.

Producto de algunos problemas de implementación esta unidad se ha retrasado en ponerse en operación; sin embargo, se han realizado algunos estudios de fertilidad de suelo y análisis foliares en los paltos cv. Hass.

Estos resultados se presentan en el Cuadro 6.32 y 6.33.

Cuadro 6.32: Resultado de análisis de fertilidad de suelo, Chañar Blanco.

ELEMENTOS											
pH	M.O. %	C.E. dS/m	N	P	K	Fe	Zn	Mn	Cu	Ca	Mg
						mg/kg				meq/100 gr	
8.4	2.4	1.7	30	13	225	8.6	1.52	18.8	2.6	21.7	2.57

Cuadro 6.33: Niveles de fertilidad foliar en paltos cv. Hass.

NIVELES DE ELEMENTO								
N	P	K		Ca	Mg	Zn	Mn	Cu
			%				mg/kg	
1.91	0.10	1.14		2.0	0.41	24	155	15

Los niveles de pH del suelo se encuentra en nivel alto, sin embargo, la salinidad es relativamente baja, según lo mostrado por la conductividad eléctrica y los niveles de Fe y Mn no son limitantes para el cultivo de paltos.

Por otra parte, a nivel de elementos foliares, estos se encuentran en rangos adecuados. En el caso del Nitrógeno, éste está más próximo a niveles de deficiencia.

Debido a lo anterior, es recomendable la aplicación de nitrógeno en forma amoniacal, que como compuesto acidificante del suelo, contribuye a bajar el pH de éste y así solubilizar algunos micronutrientes que pudieran llegar a ser limitantes, especialmente del Fe, en invierno.

6.3.9 Unidad Demostrativa Olivos - Huasco

En el valle del Huasco, existe un 10% de la superficie cultivada que se dedica a la explotación de olivo.

Como se ha mencionado en el capítulo de parámetros de diseño, en cuanto a la necesidad de adecuar un sistema de riego de bajo costo, que mejore la eficiencia de aplicación del agua en este cultivo y que además permita, a través del manejo del agua, optimizar la fertilización y controlar las malezas; como una forma de atenuar el añerismo en olivos; resulta del mayor interés incorporar una unidad demostrativa con tal objetivo.

Es por ello que está en proceso de implementación, una unidad de riego en olivos que permite la entrega localizada del agua de riego a través de tuberías y válvulas existentes en cada taza del árbol.

Para la ejecución de trabajo se cuenta con una parcela de 0,5 ha, ubicada en el sector de Huasco Puerto, de propiedad del Sr. Homero Callejas.

Esta parcela presenta las condiciones predominantes del sector olivícola del valle, con suelos en pendientes y microrelieve abundante. Este último aspecto dificulta bastante al sistema de riego utilizado actualmente (tendido).

En esta unidad se pretende mejorar la eficiencia de riego en olivos, con un sistema de riego de bajo costo y evaluar lo que significa este riego en cuanto a incremento de producción y disminución de labores de manejo general del huerto de olivos.

Esta unidad estará en pleno funcionamiento a fines de mayo/95.

REFORZAMIENTO DE LA ACCION DE INVESTIGACION

7. REFORZAMIENTO DE LA ACCION DE INVESTIGACION

Uno de los aspectos considerados con el Convenio, dice relación con la acción que el Proyecto tendría en aspectos de investigación, como una forma de apoyar y generar información local para el desarrollo del trabajo con los agricultores.

En este sentido, la actividad fue abordada con el establecimiento de 2 Parcelas Experimentales, con las siguientes características:

- Parcela Experimental Ventanas. Ubicada en la Hacienda del mismo nombre, hacia el nor - oeste de Vallenar y orientada a trabajos en el rubro frutales.

- Parcela Experimental Las Compañías. Ubicada en el sector sur - oeste de Vallenar, que se destinó a trabajos en el rubro hortalizas.

A continuación, para cada caso se hará una descripción de ellas y de las actividades que se han desarrollado y en resultados obtenidos a la fecha.

7.1 PARCELA EXPERIMENTAL DE FRUTALES

En el año 1982 se inició un estudio denominado "Introducción de nuevas especies y variedades frutales en la III Región, el que fue desarrollado técnicamente por el INIA y financiado el primer año por SERPLAC - Atacama. A contar de 1983, CORFO se hizo cargo del financiamiento de dicho proyecto, el que se dio por finalizado en 1988.

El estudio tuvo como objetivo la búsqueda de alternativas frutícolas que permitieran aprovechar en forma óptima los recursos agroclimáticos favorables que presenta la III Región, permitiendo de esta forma diversificar las estructura productiva.

El estudio consideró el establecimiento de huertos experimentales en diversas localidades, siendo una de ellas la hacienda Las Ventanas en el Valle del Huasco, ubicada a 28°34' latitud sur y 70°52' longitud oeste. Cada huerto tenía una superficie aproximada de 1,5 há, la que fue cedida en comodato por los dueños de los predios, por un período de ocho años.

Información específica sobre los resultados obtenidos se puede encontrar en las informaciones anuales que el INIA entregó a CORFO. El más importante es el informe final "Investigación en la introducción de nuevas especies y variedades frutales, III Región", Gerencia de Desarrollo de CORFO, Código AA86/4 de Julio 1989.

A partir de Julio de 1993, y con fondos provenientes de la Comisión Nacional de Riego, a través de proyecto "Validación de tecnologías de riego en el valle del Huasco, III Región", el Programa Frutales y Viñas del INIA, Centro Regional de Investigación Intihuasi, tomó nuevamente a su cargo el trabajo de investigación en el huerto ubicado en Hacienda Las Ventanas.

El trabajo original contempló el estudio de diversas especies frutales, tanto de hoja caediza como de hoja persistente. Como consecuencia de los cuatro años de ausencia por parte del INIA, los árboles de hoja caediza (duraznos, manzanos, damascos, ciruelos, caquis) sufrieron una fuerte reducción en su crecimiento, e incluso muchos de ellos se secaron. Por esta razón, los especialistas del Programa Frutales decidieron trabajar, en esta nueva etapa, sólo con frutales de hoja persistente que tuvieron un comportamiento adecuado luego del período de falta de trabajo.

En el Cuadro 7.1 se presenta el listado de especies y variedades que se evaluaron. Originalmente se establecieron 10 plantas por variedad, excepto los cítricos que tuvieron sólo 5. La distancia de plantación es de 10 x 5 m. Las plantas de algunas especies (p. ej. cítricos) se retomaron en muy mal estado y para recuperarlas se elaboró un plan de manejo integrado (fertilidad y sanidad).

El objetivo de este nuevo estudio fue continuar evaluando el comportamiento de diversas especies frutales de tipo subtropical bajo las condiciones del área de Hacienda Las Ventanas en el Valle del Huasco.

a) Trabajos de habilitación de la parcela y recuperación de los árboles

El principal objetivo de los trabajos realizados en la temporada 1993-1994, fue habilitar nuevamente el huerto y recuperar el vigor de los árboles. Para ello se contrató un trabajador dedicado tiempo completo a las labores del huerto.

Los trabajos de habilitación del huerto consistieron en lo siguiente:

- Instalación de cerco de malla en la periferia del huerto.

- Colocación de dos cortinas cortaviento con malla Raschel 50%, a una altura de 5 metros y separadas 50 metros una de otra.

- Instalación de una estación metereológica, la que contiene una bandeja de evaporación clase A, un pluviómetro, termómetro de máxima y mínima a 15 cm sobre la superficie del suelo y un higrotermógrafo colocado dentro de un cobertizo.

Con el propósito de incrementar el vigor de los árboles se han efectuado labores de manejo, tales como:

- Poda severa

- Fertilización nitrogenada mediante la aplicación de salitre potásico en dosis de 40 unidades por há.

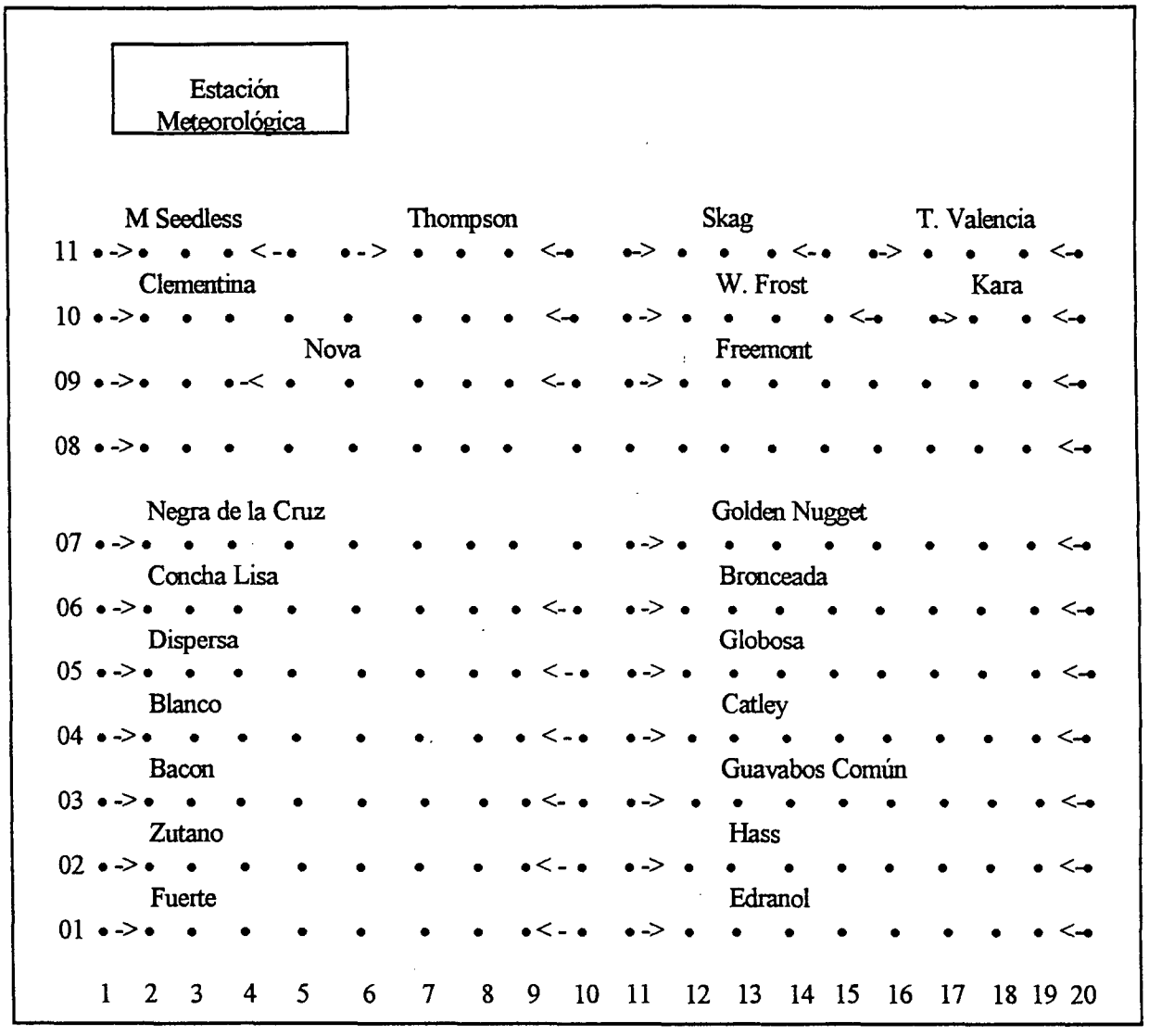
- Control de plagas como conchuelas en paltos y cítricos y chanchito blanco en chirimoyos. En estos casos se usó el producto Diazinon 60E en dosis de 80 cc/100 lt.

- Control de malezas mediante el empleo de herbicidas específicos.

Cuadro 7.1: Especies y variedades frutales en estudio

ESPECIE	VARIEDAD	
Palto	Fuerte	Zutano
	Edranol	Bacon
	Hass	Negra de la Cruz
Lúcumo	Dispersa	
	Globosa	
Guajabo	Común	
	Blanco	
	Catley	
Chirimoyo	Concha Lisa	
	Bronceada	
Níspero	Golden Nugget	
Cítricos	Thompson	
	Skag	
	Tardía de Valencia	
	Clementina	
	Kara	
	Washington Frost	
	Harsh Seedless	
	Nova	
	Freemont	

Figura 7.1: Plano esquemático del huerto frutal Hacienda Ventanas.



b) Manejo Agronómico

Durante el período se presentaron problemas relacionados con plagas y malezas. Fue necesario controlar ataques de conchuelas en paltos y cítricos, y chanchito blanco en chirimoyos, guayabos y lúcumos. Para controlar ambas plagas se aplicó el insecticida D.Z.N.(E.C.) en dosis de 80cc por 100 lt agua. También se controló pulgones en cítricos y chirimoyos con Metasystox en dosis de 80cc por 100 lt. agua.

El control de maleza se efectuó mediante el uso de herbicidas específicos. Las malezas predominantes han sido chépica, correhuela y diversas malezas anuales. En el primer caso se usó Roundup en dosis de 1.5%, en el segundo MCPA al 1% y en el tercero Gramoxone en dosis de 0.6-0.8%.

La fertilización consistió en la aplicación de nitrógeno en forma de salitre potásico en dosis de 80 unidades de nitrógeno por hectárea en paltos y chirimoyos, 60 unidades en cítricos y 45 unidades en guayabos, lúcumos y nísperos, en la 1ª Temporada (93/94).

En la segunda temporada (94/95), en paltos y chirimoyos se aplicó el equivalente a 120 unidades de nitrógeno por hectárea, en cítricos 80 unidades y en guayabos, lúcumos y nísperos 60 unidades, utilizando la misma fuente fertilizante.

El manejo fitosanitario ha comprendido la aplicación del producto Aliette a dos árboles de palto variedad Fuerte afectados por el hongo del suelo Phytophthora sp.

Entre los insectos, el ataque de chanchito blanco (Pseudococcus sp.) es un problema recurrente en chirimoyos, guayabos, lúcumos y cítricos. Para su control se utilizó el producto Diazinon EC en dosis de 80cc por 100 lt. agua. Para controlar focos de pulgones en cítricos y chirimoyos se asperjó Metasystox en dosis de 70cc por 100 lt. agua. Se detectó la precencia del insecto llamado burrito (Naupactus xanthographus) en forma generalizada obligando a la colocación de la banda insecticida INIA 82-4 en todos los árboles.

El manejo apropiado de recuperación de los árboles de chirimoyo permitió efectuar en el mes de Diciembre, una poda de producción con el objetivo de incrementar el número de flores por árbol y consecuentemente el rendimiento.

Durante la primavera se efectuó una poda suave, que consistió en la eliminación de ramas secas, en paltos, nísperos y cítricos. En guayabo común se hizo una poda fuerte en algunos árboles, de manera de disminuir su altura y tener una mayor brotación en la parte media del árbol.

c) Evaluaciones

En el Cuadro 7.2 se presentan los resultados de perímetro de tronco para las diversas variedades en estudio. Un importante incremento se registró en paltos Hass y Negra de la Cruz, chirimoyos White y Pierce, guayabo común, naranjas Thompson, Tardía de Valencia y Washington Frost y mandarina Clementina.

Las evaluaciones en variedades de guayabo se indican en el Cuadro 7.3. Destaca la mayor producción y número de frutos en la variedad Catley comparado con la variedad Blanco. En paltos la variedad Zutano tuvo la mayor producción y peso promedio de fruto (Cuadro 7.4). En el Cuadro 7.5 es posible apreciar que las variedades Edranol y Hass tienen los menores porcentajes de semilla en relación al peso total del fruto. Es decir, son variedades de semilla más pequeña. Normalmente las paltas se cosechan con un contenido aproximado de aceite de 8%. Para el caso de Edranol la cosecha se adelantó y en Hass se atrasó.

En el Cuadro 7.6 se indican las fechas de floración y cosecha para las diversas variedades de chirimoyo. Se comparan las variedades comerciales más importantes en nuestro país, Concha Lisa y Bronceada, con variedades introducidas desde USA, White, Spain, Chaffe, Booth y Pierce. No se observan diferencias importantes en el período de floración. Destaca la madurez tardía de las variedades Pierce y especialmente Booth, la que tuvo un retraso de aproximadamente treinta días respecto de las otras variedades. Cabe hacer notar que durante el período de floración, las flores fueron polinizadas manualmente de acuerdo con la técnica estándar utilizada en huertos comerciales.

La producción, número de frutos por planta y el peso promedio de frutos se presentan en el Cuadro 7.7. Las variedades Concha Lisa y Bronceada registraron las mayores producciones, aunque es necesario señalar que estos árboles son cuatro años más antiguos que aquellos de las variedades americanas. Del mismo modo, las variedades comerciales tuvieron un peso de fruto significativamente superior a las variedades de USA, destacando la variedad Bronceada con un peso promedio de fruto superior a 500 g. En la Figura 7.2 se representa la distribución de los frutos por variedad, de acuerdo a las diferentes categorías comerciales. En las variedades americanas el mayor porcentaje de la fruta es en las categorías más bajas, es decir, frutos con peso inferior a 400 gramos. Por otro lado, en Concha Lisa y Bronceada se registró una mayor distribución en las categorías superiores.

Con el propósito de recuperar los árboles de chirimoyo, los que se encontraban bastante deteriorados, el manejo del primer año consistió en podarlos fuerte y aplicarles nitrógeno en dosis de 80 unidades/ha. La respuesta en los árboles se manifestó en mayor número y largo de brotes. Para evaluar el estado nutricional de los árboles se tomaron muestras de hojas para determinar los contenidos de nitrógeno, fósforo y potasio. Los resultados se presentan en el Cuadro 7.8. Los contenidos de los tres elementos son considerados normales. Las muestras de hojas fueron obtenidas en el mes de Julio.

Cuadro 7.2 : Perímetro de tronco expresado en cm., medido en diciembre de 1993 y septiembre de 1994.

ESPECIE	VARIEDAD	PERIMETRO DE TRONCO (cm)		INCREMENTO
		DICIEMBRE	SEPTIEMBRE	(cms)
Paltos	Zutano	57,3	57,4	0,1
	Bacon	38,3	40,0	1,7
	Edranol	56,8	57,9	1,1
	Fuerte	56,7	58,2	1,5
	Hass	56,9	59,0	2,1
	N. de la Cruz	48,1	50,5	2,4
Chirimoyos	C. Lisa	43,8	45,8	2,0
	Bronceada	44,8	46,4	1,6
	White	21,0	23,7	2,7
	Spain	20,0	22,3	2,3
	Chafea	21,8	23,2	1,4
	Booth	21,0	22,9	1,9
	Pierce	16,5	19,5	3,0
Níspero	G. Nugget	43,8	45,1	1,3
Guayabo	Común	45,1	47,7	2,6
	Blanco	13,1	13,1	0,2
	Catley	16,9	17,5	0,6
Lúcumo	Dispersa	16,5	18,2	1,7
	Globosa	30,7	31,6	0,9
Cítricos				
Naranja	Thompson	22,5	25,4	2,9
	Skag	31,9	31,9	0,0
	T. Valencia	25,7	28,3	2,6
	W. Frost	25,7	29,3	3,6
Mandarinas	Kara	17,0	18,0	1,0
	Clementina	26,7	29,4	2,7
	Nova	19,0	20,3	1,3
	Fremont	16,1	17,9	1,8
Pomelo	M. Seedless	29,5	30,5	1,5

Cuadro 7.3: Fecha de cosecha, producción frutos por planta y peso promedio del fruto de guayabos. 1994.

VARIEDAD	PERIODO DE COSECHA		PRODUCCIÓN KG/PLANTA	FRUTOS/ PLANTA	PESO PROM. FRUTO (g)
	DESDE	HASTA			
Catley	5/5	1/8	20.0	2.555	8.4
Blanco	20/5	11/8	9.4	1.178	8.1

Cuadro 7.4: Fecha de cosecha, producción frutos por planta y peso promedio del fruto en paltos. 1994.

VARIEDAD	PERIODO DE COSECHA		PRODUCCIÓN KG/PLANTA	FRUTOS/ PLANTA	PESO PROM. FRUTO (g)
	DESDE	HASTA			
N. de la Cruz	25/4	4/7	11,1	64	169,5
Zutano	15/7	3/8	46,9	204	222,3
Bacon	17/7	16/8	41,1	239	172,6
Edranol	28/6	18/8	22,2	137	161,8

Cuadro 7.5: Determinación del porcentaje de aceite en paltos. 1994.

VARIEDAD	FECHA MEDICIÓN	PESO FRUTO (g)	PESO SEMILLA (g)	% (*)	PESO PULPA (g)	PORC. ACEITE EQUIVALENTE (**)
Zutano	14/7	261,1	45,9	22,0	201,6	7,6
Bacon	14/7	202,2	43,5	24,9	174,5	8,0
Edranol	14/7	169,3	17,9	11,6	154,3	6,0
Hass	30/8	221,3	23,5	12,6	185,8	12,0

(*) Relación porcentaje del peso de semilla respecto peso total.
(**) Estimado en base a peso seco (según tabla).

Cuadro 7.6: Período de floración y cosecha en chirimoyos. 1994.

VARIEDAD	PERIODO DE FLORACIÓN		PRODUCCIÓN DE COSECHA	
	DESDE	HASTA	DESDE	HASTA
Concha Lisa	11 Enero	11 Frebrero	05 Agosto	05 Octubre
Bronceada	07 Enero	08 Febrero	30 Agosto	28 Septiembre
White	04 Enero	23 Febrero	30 Agosto	05 Octubre
Spain	04 Enero	23 Febrero	30 Agosto	05 Octubre
Chaffe	04 Enero	23 Febrero	30 Agosto	05 Octubre
Booth	04 Enero	23 Febrero	28 Septiem.	20 Octubre
Pierce	04 Enero	23 Febrero	12 Septiem.	———

Cuadro 7.7: Producción, número de frutos por planta y peso promedio del fruto de chirimoya. 1994.

VARIEDAD	PRODUCCIÓN PLANTA (kg)	N° FRUTOS POR PLANTA	PESO PROMEDIO DEL FRUTO (g)
Concha Lisa *	22.1 ± 8.1	51 ± 14	428.8 ± 77.1
Bronceada *	29.6 ± 15.6	56 ± 29	518.5 ± 65.6
White **	15.7 ± 10.5	53 ± 38	301.0 ± 30.0
Spain **	7.6 ± 4.5	22 ± 14	363.5 ± 17.8
Chaffe **	13.1 ± 2.6	42 ± 12	320.0 ± 26.7
Booth **	5.5 ± 1.1	15 ± 3	364.6 ± 32.6
Pierce **	1.9 ± 0.7	6 ± 3	343.1 ± 56.9

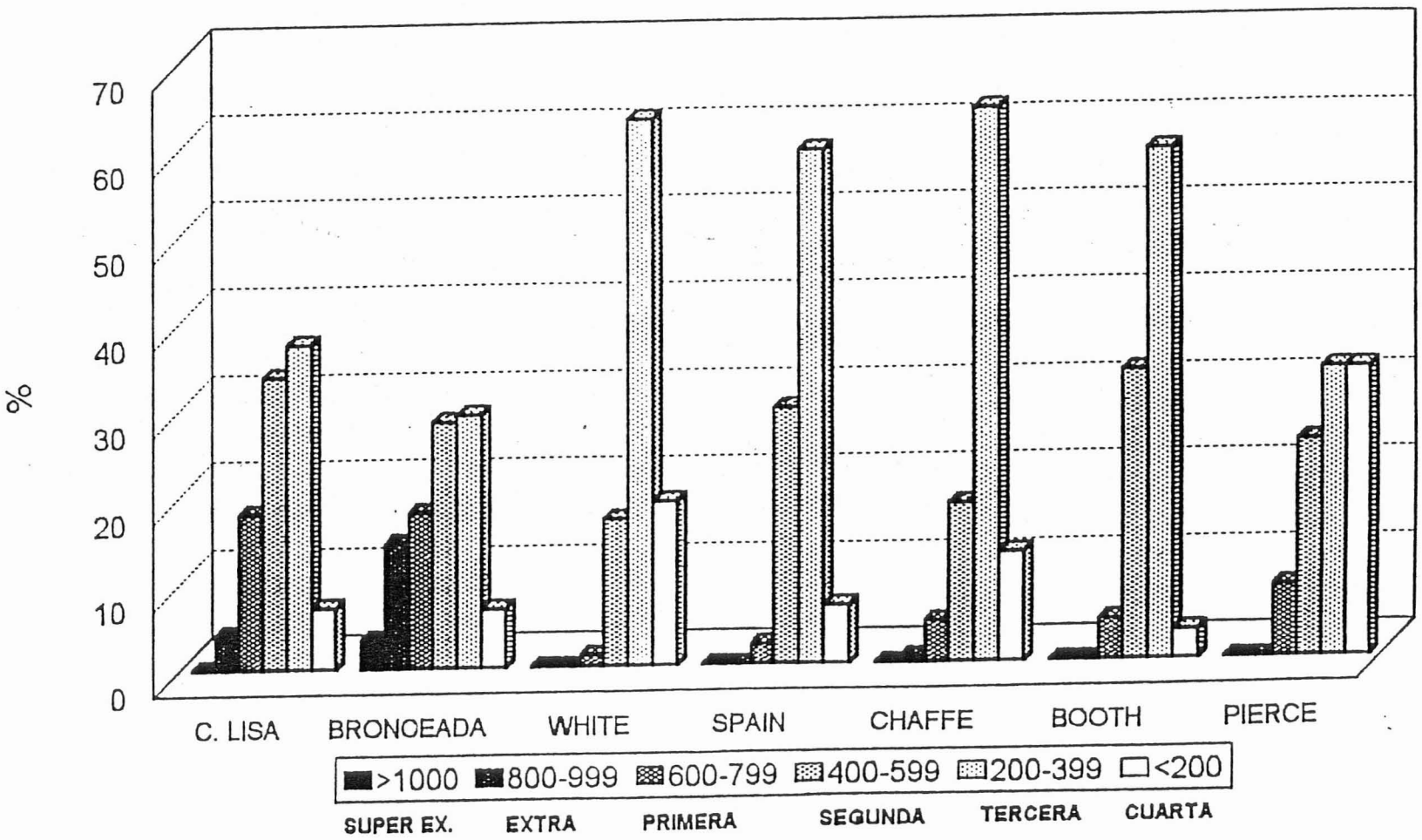
(*) Arboles establecidos en Marzo de 1983.
(**) Arboles establecidos en Marzo de 1987.

Cuadro 7.8: Contenidos foliares de nutrientes en chirimoyo. 1994.

VARIEDAD	E L E M E N T O S		
	N(%)[1]	P(%)	K(%)
Concha Lisa	2.96	0.16	1.40
Bronceada	2.77	0.15	1.14
White	2.34	0.17	1.01
Spain	3.00	0.16	1.30
Chaffe	2.96	0.17	1.07
Booth	3.17	0.18	1.36
Pierce	2.54	0.19	1.66

(1) Porcentaje en base a materia seca.

FIG. 7.2. DISTRIBUCION DE FRUTOS POR CATEGORIA EN CHIRIMOYO, SEGUN PESO (g). 1994



d) Información Agrometeorológica.

En el huerto experimental se estableció una estación agrometeorológica que contiene un termohigrógrafo (en cobertizo), termómetros al aire libre a 1,5m y a 15 cm. de altura desde el suelo y una bandeja de evaporación. La información de temperatura promedio máxima, mínima y media y horas de frío bajo 7°C, se señala en el Cuadro 7.9. En el invierno de 1994 se registraron 296 horas de frío. Esta cantidad es baja si se piensa establecer frutales de hoja caediza de variedades tradicionales. Bajo estas condiciones se debe pensar en variedades de bajo requerimiento de frío (inferiores a 400 horas). Las temperaturas promedio máxima y mínima al aire libre (15 cm sobre el suelo) y las temperaturas máximas y mínimas absolutas a 1,5 m y 15 cm del suelo, se indican en los Cuadros 7.10, 7.11 y 7.12, respectivamente. Es importante señalar que la incidencia de heladas se puede detectar con las temperaturas absolutas a 15 cm sobre el suelo (Cuadro 7.12). En 1994 se registraron temperaturas bajo 0°C en los meses de Mayo y Junio. Los valores de humedad relativa en cobertizo y evaporación de bandeja se señalan en el Cuadro 7.13.

e) Conclusiones

Los árboles de chirimoyo y palto han mostrado un buen comportamiento bajo las condiciones del huerto experimental. Esto se manifiesta en un adecuado crecimiento y en un alta producción y calidad de fruta. Ambas especies se consideran promisorias para condiciones similares a las de Hacienda Las Ventanas. Los cítricos han tenido una buena respuesta a la fertilización y control de plagas; sin embargo, persisten problemas asociados a la falta de portainjertos adecuados para suelos con carbonato de calcio. Sería interesante evaluar cítricos, guayabas y lúcumos bajo otras condiciones agroecológicas.

Cuadro 7.9: Temperatura maxima, mínima, media de cobertizo y horas frío (Localidad: Hacienda Las Ventanas)

MES	T° MAXIMA	T°MINIMA	MEDIA	HORAS FRIO
Septiembre 1993	20.8	7.0	13.9	78
Octubre	21.5	6.7	14.1	54
Noviembre	23.1	9.4	16.3	-----
Diciembre	24.2	10.9	17.6	-----
Enero 1994	25.8	13.4	21.1	-----
Febrero	24.5	11.9	18.2	-----
Marzo	24.4	11.5	18.0	-----
Abril	23.0	10.3	16.7	-----
Mayo	21.2	8.1	14.7	23
Junio	19.6	6.4	13.0	96
Julio	19.7	5.4	12.6	123
Agosto	19.7	7.3	13.5	54
Septiembre	22.4	8.8	15.6	-----
Octubre	26.5	10.3	18.4	-----
Noviembre	24.5	11.0	17.8	-----
Diciembre	26.4	13.2	19.8	-----
Enero 1995	26.7	13.6	20.2	-----
Febrero	25.6	11.1	18.4	-----

Cuadro 7.10: Temperatura máxima, mínima de superficie (15 cms. Sobre suelo) (Localidad: Hacienda Las Ventanas).

MES		T° MAXIMA	T° MINIMA
Septiembre	1993	25.9	4.8
Octubre		29.1	4.5
Noviembre		29.1	6.3
Diciembre		30.2	8.3
Enero	1994	31.2	10.9
Febrero		28.7	9.2
Marzo		29.6	8.8
Abril		27.3	6.3
Mayo		24.8	3.2
Junio		22.7	1.1
Julio		22.1	3.9
Agosto		23.8	4.6
Septiembre		26.9	5.8
Octubre		28.2	6.3
Noviembre		28.7	7.5
Diciembre		30.8	10.1
Enero	1995	32.1	11.0
Febrero		32.2	10.0

Cuadro 7.11: Temperatura máxima y mínima absoluta de cobertizo (1.5 m Sobre el suelo) (Localidad: Hacienda Las Ventanas).

MES		T° MAXIMA ABSOLUTA (°C)	T° MINIMA ABSOLUTA (°C)
Enero	1994	29.0	11.5
Febrero		27.5	9.5
Marzo		27.5	9.5
Abril		28.5	8.0
Mayo		27.0	4.5
Junio		27.5	2.0
Julio		27.0	2.0
Agosto		31.0	3.0
Septiembre		28.0	4.0
Octubre		26.5	6.5
Noviembre		34.0	8.5
Diciembre		29.5	9.5
Enero	1995	29.5	10.0
Febrero		33.9	4.1

Cuadro 7.12: Temperatura maxima y minima absoluta de superficie (15 cms. Sobre el suelo) (Localidad: Hacienda Las Ventanas).

MES	T° MAXIMA ABSOLUTA (°C)	T° MINIMA ABSOLUTA (°C)
Enero 1994	33.0	8.1
Febrero	31.2	7.8
Marzo	31.9	6.3
Abril	31.9	3.1
Mayo	30.2	-1.0
Junio	31.4	-2.3
Julio	26.6	0.7
Agosto	32.6	0.2
Septiembre	32.3	1.1
Octubre	35.5	3.4
Noviembre	36.2	4.5
Diciembre	33.4	7.2
Enero 1995	34.5	8.0
Febrero	33.9	4.1

Cuadro 7.13: Humedad relativa máxima, mínima y evaporación de bandeja (Localidad: Hacienda Las Ventanas).

MES	H.RELATIVA% MAXIMA	H.RELATIVA % MINIMA	EVAPORACIÓN BANDEJA (mm)
Septiembre 1993	63.6	11.9	123.6
Octubre	66.9	13.6	169.3
Noviembre	70.1	18.4	216.3
Diciembre	70.5	19.9	239.1
Enero 1994	69.6	20.6	238.5
Febrero	70.1	21.2	205.1
Marzo	68.1	20.8	171.6
Abril	66.6	20.6	125.9
Mayo	68.2	21.1	106.2
Junio	63.5	19.1	58.5
Julio	63.7	13.8	67.6
Agosto	63.3	20.4	92.4
Septiembre	60.7	15.8	139.6
Octubre	63.9	16.9	189.9
Noviembre	66.6	17.1	212.1
Diciembre	65.9	16.0	229.2
Enero 1995	74.0	23.1	282.7
Febrero	95.4	36.5	227.9

7.2 PARCELA EXPERIMENTAL DE HORTALIZAS

La hoya hidrográfica del Valle del Huasco se ubica en una zona en que las bondades climáticas permiten el desarrollo de cultivos fuera de temporada, ya sea al aire libre como bajo plástico.

Esta producción tiene características de "primor", la cual puede ser comercializada en mercados externos, como son los grandes centros de consumo de la zona central, obteniendo en ellos altos retornos por concepto de venta; incrementándose en consecuencia la rentabilidad de los cultivos.

Sin embargo, para lograr mayores beneficios, es necesario utilizar especies y variedades de alto rendimiento para la zona. Se debe agregar a ello un adecuado manejo cultural, donde las técnicas de riego juegan un rol de primera importancia.

En este contexto el Proyecto consideró el establecimiento de ensayos en el rubro de Hortalizas, para lo cual se ha desarrollado una serie de actividades en la Parcela Experimental La Compañía, orientada al manejo y control de ensayos en esta temática.

Como antecedente de referencia se tiene el trabajo desarrollado por INIA durantes los años 1983 a 1987 con financiamiento CORFO, denominado "Investigación en la introducción de nuevas especies y variedades hortícolas, III Región"; publicado en 1988 (INIA, 1988)

Los objetivos específicos que se plantearon al establecer esta Parcela Experimental fueron los siguientes:

- Evaluar el comportamiento de algunas especies hortícolas sometidas a dos situaciones de manejo cultural (Riego tecnificado vs riego tradicional).

- Evaluar sucesiones de cultivos que permitan obtener tres cosechas en el año agrícola, considerando la tecnificación del riego.

a) Características del establecimiento de la parcela:

Se indican a continuación una serie de antecedentes que permiten caracterizar a las parcelas y los trabajos en ellas realizados.

- UBICACION: La Parcela Experimental se ubica al interior de la Parcela 8 A, lote N° 1, del sector La Compañía (Lat. 28°10' S y Long. 70°45' W a 325 m.s.n.m.).

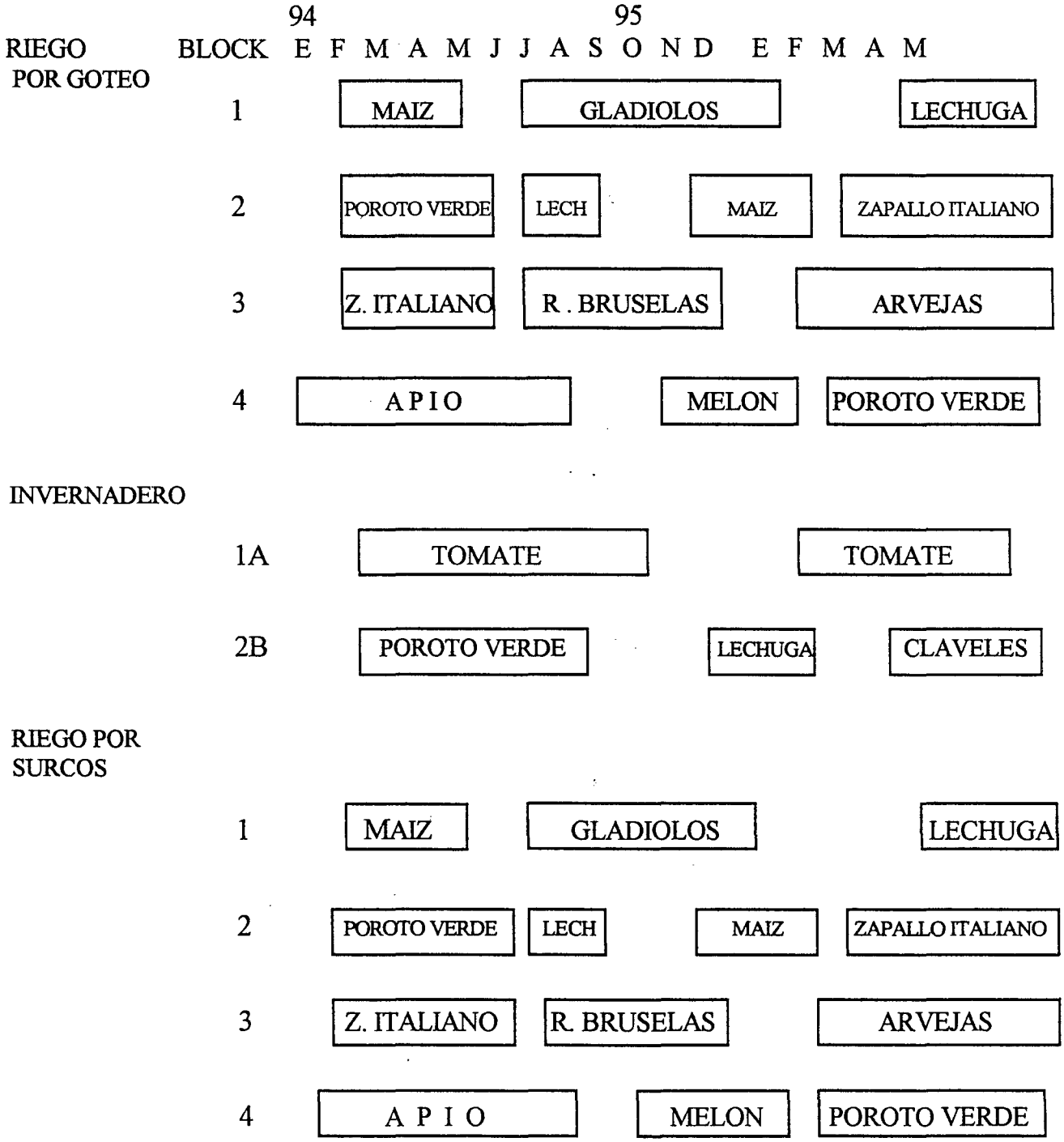
- CLIMA: Desértico subtropical marino, agro-clima Copiapó. Distrito agroclimático (II) Maintencillo-Imperial. La temperatura máxima media durante enero-febrero es de 28°C y en junio-julio alcanza a 20°C. La mínima media es de 4°C en Invierno. Entre mayo y septiembre se acumulan alrededor de 934 horas de frío y existen 2 meses con peligro de heladas. La precipitación media anual alcanza los 30 mm, concentrándose en los meses de Invierno

- SUELO: Se sitúa en la terraza intermedia de origen aluvial. El suelo corresponde a la serie Buena Esperanza, de textura arcillosa. Presenta de un horizonte de $CaCO_3$ a los 70 cm de profundidad.

- SUPERFICIE: Se utilizó un área de 2.700 m^2, cuyas dimensiones son de 30 x 90 m, la cual dispone de agua de riego en cabecera.

- DISEÑO DE LA PARCELA: En esquema que se indica (Figura 7.3) se señala la disposición que han tenido los distintos tratamientos, señalándose las especies con las cuales se ha trabajado y el tiempo correspondiente en el cual se han desarrollado.

Figura 7.3: Esquema de distribución espacial y temporal de las especies cultivadas según manejo en la Parcela Experimental Hortalizas.



- ELEMENTOS DE RIEGO: Se implementó un sistema de riego por goteo (cinta), utilizándose motobomba eléctrica (1,5 HP, Q = 11m^3/hr, 23 m.c.a.) para dar presión al sistema. Ello cubre el 50% de la superficie del ensayo, la superficie restante fue regada mediante el método de riego por surcos (sistema tradicional).

- SISTEMAS DE MANEJO Y CULTIVOS: Se implementaron dos sistemas de manejo cultural, como fines de comparación. Estos manejos correspondieron al que se emplea tradicionalmente en la zona y el otro corresponde a un manejo integrado que considera técnicas de trasplante; cobertura de suelo, conducción de las plantas, control de plagas y enfermedades, riego y fertirrigación.

  Se estableció una sucesión de cultivos, con la finalidad de obtener 3 cosechas al año, en ambos sistemas de manejo, como se puede visualizar en la Figura 7.4.

- FERTILIDAD Y SALINIDAD DEL SUELO: Previo a la siembra y plantación de las hortalizas se realizó un análisis de fertilidad y salinidad de suelo, cuyos resultados se presentan en el Cuadro 7.14.

Cuadro 7.14: Fertilidad y salinidad de suelo parcela hortalizas

Fertilidad de Suelos	pH	MO	CE	N	P	K	Fe	Zn	Mn	Cu	Ca	Mg
		%	ds/m	mg/kg							meq/100gr	
	8,0	1,9	1,5	1,8	1,2	383	5,9	0,72	14,1	2,5	16,7	2,52

Salinidad de Suelos	Ca	Mg	Na	K	Cl	HCO^-_3	S	$SO^=_4$	B
	meq/l						%	mg/l	
	12,9	3,2	3,4	0,4	1,7	2,8	31,9	12,8	0,75

Según antecedentes presentados no se detecta problemas en los niveles de elementos de fertilidad y de salinidad. Se aprecia elevados contenidos de potasio disponible en los suelos.

La salinidad, evaluada a través de la conductividad eléctrica, presenta niveles tolerables para la gran mayoría de las plantas.

b) Evaluación y Resultados

Como se señaló en punto anterior, en esta parcela se han establecido una serie de cultivos; permitiendo evaluar las posibles sucesiones de ellos; obteniéndose cosechas en períodos claves, para su mejor comercialización.

Es así como se han cosechado productos, que por estar prácticamente fuera de temporada, ya sea al inicio de ésta, como también de cultivos tardíos; ha significado un incremento de la rentabilidad de éstos al comercializar los productos en períodos de baja oferta en los mercados.

Sin embargo, a pesar de los exitosos resultados de algunos cultivos, también se ha tenido problemas en la preparación de algunos de ellos, especialmente lo que tiene relación con la disponibilidad de maquinaria, la cual es muy escasa en el valle, por lo cual se ha debido realizar labores a mano, significando ello tiempo de atraso en la plantación de algunos cultivos, no cumpliéndose el calendario de programación.

A continuación se presenta en los Cuadro 7.15 y 7.16 los antecedentes de mayor relevancia en los cultivos realizados hasta la fecha en la parcela "Hortalizas"; al aire libre y bajo plástico, respectivamente.

Cuadro 7.15: Antecedentes de fertilización, épocas y rendimiento de cultivo hortícola sometido a dos tipos de manejo, asociado al método de riego.

		FERTILIZACION (U/HA)			DENSIDAD PTAS/HA	RENDIMIENTO (POR HA)	FECHAS			DURAC. CULTIVO
BLOCK CULTIVO	METODO RIEGO	N	P	K			SIEMBRA	INICIO COSECHA	FIN COSECHA	(DIAS)
1 Maíz Dulce 1/	Goteo	190	150	83	66.000	62.000*	07.02.94	15.04.94	05.05.94	90
1 Maíz Dulce 1/	Surco	206	153		66.000	60.250*	25.02.94	13.06.94	17.06.94	110
1 Poroto verde	Goteo	115	100	50	66.000	10.870**	28.02.94	10.05.94	16.06.94	108
1 Poroto verde	Surco	206	153		66.000	11.375**	01.03.94	10.05.94	16.06.94	95
1 Z. Italiano	Goteo	200	83	50	34.000	20.400*	10.02.94	05.04.94	08.06.94	120
1 Z. Italiano	Surco	206	153		34.000	27.250*	17.03.94	19.05.94	16.06.94	90
1 Poroto granado	Goteo	115	100	50	66.000	9.150**	10.02.94	05.05.94	26.05.94	105
1 Apio	Goteo	353	76	260	44.000	18.200*	28.01.94	30.09.94	06.10.94	240
1 Apio	Surco	300	70		44.000	12.400*	28.01.94	23.09.94	06.10.94	228
2 Gladiolos	Goteo	135	126		66.000	64.696*	30.07.94	18.11.94	25.11.94	110
2 Gladiolos	Surco	140			66.000	62.500	31.07.94	25.11.94	02.01.95	118
2 Lechugas	Goteo	76	76		44.000	43.000*	18.07.94	20.09.94	25.09.94	63
2 Lechugas	Surco	76	76		44.000	43.400*	18.07.94	12.10.94	27.10.94	83
2 R. Bruselas	Goteo	120	90		44.000	32,8**	18.07.94	24.11.94	22.12.94	123
2 R. Bruselas	Surco	120			44.000	27,8**	19.07.94	24.11.94	22.12.94	
2 Melón	Goteo	327	46	44	22.000	24.700**	05.11.94	05.01.95	14.03.95	61
2 Melón	Surco	350	50		22.000	21.121**	05.11.94	15.01.95	14.03.95	71
3 Maíz Dulce	Goteo	166	46	44	66.000	86.969*	15.11.94	10.02.95	19.02.95	84
3 Maíz Dulce	Surco	206	153		66.000	60.101*	15.11.94	08.02.95	15.02.95	93
3 Arvejas	Goteo	100	80	50	130.000					
3 Arvejas	Surco	150	70		130.000					
3 Poroto granado	Goteo	120	100	50	66.000					
3 Poroto granado	Surco	200	70		66.000					
Z. Italiano	Goteo	200	80	50	34.000					
Z. Italiano	Surco	206	150		34.000					
Lechuga	Goteo	70	40	50	44.000					
Lechuga	Surco	80	20		44.000					

* Unidades por hectárea
** Kilogramos por hectárea
1/ Cultivar Rodeo

Cuadro 7.16: Antecedentes de producción de cultivos hortícolas bajo plástico. Parcela Experimental La Compañía.

	FERTILIZACION (V/HA)			DENSIDAD PTAS/HA	RENDIMIENTO (POR HA)	FECHA			DURAC. CULTIVO
BLOCK CULTIVO	N	P	K			SIEMBRA	INICIO COSECHA	FIN COSECHA	(DIAS)
1 Tomate									
Irazu	1025	806	1080	44.400	264.810**	12.05.94	15.09.94	18/12/94	127
FA 144	1025	806	1080	44.400	257.040**	12.05.94	15.09.94	20/12/94	127
1 Poroto verde									
Enriqueta	560	806		44.000	8.500**	12.05.94	15.09.94	10/10/94	127
Holandés	560	806		44.000	2.000**				
2 Lechuga									
Grandes Lagos	230			22.000	19.300*	09.01.95	10.02.95	20.02.95	30
2 Tomate FA 144	400	200	400	44.000		03.04.95			
3 Claveles						15.04.95			

* Unidades por hectárea
** Kilogramos por hectárea

De la información presentada en el Cuadro 7.15 se puede apreciar que el método de riego por goteo, representa un adelanto significativo en la cosecha de las hortalizas, lo cual produce una disminución en el período en que se presenta ocupada la tierra, permitiendo con ello establecer un mayor número de cultivos en un año agrícola.

Este adelanto en la producción es importante también en los cultivos a inicios de temporada, obteniendo de esta manera primores. Al cultivar tarde en la temporada, permite adelantarse al inicio de heladas que pudieran afectar cultivos de verano, saliendo con ellos en un período de escesez de productos.

Los rendimientos obtenidos fueron muy superiores a lo logrado por agricultores de la zona. Es así como en el caso del poroto verde, en que tradicionalmente se cosecha un promedio de 150 sacos por hectáres (4.500 kg), se logró rendimientos superiores a los 10.000 kg por hectárea, tanto en cultivos goteo como en surcos, lo cual representa un incremento de más del 100% de la producción. Similar situación se presentó en el cultivo de maíz, lechuga y poroto granado.

Por su parte, los cultivos de Apio y Repollito de Bruselas, especies no tradicionales en el valle, se pudo ajustar una serie de parámetros de cultivos, como por ejemplo el conocimiento de períodos de cultivo y rendimientos, los cuales no fueron los adecuados. Sin embargo se lograron importantes antecedentes al respecto.

Paralelamente a la demostración de estos cultivos, se desarrolló un ensayo preliminar sobre control de insectos chupadores (Homopteros) en crucíferas, para lo cual se utilizó los beneficios del goteo en la aplicación de insecticida a través de este sistema. Los resultados preliminares fueron muy promisorios y debido a lo cual se espera realizar un ensayo más completo en las próximas temporadas.

En relación al cultivo de lechuga se introdujo una variedad muy cotizada que no se cultiva mayormente en el valle. Esta es del tipo repollada crespa, la cual logra precios de 5 a 10 veces superior a las tradicionales (milanesa, gallega).

El cultivo del maíz dulce, a pesar de ser cultivado ampliamente en el valle, se introdujo algunos antecedentes de manejo, especialmente en el control entomológico, el cual es indicado en fichas de cultivo que fueron entregadas a agricultores asistentes al día de campo de fin de temporada. En él se especificó el control de gusano de choclo, el cual prácticamente no se realiza en el valle.

Finalmente se encuentran en desarrollo cuatro cultivos al aire libre, los cuales fueron pensados como cultivos invernales (arveja y lechuga) y como cultivos tardíos (poroto granado y Z. Italiano).

En los cultivos bajo plástico, resultados que se presentan en el Cuadro 7.16, se observa que el cultivo de tomates en el cual se probaron dos variedades comerciales, Irazú y FA 144, se obtuvieron excelentes niveles de producción, llegando a niveles de 5,9 y 5,6 kg por planta, lo cual representa excelentes niveles de producción.

Los porotos evaluados, Enriqueta y Holandés, fueron muy diferentes entre sí, presentando mejores cualidades, tanto de producción como de calidad de vaina, la variedad Enriqueta, la cual alcanzó niveles productivos de 8.500 kg/ha. El poroto verde Holandés presentó pésimas condiciones, con rendimiento de 2.000 kg por hectárea y marcadas clorosis foliares, lo cual indica que es muy sensible a los niveles de salinidad de estos suelos (Ver Cuadro 7.16).

Los rendimientos de lechuga fueron buenos con niveles de 19.300 unidades por hectárea, encontrándose dentro de los rangos para la densidad de plantación utilizada.

A comienzos de la temporada 95/96 se está trabajando con cultivo de tomate y se desea introducir el cultivo de claveles, ambos bajo plástico. En el cultivo de tomate se probarán nuevas dosis de fertilización de manera de controlar el excesivo follaje que se produce en los invernaderos y que por lo demás es lo que demanda el mayor empleo de mano de obra en este cultivo.

Los objetivos de esta parcela fueron cubiertos ampliamente, lográndose demostrar beneficios de un manejo integrado que involucra riego, fertilización, control de plagas y enfermedades y oportunidad de cosecha. Así también se estableció una secuencia de tres cultivos por temporada agrícola.

En el Block 2 se logró una secuencia de tres cultivos en el año agrícola, sin embargo, como ya se indicó, si se obviara el tiempo muerto entre cultivos sucesivos, se podría haber logrado en casi todos los block de la parcela, una serie de cultivo de tres especies por temporada, a excepción del apio, el cual representó más de seis meses en cultivo. A pesar de ello, la fecha en que se cosechó esta última especie, se produjo en un período de escasez de esta hortaliza, lo cual permite mayores ingresos por concepto de venta de este producto.

Sin lugar a dudas, que los mejores beneficios que se pueden reportar es en cultivo forzado, es decir, bajo plástico. Específicamente en tomate, se pueden lograr rendimientos interesantes de más de 5 kg por planta. Esto se produce en un momento en que la demanda existente por estos productos es importante, lo cual se traduce en precios muy convenientes a nivel de productos.

En el Cuadro 7.17 se hace un balance económico de los diferentes cultivos estudiados, tomando como base los costos que se indican en los Cuadros 7.18 y 7.19.

Cuadro 7.17: Rentabilidad de 15 tipos de hortalizas sometidas a dos manejos de riego diferentes (goteo, surco) ($ de marzo de 1995).

CULTIVO	COSTOS VARIABLES/ha		RENDIMIENTO/ha (kg/ha)		PRECIO VENTA ($ UNIDAD)		ENTRADA BRUTA $		MARGEN BRUTO $	
	GOTEO	SURCO	GOTEO	SURCO	FECHA GOTEO	FECHA SURCO	GOTEO	SURCO	GOTEO	SURCO
Maíz	857.867	474.533	62.000	60.250	70	110	4.340.000	6.627.500	3.432.133	6.152.967
P. Verde	632.267	283.933	10.870	11.375	450	450	4.891.500	5.118.750	4.259.233	4.834.817
Z. Italiano	894.933	504.933	120.400	27.250	20	40	2.403.000	1.090.000	1.513.067	585.067
P. Granado	632.267		9.150		500		4.575.000		3.924.733	
Apio	1.051.333	607.000	13.200	12.400	200	200	3.640.000	2.480.000	2.588.667	1.873.000
Gladiolos	3.934.000	3.540.333	64.696	62.500	100	100	6.469.600	6.250.000	2.535.600	2.709.667
Lechuga	851.667	442.667	43.000	43.400	94	120	4.042.000	5.208.000	3.190.333	4.765.333
R. Bruselas	890.000	481.000	33	23	650	650	21.450	18.200	(863.550)	(462.800)
Melón	1.923.000	1.526.333	24.700	21.121	90	90	2.223.000	1.900.890	300.000	374.557
Maíz	835.367	474.533	86.960	60.101	35	35	3.043.915	2.103.535	2.208.043	1.629.002
T. Irazu	14.432.333		264.310		100		26.481.000		12.048.667	
T. Fa 144	14.876.333		257.040		100		25.704.000		10.827.667	
P. Enriqueta	10.943.933		8.500		670		5.695.000		(5.243.933)	
P. Holandés	10.925.733		2.000		670		1.340.000		(9.588.733)	
Lechuga	815.333		19.300		141		2.721.300		1.905.967	

Cuadro 7.18: Detalle de costo de producción de 9 especies hortícolas regadas por surco en el valle del Huasco.

CULTIVOS	FERTILIZANTES PESTICIDAS	KG SEMILLA O Nº PLANTAS	$/KG SEMILLA O $/ PLANTULA	COSECHA JH	HT	$/HT	JH	$/JH	TOTAL
Maíz	137.333	20 Kg	8.260	20	8	6.500	20	3.000	474.533
P. Verde	137.333	22 Kg	800	20	6	6.500	10	3.000	283.933
Z. Italiano	137.333	26 Kg	8.600	20	6	6.500	15	3.000	504.933
Apio	200.000	44.000 V	7	10	6	6.500	10	3.000	607.000
Gladiolos	93.333	66.000 V	50	3	12	6.500	15	3.000	3.540.333
Lechuga	50.667	44.000 V	7	5	6	6.500	10	3.000	442.667
R. Bruselas	30.000	44.000 V	7	10	6	6.500	8	3.000	481.000
Melón	233.333	2 Kg	800.000	10	6	6.500	8	3.000	1.526.333
Maíz	137.333	20 Kg	8.260	20	8	6.500	20	3.000	474.533

7.19: Detalle de costo de producción de 13 especies hortícolas regadas por goteo al aire libre y/o invernadero en el valle del Huasco.

CULTIVOS	COSTO ANUAL RIEGO POR HA ($)		FERTIL.P ESTIC.	KG SEMILLA O NºPLANTAS	$/KG SEMILLA O $/PLANTULA	COSECHA JH	HT	$/HT	JH	$/JH	TOTAL $
	FIJO 1/	VAR									
Maíz	140.000	284.000/2	126.667	20 Kg	3.260	20	3	6.500	10	3.000	857.867
P. Verde	140.000	284.000/2	76.667	22 Kg	300	20	6	6.500	5	3.000	632.267
Z. Italiano	140.000	284.000/2	133.333	26 Kg	3.600	20	6	6.500	5	3.000	894.933
P. Granado	140.000	284.000/2	76.667	22 Kg	300	0	0	6.500	5	3.000	632.267
Apio	140.000	284.000/2	235.333	44.000 V	7	10	6	6.500	5	3.000	1.051.333
Gladiolos	140.000	284.000/2	90.000	66.000 V	50	3	12	6.500	6	3.000	3.934.000
Lechuga	140.000	284.000/2	50.667	44.000 V	7	5	6	6.500	5	3.000	851.667
R. Bruselas	140.000	284.000/2	80.000	44.000 V	7	10	6	6.500	3	3.000	890.000
Melón	140.000	284.000/2	218.000	2 Kg	300.000	10	6	6.500	4	3.000	1.923.000
Maíz	140.000	284.000/2	110.667	20 Kg	3.260	20	8	6.500	3	3.000	835.867
T. Irazú	140.000	10.284.000/3	683.333	44.400 V	70	20	8	6.500	35	3.000	14.452.333
T. FA 144	140.000	10.284.000/3	653.333	44.000 V	30	20	8	6.500	35	3.000	14.876.333
P. Enriqueta	140.000	10.284.000/3	373.333	22 Kg	300	20	6	6.500	10	3.000	10.943.933
P. Holandés	140.000	10.284.000/3	373.333	22 Kg	700	20	4	6.500	10	3.000	10.928.733
Lechuga	140.000	284.000/2	153.335	22.000 V	7	5	6	6.500	10	3.000	815.333

1/ Corresponde a 1/10 de la inversión en riego (cabezal + tuberías)
2/ Corresponde a 1/2 de la inversión en cinta de riego
3/ Costo estructura, mulch y cinta en invernaderos
4/ Costo de riego y estructuras de invernadero

Costos fijos riego	: $ 400.000
Costos var. riego	: $ 568.000 (cinta)
Estructura invernadero	: $ 6.640.000
Mulch	: $ 360.000
Plástico invernadero	: $ 3.000.000
Total	$11.968.000

Los mayores retornos se producen de acuerdo a la producción (cantidad) y a la oportunidad de cosecha. Esto es particularmente importante en tomates bajo plástico, en el que se obtienen retornos superiores a los $10.000.000 por ha.

Los cultivos al aire libre representan ingresos menores a los anteriores, sin embargo, se produce un incremento en la producción en riego por goteo con respecto al riego por surco, lo cual se refleja en la mayor rentabilidad del cultivo regado por goteo.

Indudablemente que un riego por goteo, bajo las condiciones limitantes de agua existentes en el valle del Huasco representa los mejors beneficios para los cultivos, al verse incrementados los niveles de producción como efecto de una frecuencia y uniformidad de riego adecuados.

Sin perjuicio de lo anterior, se debe considerar los aspectos de requerimiento climático de los cultivos, debiendo éstos desarrollarse en estaciones adecuadas, en que se satisfagan sus necesidades térmicas (frío o calor).

De esta manera se maneja íntegramente cualquier tipo de cultivo, en que se consideran aspectos de riego, fertilización, sanidad vegetal, requerimientos de suelo y clima y lo que es fundamental la comercialización, aspecto que carece de eficacia no tan sólo en el valle sino también en el país entero.

ACTIVIDADES DE DIVULGACION

8. ACTIVIDADES DE DIVULGACION

De acuerdo a lo establecido en el Convenio, la acción de divulgación se realizó a través de las siguientes actividades:

- Días de Campo
- Cursos y Seminarios
- Jornadas Técnicas con agricultores
- Edición de cartillas divulgativas.

A continuación, para cada una de ellas se efectúa una descripción de lo realizado.

8.1 DIAS DE CAMPO

Según el marco de referencia del presente proyecto se realizaron tres días de campo, con la finalidad de dar a conocer los trabajos que el Proyecto lleva a cabo en las Parcelas Experimentales de La Compañía (Hortalizas) y Hacienda Ventanas (Frutales).

a) Día de Campo en Hortalizas y Frutales

El día jueves 21 de abril de 1994, se desarrolló un Día de Campo orientado a dar a conocer las actividades que se están llevando a efecto en torno a hortalizas y frutales subtropicales en el Valle del río Huasco.

Los asistentes a la jornada fueron autoridades regionales, provinciales y comunales de la III Región y agricultores del sector. También se contó con la asistencia del Jefe de Proyectos de la Comisión Nacional de Riego. El número de asistentes fue de aproximadamente 50 personas.

La primera parte del día de campo estuvo orientada a dar a conocer los resultados que se obtuvieron en la parcela de hortalizas. En esa oportunidad se pudo mostrar algunos aspectos de cultivos tardíos realizados al aire libre y también se mostró la estructura de invernaderos, con sistema de riego por cintas y el uso de "mulch" plástico. Esta jornada coincidió con el término de la primera secuencia de cultivos, que en total son tres en la temporada y también con el inicio del cultivo de hortalizas bajo plástico (tomates y porotos para verde).

En esta ocasión, se dio énfasis a la oportunidad de cultivo, es decir, la proyección de las cosechas para períodos de escasez de poductos en el mercado, con lo cual se incrementa la rentabilidad de los cultivos debido a los elevados precios obtenidos

por la venta de ellos. Todo esto fue acompañado de un análisis general de la importancia del clima en desarrollo de estos cultivos.

Otro punto importante fue mostrar el equipo de riego que conforma el método de riego por goteo (cintas) y el uso de "mulch", con lo cual se produce un importante ahorro de agua y se puede dosificar los fertilizantes en mejor forma.

La segunda parte de este día de campo se desarrolló en la Hacienda Las Ventanas. Aquí se abordó el tema de frutales subtropicales, entregándose antecedentes obtenidos de la Parcela Experimental de Frutales "Hacienda Las Ventanas".

Los resultados entregados correspondieron a los antecedentes recogidos en los últimos 10 años en que se ha desarrollado la investigación en aquella parcela, resaltándose los aspectos de recuperación logrados en los árboles, luego de que fuera incorporada al proyecto INIA-CNR Huasco.

Importante fueron los antecedentes de poda en frutales, especialmente en chirimoyos, especie que tiene grandes perspectivas para la zona, como también aspectos de fertilización. El chirimoyo es sin duda la especie frutal que mejor se ha comportado en las condiciones del Valle del Huasco, según lo apreciado por los asistentes al día de campo.

Se hizo mención, especialmente, de la importancia del suelo en el desarrollo de especies frutales, puesto que en gran parte de los suelos en posición de terrazas se encuentra con un horizonte de carbonato de calcio, lo cual obliga a abordar el manejo de los cultivos con criterios distintos a lo que se realiza en el común de los suelos.

El día de campo concluyó con un intercambio de opiniones y sugerencias entre agricultores y los profesionales de INIA, como también de las autoridades asistentes a la jornada.

b) Día de Campo "Alternativas Hortícolas y Riego Tecnificado para el el Valle del Huasco".

El día 21 de diciembre de 1994 se realizó un día de campo en la parcela experimental de hortalizas en el sector La Compañía.

En esta ocasión se entregaron antecedentes de cultivo que ya se habían realizado en la parcela, cuya información fue elaborada y presentada en formato de fichas técnicas para 11 cultivos. Estos incluyeron técnicas de manejo de riego, control de plagas y enfermedades, fertilización y oportunidad de cosecha.

También se pudo dar valiosos antecedentes preliminares respecto del control entomológico de áfidos por medio del sistema de riego goteo en crucíferas, ensayo realizado por el programa de Entomología de INIA-Intihuasi.

Otros aspectos interesantes que vale la pena resaltar del encuentro, fue el gran efecto positivo presentado por el método de riego por goteo vs. riego por surco, en que se pudo apreciar las enormes diferencias que provocan ambos sistemas en las plantas, notándose ello en el vigo y precocidad de los diferentes cultivos existentes en ese momento.

Finalmente se abordó el tema de la adopción de métodos de riego de alta eficiencia y las posibilidades existentes para apoyar al agricultor en la modernización del riego a nivel predial, como el apoyo de INDAP y de la Ley 18.450.

c) Día de Campo (Seminario CNR/INIA)

Aprovechando la realización de Seminario sobre la Ley N° 18.450, organizado por la CNR e INIA, el 20 de octubre de 1994, se programó una jornada de campo, visitando 2 Unidades Demostrativas de riego establecidas por el Proyecto, en Imperial Bajo y Chañar Blanco.

La actividad, estuvo orientada a mostrar las ventajas que significa un sistema de riego localizado de alta eficiencia. Se mostraron técnicas de riego por cinta y conducción en hortalizas bajo plástico y riego por microaspersión en un huerto de paltos. En esta última unidad se demostró la posibilidad real que posee el agricultor de fabricar el mismo el sistema de filtraje (filtros de arena y malla).

A esta jornada asistió un número de 130 personas aproximadamente, las cuales representaban a los agricultores de todo el valle del Huasco (El Tránsito, San Félix y Huasco).

Un detalle de los temas tratados, sectores, fechas y asistentes a los días de campo, se indica en Cuadro 8.1

8.2. CURSOS Y SEMINARIO DE RIEGO

Actividades orientadas a capacitar a agentes de extensión y agricultores en la temática del riego, principalmente.

a) Curso de Riego por Goteo para Profesionales y Técnicos

Según lo comprometido en el convenio, se realizó un Curso de Riego dirigido a Ingenieros Agrónomos y Técnicos que trabajan en el Valle del Huasco.

Este curso se desarrolló en dos etapas, la primera correspondió a todos los aspectos relacionados con la parte agronómica de un diseño de riego presurizado. Es decir, se analizaron aspectos de suelo, de clima, topografía, cultivos, calidad y disponibilidad de agua.

Se dieron las bases para determinar la demanda que experimentan los cultivos frente a condiciones climáticas determinadas.

Se entregaron nociones prácticas de nivelación con métodos sencillos (método del nivel de manguera) y de aspectos a considerar en la utilización de la diferencia de cota, como fuente impulsora del sistema de riego presurizado.

La segunda parte del curso de riego se efectuó el día 10 de octubre de 1994. El objetivo de éste fue el de entregar nociones básicas de diseño hidráulico en obras de riego por goteo y microaspersión.

Los asistentes al curso totalizaron 15 personas y sus nombres se indican en Anexo 11.

b) Curso de riego para agricultores

El día 28 de diciembre de 1994 se realizó un curso de riego tecnificado orientado a usuarios (agricultores). En él se abordó el tema de la operación eficiente del sistema. También se trataron los temas de mantención y reparación del sistema de riego.

Se entregaron nociones de manejo de la bandeja de evaporación, elemento muy útil para determinar el tiempo de riego para el método de riego por goteo y microaspersión fundamentalmente.

c) Seminario CNR/INIA sobre Ley N° 18.450.

El día 20 de octubre de 1994 se realizó un Seminario de la Ley de Fomento al Riego (18.450) organizado por la Comisión Nacional de Riego y con la participación de INIA (Proyecto).

Esta actividad se desarrolló en el Auditorium de Ilustre Municipalidad de Vallenar, participando autoridades regionales, provinciales y de la CNR. Técnicos de la CNR dieron a conocer las características de la Ley 18.450 y como los agricultores podían acceder a ella. Profesionales de INIA expusieron diferentes alternativas tecnológicas para el valle.

Un detalle de los Cursos y Seminarios se indica en Cuadro 8.1.

8.3 JORNADAS TECNICAS.

Esta actividad se desarrolló en torno a las 8 unidades demostrativas distribuidas en el valle de San Félix y en el sector de Chañar Blanco (Vallenar).

Estas jornadas son descritas en detalle en el capítulo correspondiente a los grupos CATT y un resumen de ellas se indica en el Cuadro 8.1.

8.4 CARTILLAS DE DIVULGACION

Como una forma de difundir masivamente los antecedentes del Proyecto, se elaboraron dos Cartillas Divulgativas, en las siguientes temáticas:

- "Suelos y climas del valle del Huasco".
- "Métodos de riego tecnificados para el valle del Huasco".

En la primera cartilla se exponen las características de los suelos y climas del valle, considerando sus restricciones y potencialidades para el desarrollo de cultivos.

En la segunda se efectúa una descripción detallada de los distintos elementos de los métodos de riego tecnificados apropiados para el valle. En próximas cartillas se abordarán otros temas sobre métodos de riego.

Ambas cartillas se harán llegar a agricultores y técnicos del Huasco, como material de difusión.

Cuadro 8.1: Actividades de extensión realizadas por el Proyecto.

LUGAR Y TEMA	FECHA	ASISTENTES	
DIAS DE CAMPO			
La Compañía y Hacienda Ventanas hortalizas y frutales	21 abril 1994	35 personas, autoridades y agricultores	
Imperial - C. Blanco Día de Campo CNR	20 octubre 1994	130 agricultores y autoridades del valle	
La Compañía Hortalizas y Riego	21 dic. 1994	Gloria Zepeda (IER) Héctor Cortés (Pisco Control) Sergio Franco (Fdo. La Verbena) Pío Urrutia (Gobernación) José Vega (IER) Juan Robles (Agricultor) Luis Rojas (Agricultor) Mauricio Santelices (Agricultor) Fredy Truan (Agricultor) Vicente Muñoz (Agricultor)	Eduardo Robles (IER) Ricardo Césped (INIA) Alfonso Osorio (INIA) Carlos Sierra (INIA) Patricia Larraín (INIA) Leonardo Rojas (INIA) Roberto Salinas (INIA) Boris Espinoza (INIA) Zoilo Páez (Agricultor) Fernando Santelices (Agricultor)
JORNADAS TECNICAS CON AGRICULTORES			
Alto del Carmen J.T. Constitución CATT San Félix	20 dic. 1993	J. Flores Juvenal Salazar Bernardo Torres Ramiro Leyton Sigifredo Avalos	Víctor Cruz Aldo Páez Wilmar Páez Jorge Aguirre Wilfredo Fredes
Instalación de riego por goteo CRUCECITA	07 abril 1994	Ramiro Leyton Wilmar Páez Juan Paéz Eduardo Páez Víctor Cruz (Hijo) Juvenal Salazar Morge Maut Alonso Cruz	Guillermo Iriarte Aldo Páez Segundo Páez Víctor Cruz Julio Flores Ana Mª Fuentes Miguel Cruz Fernando Torres

Continuación Cuadro 8.1:

LUGAR Y TEMA	FECHA	ASISTENTES	
JORNADAS TECNICAS CON AGRICULTORES			
Imperial Bajo Invernaderos	01 junio 1994	Dora Franco Samuel Cortés Carlos Muñoz	Luis Leiva Luis Sossa Mirta Sepúlveda
Alto del Carmen Riego por goteo en paltos	22 sept. 1994	Ruperto Flores Julio Flores Guillermo Iriarte Jorge Maut Patricio Araya Patricio Zepeda Wilmar Páez Wilfredo Fredes	Juvenal Zalazar Juan Salgado Patricio Leyton Ana Mª Fuentes Mirta Sepúlveda José Vega Irma Oviedo Ramiro Leyton
Portezuelo Riego por Microjet en cítricos	12 octubre 1994	Ademir Fredes Aldo Páez Wilmar Páez Wilfredo Fredes	Juan Páez Ramiro Leyton Ricardo Aguilera Julio Flores
La Verbena Riego Microjet en paltos	15 dic. 1994	Samuel Cortés Mirta Sepúlveda Carlos Alvarez	Eduardo Robles Eduardo Cortés
Crucecita Riego por goteo en vid	15 dic. 1994	Ramiro Leyton Juvenal Salazar Juan Páez Omar Páez	Segundo Páez Aldo Páez Wilmar Páez Sigfrido Avalos
Imperial Constitución CATT C. Blanco	02 febrero 1994	Carlos Alvarez Jorge Rizik Luis Leiva Pablo Alvarez Samuel Cortez	Alberto Valle J.Carlos Franco Francisco Franco Carlos Sosa
Crucecita Evaluación riego 1ª temporada	Abril 1995	Aldo Páez Ricardo Ardiles Segundo Páez	Wilmar Páez Jorge Mautz Irma Oviedo

Continuación Cuadro 8.1:

CURSOS Y SEMINARIOS			
Curso de riego tecnificado (1ª parte)	8-9 junio 1994	Ricardo Aguilera (INIA) Wladimir Goney (IER) Irma Oviedo (INDAP) Alejandra Provostre (IER) Héctor Cortés (Pisco Control) Ricardo Rodríguez (INIA) Ana Mª Fuentes (GESTEC) Jorge Mautz (GESTEC) Jimena Díaz (INDAP) Luis Bravo (INDAP)	Mirta Sepúlveda (IER) Seul Leiva (Pisco Capel) Andrés Argandoña (Pisco Capel) Raúl Ramírez (ECUAGRO) Patricio Zepeda (IER) Wilson Campillay (IER) José Vega (IER) Gerard Reveck (AGROTEC) Octavio Cuellan (Eco Agro)
Curso Riego 2ª Parte	10 oct. 1994	Ricardo Aguilera (INIA) Wladimir Goney (IER) Eduardo Robles (IER) José Vega (IER) Wilson Campillay (IER) Gloria Zepeda (IER)	Héctor Cortés (Pisco Control) Ana Mª Fuentes (GESTEC) Jorge Mautz (GESTEC) Mirtha Sepúlveda (IER) Luis Bravo (INDAP) Ricardo Rodríguez (INIA)
Curso Riego por Goteo y aspersión a agricultores	28 dic. 1994	Julio Flores Dante Lobos Rodrigo Alcayaga Hernán Cortés Eriberto Leyton Domingo Barrera Jaun Páez	Aldo Páez Wilmar Páez Juvenal Salazar Ruperto Flores Miguel Alcayaga Oscar Leyton
Seminario de Riego CNR Ley Nº 18.450	20 octubre 1994	130 agricultores del valle y autoridades	

PROPUESTA DE UN PLAN DE INVESTIGACION Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA EN RIEGO Y ALTERANTIVAS DE CULTIVO, PARA EL VALLE DEL RIO HUASCO

9. PROPUESTA DE UN PLAN DE INVESTIGACION Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA EN RIEGO Y ALTERANTIVAS DE CULTIVO, PARA EL VALLE DEL RIO HUASCO

Según el marco de referencia del Proyecto "Validación de Tecnología de Riego para el valle del Huasco", corresponde formular un plan estratégico de transferencia de tecnologías de riego y cultivos, que permita afianzar y profundizar lo logrado en el proyecto mencionado, durante 2 años (1993-1995).

La generación e implementación de una estrategia en tal sentido es totalmente justificable, dado que la incorporación de tecnologías de riego y cambio de cultivos son aspectos que no se logran en dos años, ya que se requiere de una labor de mayor tiempo. Esto permitiría aprovechar en toda su magnitud los beneficios que puede otorgar una obra como el Embalse Santa Juana.

Provocar un cambio tecnológico en el valle no sólo pasa por la voluntad de los agricultores, sino que involucra aspectos culturales, crediticios, comercialización, rentabilidad, gestión, ect.; y si a ello se suma los pocos antecedentes de investigación agrícola, configuramos un panorama de por si complejo.

Por tales razones un plan como el que se propone debe ser implementado, tomando como base lo realizado por el proyecto "Validación de Tecnologías de Riego" y cuyos costos son pocos significativos si se comparan con la inversión realizada en Santa Juana.

A continuación se presenta la propuesta señala en forma de un Pérfil de Proyecto.

Perfil de Proyecto

"Implementación de un sistema de investigación y transferencia de tecnología de riego y alternativas de cultivo en el Valle del Rio Huasco, III Región".

a) Introducción

El Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) y la Comisión Nacional de Riego (CNR) están desarrollando el proyecto denominado "Validación de tecnología de riego en el Valle del Huasco, Provincia de Huasco, III Región"; en el cual se plantea como objetivo el diseño de un programa de investigación y transferencia de tecnología para el valle, debiendo proponerse un sistema organizativo que estimule la participación activa de los usuarios, su duración y costos.

La información acumulada a la fecha y la experiencia adquirida, permiten sustentar una propuesta preliminar respecto a tal objetivo, que se presenta en esta oportunidad, bajo la denominación de: "Implementación de un sistema de validación y transferencia de tecnología de riego y alternativas de cultivo en el valle del río Huasco, III Región".

El proyecto propuesto se plantea como una continuidad y profundización de las actividades a la fecha realizadas, a través de un plan estratégico de investigación y transferencia de tecnología que involucra a cinco agrosistemas del valle del Huasco, coincidente con los agroclimas existentes en él. (Ver Figura 9.1).

Por otra parte, la propuesta está revestida de singular importancia, al estar plenamente en concordancia con la puesta en marcha, en 1995, del Embalse Santa Juana; siendo necesaria e imprescindible la implementación de acciones de este tipo, tendientes a generar estabilidad y proyección a la agricultura del valle.

La metodología que se propone está basada en el funcionamiento de 3 acciones operativas: Unidades de Validación (UVAL), Módulos Demostrativos (MODEM) y Acciones de Extensión, todo ello sustentado en la actividad de investigación propiamente tal que realiza INIA, a nivel local, regional y nacional.

En la Figura 9.2 se señalan las etapas y actividades comprometidas para la ejecución del proyecto y en la Figura 3 se esquematiza la ubicación de las distintas unidades de validación y cultivos involucrados.

La duración del proyecto se estipula para 3 años como mínimo, pudiéndose extender a 5, luego de una evaluación de resultados, al término del tercer año.

Figura 9.1: Distritos agroclimáticos del valle del Huasco.

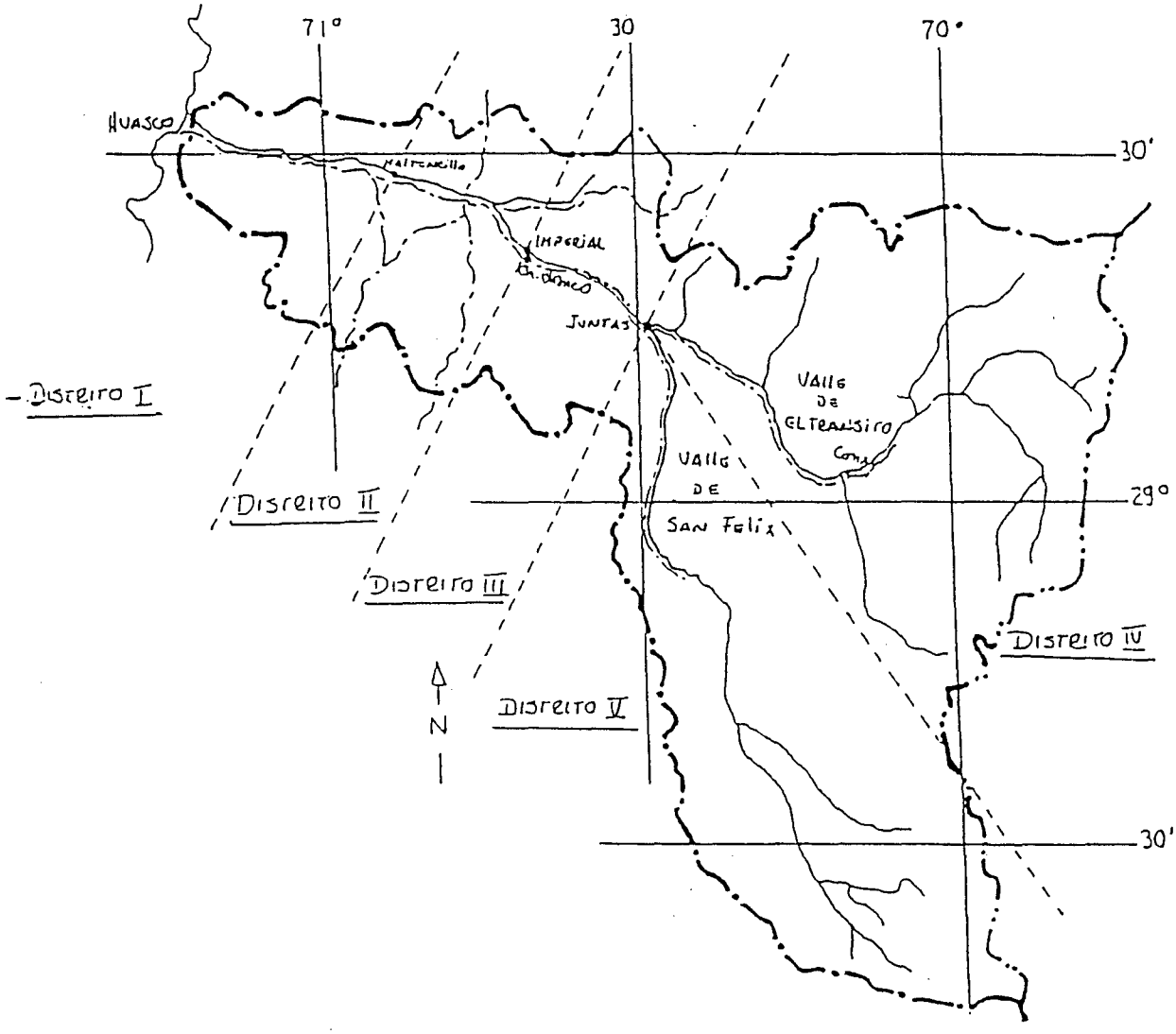
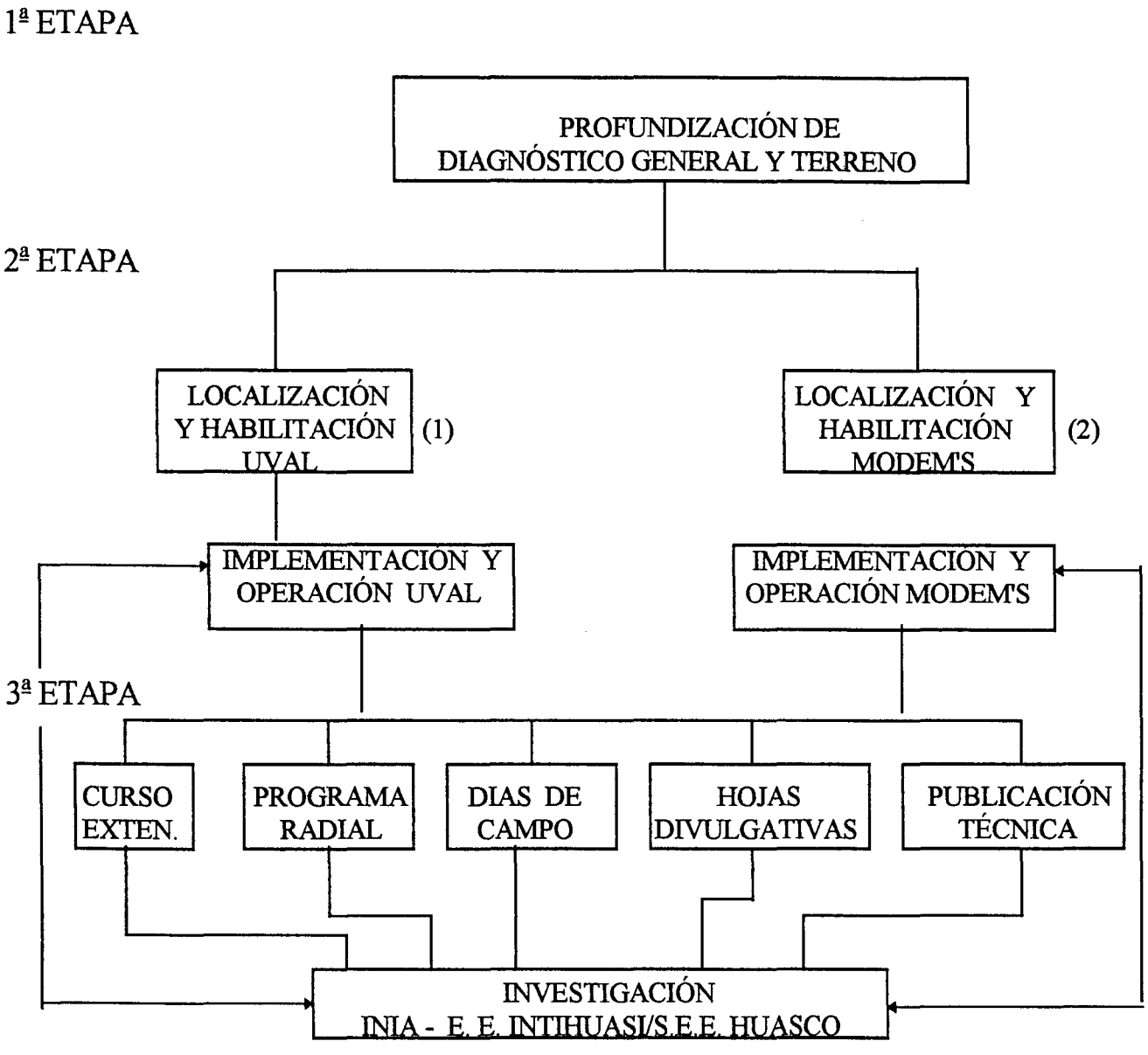


Figura 9.2: Etapas y actividades relacionadas con cada uval y módulos dependientes.
Proyecto INIA CNR - HUASCO

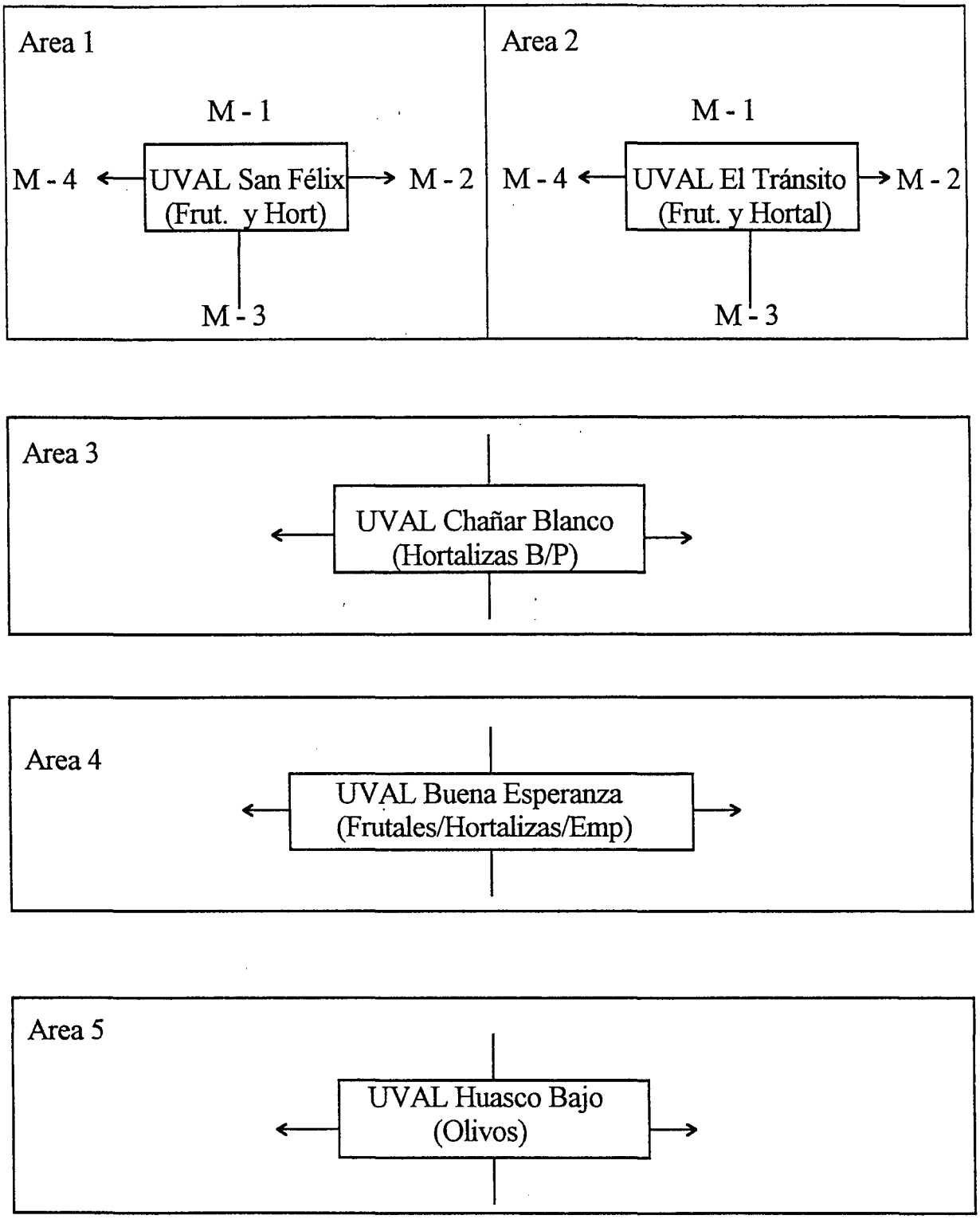


(1) Se proyectarían 5 UVAL

1) El Tránsito
2) San Félix
3) Chañar Blanco
4) Buena Esperanza
5) Huasco Bajo

(2) Cada UVAL tendría bajo su área de influencia 4 Módulos Demostrativos según se indica en Figura 9.3

Figura 9.3 : Localización de Uval's y Modem's en el área del Proyecto.
Proyecto INIA/CNR - VALLE DEL HUASCO.



b) Objetivos

- Establecer a nivel de todo el Valle del Huasco un sistema de investigación y transferencia de tecnología de riego, inédito para la zona, sustentado en la acción de investigación que INIA realiza en las diferentes disciplinas del quehacer agrícola.

- Lograr incorporar de esta forma, niveles tecnológicos más adecuados en la agricultura del valle, acordes con los esfuerzos que está realizando el Estado al construir el Embalse Santa Juana.

- Evaluar el impacto que la tecnología de riego puede causar a nivel de agricultor y a nivel de valle.

c) Metodología

Aprovechando la experiencia acumulada y la buena recepción que se ha tenido por parte de los agricultores del valle, la metodología que se propone consiste básicamente en la articulación de 3 unidades o elementos operacionales:

- Unidades de Validación e Investigación (UVAL). Consistentes en pequeños predios o parcelas de 0,5 a 2 ha de superficie que INIA implementaría en 5 áreas del valle. En ellas se ejecutarían trabajos de investigación y/o validación de tecnología en riego y cultivos, manejados totalmente por INIA y definiéndose fundamentalmente como "predios vitrinas".

  En Cuadro 9.1 se indican las áreas en las cuales se establecerían estas unidades de validación; indicándose también su superficie, cultivos y tecnologías de riego propuestas.

  La definición más precisa de las especies de frutales y hortalizas y las temáticas agronómicas a abordar se efectuarán en particular para cada área, considerando sus condiciones agroecológicas.

  Los resultados que se obtengan de estas unidades permitirán inferir la potencialidad que cada sector presenta en cuanto a cultivos y uso del agua; información que será irradiada a todos los agricultores (Ver Figura 9.2).

Cuadro 9.1: Características de las Unidades de Validación a establecer en el valle del Huasco.

AREA	SUP. (há)	CULTIVOS	TECNOLOGIA DE RIEGO
* EL TRANSITO	0,5	- Frutales - Hortalizas	- Microjet y goteo - Cinta
* SAN FELIX	0,5	- Frutales - Hortalizas	- Microjet y goteo - Cinta
* CHAÑAR BLANCO	0,5	- Hortalizas B/P	- Cinta
* BUENA ESPERANZA	2,0	- Frutales - Hortalizas - Empastadas	- Microjet y goteo - Cinta - Aspersión
* HUASCO BAJO	1,0	- Olivos	- Riego localizado de baja presión

- Módulos demostrativos (MODEM'S). Estas unidades consistirán en pequeñas parcelas demostrativas a implementar en el predio de los agricultores, en el área de influencia de cada UVAL. Ellas se plantean como una forma de irradiar la tecnología generada en la UVAL.

  Se estima que por cada UVAL se podrían establecer, en principio, 3 a 4 MODEM'S dependiendo del interés de los agricultores y sus recursos, dado que gran parte de los costos deberían absorberlos ellos, colaborando parcialmente el proyecto en el financiamiento de los módulos; esto como una forma de que asuman un compromiso de cambio y adopción de tecnología.

  A nivel del valle se totalizaría como mínimo 15 módulos demostrativos, cuyas características se indican en Cuadro 9.2.

  Algunos de estos módulos están en pleno desarrollo, producto de la acción del proyecto actualmente en ejecución.

- Actividades de difusión. Complementando la acción concreta de las UVAL y MODEM'S, se efectuaría un fuerte trabajo en la difusión de información tecnológica, básicamente a través de las siguientes acciones.

* Programa radial
* Días de campo
* Cartillas divulgativas
* Curso taller

En el caso del programa radial, aprovechando la experiencia que INIA tiene al respecto, se implementaría durante 6 meses del año una audición radial diaria o semanal, donde se daría a conocer las actividades del proyecto, entrevistas a agricultores y técnicos e información tecnológica.

En relación a días de campo y pensando en las variaciones agroclimáticas del valle, ellos se organizarían sectorialmente, tomando como base la UVAL y MODEM'S del sector. De esta forma los agricultores podrían apreciar en sus propias circunstancias las posibilidades tecnológicas existentes.

Las cartillas divulgativas también son otro elemento apropiado de difusión y ellas deberán tener una orientación temática acorde con la propuesta tecnológica.

El curso taller estará basado en la metodología del "aprender haciendo", lo que involucra un número limitado y seleccionado de participantes.

d) Operación

El Proyecto tendría su base de funcionamiento en la ciudad de Vallenar. El equipo de trabajo, a nivel local, estaría constituido por un Ingeniero Agrónomo residente, 2 Técnicos Agrícolas, 5 Operarios, 1 Secretaria y servicios de contabilidad.

Cuadro 9.2: Característica de los Módulos Demostrativos en predios de agricultores, valle del Huasco.

AREA Y SECTORES	SUPERFICIE (há) (1)	CULTIVO	TECNOLOGIA DE RIEGO
Area El Tránsito			
- Chollay	0,5	Vid	Goteo
- La Fragua	0,2	Cítricos	Goteo
- Chigüinto	0,2	Hortalizas	Cinta
- Marqueza	0,3	Paltos/Mangos	Microjet
Area San Félix			
- Crucecita I (2)	0,5	Vid/Cítricos/Hortalizas	Goteo/Microjet/Cinta
- Crucecita II (2)	0,3	Vid	Goteo
- Pedregal	0,1	Hortalizas	Cinta
- Portezuelo (2)	0,6	Cítricos/Paltos/Vid	Microjet/Goteo
- Alto del Carmen (2)	2,0	Paltos/Cítricos/Vid	Microjet/Goteo
Area Chañar Blanco			
- La Verbena (2)	1,0	Paltos/Durazneros/Nísperos	Microjet/goteo
- Chañar Blanco (2)	2,0	Paltos/Durazneros/Hortalizas	Microjet/goteo/cinta
- Imperial (2)	1,0	Hortalizas/Vid	Cinta/goteo
- Los Morros	0,5	Hortalizas	Cinta
Area Buena Esperanza			
- La Compañía I	1,0	Paltos	Microjet
- La Comapañía II	0,5	Hortalizas Bajo Plástico	Cinta
- Buena Esperanza I	1,0	Frutales	Microjet/goteo
- Buena Esperanza II	1,0	Praderas	Aspersión
Area Huasco Bajo			
- Freirina	0,5	Olivos/Hortalizas	Conducción/Cinta
- Huasco Bajo	0,5	Olivos	Conducción
- Huasco Bajo	0,5	Olivos/Hortalizas	Californiano/Cinta
- Huasco	0,5	Olivos	Microjet/Californiano

(1) Las superficies consideradas son estimativas, pudiéndose ampliar el trabajo en cada módulo.

(2) Módulos en operación, ejecutados por el Proyecto actual.

Cada Técnico Agrícola tendría a su cargo 2 y 3 UVAL, en cada una de las cuales trabajaría un operario.

A nivel de INIA Central (E.E. Intihuasi) actuaría el Jefe del Proyecto y el equipo de especialistas, los cuales tendrían participación activa en el proyecto en temáticas como: Fruticultura, Hortalizas, Riego, Entomología, Fitopatología, Suelos y Fertilidad, contemplándose también la participación de otros profesionales como economistas y especialistas en ganadería y manejo de praderas, procesamiento de productos, etc.

Toda la acción del proyecto estaría sustentada en la investigación que INIA realiza en la zona, en la región y en el país.

e) Financiamiento

En Cuadro 9.3 se indica el costo aproximado del proyecto para los tres años de ejecución.

En términos de inversión se destaca la habilitación de un pequeño laboratorio de riego para la generación de parámetros técnicos de utilidad para el proyecto.

Cuadro 9.3: Costos del Proyecto (M$)

ITEM	CANTIDAD	VALOR UNIT.	AÑO1	AÑO 2	AÑO 3	TOTAL AÑOS
PERSONAL						
Ing. Agr.	1	600	7.200	7.200	7.200	21.600
Téc. Agr.	2	350	8.400	8.400	8.400	25.200
Obr. Agrícola	5	120	7.200	7.200	7.200	21.600
Secretaria	1	200	2.400	2.400	2.400	7.200
Contador	1/2	250	1.500	1.500	1.500	4.500
Sub Total Personal		—	26.700	26.700	26.700	80.100
INVERSIONES						
Cercado UVAL	5	400	2.000	–	–	2.000
Subsolado y Prep. suelo UVAL	5	100	500	–	–	500
Sistema Riego UVAL	5	500	2.500	–	–	2.500
Invernadero UVAL	2	1.000	2.000	–	–	2.000
Estación Metereológica UVAL	5	700	3.500	–	–	3.500
Plantas frutales UVAL	800	2	1.600	–	–	1.600
Tensiómetros UVAL	20	30	600	–	–	600
Laboratorio Riego	gl.	—	2.000	–	–	2.000
Tractor pequeño	1	1.500	1.500	–	–	1.500
Equipos y herramientas	gl.	—	1.000	–	–	1.000
Máquina fotográfica	1	350	350	–	–	350
Proyectora diapositivas	1	300	300	–	–	300
Equipo sonido (Megáfono)	1	200	200	–	–	200
Implementación módulos	15	150	2.250	–	–	2.250
Vehículo (Camioneta o Jeep)	1	6.000	6.000	–	–	6.000
Letreros	20	20	400	–	–	400
Sub Total Inversiones	–	–	**26.700**	–	–	**26.700**
OPERACION						
Comb. y Lub.	gl	100	1.200	1.200	1.200	3.600
Mantención vehículos	gl	–	500	500	500	1.500
Pesticidas	gl	–	1.000	1.000	1.000	3.000
Fertilizantes	gl	–	500	500	500	1.500
Semillas	gl	–	500	500	500	1.500
Reposición Plásticos	gl	–	–	250	250	500
Reposición Cinta riego	gl	–	–	300	300	600
Arriendo terreno	gl	–	500	500	500	1.500
Arriendo oficina	gl	50	600	600	600	1.800
Programa radial	6	250	1.500	1.500	1.500	4.500
Pago de servicios a terceros	gl	–	500	500	500	1.500
Mat. de Uso y Consumo Cte.	gl	–	300	300	300	900
Servicios básicos	gl	–	200	200	200	600
Viáticos	gl	–	2.000	2.000	2.000	6.000
Sub Total Operación	–	–	**9.300**	**9.850**	**9.850**	**29.000**
Sub Total Proyecto	–	–	**62.700**	**36.550**	**36.550**	**135.800**
Imprevistos (10%)	–	–	6.270	3.655	3.655	13.580
Gastos Administrativos (16%)	–	–	10.032	5.848	5.848	21.728
Total Proyecto	–	–	**79.002**	**46.053**	**46.053**	**171.108**

CONCLUSIONES

10. CONCLUSIONES

Finalizado el período de ejecución de 2 años del proyecto: "Validación de Tecnológias de Riego en el Valle del Huasco", se puede mencionar las siguientes conclusiones de tipo general:

a) La acción realizada por el proyecto en el valle del Huasco es complementaria a la acción que realiza el Estado de Chile, materializada en la construcción del Embalse Santa Juana.

b) Un período de 2 años es insuficiente para provocar un cambio del nivel tecnológico de riego, en el valle, obteniéndose solamente impactos parciales.

c) Es imprescindible implementar un plan o programa de mayor duración, que contemple acciones de investigación y Transferencia de Tecnología (3 a 5 años). Solamente de esa forma se logrará un impacto importante en términos de reconversión agrícola.

d) El proyecto en si permitió diagnosticar en detalle toda una problemática de organización y distribución del agua a nivel de cuenca, quedando de manifiesto la gran cantidad de canales de riego existentes en la cuenca (317), que no guarda relación con el tamaño de ella. Esto provoca serios problemas de distribución y de eficiencias de conducción (altas pérdidas).

e) Si bien es cierto que, a nivel de valle existe una organización que administra el agua, no se visualiza una gestión más agresiva para efectuar planteamientos en términos de optimizar la operación, inducir un desarrollo agrícola del sector, ni diseñar proyectos de inversión y desarrollo, etc.

f) En relación a metodología de riego predial, la situación del valle del Huasco no es diferente a la del resto del país, dado que predominan los sistemas de riego superficiales de baja a media eficiencia. Tal situación no se compatibiliza con la escasez recurrente del recurso, lo cual impide, en cierta forma, el aprovechamiento de las ventajas comparativas del valle.

g) La acción del proyecto permitió, también, caracterizar física e hídricamente las distintas series de suelo existentes en el valle, como un paso previo para el diseño y manejo de los distintos métodos de riego.

h) Lo anterior se complementa con la información obtenida respecto a la tipificación de los 5 distritos agroclimáticos del valle, lo cual permite definir una gama de cultivos que se podrían desarrollar en cada una de las condiciones ambientales.

i) Con respecto a parámetros de diseño, el proyecto entrega pautas generales para la implementación de uno u otro método de riego, con las restricciones que deben considerarse al analizar cada situación en particular. Sin embargo, debe tenerse presente que la propuesta del proyecto es no insistir en mejorar los métodos de riego superficiales utilizados en la actualidad, sino debe tenderse a incentivar un cambio tecnológico que permita la adopción de tecnologías de alta eficiencia, como: goteo, aspersión, microaspersión y riego localizado en general.

   Esta propuesta debería analizarse en el contexto de la implementación de créditos y subsidios específicos para el valle. Si se logra implentar de alguna forma la propuesta planteada se estaría obteniendo un beneficio real de la construcción del Embalse.

j) Congruente con lo anterior, el proyecto a través de la metodología de los Centros de Ajuste (CATT), logró implementar en el valle 9 unidades demostrativas, con riego tecnificado; desarrollando a través de ellas toda una acción de validación, demostración y capacitación. Tal acción debería ampliarse al establecer un programa de Investigación y Transferencia de Tecnología de mayor envergadura.

k) Con la realización del proyecto, también, se generó importante información relativa al comportamiento de frutales subtropicales y hortalizas. En relación al primer rubro aparecen como promisorias especies como el chirimoyo y el palto, si se establecen y manejan, utilizando tecnologías modernas de manejo de suelo y riego. Con respecto a hortalizas, es realmente interesante la alternativa de aprovechar mejor las ventajas climáticas del valle, con el establecimiento de sucesiones de cultivos (rotaciones cortas), las cuales posibilitan la realización de dos a tres cultivos en el año. Aparecen como promisorios, en forma preliminar: maíz sembrado a alta densidad, poroto verde, apio, lechuga y tomate bajo plástico.

l) Finalmente no debe dejar de mencionarse el interés demostrado por los agricultores del valle del Río Huasco, en participar de actividades de extensión y más aún en incorporar tecnologías de riego a sus predios, viéndose limitados, en la mayoría de la veces, por la falta de capital y asesoría específica. Tal actitud permite visualizar buenas expectativas para el desarrollo agrícola de esta zona del país.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

11. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Allison, L.E. 1954. Diagnóstico y recuperación de suelos salinos y sódicos. Depto. de Agricultura de U.S.A.; L.A. Richard. Editor, Handbook N° 60. 172 p.

CIREN - CORFO. 1964. Descripción de suelos. 391 p.

Comisión Nacional de Riego. , 1982. Estudio integral de riego del Valle del Huasco. CEDEC. 149 p.

Comisión Nacional de Riego. 1985.Estudio integral de riego del valle del Huasco. (Informe final) CEDEC. vol. I - II - III - IV - V.

Corporación de Fomento de la Producción. 1989. Simposio Desarrollo Hortofrutícola de la Región de Atacama. CORFO - Vallenar 1989.

CORFO - INIA. 1985. Investigación en la introducción de nuevas especies y variedades hortícolas para la III y IV Regiones. 257 p.

CORFO - INIA. 1988. Investigación en la introducción de nuevas especies y variedades hortícolas III Región. Informe Final. 363 p.

CORFO-INIA. 1988. Investigación en la introducción de nuevas especies y variedades hortícolas III Región. Talleres Gráficos INIA. 70 p.

Esteve, G.J. 1986. Apuntes sobre riego localizado. Madrid, España.

Giaconi, V; Escaff, M. 1993. Cultivo de Hortalizas Ed. Universitaria. 332 p.

Grassi, Carlos J. 1977. Operación y Conservación de Sistema de Riego. Talleres de Impresión CIDIAT. 230 p.

Grassi, Carlos. 1978. Métodos de Riego, 1978. CIDIAT, Venezuela 265 p.

Hoffman, G.J; Howell, Solomon, K.H. 1992. Mangement of a form irrigation systems. American Society of Agricultural Engineers. U.S.A.

INIA. 1989. Introducción de nuevas variedades y especies frutales de la III Región. 181 p.

INIA. 1991. Tecnologías de Riego; Estación Experimental Quilamapu-Chillán. Talleres Gráficos INIA. 109 p.

Investigación en la Introducción de Nuevas Especies y Variedades Hortícolas, III Región, 1988. INIA-CORFO 70 p.

Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Curso de Riego INIA-FNDR. Serie Carillanca N° 8.

Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Seminario Producción de Hortalizas Bajo Plástico. Illapel. E.E. Intihuasi. p.i.

Instituto de Investigaciones Agropecuarias. 1989. Mapa Agroclimático de Chile. INIA - Ministerio de Agricultura. Santiago - Chile.

Instituto de Investigaciones Agropecuarias. 1993. Curso Internacional de Riego y Drenaje. Serie Carillanca N° 34, Temuco. 363 p.

Israelsen, O y Hansen, V. 1965. Principios y aplicación de Riego. Reverte S.A. 387 p.

Kleiman, P., Torres, J. 1962. Recurso de agua del Valle del Huasco. CORFO. 119 p.

Ministerio de Agricultura. 1958. Agricultura técnica. Estarley. 624 p.

Mujeriego, 1990. Riego con agua municipal residual regenerada. Editora Universitat Politécnica de Catalunya. Barcelona. 481 p.

Osorio U., Alfonso. 1974. Comparación entre el método del cilindro y de laparcela infiltrómetro y efecto de algunos factores que inciden sobre la velocidad de infiltración del suelo. Facultad de Agronomía Universidad de Chile. 31 p.

SERPLAC. 1980. Estudio agrológico del Valle del Río Huasco. Cica-hidroconsult. 158 p.

Varas. E. 1991. Tecnologías de Riego. Boletín para profesionales. E.E. Quilamapu. 109 p.

ANEXO 1

FACSIMIL DE ENCUESTA DE DIAGNOSTICO

b) Riego

- *Fuente de abastecimiento: (nombre el canal de abastecimiento)*
- *Estanque de acumulación: (indique capacidad m3)*
- *Métodos de riego utilizado por cultivos (indicar há por sistema de riego).*

CULTIVO	METODO DE RIEGO	TENDIDO	SURCO	TAZAS	GOTEO	ASPERSION	OTROS
1.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
2.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
3.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
4.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

- *Frecuencia de riego:*
  Turnos:
  Bandeja de evaporación:
- *Tiempo de riego:*
- *Número total de acciones inscritas:*

III RECURSOS DISPONIBLES

1.

TIPO DE TENENCIA	SUPERFICIE (Há) Riego	Secano	TOTAL (Há)
Propia.....	.....	.....	.....
arrendada.....	.....	.....	.....
Mediería.....	.....	.....	.....
Comunitaria.....	.....	.....	.....
Goce singular.....	.....	.....	.....

2. Mano de obra (N°)

Estable: *Temporal:* *Total anual:*

IV. Mencionar los principales problemas tecnológicos (asociados a los rubros principales).

.....
.....
.....
.....
.....

V ¿Aceptaría formar parte y participar en jornadas técnicas y cursos que le permitan elevar los rindes de sus cultivos? ¿Se interesa en mejorar sus métodos de riego? (Cuáles)

.....
.....
.....
.....

ANEXO 1

FACSIMIL DE ENCUESTA DE DIAGNOSTICO

ENCUESTA DE DIAGNOSTICO

I IDENTIFICACION

a) Rol del Predio

b) Nombre Agricultor

c) Descripción del agricultor: (edad, actividad, nivel educacional, familia, etc.)

.....
.....
.....
.....
.....

II ESTRUCTURA PRODUCTIVA Y DESTINO DE LA PRODUCCION

a)

RUBROS	*SUPERFICIE (Há)*	*PROD. AÑO ANT. (Ultima temp.)*	*DESTINO DE LA PRODUCCION INDICAR PORCENTAJES (%)*	
			Autoconsumo	*Venta*
CULTIVOS *1*..... *2*..... *3*..... *4*..... *5*.....	....	....	....	....
FRUTALES Y VIÑAS *1*..... *2*..... *3*..... *4*..... *5*.....	....	....	....	....
PRADERAS (EMPASTADAS) *1*..... *2*..... *3*.....	....	....	....	....
OTROS *1*..... *2*.....	....	....	....	....

ANEXO 2

ROL DE CANALES Y PRESIDENTES DE CANALES

ANEXO 2

Rol de canales según Figura 3.1, se presentan de acuerdo al afluente correspondiente a cada sección de riego.

EL CARMEN (PRIMERA SECCION)

01. Tranca Quemada Norte
02. Tranca Quemada Sur
03. Potrerillos Sur
04. Potrerillos Norte
05. Fortuna Sur
06. Fortuna Norte
07. Casa Blanca
08. Colorado
09. Dadin
10. Angostura
11. Plata Alta Norte
12. Gárate
13. Plata Baja Norte
14. Burro Muerto Norte
15. Burro Muerto Sur
16. Lagunas
17. Pedregal
18. Varela
19. Algarrobo
20. Duraznito Sur
21. Duraznito Norte
22. Zola
23. Mal Paso
24. Churque
25. Hornito
26. Palos Parados
27. Lozas
28. Berraco
29. Churcal
30. Islones
31. Potrero Redondo
32. Arenas
33. Breas Paredes
34. Alamos
35. Perales
36. Churque
37. Sauce
38. Encontrón
39. Molinito Norte
40. Molinito Sur
41. Cuesta Norte
42. Cuesta Sur
43. Cajón
44. Páez
45. Tinajilla Norte
46. Tinajilla Sur
47. Godoy
48. Carrizal
49. Pampita Sur
50. Pampita Norte
51. Peñón
52. Castillo
53. Piedras Juntas
54. Las Breas
55. Molino Piedras Juntas
56. Rojas
57. Timbles
58. Huracán
59. Guajardo
60. Churcal
61. Alcota (sin B T)
62. Zumarán
63. San Félix
64. Algodón
65. Molinito Páez
66. Pedregal
67. Higuerita Sur
68. Higuerita Norte
69. El Medio
70. Majada
71. Mollaca
72. Escobas
73. Crucesita
74. Chañares
75. Pampita Verde
76. Molino Algarrobal
77. Canales
78. Trapiche
79. Cerro Blanco
80. Mesilla
81. Páez
82. Retamas
83. Monardes
84. Boquete
85. Herrera
86. Pedregal Grande
87. Brizuela
88. El Sauce
89. Nogales
90. Peralito (1)
91. La Vega (1)
92. Alvarez
93. Bolados
94. La Huerta
95. El Carmen
96. Portezuelo
97. Bravo
98. Las Juntas

EL TRANSITO (SEGUNDA SECCION)

LAGUNA GRANDE

01. Cobre Oriente
02. Cobre Poniente
03. León Muerto
04. Toledo
05. Diuca
06. Amarras del Negro
07. Ojos de Agua
08. Chape
09. Chañares Poniente
10. Chañares Oriente
11. Papas
12. Chicas
13. Pozos Oriente
14. Pozos Altos
15. Pozos Bajos
16. Peñas Porotas
17. Aróstica
18. Juntas

VALERIANO

01. Colorado Sur
02. Colorado Norte
03. Matancilla Norte
04. Salto
06. Mortero
07. Molino Domínguez

PACHUY

01. Algarrobo Chato
02. Buitre
03. Chacai
04. Cereceda
05. Gajardo Norte
06. Gajardo Sur
07. Durazno
08. Salto
09. Telar
10. Ojos de Agua
11. Rodeo Sur
12. Rodeo Norte
13. Encatrado
14. Romazal
15. Buitre
16. Puntilla
17. Maitencillo
18. Piedras Grandes
19. Ramadas

CHOLLAY

01. Escobas Norte
02. Escobas Sur
03. Huracán
04. Chañarcillo Alto Norte
05. Chañarcillo Sur
06. Chañarcillo Bajo Norte
07. Caracol Sur
08. Cuesta Norte
09. Cuesta Sur
10. Falda Mala
11. Zorra Muerta
12. Zorra Muerta Sur (s/r)
13. Morado
14. Pucanas
15. Canuto
16. Cortadera
17. Gregorio Campillay
18. Pedregal
19. Martínez
20. Alamos
21. Ventura
22. Animas
23. Salazar
24. Tambo Alto

TRANSITO

01. Bravo
02. Vizcacha
03. Chivato
04. Vado Corral
05. Lozas
06. Picayuyo
07. Cuesta
08. Durazno
09. Quisca
10. Galleguillos
11. Malaguín Chico (s/r)
12. Malaguín
13. Cachiyuyo
14. Campillay
15. Albaricoque Sur
16. Albaricoque Norte
17. Llanos
18. Conay
19. La Vuelta

20. Ramadas Buitre
21. Algarrobito
22. Carrizo
23. Entrada Carrizo
24. Morado
25. Piedras Rajadas
26. Juntas Pachuy

EL TRANSITO

27. Frente Parral
28. Pabla Ríos
29. Frente Pabla Ríos
30. La Pampa
31. Frente Capilla
32. Vado Pampa
33. Jerónimo Campillay
34. J. J. Díaz (3)
35. Seriche y Muñoz
36. Pedregal Muñoz
37. Campillay y Molina
38. Pinte
39. Angostura
40. Armidita
41. Arena
42. Torres
43. Valdés
44. Peña Colorada
45. Puntilla (4)
46. Fragua
47. Molino Domínguez
48. Molino Alvarez
49. Campillay
50. Núñez
51. Chanchoquín
52. Molino Viejo
53. Corral Vacas
54. Pircas
55. Rinconada
56. Vales Altos
57. Chiguinto
58. Vales Bajos
59. Carrizo
60. Borcosky (6)
61. Olivo
62. Villegas
63. Marquezas
64. Loros
65. Placetas
66. Oruro
67. Terrón
68. Flores
69. Méndez
70. Punta Negra
71. Escobar

20. Puntilla Colorada
21. Tambo Bajo
22. Colpe Norte
23. Misqui
24. Tololo (2)
25. Vega Muñoz
26. Molino Delgado

HUASCO (TERCERA SECION)

01. Toro Norte
02. Toro Sur
03. Anselmo
04. Cañas Sur
05. Algodón
06. Alto Blanco
07. Aguirre
08. Churcal Sur
09. Churcal Norte
10. Maitén
11. Sombrío
12. Peñón
13. Barejones
14. Chépica Sur
15. Chépica Solar
16. Chépica Maitén (7)
17. Solar Norte
18. Solar Sur
19. Laja
20. Caracol Sur (8)
21. La Higuerita
22. Viña Sur
23. Durazno Sur (9)
24. Tres Cruces Norte (9)
25. Frente Máquinas
26. Camarones Norte
27. Camarones Sur
28. La Compañía
29. Marañón
30. Remigia Torres
31. Escobar
32. El Retiro
33. Chañar Blanco
34. Ventanas
35. Gallo y Ferrera
36. Arenal
37. Buena Esperanza
38. Chacra Araya
39. El Pino
40. Callejas (10)
41. Población (10)
42. Chimba (10)
43. Libertad
44. Quebrada Honda
45. Perales

72. Tabaco
73. Cañas
74. Mediaguas
75. Molino Ramadilla
76. Sin Nombre (s/r)

HUASCO (CUARTA SECION)

01. Pahona
02. Perales Viejos
03. Chacra Herreros
04. Victoria
05. Bodegas
06. San José
07. Nicolasa
08. Peñón
09. Tatara
10. Bodeguillas
11. Cachipampa
12. García y Campusano
13. Castañón
14. Acequia Freirina
15. Fábrica
16. Mirador
17. Castillo
18. Bellavista
19. Las Tablas
20. Madariaga
21. Pino
22. Cachina
23. Bellavista

OBSERVACIONES

s/r : sin rol
(1) Sin B T: riegan por El Sauce
(2) Inscrito (s/r) (11) posteriormente en el rol
(3) Sin B T: riega por el Vado Pampa
(4) Sin B T: riega por Peña Colorada
(5) Sin B T: riega por Fragua
(6) Sin B T: riega por Chiguinto
(7) Sin B T: riega por el Solar Norte
(8) Sin B T: riega por el Solar Sur
(9) Riegan por La Higuerita
(10) Tienen B T común
Potrerillos y Máquinas no existen
(11) Canal del pueblo Freirina, pertenece a la I. Municipalidad

ANEXO 2

Canales y presidentes según sección de riego de la cuenca del Huasco

PRIMERA SECCION

CANAL	***PRESIDENTE***
1. TRANCA QUEMADA NORTE	VICENTE VITALIC
2. TRANCA QUEMADA SUR	VICENTE VITALIC
3. POTRERILLOS NORTE	VICENTE VITALIC
4. POTRERILLOS SUR	VICENTE VITALIC
5. FORTUNA NORTE	VICENTE VITALIC
6. FORTUNA SUR	VICENTE VITALIC
7. CASA BLANCA	VICENTE VITALIC
8. COLORADO	VICENTE VITALIC
9. DANDI (Dadin)	VICENTE VITALIC
10. ANGOSTURA	DOMINGO DE LATORRE
11. PLATA ALTA NORTE	GONZALO ALCAYAGA MORALES
13. PLATA BAJA SUR	GONZALO ALCAYAGA MORALES
12. GARATE	GONZALO ALCAYAGA MORALES
14. BURRO MUERTO NORTE	SILVESTRE RAMIREZ
15. BURRO MUERTO SUR	SILVESTRE RAMIREZ
16. LAGUNAS	GLADYS IRIARTE GODOY
17. PEDREGAL	GLADYS IRIARTE GODOY
18. VARELA	ERNESTINA IRIARTE GODOY
19. ALGARROBO	GLADYS IRIARTE GODOY
20. DURAZNITO SUR	JOSE DORGAMBIDE ESPOZ
21. DURAZNITO NORTE	JOSE DORGAMBIDE ESPOZ
22. ZOLA	OMAR PAEZ
23. MAL PASO	JOSE PAEZ DIAZ
24. CHURQUE	JUAN REYNUABA
25. HORNITO	RAUL ARDILES
26. PALOS PARADOS	NELIO PAREDES BARRAZA
27. LOZAS	IBAR PAREDES TORRES
28. BERRACOS	MISAEL CUBILLOS RIVERA
30. ISLONES NORTE	MISAEL CUBILLOS RIVERA
29. CHURCAL	JERONIMO RIVERA
31. POTRERO REDONDO	IBAR PAREDES TORRES
32. ARENAS	IBAR PAREDES TORRES
33. BREAS PAREDES	IBAR PAREDES TORRES
34. ALAMOS	JOSE G. CAMPILLAY PERALTA
36. CHURQUE	ALCIDES PAEZ LEYTON
35. PERALES	JUAN REYNUABA GODOY
37. SAUCE	PATRICIO BOLADOS RAMOS
38. ENCONTRON	PATRICIO BOLADOS RAMOS
39. MOLINITO NORTE	JOSE BOLADOS PAEZ
40. MOLINITO SUR	SERGIO PAEZ ARDILES
41. CUESTA NORTE	SERGIO PAEZ ARDILES
42. CUESTA SUR	SUCRE TORRES
43. CAJON	MARIO PAEZ
44. PAEZ	MARIO PAEZ
45. TINAJILLA NORTE	JORGE DIAZ ASTORGA

46. TINAJILLA SUR	JORGE DIAZ ASTORGA
47. GODOY	ARTURO VELIZ MENDEZ
48. CARRIZAL	ARTURO VELIZ MENDEZ
50. PAMPITA NORTE	DOMINGO VARAS
49. PAMPITA SUR	ARTURO VELIZ MENDEZ
51. PEÑON	JOSE S. JORQUERA TORRES
52. CASTILLO	JOSE M. TORRES SUAREZ
53. PIEDRAS JUNTAS	ALCIDES MENDEZ VILLANUEVA
54. LAS BREAS	RAUL ARTURO IBARBE SAAVEDRA
55. MOLINO PIEDRAS JUNTAS	NELLY TORRES
56. ROJAS	BELFOR ROJAS ARDILES
57. TIMBLES	JERONIMO RIVERA ALARCON
58. HURACAN	FRANCISCO MULET
59. UNIFICACION GUAJARDO-ALCOTA	LUIS GOUGAIN CAIRE
60. CHURCAL	FRANCISCO MULET
62. ZUMARAN	DOMINGO S. BARRERA CRUZ
63. SAN FELIX	RAUL APEY MONARDES
64. ALGODONES	ADRIANA AGUIRRE VALDERRAMA
65. MOLINO PAEZ	ADRIANA AGUIRRE VALDERRAMA
66. PEDREGAL	BELMOR AVALOS
67. HIGUERITA SUR	ENRIQUE IRIARTE GODOY
68. HIGUERITA NORTE	HUGO GORIGOITIA CHEPILLO
69. EL MEDIO	GONZALO ALCAYAGA MORALES
70. MAJADA	ENRIQUE S. IRIARTE GODOY
71. MOLLACA	FRANCISCO A. AVALOSMONTOYA
72. ESCOBAS	MARIA Y. BOLADOS OSSANDON
73. CRUCECITA	BLANCA C. BOLADOS OSSANDON
74. CHAÑARES	RAMIRO SALAZAR CUBILLOS
75. PAMPITA VERDE	ANA ENEDINA PAEZ PAEZ
76. MOLINO ALGARROBA	RAMIRO SALAZAR CUBILLOS
77. CANALES	EDUARDO E. ARRIAGADA HURTADO
78. TRAPICHE	HERNANDO GARATE PAEZ
79. CERRO BLANCO	GONZALO ALCAYAGA LEYTON
80. UNIFICACION PEDREGAL	ZACARIAS ANACONA DIAZ
88. EL SAUCE	FRANCISCO BOU BARROETA
89. NOGALES	FRANCISCO BOU BARROETA
94. LA HUERTA	GILBERTO IBARBE
96. PORTEZUELO	JUAN G. ALVAREZ GODOY
95. EL CARMEN	JUAN ALVAREZ GODOY
97. BRAVO	BENITO BRAVO ARAOS
98. LAS JUNTAS	MAXIMILIANO LEYTON VELIZ

SEGUNDA SECCION

Valeriano	
1. COLORADO SUR	SILVIA E. MURRAY OCARANZA
2. COLORADO NORTE	DEYSIE E. MURRAY OCARANZA
3. MATANCILLA SUR	FERNANDO A. ARCOS ARDILES
4. MATANCILLA NORTE	FERNANDO A. ARCOS ARDILES
5. SALTO	SANTIAGO CAYO SALINAS
6. MORTERO	SANTIAGO CAYO SALINAS
7. MOLINO DOMINGUEZ	SANTIAGO CAYO SALINAS

El Tránsito

1.BRAVO	SANTIAGO CAYO SALINAS
2.VIZCACHAS	SANTIAGO CAYO SALINAS
3.CHIVATO	SIMON GALLO ESCOBAR
4.VADO CORRAL	SIMON GALLO ESCOBAR
5.LOZAS	HILDA F. ARCOS CAMPILLAY
6.PICAYUYO DURAZNO	ARNALDO ESCOBAR
7.CUESTA	HILDA F. ARCOS CAMPILLAY
9.QUISCO	HILDA F. ARCOS CAMPILLAY
10.GALLEGUILLOS	JUAN D. BORDONES HUANCHICAY
13.CACHIYUYO	HERNALDO A. ESCOBAR CAMPILLAY
12.MALAGUIN	SIMON GALLO ESCOBAR
14.CAMPILLAY	SIMON GALLO ESCOBAR
16.ALBARICOQUE NORTE	PASCUAL VILLEGAS CAYO
15.ALBARICOQUE SUR	SIMON GALLO ESCOBAR
17.LLANOS	HERIBERTO CAMPILLAY CAMPILLAY
18.CONAY	JUAN JOSE CERICHE
19.LA VUELTA	ADAN C. CASTILLO VALLADARES
20.PUNTILLA COLORADA	JULIO DEL C. MONTAÑA
21.TAMBO BAJO	RAMON ARDILES MERCADO
22.COLPE NORTE	JULIA MONTAÑA CAMPILLAY
23.MISQUI	ANIBAL SANTIBAÑEZ TORRES
26.MOLINO DELGADO	ROBERTO TORRES FEMENIAS
27.FRENTE PARRAL	MANUEL BUENSEJAR BORDONES
28.PABLA RIOS	M. BORDOGUES
29.FRENTE PABLA RIOS	WELLINGTON CERICHE
30.LA PAMPA	DIOQUENES SERICHE
31.FRENTE CAPILLA	ISMAEL BOLADOS ESCOBAR
32.VADO PAMPA Y J.J. DIAZ	AUGUSTO SERICHE ROBLEDO
33.J. CAMPILLAY	SILVIO ADAOS SERICHE
35.SERICHE Y MUÑOZ	PEDRO ESQUIVEL SANTANDER
36.PEDREGAL MUÑOZ	ALBERTO ADAOS SERICHE
37.CAMPILLAY Y MOLINA	CALIXTO MOLINA OLIVARES
39.ANGOSTURA	DANIEL SANTIBAÑEZ
38.PINTE	AUGUSTO SERICHE ROBLEDO
40.ARMIDITA	GUDELIO RAMIREZ MUÑOZ
41.ARENA	JOSE CALLEJAS MOLINA
42.TORRES	LORENZA DEL T. ALBARNEZ
43.VALDES	JUANA I. CAMPILLAY TAMBLAY
44.PEÑA COLORADA	PEDRO ARAYA DIAZ
46.FRAGUA	JOSE GOMEZ GOMEZ
47.MOLINO DOMINGUEZ	JOSE GOMEZ GOMEZ
PUNTILLA	PEDRO ARAYA DIAZ
48.MOLINO ALVAREZ	ENRIQUE H. GAYTAN ARCOS
50.NUÑEZ	ASCENCION CAMPILLAY TAMBLAY
25.VEGA MUÑOZ	PEDRO ESQUIVEL SANTANDER
51.UNIFICACION	
CAMPILLAY-CHANCHOQUIN	ESPIRIDION CAMPILLAY
52.MOLINO VIEJO	GERALDO HERRERA DOMINGUEZ
53.CORRAL VACAS	BATUEL D. ROJAS ROJAS
54.PIRCAS	MARCELINO HERRERA DOMINGUEZ
55.RINCONADA	CLEMENTINA CONTRERAS CARMONA
56.VALES ALTOS	HORACIO PERALTA GARROTE

57. CHIGUINTO	ANTONIO PAEZ BARAHONA
58. VALES BAJOS	JOSE B. OLIVARES GARROTE
59. CARRIZO	PASCUAL DEL T. ALCOTA MARIN
60. BORCOSKY	OMAR CARVAJAL
61. OLIVO	MARCOS A. CAMPILLAY CAMPILLAY
62. VILLEGAS	ARMANDO PIZARRO ZAVALA
63. MARQUEZAS	DESIDERIO ARANCIBIA MADARIAGA
64. LOROS	LUIS ESPINOZA ARANCIBIA
65. PLACETAS	ORFELINA CAMPILLAY TAMBLAY
66. ORURO	ANTONIO ESPINOZA OSORIO
67. TERRON	ERNESTO ESPINOZA PLAZA
68. FLORES	VICENTE MUÑOZ PEREZ
69. MENDEZ	JUAN NICOLAS ESCOBAR
70. PUNTA NEGRA	MARIELA ESCOBAR
71. ESCOBAR	BERNARDINO ESCOBAR
72. TABACO	HUGO ESPINOZA
73. CAÑAS	ALFREDO S. SERRANO TORRES
74. MEDIAGUAS	OSCAR VICUÑA
75. MOLINO RAMADILLA	ISABEL C. CAMPILLAY DOMINGUEZ

Laguna Grande

1. COBRE ORIENTE	SANTIAGO CAYO SALINAS
2. COBRE PONIENTE	SANTIAGO CAYO SALINAS
3. LEON MUERTO	SANTIAGO CAYO SALINAS
4. TOLEDO	SANTIAGO CAYO SALINAS
5. DIUCA	SANTIAGO CAYO SALINAS
6. AMARRA DEL NEGRO	SANTIAGO CAYO SALINAS
7. OJOS DE AGUA	SANTIAGO CAYO SALINAS
8. CHAPE	SANTIAGO CAYO SALINAS
9. CHAÑARES PONIENTE	SANTIAGO CAYO SALINAS
10. CHAÑARES ORIENTE	SANTIAGO CAYO SALINAS
11. PAPAS	SANTIAGO CAYO SALINAS
12. CHILCAS	SANTIAGO CAYO SALINAS
13. POZOS ORIENTE	SANTIAGO CAYO SALINAS
14. POZOS ALTOS	SANTIAGO CAYO SALINAS
15. POZOS BAJOS	SANTIAGO CAYO SALINAS
16. PEÑAS POROTAS	SANTIAGO CAYO SALINAS
17. AROSTICA	MANUELA C. VILLEGAS PERALTA
18. JUNTAS	SANTIAGO CAYO SALINAS

Pachuy

5. GAJARDO NORTE	APOLINARIO CAMPILLAY CAMPILLAY
6. GAJARDO SUR	APOLINARIO CAMPILLAY CAMPILLAY
1. ALGARROBO CHATO	RAUL SANTANDER ALVAREZ
2. BUITRE NORTE	HIGINIO SANTANDER ALVAREZ
4. CERECEDA NORTE	FLORENCIO F. CAMPILLAY NIEVAS
3. CHACAY	FLORENCIO F. CAMPILLAY NIEVAS
7. DURAZNO	FLORENCIO F. CAMPILLAY NIEVAS
8. SALTO	FLORENCIO F. CAMPILLAY NIEVAS
9. TELAR	ERMINDA CAMPILLAY
10. OJOS DE AGUA	CLODOMIRO ALAMIRO SANTANDER
11. RODEO SUR	CLODOMIRO ALAMIRO SANTANDER

12. RODEO NORTE	FLORENCIO F. CAMPILLAY NIEVAS
13. ENCATRADO	SEGISMUNDO CAMPILLAY
14. ROMAZAL	CLODOMIRO ALAMIRO SANTANDER
15. BUITRE	MARIA L. SANTANDER RIVERA
16. PUNTILLA	JOSE S. OLIVARES VILLEGAS
17. MAITENCILLO	MAXIMINO VILLEGAS CAYO
18. PIEDRAS GRANDES	JOSE S. OLIVARES VILLEGAS
20. RAMADAS BUITRE	ADRIANA CAMPILLAY NIEVAS
21. ALGARROBITO	JOSE S. OLIVARES VILLEGAS
22. CARRIZO	ADRIANA CAMPILLAY NIEVAS
23. ENTRADA CARRIZO	ADRIANA CAMPILLAY NIEVAS
24. MORADOS	ADRIANA CAMPILLAY NIEVAS
25. PIEDRAS RAJADAS	LEONARDO DEL T. CAMPILLAY
26. JUNTAS PACHUY	CLODOMIRO ALAMIRO SANTANDER

Chollay

1. ESCOBAS NORTE	HUMBERTO FRANCO PAREDES
2. CHAÑARCILLO SUR	HUMBERTO FRANCO PAREDES
3. HURACAN	HUMBERTO FRANCO PAREDES
4. CHAÑARCILLO ALTO NORTE	HUMBERTO FRANCO PAREDES
6. CHAÑARCILLO BAJO NORTE	HUMBERTO FRANCO PAREDES
7. CARACOL SUR	HUMBERTO FRANCO PAREDES
8. CUESTA NORTE	OSVALDO CAYO
9. CUESTA SUR	OSVALDO CAYO
10. FALDA MALA	HUMBERTO FRANCO PAREDES
11. ZORRA MUERTA	ARTURO SEGUNDO VEGA
13. MORADO	HUMBERTO FRANCO PAREDES
14. PUCARAS	HUMBERTO FRANCO PAREDES
15. CANUTO	HUMBERTO FRANCO PAREDES
16. CORTADERA	JOSE GALVIN CAMPILLAY PERALTA
17. GREGORIO CAMPILLAY	FEDERICO BORDONES
18. PEDREGAL	FERNANDO FRANCO PALMAROLA
19. MARTINEZ	FLORENCIO F. CAMPILLAY NIEVAS
20. ALAMOS	JOSE GALVIN CAMPILLAY
21. VENTURA	JOSE GALVIN CAMPILLAY
22. ANIMAS	RAUL SANTANDER ALVAREZ
23. SALAZAR	GUILLERMO SALAZAR CORTES
24. TAMBO ALTO	JUVENAL A. FLORES SALAZAR
TORRES	MARIO GOMEZ VEGA
LA VEGA	CLODOMIRO ALAMIRO SANTANDER
LAS ROSAS	ESMERINDA PIZARRO ZAVALA
MALAGUIN CHICO	MARIA E. RODRIGUEZ AROSTICA

TERCERA SECCION

1. TORO GRANDE	ESTER VEIRA
2. TORO SUR	ESTER VEIRA
3. ANSELMO	ARTURO APEY MONARDES
4. CAÑAS SUR	ARTURO APEY MONARDES
5. ALGODON	IBAR HUANCHICAY VARAS
6. ALTO BLANCO	ALDO VARAS
7. AGUIRRE	GRACIELA ARGOMEDO CELEDON

8. CHURCAL SUR	ROSA R. DE CORTES
9. CHURCAL NORTE	ROSA R. DE CORTES
10. MAITEN	MONICA MIRANDA MIRANDA
11. SOMBRIO	HUGO EVANS MIRANDA
12. PEÑON	ADILIO MIRANDA V.
14. CHEPICA SUR	JOSE SALOMON UZIEDA
15. CHEPICA SOLAR	PAUL CORTES
16. CHEPICA MAITEN	ADILIO MIRANDA
17. SOLAR NORTE	SAMUEL RODRIGUEZ JOFRE
18. SOLAR SUR	ISMAEL JOFRE
19. LAJA	RODOLFO ESPEJO HUANCHICAY
20. CARACOL SUR	FRANCISCO BOU BARROETA
21. LA HIGUERITA	REGINA DEL C. MORALES
22. VIÑA SUR	REGINA MORALES
23. DURAZNO SUR	REGINA MORALES
24. TRES CRUCES NORTE	REGINA MORALES
MAQUINAS	REGINA MORALES
25. FRENTE MAQUINA	ALFREDO OVALLE
26. CAMARONES NORTES	ARISTIDES ZUÑIGA
27. CAMARONES SUR	JOSE ARRATIA
28. LA COMPAÑIA	M. SANTELICES
29. MARAÑON Y PROLONGACIONES	GUILLERMO RIVERO YAPUR
30. REMIGIA TORRES	ROGELIO LEIVA CARMONA
32. EL RETIRO	LUIS LEIVA ALVAREZ
33. CHAÑAR BLANCO	NICOLAS MORENO HERRERA
34. VENTANAS	ROBERTO VERGARA
POTRERILLOS	HUGO RISSI VALLEJOS
35. GALLO Y FERRERA	SILVIO VALLE MANFREDI
36. ARENAL	I. MUNICIPALIDAD DE VALLENAR
37. BUENA ESPERANZA	GERMAN MUÑON VELIZ
38. CHACRA ARAYA	CARLOS GONZALEZ OYHARCABAL
40. UNIFICACION CALLEJAS	CARLOS ROJAS GONZALEZ
43. LIBERTAD	ANTONIO LONZA GALLEGOS
44. QUEBRADA HONDA	FERNANDO GONZALEZ
45. PERALES	ROBERTO VERGARA

CUARTA SECCION

1. PAHONA	ANDRES TRIVELLI RAINERI
2. PERALES VIEJOS	ANDRES TRIVELLI RAINERI
3. CHACRA HERREROS	ANDRES TRIVELLI RAINERI
4. VICTORIA	SOC. AGRO INDUSTRIAS DEL HUASCO LTDA.
5. BODEGAS	SERGIO ETCHEVERRY
6. SAN JOSE	ERNESTO HIDALGO MAMANI
7. NICOLASA	JUAN BRUZZONE BRUZZONE
8. PEÑON	RAMIRO BRUZZONE
9. TATARA	OSCAR GARRIDO BODY
10. BODEGUILLAS	JULIO BOUCHON
11. CACHIPAMPA	RAMIRO BRUZZONE
12. GARCIA Y CAMPUSANO	JORGE H. CALLEJAS MIRANDA
13. CASTAÑON	JORGE H. CALLEJAS MIRANDA

14. FREIRINA	JOSE R. CALLEJAS PIZARRO
15. FABRICA	JORGE H. CALLEJAS MIRANDA
16. MIRADOR	MAXIMILIANO CALLEJAS
17. CASTILLO	GUILLERMO HURTADO GODOY
18. BELLAVISTA	JOSE ALVAREZ MUNIZAGA
19. LAS TABLAS	HERMAN ARAYA VILLALOBOS
20. MADARIAGA	DANILO VALENZUELA PORTILLA
21. EL PINO	MANUEL F. GONZALEZ AGUIRRE
22. CACHINA	CAMILO GONZALEZ
OLIVAR	SEBASTIAN CALLEJAS

ANEXO 3

ESTADO DE CONSERVACION DE LOS PRINCIPALES CANALES DE LAS DISTINTAS SECCIONES DE RIEGO

ANEXO 3

ESTADO DE CONSERVACION DE LOS PRINCIPALES CANALES DE LAS DISTINTAS SECCIONES DE RIEGO

1. *Estado de los principales canales de la primera sección de riego:*

El río El Carmen presenta régimen pluvial y además nival, presentando variaciones en su caudal, marcado por el derretimiento de la nieve de la cordillera.

Los caudales medios del río El Carmen fluctúan entre 2,26 m^3/s en agosto y 3,81 m^3/s en diciembre.

Algunos de los canales más representativos de la sección son:

- ***Canal El Peñón:*** *con 24 acciones de agua. Su bocatoma se ubica en la ribera poniente del río El Carmen, aguas arriba de Piedras Juntas. Presenta estructuras de "patas de cabra". Canal con abundante crecimiento de malezas parásitas en su lecho. Compuertas prediales inexistentes en muchos casos, derivando el agua hacia los predios con "tacos" de piedras.*

  Las hectáreas regadas por este canal son 13,7 ha (D.G.A.,1983).

- ***Canal Piedras Juntas:*** *Posee 12 acciones de agua y 1,7 km de largo. Su bocatoma se ubica en el sector de Piedras juntas, ribera poniente del Río. El sistema de la bocatoma es similar al anteriormente descrito. Su recorrido se realiza por escarpadas laderas, con pérdidas por infiltración debido a los suelos arenosos por los cuales escurre. El estado de conservación del canal es muy precario, presentando abundante malezas en su lecho, aumentando con ello el peligro de desbarrancarse. No presenta compuertas prediales.*

  Los derrames de los predios escurren libremente hacia el río, arrastrando con ello suelo cultivable.

  La superficie regada es de 12,9 ha (D.G.A.,1983).

- ***Canal Gajardo:*** *Con 36 acciones de agua y 3,1 km de largo. Su bocatoma se ubica aguas arriba del poblado Higueritas. Bocatoma recientemente construida por el Convenio INDAP - FOSIS. Se descuelga por escarpadas laderas de cerros de la ribera oriente del río El Carmen. En su recorrido se desarrollan abundantes malezas parásitas en torno a sus*

taludes. El estado del canal es bueno, con escaso desarrollo de malezas en su lecho. La zona de riego de este canal, se caracteriza por presentar una fuerte pendiente (15 a 20%). Presenta un escaso número de compuertas prediales, efectúandose la derivación de las aguas a través de tacos rústicos de piedras y suelo, los cuales son arrastrados posteriormente por el agua y que se traduce en un empobrecimiento de los suelos debido a la erosión. Se construyó una excelente bocatoma, la cual permite regular muy bien el agua de riego que ingresa a este canal. Esta obra empezó a operar en julio de 1994.

La superficie regada por este canal es de 51,0 ha (D.G.A.,1983).

- ***Canal Mesilla:*** *Posee 20 acciones de agua y una longitud de 8,2 km de largo. Canal revestido de concreto, que en su mayor parte se encuentra en buen estado. La bocatoma unificada con el canal Pedregal se ubica en el sector de Cerro Blanco. Esta bocatoma es de concreto y las compuertas celadoras de fierro. Esta obra se encuentra recién reparada de los daños causados por el aluvión de febrero de 1993. Las obras de arte se encuentran descuidadas con compuertas prediales deterioradas.*

  La superficie regada por este canal es de aproximadamente de 24,6 ha (D.G.A.,1983), cubriendo la vertiente oriental del río El Carmen.

- ***Canal Pedregal (Retamo):*** *Posee 12 acciones de agua y una longitud de 8,9 km. Su bocatoma se encuentra en la ribera oriente del Río, la cual es común con el canal Mesilla anteriormente mencionado. El canal Pedregal cubre suelos de la ribera poniente del valle de San Félix. Gran parte del trazado de este canal se encuentra revestido de concreto, presentando estructuras, a nivel predial, de buenas compuertas. Sin embargo, parte del trazado de este canal se sitúa en suelos muy permeables, debido a lo cual se hace imprescindible completar el revestimiento del canal.*

  La superficie que riega este canal, según la D.G.A (1983) es de alrededor de 65,7 ha.

- ***Canal El Carmen:*** *Posee 16 acciones de agua y 3,1 km de longitud. Su bocatoma se encuentra próxima al poblado de la Vega, cubriendo la vertiente occidental del Valle. Además de recibir el aporte de las aguas del río El Carmen, también recibe las provenientes de vertientes que fluyen a lo largo de su recorrido, incrementándose su caudal.*

Las estructuras de la bocatoma se encuentran en muy mal estado, al igual que la gran mayoría de los canales pertenecientes a esta sección, debido a la última crecida del río El Carmen que se produjo como consecuencia del aluvión de febrero de 1993. El estado de conservación de este canal es regular, encontrándose con abundantes sedimentos en su lecho, además no existen estructuras de compuertas prediales.

La superficie regada por este canal es de aproximadamente de 15,7 ha (D.G.A.,1983).

- ***Canal Portezuelo:*** *Posee 12 acciones de agua y su longitud es de 2 km. Este canal se origina por el aporte de acuíferos ubicados en las serranías del costado oriental del Valle, abasteciendo de riego a unas 12,0 ha (D.G.A.,1983). Su estado de funcionamiento es bueno, con problemas de enmalezamiento en sus taludes. Los derrames de este canal caen directamente a los sectores bajos del valle, con lo cual se produce erosión y formación de charcos de agua a la orillas del camino vecinal.*

2. ***Estado de los principales canales de la segunda sección de riego:***

Esta sección del valle del Huasco presenta mayores caudales que los encontrados en el río El Carmen. También presenta fuertes fluctuaciopnes de su caudal, las cuales oscilan entre los 3,76 m^3/s en el mes de agosto y 7,4 m^3/s en el mes de diciembre. Debido a ello se producen constantes destrucciones de algunas bocatomas en los períodos de mayor caudal, embancándose los primeros metros de los canales.

Algunos de los canales estudiados se presentan a continuación:

- ***Canal Cachiyuyo:*** *Posee 4 acciones de agua. Este canal presenta su bocatoma en la orilla norte del río Conay, afluente del Tránsito. El estado de la bocatoma es deficiente, no logrando derivar eficientemente el agua hacia su cauce, ocasionándose escasez de agua de riego a lo largo de este canal. Es un canal enmalezado y abastece las necesidades de solo dos agricultores.*

  La superficie regada por este canal es de 2,3 ha (D.G.A.,1983).

- ***Canal Conay:*** *Posee 48 acciones de agua y su longitud es de 3,2 km. Su bocatoma se sitúa en la ribera sur del río Conay. Este canal presenta gran acumulación de sedimentos en su lecho y en su trazado pasa por sectores arenosos en donde se producen perdidas por infiltración.*

  La superficie regada por este canal es de alrededor 41,4 ha (D.G.A.,1983).

- ***Canal Tambo Bajo:*** *Presenta 32 acciones de agua y su longitud es de 3,5 km. Se sitúa sobre la orilla sur del río El Tránsito. Es uno de los mayores canales del sector alto de este río. En él se realiza una limpia al año, la cual ocurre en el mes de agosto, al igual que en la mayoría de los otros canales de la sección. Las estructuras de repartición de las aguas a nivel predial se realiza por el sistema de "tacos de piedras", aumentando con ello la erosión de los suelos.*

  La superficie regada es de 29,7 ha (D.G.A.,1983).

- ***Canal Pabla Ríos:*** *Con 12 acciones de agua y una longitud de 3,3 km. Riega la ribera sur del Río. Es un canal regularmente mantenido, sin compuertas prediales y gran cantidad de tacos, lo cual deteriora sus taludes. Además, presenta sectores en donde es evidente la pérdida de agua por infiltración.*

  La superficie regada es de 13,8 ha (D.G.A.,1983).

- ***Canal La Pampa:*** *68 acciones de agua y 4,9 km de longitud. Se sitúa en las márgenes sur del río El Tránsito. Presenta algunos sectores con revestimiento de concreto, lugares correspondientes a aquellos donde se han producido desbarrancamientos debido al arrastre de las quebradas.*

  La superficie regada, según catastro de la D.G.A. (1983), es de unos 68,3 ha.

- ***Canal La Arena:*** *48 acciones de agua y 5,1 km de longitud. Presenta la bocatoma en el sector de Angostura (La Puerta), en la orilla sur del Río. Se encuentra revestido de concreto en algunos sectores de alto riesgo de desbordes del canal, como ser en las bajadas de quebradas. A nivel predial las compuertas no existen o se encuentran en muy mal estado.*

  Existe un sector con riego tecnificado, el cual presenta tranque de acumulación nocturna y es de uso particular.

La superficie regada por este canal, según catastro de la D.G.A. (1983) es de 48,6 ha.

- ***Canal La Fragua:*** *Posee 16 acciones de agua y una longitud de 3,2 km. Su bocatoma se sitúa en el sector La Arena. Al igual que los otros canales, prácticamente no existen las compuertas prediales eficientes, derivandose el agua con tacos de piedra y lodo, el cual luego escurre por el lecho del canal, contribuyendo con ello a la acumulación de sedimentos de éste.*

  La superficie que riega este canal es de aproximadamente, según catastro de la D.G.A. (1983), de 17 ha.

- ***Canal Unificado Campillay-Chanchoquín:*** *El número de acciones que posee este canal es de 92 acciones de agua y una longitud de 6,1 km. Su bocatoma se sitúa en la ribera norte del río El Tránsito, cercano al puente del mismo nombre. Es un canal revestido de concreto en su mayor parte, con excelente compuerta celadora. Las compuertas a nivel predial son de madera o fierro, existiendo una adecuada derivación de caudales.*

  A pesar que este canal se encuentra revestido de concreto, se presentan filtraciones de agua debido a partiduras y agrietamientos de su lecho, situación que se encuentra actualmente en plan de reparación.

  Los suelos que riega este canal corresponden a los mejores del Valle, y la superficie es de unas 120 ha, aproximadamente (D.G.A.,1983).

- ***Canal Molino Viejo:*** *Posee 24 derechos de agua y una longitud de 3,2 km de largo. Se sitúa en las márgenes sur del río El Tránsito.*

  La bocatoma se encuentra frente al poblado de Chanchoquín. Sus primeros metros se encuentran prácticamente sin canalizar, cuyo lecho es de ripio y arena. Posteriormente escurre por las laderas de los cerros, sufriendo pérdidas por infiltración debido a la permeabilidad de los suelos por los cuales atraviesa.

  Se realiza una limpieza al año. A pesar de ello, se producen problemas de acumulación de basuras, reteniendo el caudal del canal y desbordándolo en algunos casos.

  Existen vestigios de compuertas prediales de madera, las cuales no se encuentran en funcionamiento.

  La superficie regada por este canal, según la D.G.A. (1983), es de 14, 7 ha.

- ***Canal Corral de Vacas:*** *Posee 16 acciones de agua y una longitud de 3,2 km. Se sitúa sobre la ribera norte del río El Tránsito y su bocatoma se encuentra en el sector de Chanchoquín.*

  Las limpias se realizan una vez al año. Presenta sectores con perdidas por infiltración debido a la gran permeabilidad de algunos suelos por donde escurre el canal. Además, los taludes en aquellos sectores es muy reducido, produciéndose desbordamientos, con lo que se reduce el agua conducida por el canal.

  Las compuertas a nivel predial no existen, sacándose el agua del canal a través de varias salidas en un mismo predio, lo cual contribuye a elevar pérdidas de agua por filtraciones y desbordes.

  La superficie regada es de 19,2 ha (D.G.A.,1983).

- ***Canal Vales Alto:*** *Posee 4 acciones de agua y una longitud de 2 km. Su bocatoma se encuentra en el sector Las Pircas, orilla norte del Río y su compuerta celadora, próxima al puente N. Naranjo, siendo el marco de madera, pero no encontrándose operable dicha compuerta.*

  La superficie regada por este canal asciende a las 8 ha (D.G.A.,1983).

- ***Canal Olivo:*** *Posee 24 acciones de agua y una longitud de 3,7 km. Se sitúa sobre la ribera sur del río El Tránsito. La bocatoma y compuerta celadora se encuentran aguas abajo del puente N. Naranjo, de construcción sólida, pilares de cemento y compuerta metálica.*

  Este canal se encuentra revestido en algunos sectores, presentando compuertas empotradas en cemento, de buen funcionamiento.

  La superficie regada por este canal alcanza 33,3 ha (D.G.A.,1983).

- ***Canal Marquesa:*** *Posee 12 acciones de agua y una longitud aproximada de 3 km. Su bocatoma se ubica al oriente del poblado de Marquesa, en la márgen sur del río El Tránsito.*

  Se limpia dos veces al año. En algunos sectores, sus taludes son muy extendidos, subutilizándose la capacidad de conducción del canal.

  Las compuertas prediales no existen, derivándose el agua por el sistema de "tacos" en varios lugares dentro del mismo predio.

  La superficie regada por este canal, según catastro de la D.G.A. (1983), es de 16,3 ha.

3. *Estado de los principales canales de la tercera sección de riego:*

Esta sección presenta los canales con mayor caudal, como también la mayor superficie de riego de la cuenca del Huasco. Dada la situación relativa de "canteros", como se les denomina a los últimos regantes de un cauce, estos sufren en mayor grado los problemas de sequía, viéndose afectados por los rigurosos turnos de riego y disminuyéndose considerablemente la superficie cultivada en temporadas de sequía.

- ***Canal Compañía:*** *Con 960 acciones de agua y una longitud de 31,2 km. La bocatoma se ubica en el sector Santa Juana, ribera sur del río Huasco. Presentan una buena estructura en la sección de aforo. La compuerta de entrada es demadera, con regular estado de funcionamiento. Presenta tres estanques de acumulación nocturna, los cuales se encuentran en mal estado de conservación (embancados y enmalezados), con lo cual se ve reducida su capacidad útil. Es un canal con alto riesgo de desbarrancarse, debido a que su trayecto (22 Km) se realiza por escarpados cerros antes de ser utilizadas sus aguas. Se puede apreciar que existen pérdidas por filtraciones a través de sus taludes, lo que podría llevar a la destrucción de ellos.*

  Se estima necesario que este canal debe ser revestido en aquellos sectores de alto riesgo de desbancarse y entubado en los tramos que pasa por poblados.

  La superficie de riego del canal es de unas 1.500 hectáreas aproximadamente (Estudio Agrológico 1985).

- ***Canal Marañón:*** *Con 1.440 acciones de agua y un largo de 28,1 km. La bocatoma se ubica en el sector Camarones Alto - Santa Juana, ribera norte del río Huasco. Su toma se encuentra en mal estado, presentando bloques de hormigón diseminados en el lecho del río como resultado de la crecida del río en 1993. Esta última situación sería minimizada con la puesta en funcionamiento del tranque Sta Juana. Sus compuertas de entrada y estructuras de aforo son sólidas con un ancho de 4 m. Sin embargo, su funcionamiento no es el adecuado, puesto que el aforador no presenta caída libre y las compuertas muestran filtraciones. El canal presenta tramos con abundante maleza en su lecho, lo cual dificulta el flujo del agua, disminuyendo con ello su capacidad útil. Las entregas de agua a los predios comienza muy cerca de la bocatoma, en el sector de Imperial (Km 3,7). Existen 5 tranques de acumulación nocturna y la superficie total de riego, según el Estudio Agrológico (1985), asciende a 983,7 ha.*

- ***Canal Ventanas:*** *Posee 1.344 acciones de agua, su largo es de 22,5 km hasta el comienzo del riego en la hacienda Ventanas. La toma del canal en el río Huasco, se encuentra en el sector de Imperial, ribera norte. Las estructuras de entrada del canal se encuentran empotradas en roca sólida al igual que el aforador de éste, el cual se encuentra en excelente estado. Las compuertas son de madera. El ancho de canal es de 2 m. El estado de conservación del canal es bueno, realizándose una limpieza al año que, debido a su extensión ésta dura aproximadamente un mes. El agua de este canal es usada íntegramente por La Hacienda Ventanas, no existiendo otros accionistas.*

  Según el Estudio Agrológico (1985), este canal riega una superficie aproximada de 1.581 ha.

- ***Canal Buena Esperanza:*** *Con 960 acciones de agua y su longitud total es de 18 km. La bocatoma se encuentra en elsector de Imperial, ribera sur del río Huasco y sus estructuras de toma y aforadores se encuentran en buen estado, con compuertas de madera empotradas en concreto. El ancho de la sección transversal del canal es de 2 m . Se encuentran sectores con abundante malezas y escasa altura del talud, con lo cual aumenta el riesgo de desborde del canal. Parcialmente el agua de este canal es regulada por dos tranques de acumulación nocturna (Buena Esperanza y El Colmo). El primero de ellos se encuentra encuentra en un 90% cubierto por malezas, con lo que se reduce su capacidad útil de 15.600 m^3; sin embargo, presenta excelentes estructuras anexas (marco partidor, vertedero de seguridad). En parcelas particulares existen otros tranques de menor capacidad los cuales son de uso individual.*

  Según el Estudio Agrológico (1985), este canal riega una superficie aproximada de 1.303 ha. Su sector de riego es la superficie que comprende la antigua Hacienda Buena Esperanza y sector El Colmo.

- ***Canal Perales:*** *Con 576 acciones de agua y su longitud aproximada, desde la bocatoma hasta el inicio del uso para riego, es de 6,5 km. La bocatoma se sitúa a unos 500 m al oriente de la carretera Panamericana, sobre la ribera norte del río Huasco. Las estructuras de aforo se encuentran en buen estado de funcionamiento. El estado de conservación del canal es similar al canal Ventanas, puesto que pertenecen a la misma razón social. La limpia se realiza una vez al año.*

  La calidad del agua se ve afectada seriamente por los aportes de desagues que entrega la ciudad de Vallenar.

La superficie regada por este canal pertenece a los sectores bajos de la "Hacienda Ventanas", y que según el Estudio Agrológico corresponden a unas 392 ha aproximadamente.

- ***Canal Quebrada Honda:*** *De 960 acciones de agua. Su longitud aproximada es de unos 18,5 km. Su bocatoma se encuentra a unos 700 m aguas arriba del puente de la carretera Panamericana, en la orilla sur del río Huasco. Su estado de mantención es bueno, realizándose dos limpias al año. Presenta dos tranques de acumulación nocturna, uno de los cuales se encuentra inconcluso y el otro está embancado.*

  La superficie de riego según la Dirección General de Aguas (1983), alcanza a unos 395 ha aproximadamente.

4. *Estado de los principales canales de la cuarta sección de riego:*

Los canales existentes en esta sección son de un caudal intermedio, en relación a las otras secciones; siendo abastecidos por el agua del río Huasco y también por el aporte de las innumerables vertientes de agua que afloran en las desembocaduras de las quebradas, aumentando con ello el caudal del Río o entregando directamente las aguas a los distintos canales de la sección.

Debido en parte, a esto último, el tenor salino de las aguas es incrementado, agudizándose el problema de salinidad presente en las comunas de Freirina y Huasco, las cuales forman parte de esta cuarta sección. Vastos sectores agrícolas manifiestan, además un nivel freático próximo a la superficie de los suelos.

- ***Canal Nicolasa:*** *Es el más grande de esta sección, con 284 acciones de agua de riego y una longitud de 22,9 km. Posee una bocatoma rústica, la cual se ubica en el sector de Bodeguilla, ribera sur del río Huasco. La limpia se realiza 2 veces al año, utilizandose caballos para soltar la abundante lama que sale en el fondo del canal. Este canal tiene aportes de agua proveniente de afloramientos de la quebrada de Maitencillo. Posee tres tranques de acumulación nocturna de uso comunitario.*

  La superficie regada según catastro de la D.G.A. (1983), es de unos 276 ha.

- ***Canal Tatara:*** *Posee 125 acciones de agua y su longitud aproximada es de unos 5,0 km. La bocatoma se ubica en el sector de Maitencillo, en la ribera sur del río Huasco. No se visualizaron compuertas aforadoras. Presenta obras de toma muy rústica y en mal estado de conservación. El canal se encuentra embancado lo cual produce reiterados desbordes en el trayecto del canal, debido a lo cual su rendimiento es muy inferior a la capacidad original.*

  La superficie regada según catastro de la D.G.A.(1983), alcanza a 37 ha.

- ***Canal San Juan o Castellón:*** *Con 12 acciones de agua y una longitud aproximada de 11,1 km. La bocatoma se encuentra al poniente del puente Nicolasa, sobre la márgen norte del río Huasco. La bocatoma del canal es de piedras semipircadas sobre el lecho del río y no encontrándose la compuerta reguladora de caudal. Presenta un tranque de acumulación nocturna en regular estado, con capacidad de 4.300 m^3. La mantención del canal se ve deficiente, no realizándose labores de limpieza desde hace dos años y encontrándose por consiguiente, con abundante enmalezamiento. Ello provoca una disminución de su capacidad y dificultando el flujo del agua. La superficie cubierta por este canal es de aproximadamente de 180 ha (D.G.A.,1983).*

- ***Canal El Pino:*** *Con 14 acciones de agua y 5,5 km. de longitud aproximadamente. La bocatoma se ubica en la quebrada El Negro, ribera sur del río Huasco. Esta se encuentra en regular estado, con una precaria estructura llamada "pata de cabra", la cual deriva sólo parte del agua requerida por el canal. Los primeros metros de canal se encuentran cubiertos de ramas y malezas y no se encontró compuerta reguladora de caudal. La limpia del canal se realiza una vez al año, sin embargo esta no es suficiente puesto que se puede apreciar la proliferación de abundante maleza en el lecho del canal y un embancamiento en ciertos lugares.*

  La superficie regada es de 49 ha (D.G.A.,1983).

- ***Canal Las Tablas:*** *Posee 72 acciones de agua y una longitud aproximada de 3,7 km. La bocatoma se ubica en la quebrada El Negro (orilla sur del río Huasco) y su estado es regular. Posee una compuerta reguladora del caudal, confeccionada en madera, la que se encuentra cumplinedo en buena forma su función. Canal en buenas condiciones de mantenimiento, no detectándose perdidas de agua por filtraciones. La limpia de este canal se realiza una vez al año.*

La superficie regada por este canal, según la D.G.A.(1983), es de 101,5 ha.

- ***Canal Bellavista:*** *Este canal posee 158 acciones de agua y una longitud aproximada de 17,9 km. Su bocatoma se sitúa en la ribera sur del Río y su estado es bueno, con "patas de cabra" que derivan el agua hácia el canal. Sin embargo, su compuerta se encuentra en regular estado, la cual es de madera parcialmente deteriorada. Su estado de mantención es regular y con algunos sectores enmalezados. La limpia del canal se realiza dos veces al año.*

  La superficie regada alcanza a los 225,7 ha (D.G.A.,1983).

- ***Canal La Cachina (Cachinero):*** *Tiene 125 acciones de agua y unos 4,3 km de longitud aproximada. La toma desde el río Huasco se produce en una zona de remanso, escurriendo el agua lentamente hacia el canal en donde prolifera la maleza (lama). Su compuerta reguladora de caudal y vertedera son de fierro, empotradas en concreto con una estructura en muy buen estado de conservación y funcionalidad. El ancho del canal es de 1,4 m en la sección aforadora, disminuyendo drásticamente aguas abajo de ésta, debido a las raíces y malezas presentes en las riberas del canal. La limpia de éste se realiza una vez al año, siendo necesaria mas de una de ella, para superar problemas antes mencionados. La superficie regada por este canal asciende a 214 ha, situadas en la orilla norte, según el catastro de la D.G.A.(1983).*

- ***Canal Madariaga:*** *Posee 128 acciones de agua y longitud aproximada de 6,4 km. Su bocatoma se sitúa en la márgen norte del río Huasco, frente a la quebrada El Negro. Este canal presenta taludes con abundante maleza.*

  Este canal riega una superficie de 184 ha según catastro de la D.G.A.(1983).

- ***Canal Bellavista Bajo (del Bajo):*** *Con 63 acciones de agua y 2,5 km de longitud. Su bocatoma se encuentra en la márgen sur del río Huasco. Es un canal de regular estado de conservación, presentando abundante malezas en el lecho y gran cantidad de ramas en sus taludes. La limpia se realiza una vez al año. No se encontró compuerta reguladora de caudal.*

  La superficie de riego aproximada asciende a 107 ha según catastro de la D.G.A.(1983).

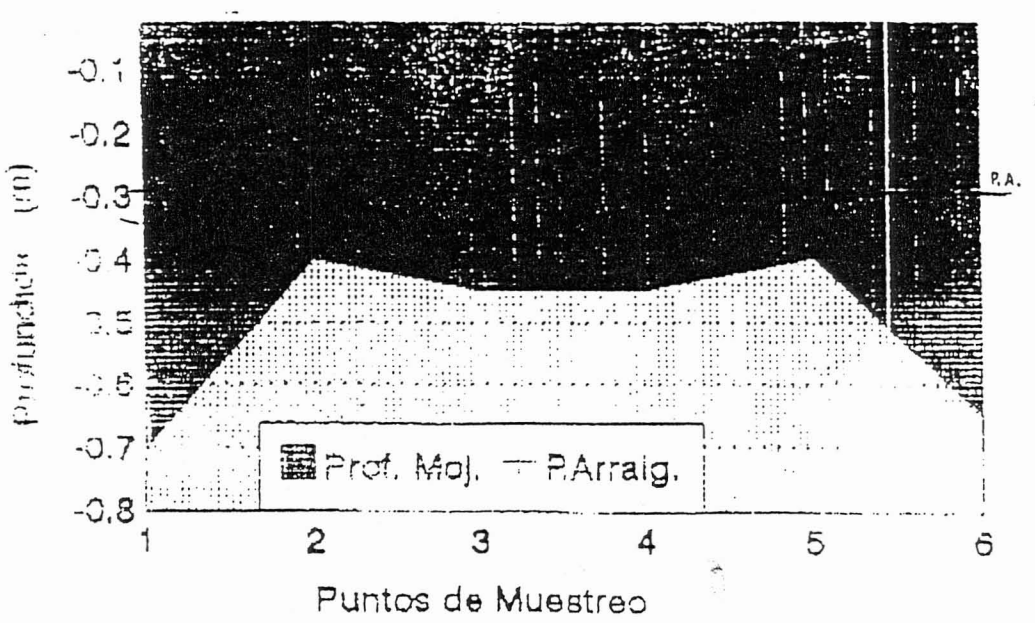
ANEXO 4

FICHAS TECNICAS DE DETERMINACION DE EFICIENCIA DE RIEGO

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
ESTACION EXPERIMENTAL INTIHUASI

FICHA TECNICA
DETERMINACION DE EFICIENCIA DE RIEGO

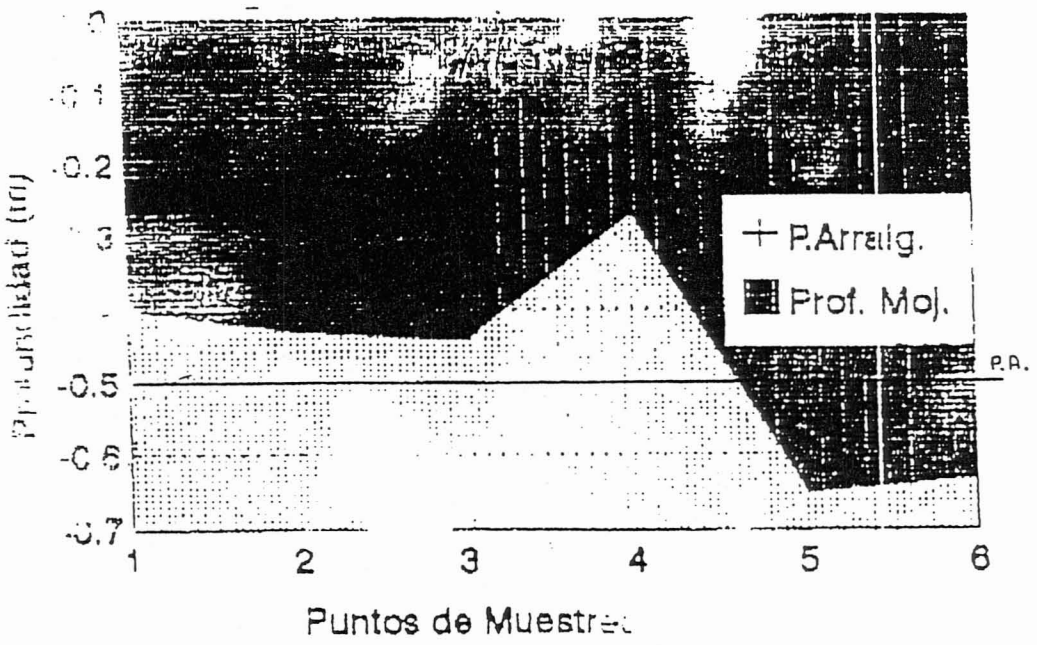
1. Método de riego	: Surcos rectos (L = 55 mt)
2. Cultivo	: Ají
3. Profundidad de arraigamiento	: 30 cm.
4. Estado de desarrollo	: Fructificación
5. Textura del suelo	: Franco limo arenoso
6. Serie de suelo	: Huasco
7. Restricción en el perfil	: Ninguna
8. Pendiente del terreno (aprox)	: 0,5%
9. Localidad	: Pedregal (A. del Carmen)
10. Eficiencia de infiltración (Ef. in.)	: 99,8%
11. Eficiencia de aplicación (Ef. apl.)	: 58,90%
12. Eficiencia de almacenamiento (Ef. alm.)	: 100%
13. Eficiencia de distribución (Ef. dist.)	: 78,14%
14. Eficiencia general de riego (Ef. g.r.)	: 46,02%
15. Perfil de mojamiento del suelo	:



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
ESTACION EXPERIMENTAL INTIHUASI

FICHA TECNICA
DETERMINACION DE EFICIENCIA DE RIEGO

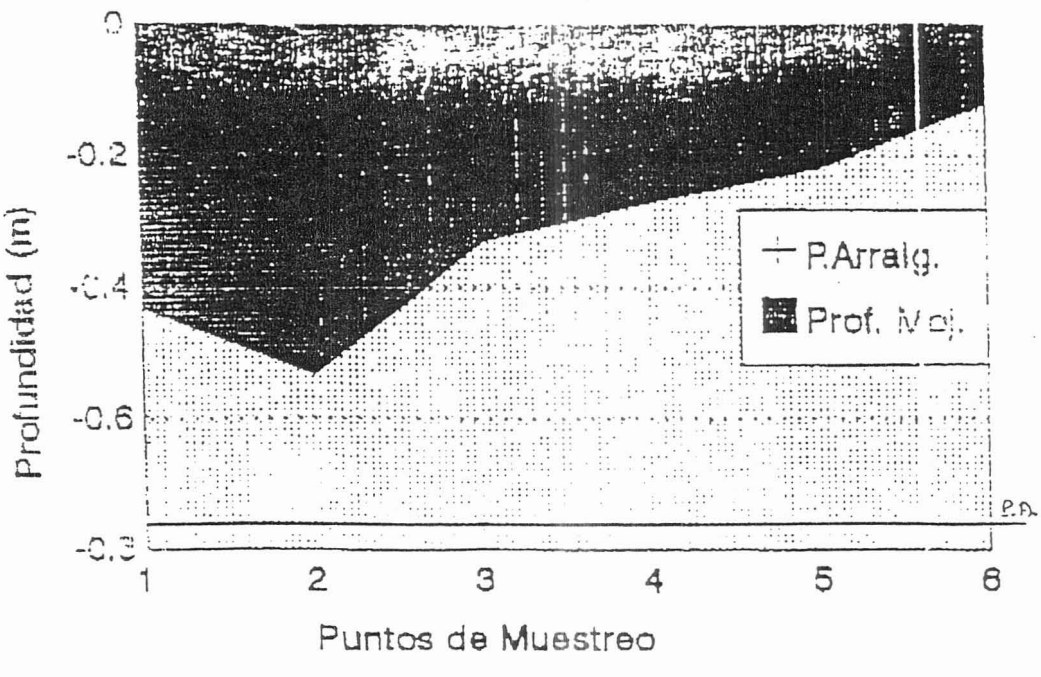
1. Método de riego	*: Surco recto (L = 27 mt)*
2. Cultivo	*: Vid pisquera*
3. Profundidad de arraigamiento	*: 50 cm.*
4. Estado de desarrollo	*: En formación (2 años)*
5. Textura del suelo	*: Franco arcillo limoso*
6. Serie de suelo	*: Huasco*
7. Restricción en el perfil	*: Ninguna*
8. Pendiente del terreno (aprox)	*: 1 a 0,5%*
9. Localidad	*: Crucecita (San Félix)*
10. Eficiencia de infiltración (Ef. in.)	*: 83,5%*
11. Eficiencia de aplicación (Ef. apl.)	*: 78,93%*
12. Eficiencia de almacenamiento (Ef. alm.)	*: 88,86%*
13. Eficiencia de distribución (Ef. dist.)	*: 75,89%*
14. Eficiencia general de riego (Ef. g.r.)	*: 53,23%*
15. Perfil de mojamiento del suelo	*:*



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
ESTACION EXPERIMENTAL INTIHUASI

FICHA TECNICA
DETERMINACION DE EFICIENCIA DE RIEGO

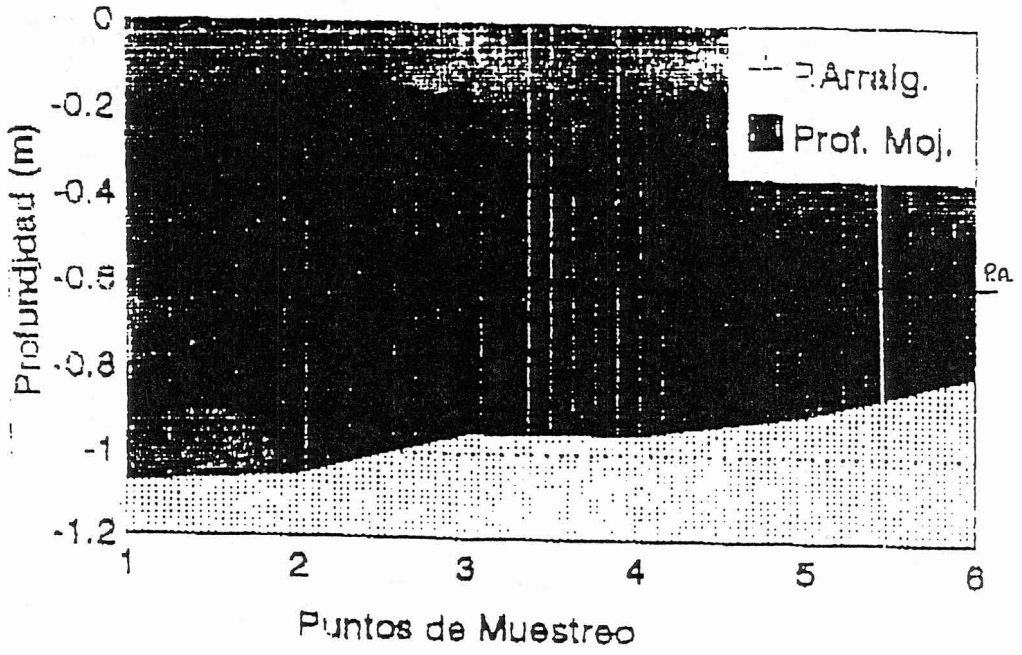
1. Método de riego	: Bordes
2. Cultivo	: Olivos
3. Profundidad de arraigamiento	: 76 cm.
4. Estado de desarrollo	: Adultos 30 años
5. Textura del suelo	: Areno limoso
6. Serie de suelo	: Freirina
7. Restricción en el perfil	: Ninguna
8. Pendiente del terreno (aprox)	: 0,5 a 1%
9. Localidad	: Huasco Puerto
10. Eficiencia de infiltración (Ef. in.)	: 99,5%
11. Eficiencia de aplicación (Ef. apl.)	: 99,5%
12. Eficiencia de almacenamiento (Ef. alm.)	: 41,45%
13. Eficiencia de distribución (Ef. dist.)	: 64,53%
14. Eficiencia general de riego (Ef. g.r.)	: 26,61%
15. Perfil de mojamiento del suelo	:



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
ESTACION EXPERIMENTAL INTIHUASI

FICHA TECNICA
DETERMINACION DE EFICIENCIA DE RIEGO

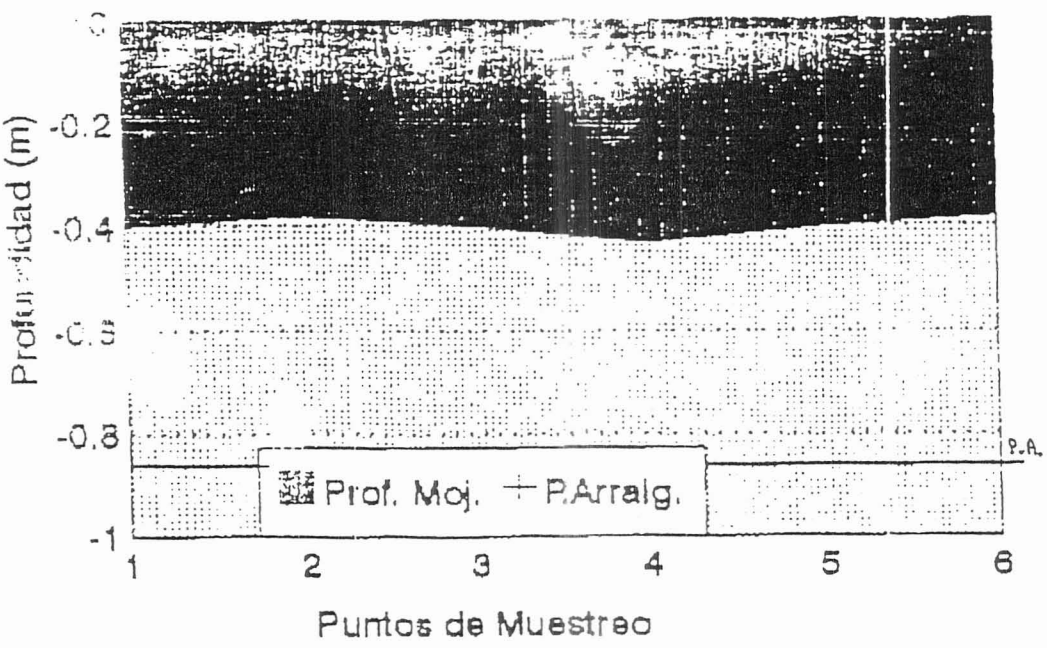
1. Método de riego	*: Surco recto (L = 41 m)*
2. Cultivo	*: Vid pisquera*
3. Profundidad de arraigamiento	*: 60 cm.*
4. Estado de desarrollo	*: En producción (brotación) (15 años)*
5. Textura del suelo	*: Franco limoso*
6. Serie de suelo	*: Chañar*
7. Restricción en el perfil	*: Ninguna*
8. Pendiente del terreno (aprox)	*: 2 a 3 %*
9. Localidad	*: Los Canales (San Félix)*
10. Eficiencia de infiltración (Ef. in.)	*: 94,1%*
11. Eficiencia de aplicación (Ef. apl.)	*: 59,23%*
12. Eficiencia de almacenamiento (Ef. alm.)	*: 100%*
13. Eficiencia de distribución (Ef. dist.)	*: 92,54%*
14. Eficiencia general de riego (Ef. g.r.)	*: 54,81%*
15. Perfil de mojamiento del suelo	*:*



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
ESTACION EXPERIMENTAL INTIHUASI

FICHA TECNICA
DETERMINACION DE EFICIENCIA DE RIEGO

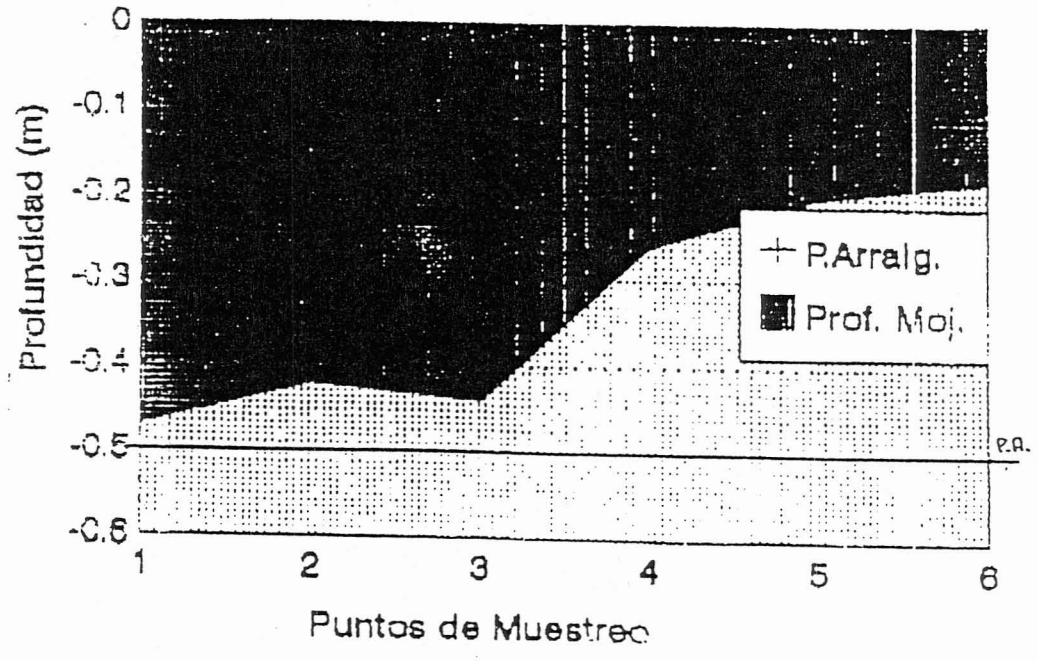
1. Método de riego	: Bordes
2. Cultivo	: Olivos
3. Profundidad de arraigamiento	: 86 cm.
4. Estado de desarrollo	: 20 años
5. Textura del suelo	: Franco limoso
6. Serie de suelo	: Paona
7. Restricción en el perfil	: Ninguna hasta los 86 cm, bajo 100 cm hay N.F.
8. Pendiente del terreno (aprox)	: 2 a 3 %
9. Localidad	: Huasco Bajo (Huasco)
10. Eficiencia de infiltración (Ef. in.)	: 17,8%
11. Eficiencia de aplicación (Ef. apl.)	: 17,8%
12. Eficiencia de almacenamiento (Ef. alm.)	: 46,31%
13. Eficiencia de distribución (Ef. dist.)	: 96,93%
14. Eficiencia general de riego (Ef. g.r.)	: 7,99%
15. Perfil de mojamiento del suelo	:



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
ESTACION EXPERIMENTAL INTIHUASI

FICHA TECNICA
DETERMINACION DE EFICIENCIA DE RIEGO

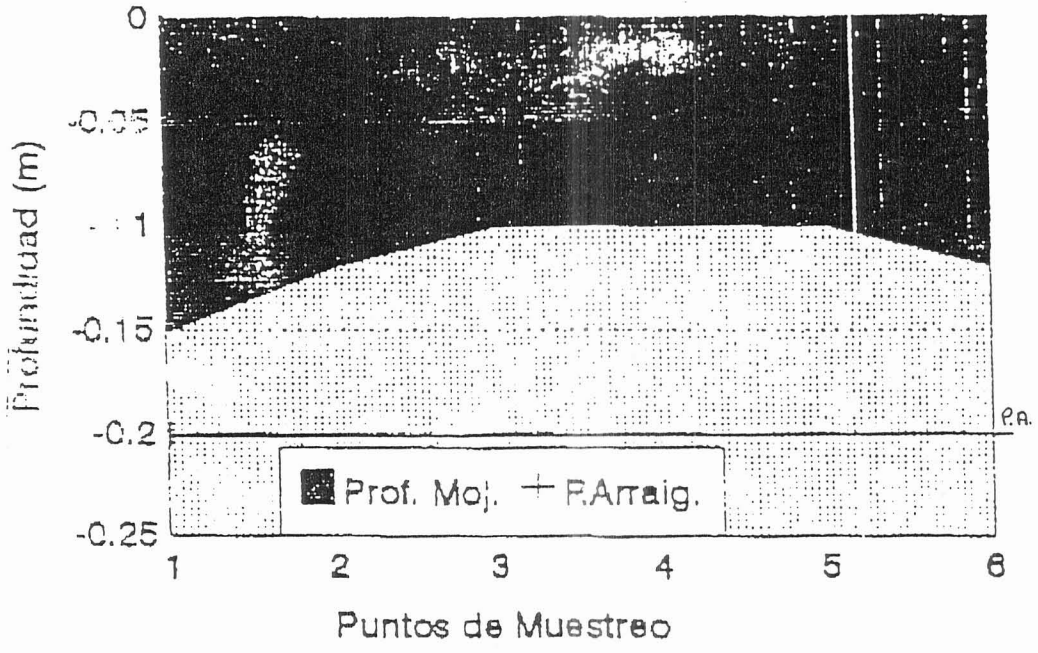
1. Método de riego	*: Surco recto (L = 45,5m)*
2. Cultivo	*: Vid pisquera (Sup.= 1 há)*
3. Profundidad de arraigamiento	*: 50 cm.*
4. Estado de desarrollo	*: Inicio producción (4 años)*
5. Textura del suelo	*: Franco arcillosa*
6. Serie de suelo	*: Huasco*
7. Restricción en el perfil	*: Ninguna*
8. Pendiente del terreno (aprox)	*: 1 a 1,5%*
9. Localidad	*: Alto del Carmen*
10. Eficiencia de infiltración (Ef. in.)	*: 54,5%*
11. Eficiencia de aplicación (Ef. apl.)	*: 54,5%*
12. Eficiencia de almacenamiento (Ef. alm.)	*: 66%*
13. Eficiencia de distribución (Ef. dist.)	*: 64,85%*
14. Eficiencia general de riego (Ef. g.r.)	*: 23.32%*
15. Perfil de mojamiento del suelo	*:*



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
ESTACION EXPERIMENTAL INTIHUASI

FICHA TECNICA
DETERMINACION DE EFICIENCIA DE RIEGO

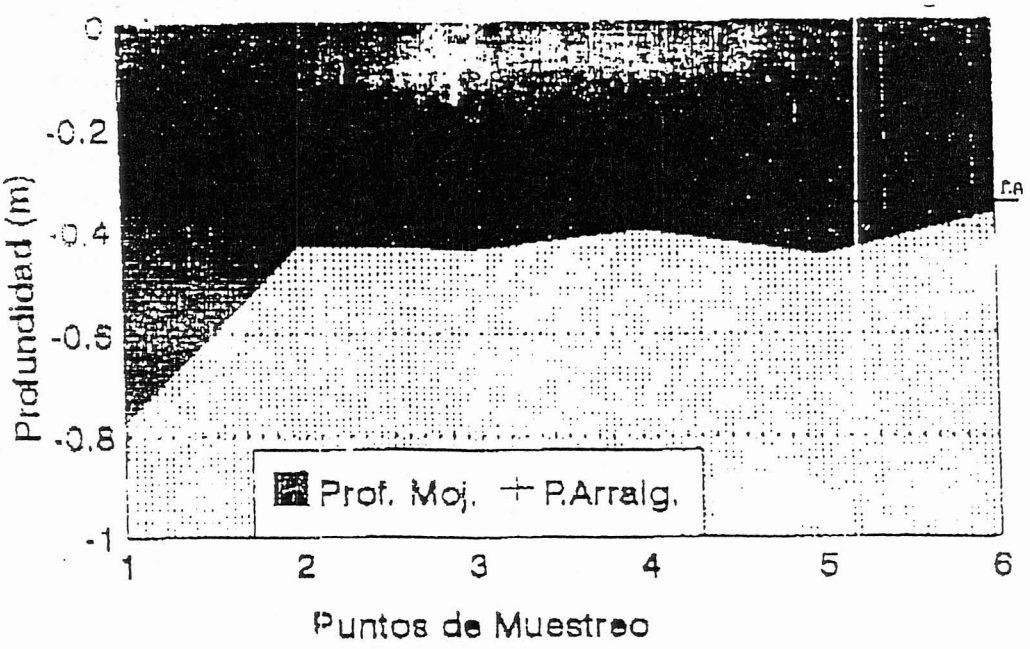
1.	*Método de riego*	: *Surco recto (L = 165 m)*
2.	*Cultivo*	: *Gladiolos*
3.	*Profundidad de arraigamiento*	: *20 cm.*
4.	*Estado de desarrollo*	: *Espigadura*
5.	*Textura del suelo*	: *Franco arcillo arenosa*
6.	*Serie de suelo*	: *Buena Esperanza*
7.	*Restricción en el perfil*	: *Duripán de $CaCo_3$ a*
8.	*Pendiente del terreno (aprox)*	: *0,5%*
9.	*Localidad*	: *La Compañía*
10.	*Eficiencia de infiltración (Ef. in.)*	: *57,9%*
11.	*Eficiencia de aplicación (Ef. apl.)*	: *57,9%*
12.	*Eficiencia de almacenamiento (Ef. alm.)*	: *57,5%*
13.	*Eficiencia de distribución (Ef. dist.)*	: *86,96%*
14.	*Eficiencia general de riego (Ef. g.r.)*	: *28,95%*
15.	*Perfil de mojamiento del suelo*	:



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
ESTACION EXPERIMENTAL INTIHUASI

FICHA TECNICA
DETERMINACION DE EFICIENCIA DE RIEGO

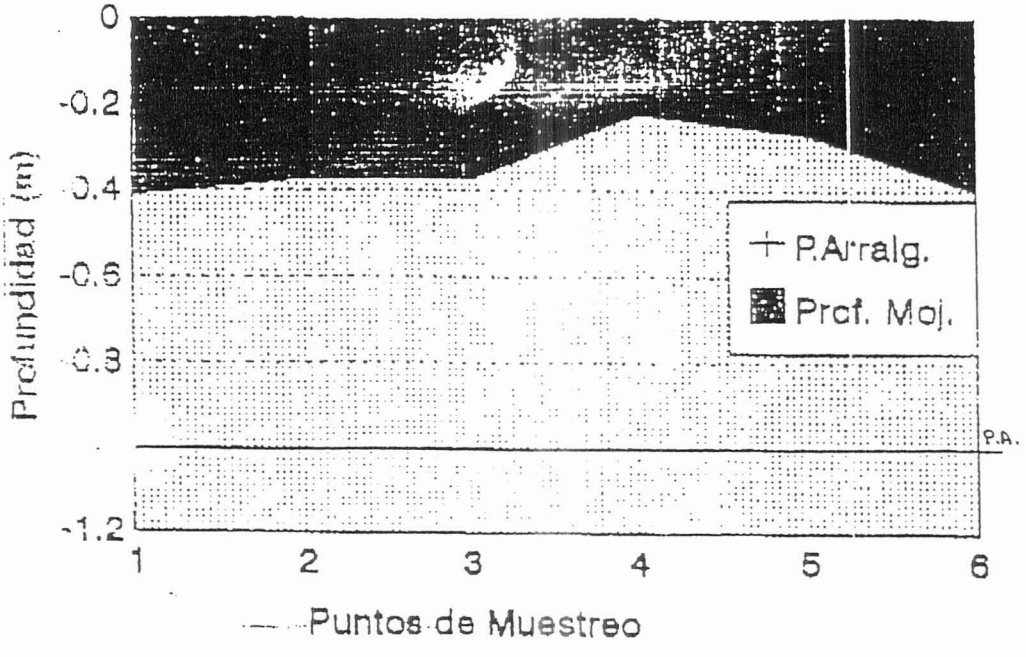
1. Método de riego	: Tendido
2. Cultivo	: Trébol Alejandrino
3. Profundidad de arraigamiento	: 35 cm.
4. Estado de desarrollo	: Crecimiento (6 meses)
5. Textura del suelo	: Arcillosa
6. Serie de suelo	: Tatara
7. Restricción en el perfil	: Duripán de $CaCO_3$ a 35 cm
8. Pendiente del terreno (aprox)	: 1 a 2%
9. Localidad	: Nicolasa
10. Eficiencia de infiltración (Ef. in.)	: 96,8%
11. Eficiencia de aplicación (Ef. apl.)	: 70,07%
12. Eficiencia de almacenamiento (Ef. alm.)	: 100%
13. Eficiencia de distribución (Ef. dist.)	: 79,71%
14. Eficiencia general de riego (Ef. g.r.)	: 55.85%
15. Perfil de mojamiento del suelo	:



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
ESTACION EXPERIMENTAL INTIHUASI

FICHA TECNICA
DETERMINACION DE EFICIENCIA DE RIEGO

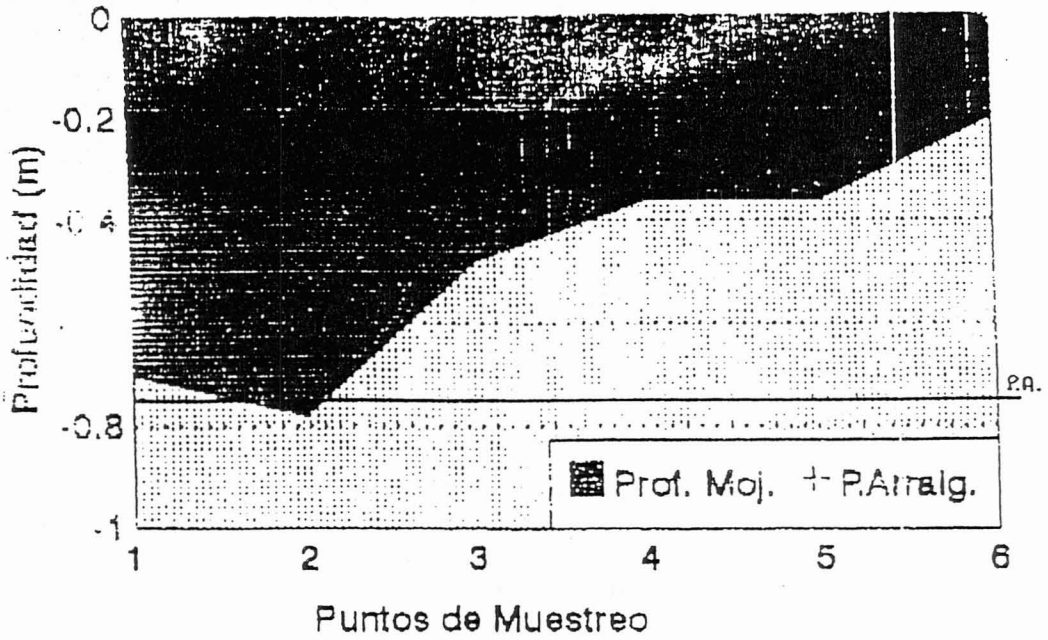
1. Método de riego	: Surco recto (L = 25 m)
2. Cultivo	: Cítricos (Naranjos)
3. Profundidad de arraigamiento	: 100 cm.
4. Estado de desarrollo	: Adulto (12 años)
5. Textura del suelo	: Franco arcillo arenoso
6. Serie de suelo	: Chañar
7. Restricción en el perfil	: Ninguna
8. Pendiente del terreno (aprox)	: 0,5 a 1%
9. Localidad	: La Fragua
10. Eficiencia de infiltración (Ef. in.)	: 28,2%
11. Eficiencia de aplicación (Ef. apl.)	: 28,2%
12. Eficiencia de almacenamiento (Ef. alm.)	: 34%
13. Eficiencia de distribución (Ef. dist.)	: 81,38%
14. Eficiencia general de riego (Ef. g.r.)	: 7,80%
15. Perfil de mojamiento del suelo	:



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
ESTACION EXPERIMENTAL INTIHUASI

FICHA TECNICA
DETERMINACION DE EFICIENCIA DE RIEGO

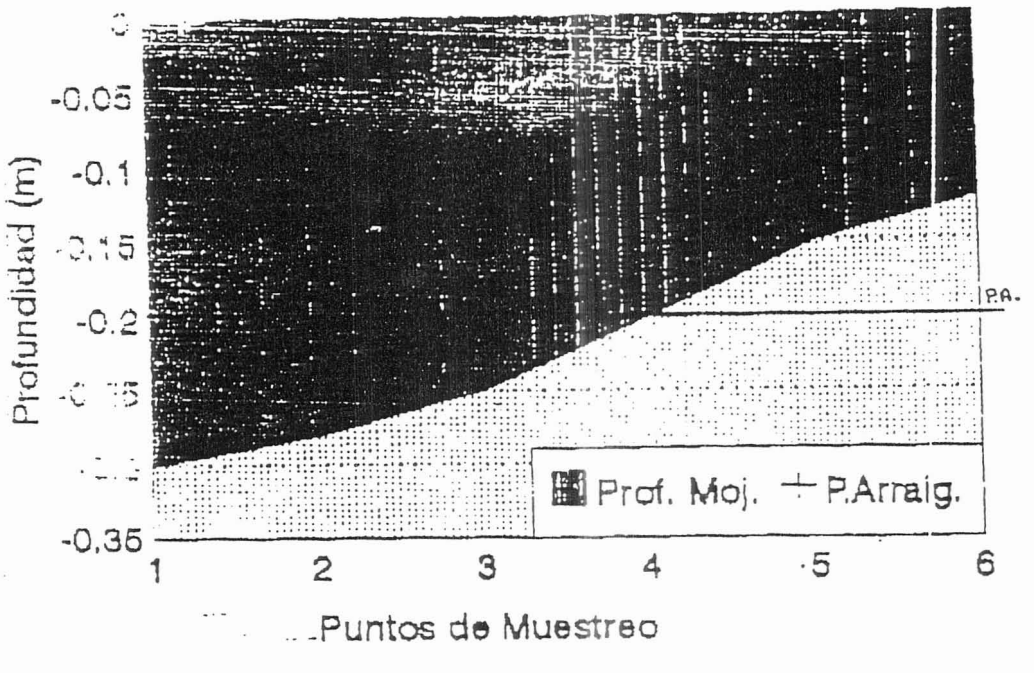
1. Método de riego	*: Surco recto (L = 80 m)*
2. Cultivo	*: Vid exportación*
3. Profundidad de arraigamiento	*: 75 cm.*
4. Estado de desarrollo	*: Floración (6 años)*
5. Textura del suelo	*: Franco arenoso*
6. Serie de suelo	*: Huasco*
7. Restricción en el perfil	*: Ninguna*
8. Pendiente del terreno (aprox)	*: 0,5 a 3%*
9. Localidad	*: Chiguinto (El Tránsito)*
10. Eficiencia de infiltración (Ef. in.)	*: 99,2%*
11. Eficiencia de aplicación (Ef. apl.)	*: 99,2%*
12. Eficiencia de almacenamiento (Ef. alm.)	*: 62,21%*
13. Eficiencia de distribución (Ef. dist.)	*: 65,70%*
14. Eficiencia general de riego (Ef. g.r.)	*: 40,54%*
15. Perfil de mojamiento del suelo	*:*



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
ESTACION EXPERIMENTAL INTIHUASI

FICHA TECNICA
DETERMINACION DE EFICIENCIA DE RIEGO

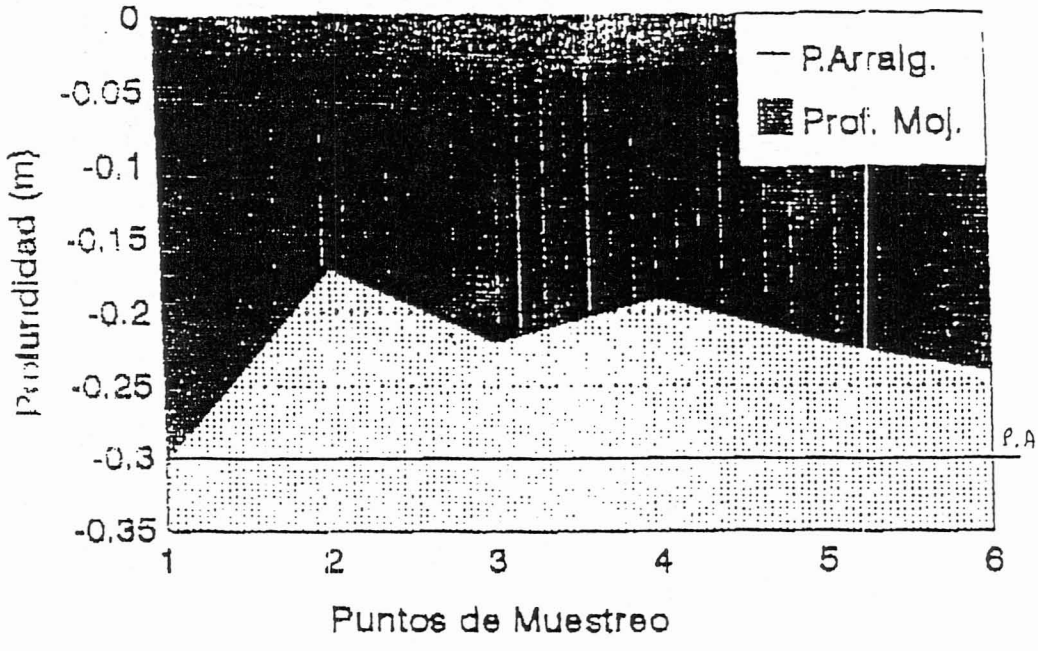
1. Método de riego	: Surco recto (L = 22 m)
2. Cultivo	: Ají
3. Profundidad de arraigamiento	: 20 cm.
4. Estado de desarrollo	: Floración
5. Textura del suelo	: Franco arenoso
6. Serie de suelo	: Huasco
7. Restricción en el perfil	: Ninguna
8. Pendiente del terreno (aprox)	: 1 a 1,5%
9. Localidad	: Chañar Blanco (Vallenar)
10. Eficiencia de infiltración (Ef. in.)	: 64,4%
11. Eficiencia de aplicación (Ef. apl.)	: 55,54%
12. Eficiencia de almacenamiento (Ef. alm.)	: 91,3%
13. Eficiencia de distribución (Ef. dist.)	: 72,76%
14. Eficiencia general de riego (Ef. g.r.)	: 36,89%
15. Perfil de mojamiento del suelo	:



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
ESTACION EXPERIMENTAL INTIHUASI

FICHA TECNICA
DETERMINACION DE EFICIENCIA DE RIEGO

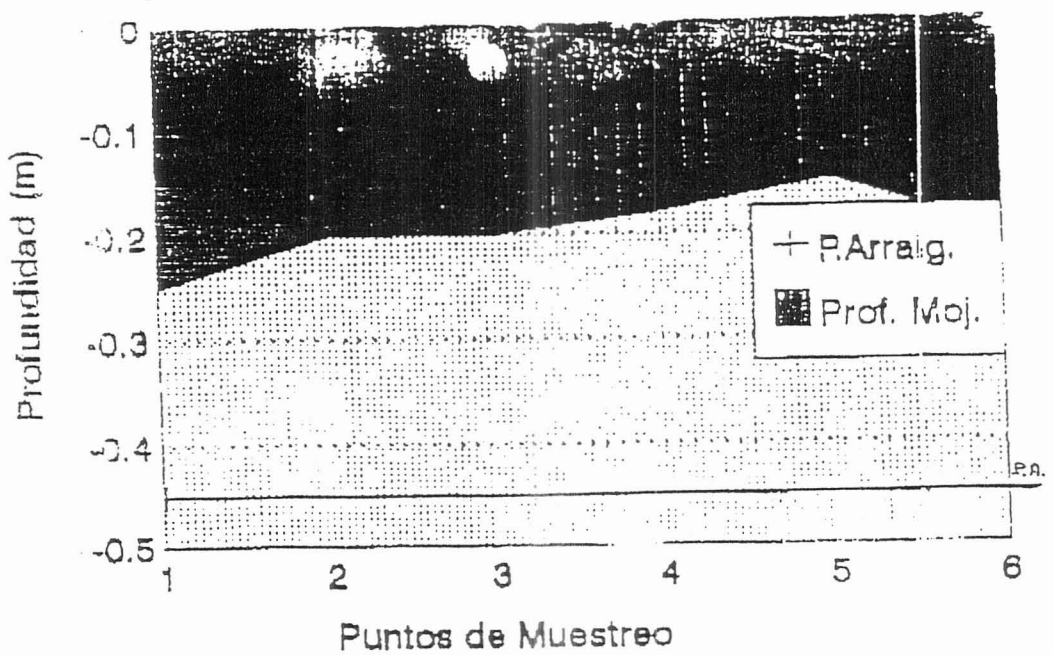
1. Método de riego	: Surco recto (L = 60 m)
2. Cultivo	: Arveja
3. Profundidad de arraigamiento	: 30 cm.
4. Estado de desarrollo	: Floración
5. Textura del suelo	: Franco arcillo arenosa
6. Serie de suelo	: Tatara
7. Restricción en el perfil	: Ninguna
8. Pendiente del terreno (aprox)	: 0,5 a 1%
9. Localidad	: Nicolasa (al Oeste de Vallenar)
10. Eficiencia de infiltración (Ef. in.)	: 95,2%
11. Eficiencia de aplicación (Ef. apl.)	: 95,2%
12. Eficiencia de almacenamiento (Ef. alm.)	: 74,33%
13. Eficiencia de distribución (Ef. dist.)	: 65,67%
14. Eficiencia general de riego (Ef. g.r.)	: 46,46%
15. Perfil de mojamiento del suelo	:



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
ESTACION EXPERIMENTAL INTIHUASI

FICHA TECNICA
DETERMINACION DE EFICIENCIA DE RIEGO

1. Método de riego	: Tendido
2. Cultivo	: Alfalfa
3. Profundidad de arraigamiento	: 45 cm.
4. Estado de desarrollo	: 4 años
5. Textura del suelo	: Franco arcilloso
6. Serie de suelo	: Compañía
7. Restricción en el perfil	: Duripán de $CaCo_3$ a los 45 cm
8. Pendiente del terreno (aprox)	: 1 a 2%
9. Localidad	: Nicolasa
10. Eficiencia de infiltración (Ef. in.)	: 45,8%
11. Eficiencia de aplicación (Ef. apl.)	: 45,8%
12. Eficiencia de almacenamiento (Ef. alm.)	: 100%
13. Eficiencia de distribución (Ef. dist.)	: 89,13%
14. Eficiencia general de riego (Ef. g.r.)	: 40,82%
15. Perfil de mojamiento del suelo	:



ANEXO 5

DESCRIPCION DE PERFILES MODALES DE SERIES DE SUELOS

(ESTUDIO INTEGRAL)

ANEXO 5

Descripción modal de las series de suelo descritas en el Estudio Agrológico del Valle del Huasco (1980).

SERIE: BELLAVISTA

Textura modal: Franco a franco arenoso muy fino

Símbolo Cartográfico: BVT-D2 W3

Caracterización General:

Suelo sedimentario, estratificado, de origen aluvial, de textura franco arenosa muy fina de color pardo oscuro en el tono 10YR y texturas franco arcillo limosa de color grisáceo oscuro en el tono 10YR en profundidad. Descansa sobre un substratum constituído por estratas de arena media, gruesa y arena francosa todas muy rica en mica. Presenta oxidaciones y moteados a partir de los 55 cms. que aumentan en profundidad y nivel freático entre los 90 y 130 cms. de profundidad. Suelo plano, en posición de terraza aluvial reciente del río Huasco. Presenta permeabilidad moderada moderada y drenaje imperfecto y salinidad moderada.

Características físicas y morfológicas del perfil

Profundidad (cm)

0 - 40 Ap — *Pardo oscuro (10YR 3/3) en húmedo, franco-franco arenosa muy fina, ligeramente plástica y ligeramente adhesivo, friable en húmedo, estructura de bloques angulares finos y medios, débiles. Raíces abundantes, poros finos, medios y gruesos comunes, actividad biológica abundante. Manchas finas de sulfato comunes. Límite lineal, claro.*

40 - 55 A/C1 — *Color vario, dominantes pardo oscuro (10YR 4/3), pardo amarillento oscuro (10YR 4/4) y gris parduzco claro (10YR 6/2) todos los colores en húmedo, arena francosa, no plástica y no adhesivo, suelto en húmedo, estructura de grano simple. Raíces finas comunes, poros abundantes y actividad biológica escasa. Oxidaciones abundantes y manchas de sulfato comunes. Límite ondulado, claro.*

SERIE: CHAÑAR

Textura modal: Franco arenoso fino

Símbolo Cartográfico: $\frac{CHA - E3}{CK}$ *P1*

Caracterización General:

Suelo sedimentario, de origen coluvial, de textura franca y franco arenosa de color pardo a pardo oscuro en el tono 7.5 YR. Descansa sobre un substratum coluvial constituída por gravas angulares de composición mixta en matriz areno francosa de color pardo rojizo oscuro en el tono 5 YR. Suelo de topografía de plano inclinado (piedmont) con pendientes complejas de 9 a 15%. Presenta buen drenaje y permeabilidad moderada a moderadamente rápida.

Características físicas y morfológicas del perfil
Profundidad (cm)

0 - 12 *Ap*	*Pardo a pardo oscuro (7,5YR 4/4) en húmedo, franco arenosa fina, ligeramente plástico y ligeramente adhesivo, friable en húmedo, estructura de bloques subangulares medios, débiles. Raíces finas, medias gruesas comunes. Gravas angulares medias y finas comunes. Reacción al HCl muy fuerte. Límite ondulado, difuso.*
12 - 55 *A/C*	*Pardo a pardo oscuro (7,5Yr 4/4) en húmedo, franco arenosa, no plástico y no adhesivo, estructura de bloques subangulares finos, débiles. Raíces finas y medias abundantes, actividad biológica abundante. Cristales de cuarzo abundantes. Gravas finas y medias comunes. Reacción al HCl muy fuerte. Límite ondulado, abrupto.*
55 - 75 *C*	*Substratum coluvial constituído por gravas angulares de composición mixta con matriz areno francosa de color pardo rojizo oscuro (5YR 4/4) en húmedo y que constituye entre 10 a 20% del volumen del horizonte.*

SERIE: BUENA ESPERANZA

Textura modal: Franco arcillo arenosa

Símbolo Cartográfico: BEZ - C3

Caracterización General:

Suelo sedimentario, moderadamente profundo, de origen aluvial, de textura superficial moderadamente gruesa y fina en el horizonte B de colores pardo rojizo en el tono 5YR. Descansa sobre un substratum aluvial con matriz franco arcillo arenosa fina que permite el desarrollo radicular en profundidad. Suelo de topografía plano y con ligerá pedregosidad en la superficie y perfil. Presenta permeabilidad moderadamente rápida en el horizonte A y moderada en el B y de buen drenaje.

Características físicas y morfológicas del perfil:
Profundidad (cm)

0 - 11 *Ap* — *Rojo amarillento (5YR 4/6) en húmedo, pardo rojizo (5YR 4/4) amasado y pardo (7,5 YR 5/4) en seco, franco arenosa a franco arcillo arenosa, no plástico y no adhesivo, friable en húmedo, firme en seco, estructura de bloques subangulares medios y finos débiles. Raíces finas y medias abundantes, actividad biológica escasa, poros finos y medios comunes, gruesos escasos. Cristales de cuarzo muy abundantes, de feldespatos y mica común. Gravilla redondeada y angular escasa. Límite ondulado, difuso. No hay reacción al HCl.*

11 - 23 *B1t* — *Pardo rojizo (5YR 4/4) en húmedo y rojo amarillento (5YR 4/6) amasado y pardo rojizo (5YR 5/4) en seco, franco arcillo arenosa, ligeramente plástico y adhesivo, friable en húmedo, firme en seco, estructura de bloques subangulares medios, moderados. Raíces finas y medias comunes, actividad biológica escasa, poros finos y medios comunes, gruesos escasos. Cristales de cuarzo muy abundantes, de feldespatos y mica comunes. Gravilla común. Límite ondulado, claro. Pocos cutanes discontínuos. No hay reacción al HCl.*

23 - 52 *B2t* — *Pardo rojizo (5YR 4/4) en húmedo, arcillosa, plástico y adhesivo, duro en seco, firme en húmedo, estructura prismática media que rompe a bloques subangulares y angulares medios, firmes. Raíces finas y medias comunes, gruesas escasas, actividad biológica no se observa, poros finos y medios comunes. Abundantes cutanes discontinuos, delgados, comunes de iluviación. No hay reacción al HCl. Gravilla redondeada común. Límite ondulado, abrupto.*

52 y más *C* — *Substratum aluvial constituído por gravas redondeadas de composición petrográfica mixta con matriz franco arcillo arenosa que permite el desarrollo radicular en profundidad.*

55 - 82 *Pardo oscuro (10YR 3/3) en húmedo, franca a franco limosa, ligeramente plástico y ligeramente*
A/C2 *adhesivo, friable en húmedo, estructura de bloques angulares finos, débiles. Raíces finas y medias escasas, poros finos, medios y gruesos abundantes. Oxidaciones finas, comunes. Límite ondulado, claro.*

82 - 120 *Color vario, dominantes pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2) pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2) ambos colores*
A/C3 *en húmedo, franco arcillo limosa, plástico y adhesivo, firme en húmedo, estructura maciza. Raíces no se observa.*

120 y más *Estratas de texturas areno francosa, arenagruesa y media muy rica en cuarzo.*

SERIE: CAVANCHA

Textura modal: Franco arenoso

Símbolo Cartográfico: CVN - C2

Caracterización general:

Suelo sedimentario, profundo, de textura moderadamente gruesa y de color pardo en el tono 7,5 YR en el horizonte Ap y texturas moderadamente finas y finas de color pardo rojizo oscuro en el tono 5 YR en el horizonte B. Descansa sobre un substratum aluvial en composición petrográfica mixta. Suelo de topografía plana, de permeabilidad moderadamente lenta en el horizonte B2 y de buen drenaje.

Características físicas y morfológicas del perfil:
Profundidad (cm)

0 - 22
Ap
Pardo a pardo oscuro (7,5YR 4/4) en húmedo y amasado, pardo amarillento claro (10YR 6/4) en seco, franco arenosa a franco no plástico y no adhesivo, friable en húmedo, firme en seco, estructura de bloques subangulares medio, moderados. Raíces finas abundantes, actividad biológica común a escasa, poros finos y gruesos escasos. Cristales de cuarzo abundante y de mica escasos. Gravilla fina, angular común. Ligera reacción al HCl. Límite lineal, gradual.

22 - 33
B1
Pardo rojizo oscuro (5YR 4/3) en húmedo y pardo rojizo (5YR 4/4) amasado y rojo amarillento (5YR 4/6) en seco, franco ligeramente plástico y adhesivo, duro en seco, firme en húmedo, estructura de bloques angulares medios, moderados. Raíces finas comunes, actividad biológica escasa, poros gruesos comunes. Cristales de cuarzo abundantes y de mica escasos. Gravilla escasa. Límite lineal, gradual. Moderada reacción al HCl.

33 - 54
B2
Pardo rojizo oscuro (5YR 3/4) en húmedo, pardo rojizo (5YR 4/4) amasado y en seco, franco arcilloso, plástico y adhesivo, duro en seco, firme en húmedo, estructura de bloques angulares gruesos que rompen a medios y finos. Raíces finas escasas, actividad biológica escasa, poros finos escasos. Cristales de cuarzo abundantes. Moderada reacción al HCl. Cutanes finos, discontínuos y de parche, comunes. Límite lineal, gradual.

54 - 72 *B3* *Ca*	*Pardo rojizo amarillento (5YR 5/4-5/6) en húmedo, pardo rojizo a rojo amarillento (5YR 4/4-5/6) en seco y pardo rojizo a claro (5YR 6/4) amasado, franco arcillosa a franco arcillo limosa, muy duro en seco, firme en húmedo, estructura maciza que rompe a bloques angulares medios, firmes. Raíces finas y medias comunes, actividad biológica no se observa. Concentraciones y manchas de carbonato de calcio comunes. Límite ondulado, abrupto.*
72 y más *C*	*Substratum aluvial de composición petrográfica mixta constituido por gravas y bolones redondeados.*

SERIE: CHANCHOQUIN

Textura modal: Franco arcilloso

Símbolo Cartográfico CQN - D1

Caracterización General:

Suelo sedimentario, muy profundo, de textura superficial franco arcillosa de color pardo rojizo en el tono 5 YR y de textura franco arcillo arenosa y franco limosa de color pardo rojizo oscuro en el tono 5 YR en profundidad. Descansa sobre un substratum aluvial de composición mixta. Suelo de topografía plana en posición de terraza aluvial alta, de buen drenaje y de permeabilidad moderada.

Características físicas y morfológicas del perfil
Profundidad (cm)

0 - 23 **Ap** *Pardo rojizo (5YR 4/3) en húmedo, franca, plástico y adhesivo, friable en húmedo, estructura de bloques subangulares medios, moderados. Raíces finas y medias comunes, poros finos comunes, actividad biológica abundante. Reacción fuerte al HCl. Límite lineal, difuso.*

23 - 62 **B1** *Pardo rojizo (5YR 4/3) en húmedo, franca, ligeramente plástico y ligeramente adhesivo, friable en húmedo, estructura de bloques subangulares medios, moderados. Raíces finas y medias comunes, poros finos y medios comunes, actividad biológica común. Gravilla fina común. Reacción fuerte al HCl. Límite lineal, difuso.*

60 - 105 **B3** *Pardo rojizo oscuro (5YR 3/3) en húmedo, franco limosa, ligeramente plástico y adhesivo, friable en húmedo, estructura de bloques subangulares medios, moderados. Raíces finas escasas y actividad biológica escasa. Reacción fuerte al HCl. Límite ondulado, abrupto.*

100 - 120 **C** *Substratum aluvial*

SERIE: FREIRINA

Textura modal: Franco arenoso

Símbolo Cartográfico: FRN - E3

Caracterización General:

Suelo sedimentario, de origen aluvio-coluvial, estratificado, moderadamente profundo sin desarrollo genético del perfil. Presenta textura franco arenosa de color pardo oscuro en el tono 10YR en la superficie y textura areno francoso de color pardo amarillento en el tono 10YR en profundidad. Descansa sobre un substratum aluvio-coluvial con matriz de arena media, fina y gruesa. Suelo de topografía plana, suavemente inclinado, de permeabilidad rápida y de buen drenaje, con salinidad moderada a alta.

Características físicas y morfológicas del perfil

Profundidad (cm)	
0 - 15 *Ap*	*Pardo oscuro (10YR 4/3) en húmedo, franco arenoso, no plástico y no adhesivo, suelto en seco y friable en húmedo, estructura de bloques angulares y subangulares medios, débiles. Raíces finas y medias, abundantes, actividad biológica común, poros finos y medios comunes. Límite lineal, difuso. Reacción al HCl, muy fuerte.*
15 - 65 *A/C*	*Pardo amarillento oscuro (10YR 4/4) en húmedo, franco arenoso grueso, no plástico y no adhesivo, suelto en seco, friable en húmedo, estructura de grano simple a bloques subangulares, finos, débiles. Reacción al HCl muy fuerte. Raíces finas y medias comunes, poros y actividad biológica escasa. Cristale de cuarzo y de mica comunes. Límite ondulado, claro.*
65 y más *C*	*Substratum constituído por clastos redondeados y angulares de diversos tamaños y de naturaleza petrográfica mixta, la matriz está constituída por arenas medias y gruesas. Reacción al HCl.*

SERIE: HUANTEME

Textura modal: Franco arenoso fino

Símbolo Cartográfico: HTM-E3

Caracterización General:

Suelo sedimentario, de origen coluvial, de textura moderadamente gruesas de color pardo oscuro en la superficie en el tono 7,5YR y textura moderadamente fina de color rojo y rojo amarillento en los tonos 2,5YR y 5YR en profundidad. Descansa sobre un substratum coluvial constituído por gravas angulares de composición petrográfica mixta con matriz franco arcillo arenosa. Presenta una topografía de plano inclinado suave. Suelo de permeabilidad moderada y de buen drenaje. Con salinidad muy alta.

Características físicas y morfológicas del perfil
Profundidad (cm)

0 - 13 *Ap*	*Pardo oscuro (7,5YR 4/4) en húmedo y pardo pálido (7,5YR 6/4) en seco, franco arenosa fina, no plástico y no adhesivo, friable en húmedo, suelto en seco, estructura de bloques subangulares medios y poros débiles. Raíces finas comunes, poros escasos, actividad biológica no se observa. Límite ondulado, claro. Sin reacción al HCl.*
13 - 29 *B1*	*Rojo oscuro (2,5YR 3/6) en húmedo, y rojo en seco (2,5YR 4/6), franco a franco arcillo arenoso, ligeramente plástico y ligeramente adhesivo, friable en húmedo, firme en seco, estructura de bloques subangulares medios, débiles. Raíces finas comunes, poros escasos. Gravilla angular fina, común. Límite ondulado, claro. Sin reacción al HCl.*
29 - 45 *B2*	*Rojo (2,5YR 5/6) a rojo amarillento (5YR 4/6) en húmedo y pardo rojizo (5YR 5/4) en seco, franco arcilloso, plástico y adhesivo, firme en húmedo y duro en seco, estructura de bloques subangulares medio, moderados. Raíces finas escasas y poros escasos. Gravilla fina angular común. Límite ondulado, gradual. Reacción moderada y localizada al HCl. Cutanes de iluviación gruesos, discontinuos.*
45 - 50 *B3*	*Rojo amarillento (5YR 4/6) en húmedo, franco arcillo arenoso, ligeramente plástico y ligeramente adhesivo, firme en húmedo y duro en seco, estructura de bloques angulares y subangulares medios, moderados. Raíces no se observan. Gravilla angular común. Límite ondulado, abrupto.*
50 y más *C*	*Substratum constituído por gravas angulares con matriz franco arcillo arenosa. Puede presentar manchas de carbonato de calcio.*

SERIE: HUASCO

Textura modal: Franco arenoso fino

Símbolo Cartográfico: HSC - E2

Caracterización General:

Suelo sedimentario, de origen aluvial, profundo, de texturas franco arenosas en todo el perfil y de color pardo en el tono 10YR. Descansa sobre un substratum aluvial constituído por gravas redondeadas de composición petrográfica mixta. Suelo de topografía plana, en posición en terraza aluvial reciente, de buen drenaje y de permeabilidad moderada. Presenta cristales de cuarzo y mica en todo el perfil y con moderada reacción en la superficie que desaparece en profundidad.

Características físicas y morfológicas del perfil
Profundidad (cm)

0 - 17 *Ap*	*Pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2) en húmedo, franco arenoso fina, ligeramente plástico y no adhesivo, friable en húmedo, estructura de bloques subangulares finos y medios, débiles. Actividad biológica abundante, poros finos y medios, comunes, raíces finas y medias abundante. Límite lineal, gradual. Reacción al HCl moderada.*
17 - 44 *A*	*Pardo muy oscuro (10YR 2/2) en húmedo, franco arenosa media, no plástico y no adhesivo, friable en húmedo, estructura de bloques subangulares medio, débiles. Raíces finas y medias abundantes, actividad biológica común, poros finos y medios comunes. Gravilla fina escasa. Reacción al HCl, débil. Límite lineal, gradual.*
44 - 75 *AC*	*Pardo oscuro (10YR 3/3) en húmedo, franco arenosa media, no plástica y no adhesiva, friable en húmedo, estructura de bloques subangulares medios, débiles. Raíces finas y medias abundantes, actividad biológica común. Límite ondulado, gradual. Gravilla media y fina común. No hay reacción al HCl.*
75 - 100 *C*	*Substratum aluvial, constituído por gravas redondeadas de composición mixta en matriz areno francosa y arena media rica en cuarzo y mica.*

SERIE: PAONA

Textura modal: Franco arenoso fino

Símbolo Cartográfico: PNA - D2 W3

Caracterización General:

Suelo sedimentario, estratificado, profundo, de textura franco arenosa fina, de color pardo grisáceo oscuro en la superficie en el tono 10YR y texturas moderadamente gruesas y gruesas de color pardo grisáceo en el tono 10YR en profundidad. Descansa sobre un substratum aluvial constituído por gravas redondeadas con matriz de arena media. Presenta manchas salinas a partir de los 30 cms. y restos de materia orgánica. Cristales de mica muy abundante en todo el perfil. Suelo de topografía plana, de permeabilidad moderada y de drenaje imperfecto, con nivel freático entre los 80 y 100 cms. de profundidad. Con salinidad alta.

Características físicas y morfológicas del perfil
Profundidad (cm)

0 - 23 *Ap*	*Pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2) en húmedo, franco arenoso muy fino, no plástico y no adhesivo, friable en húmedo, estructura maciza que rompe a bloques subangulares medios, moderados. Raíces finas, medias y gruesas abundantes, poros finos comunes, actividad biológica común. Manchas de sales comunes y abundantes en el límite con el horizonte inferior. Materia orgánica en manchas. Compactado mecánicamente. Cristales de mica abundantes. Reacción muy fuerte al HCl. Límite lineal, claro.*
23 - 45 *A/C1*	*Pardo oscuro (10YR 3/3) en húmedo, franco arenosa media, no plástico y no adhesivo, friable en húmedo, estructura maciza que rompe a bloque angulares medios, débiles. Raíces medias y gruesas abundantes, poros finos y medios comunes, actividad biológica común. Manchas de sales comunes, oxidaciones finas comunes. Reacción muy fuerte al HCl. Límite lineal, claro.*
45 - 77 *A/C2*	*Color vario, dominante pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2) y gris oscuro (10YR 4/1) ambos colores en húmedo, franco arenosa, no plástico y no adhesivo, friable, húmedo, estructura maciza. Raíces descompuestas comunes, poros finos y medios comunes, gruesos escasos. Manchas negras de materia orgánica. Cristales de mica abundantes. Reacción muy fuerte al HCl. Límite lineal, claro.*

SERIE: LA COMPAÑIA

Textura modal: Franco arenoso

Símbolo Cartográfico: LCM - E4

Caracterización General:

Suelo sedimentario, delgado, de texturas moderadamente gruesas de color pardo a pardo oscuro en el tono 7,5YR. Descansa sobre un substratum calcáreo (tertel) con gravas. Presenta topografía muy plana a suavemente ondulada y con diversos grados de pedregosidad especialmente en la superficie. Suelo de permeabilidad moderadamente rápido en el suelo y moderada en el "tertel" y de buen drenaje.

Características físicas y morfológicas del perfil:
Profundidad (cm)

0 - 12 *Ap* — *Pardo a pardo oscuro (7,5YR 4/4) en húmedo y de igual color amasado y pardo pálido (10YR 6/3) en seco, franco arenosa, no plástico y no adhesivo, friable en húmedo y firme en seco, estructura de bloques subangulares medios, moderados. Raíces finas y medias abundantes, actividad biológica escasa, poros gruesos comunes, medios y finos abundantes. Cristales de cuarzo abundantes y de mica común. Límite ondulado, claro. Débil a moderada reacción al HCl.*

12 - 22 *B1* — *Pardo a pardo oscuro (7,5YR 4/4) en húmedo, pardo oscuro (7,5YR 3/4) amasado y pardo (7,5YR 5/4) seco, franco arenosa, no plástico y no adhesivo, friable en húmedo, firme en seco, estructura de bloques subangulares medios, moderados. Raíces finas, medias y gruesas escasas, actividad biológica escasa, poros finos y medios escasos, gruesos comunes. Gravas redondeadas y angulares comunes. Cristales de cuarzo muy abundante y mica común. Límite lineal, abrupto. Débil a moderada reacción al HCl.*

22 y más *B2* — *Rosado (7,5YR 7/4-8/4) en húmedo y blanco (10YR 8/2) en seco, franco, ligeramente plástico y adhesivo, duro en seco, firme en húmedo, estructura maciza. Raíces escasas (alfalfa), actividad biológica no se observa, poros gruesos escasos, finos y medios comunes. Gravas de composición petrográfica mixta abundantes con patina de carbonato de calcio de 0,5 a 2 mm de espesor. Violenta reacción al HCl.*

SERIE: TATARA

Textura modal: Franco arenoso

Símbolo Cartográfico: TTR - E4

Caracterización General:

Suelo sedimentario, delgado, de origen aluvial, de textura franco arenosa de color pardo oscuro en el tono 7,5YR y descansa sobre un substratum constituído por clastos redondeados de composición petrográfica mixta con predominio de rocas eruptivas ácidas y neutras (granito y andesita). Este substratum presenta una matriz franco arenosa de color pardo rojizo oscuro en el tono 5YR y que constituye entre el 10% al 20% del volumen del horizonte. Suelo de permeabilidad moderadamente rápida y de buen drenaje. Presenta una topografía plana en posición de terraza aluvial intermedia.
Características físicas y morfológicas del perfil

0 - 22 **A** *Pardo oscuro (7,5 YR 3/2) en húmedo, franco arenosa, no plástico y no adhesivo, friable en húmedo, estructura en bloques angulares medios, débiles. Raíces finas comunes, poros finos escasos y medios comunes. Actividad biológica escasa. Gravas redondeadas escasas. Reacción al HCl moderada.*

22 y más **C** *Substratum aluvial constituído por gravas redondeadas de composición petrográfica mixta con matriz franco arenosa de color pardo rojizo oscuro (5YR 4/4) en húmedo, que constituye entre el 10 a 20% del volumen del horizonte. Las raíces penetran hasta los 60 cms. Reacción moderada al HCl.*

77 - 100 *Color vario, dominante pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2) en húmedo, areno francosa, no plástico y no*
A/C3 *adhesivo, friable en húmedo, estructura maciza. Raíces finas escasas. Concresiones calcáreas finas y medias comunes. Cristales de mica muy abundantes. Raíces descompuestas comunes. Reacción muy fuerte al HCl. Límite ondulado, abrupto.*

100 - 110 *Estrata de textura franca a franco arcillo limosa de*
A/C4 *color vario rica en carbonato de calcio. Manchas de materia orgánica comunes. Reacción muy fuerte al HCl.*

110 y más *Substratum aluvial*
C

SERIE: VENTANAS

Textura modal: Franco arenoso muy fino

Símbolo Cartográfico: VTN - D3

Caracterización General:

Suelo sedimentario, moderadamente profundo, de textura media de color pardo oscuro en el tono 7,5 YR en el horizonte Ap y texturas moderadamente fina de colores pardo rojizo amarillento en el tono 5YR en el horizonte B. Descansa sobre un substratum calcáreo (tertel) que permite el desarrollo radicular de especies tolerantes a esta condición (alfalfa), otras especies no tolerantes las raíces "gatean" al contacto con el tertel. Suelo de topografía muy plana, de permeabilidad moderada y de buen drenaje. Presenta ligera pedregosidad superficial (menor de 10%) que no interfiere las labores agrícolas.

Características físicas y morfológicas del perfil
Profundidad (cm)

0 - 11
Ap — *Pardo a pardo oscuro (7,5 YR 4/4) en húmedo amasado y pardo (10YR 5/3) en seco, franco arenosa muy fina, ligeramente duro en seco, friable en húmedo y ligeramente plástico y adhesivo, estructura de bloques subangulares medios, moderados. Raíces finas y medias abundantes, actividad biológica abundante, poros finos y medios abundantes, gruesos comunes. Fuerte reacción al HCl. Cristales de cuarzo abundante y de mica escasa. Límite lineal, claro.*

11 - 23
B1 — *Pardo rojizo (5YR 4/4) en húmedo, pardo a pardo oscuro (7,5 YR 4/4) amasado y pardo (7,5YR 5/4) en seco, franco arcillo arenoso, ligeramente plástico y adhesivo, duro en seco, friable en húmedo, estructura en bloques subangulares medios firmes. Raíces finas comunes, actividad biológica escasa, poros gruesos escasos, finos y medios comunes. Fuerte reacción al HCl. Cristales de cuarzo abundantes y de mica escasa. Límite ondulado, difuso.*

23 - 42
B2
Ca — *Rojo amarillento (5YR 4/6) en húmedo, pardo rojizo (5YR 5/4) amasado, pardo (7,5YR 5/4) de la matriz y rosado (5YR 7/4) de las acumulaciones de calcio ambos colores en seco, franco arcillosa, plástico y adhesivo, ligeramente duro en seco y friable en húmedo, estructura de bloques subangulares medios y finos débiles. Raíces finas comunes, actividad biológica escasa, poros medios y gruesos comunes. Reacción muy fuerte al HCl. Calcio en forma de manchas y acumulaciones, comunes. Límite ondulado, claro.*

42 y más	*Amarillo rojizo (7,5YR 7/6) en húmedo y blanco rosado (7,5YR 8/2) en seco, franco arcillo limosa, plástico y adhesivo, duro en seco, firme en húmedo, estructura maciza. Raíces gruesas escasas (alfalfa), actividad biológica no se observan. Gravas abundantes que constituyen el 20% del volumen, de composición petrográfica mixta y de un tamaño variable entre 5 - 10 cm. de diámetro y cubiertas de una patina de carbonato de calcio. A este horizonte se le denomina "tertel" que se presenta duro en seco pero con agua de riego en blando y permite el paso de raíces de plantas tolerantes al exceso de CaCO3 (alfalfa). Puede presentar "lenguas" del horizonte superior.*
C	
Ca	

ANEXO 6

DESCRIPCION DE CALICATAS

ANEXO 6

DESCRIPCION Y MUESTREO DE SUELOS

En las calicatas realizadas se describió el perfil de suelo, considerando la profundidad efectiva. Paralelo a ello se tomaron muestras de suelo por estrata de cada perfil, para las determinaciones físicas e hídricas del suelo.

Las descripciones de suelos son las siguientes:

CALICATA N° 1
SERIE PAONA (Fundo Montt)

0-22	*Franco arenoso. Estructura de bloques subangulares pequeños débiles. Presencia abundante de raíces finas y gruesas. Moderada actividad biológica. Límite abrupto.*
22-120	*Textura arenosa fina. Moteadas abundantes. Baja presencia de raíces. Bloques subangulares, medios, débiles. Estrata regular de arena gruesa con gravas pequeños subangulares. A los 120 cm se encuentra el nivel freático.*

Ubicación calicata: Esta calicata se realizó en el Fundo Montt (Huasco Bajo).

CALICATA N° 2
SERIE FREIRINA (OLIVOS)

0-26	*Franco arenoso. Bloques medios angulares a subangulares. Poros grandes predominantes. Color pardo oscuro en seco. Límite gradual.*
26-56	*Textura arenosa fina. Bloques medios a pequeños. Subangulares, débiles. Macroporos predominantes. Presencia moderada de raíces finas. Color pardo amarillento en seco.*
56-76	*Matriz arenosa similar a la anterior. Baja presencia de raíces. Estrata de clastos medios angulosos.*
76 y más	*Matriz arenosa. Color pardo amarillento en seco. Presencia de concreciones. Escasa actividad biológica.*

Posición: Ocupa una posición de piedmont.

Ubicación de calicata: Esta se realizó en el sector de Huasco, en el fundo del señor Alberto Callejas.

CALICATA N° 3
SERIE BELLAVISTA

0-18	*Textura franco limo arenoso. Bloques angulares, medios, débiles. Abundante presencia de raicillas color pardo oscuro en seco. Abundante actividad radicular.*
18-26	*Franco limo arenoso, ligeramente plástico en húmedo bloques angulares a subangulares medios. Color pardo. Presencia de concreciones blancas. Presencia de raíces medias a finas.*
26-32	*Textura limosa. Bloques angulares a subangulares pequeños, débiles. Color pardo amarillento.*
32-46	*Franco limo arcilloso, ligeramente plástico y ligeramente adhesivo. Abundantes concreciones blancas. Bloques angulares medios moderadamente resistentes. Color pardo oscuro, presencia de materia orgánica descompuesta.*
46-64	*Franco arenoso fino. Bloques subangulares medios, débiles. Presencia de concreciones. Escasa actividad radicular. Color pardo en seco. Abundantes macroporos.*
64-126	*Textura arenosa fina. Presencia de oxidaciones abundantes macroporos. Nivel freático a los 126 cm.*

Posición: Esta serie ocupa una posición de terraza aluvial baja.

Ubicación de calicata: Se realizó en el fundo La Cachina, Sector Huasco Bajo.

CALICATA N° 4
SERIE HUASCO

0- 32	*Franco arcilloso, ligeramente plástico. Bloques angulares medios, firmes en seco. Abundantes raíces finas. Predominan los poros pequeños. Presencia leve de gravas redondeadas, medias.*
32-44	*Franco arenoso. Estructura de bloques pequeños angulares, débiles. Macroporos abundantes. Color pardo oscuro en seco. Raíces gruesas moderadas.*
44 y más	*Matriz arenosa. Bloques angulares medios débiles clastos moderados de tamaño medio redondeados a angulares. Presencia moderada de raíces gruesas. Macroporos predominantes.*

Posición: Ocupa una posición de terraza aluvial en los sectores altos del Valle del Huasco.

Ubicación de calicata: Esta se realizó a 1 km al Sur de Retamo, en el sector de Cerro Blanco.

CALICATA N° 5
SERIE HUASCO

0-35	*Textura arcillo limoso. Estructura de bloques angulares a subangulares pequeñas, fuertes. Color pardo grisáceo. Predominan los poros pequeños. Moderada presencia de raíces gruesas.*
35-51	*Limo arcilloso. Bloques subangulares medios, friable. Color pardo verdoso, Límite gradual. Escasa presencia de raíces. Predominan los poros pequeños.*
51-71	*Arcilloso. Bloques angulares grandes, firmes. Color pardo rojizo. Límite gradual. Leve presencia de concreciones abundantes poros pequeños.*
71-94	*Arcilloso, bloques angulares medios a grandes moderadamente firmes. Presencia abundante de concreciones. Predominan los microporos.*
94 y más	*Arena frina. Estructura granular débil, pequeña. Presencia de clastos pequeños redondeados. Abundante macroporos, límite abrupto.*

Ubicación de calicata: Esta se describió en el Fundo Ramadilla.

CALICATA N° 6
SERIE CHANCHOQUIN

0 - 33 *Textura arcillosa. Plástica. Bloques angulares moderados, friable. Color pardo oscuro. Abundante actividad biológica presencia de coprolitos. Abundantes raíces finas. Límite gradual.*

33-53 *Textura arcillosa bloques angulares medios, friables. Microporos Moderada presencia de raíces finas y gruesas. Color pardo rojizo. Presencia de clastos pequeños, angulosas. Límite gradual.*

53-78 *Textura areno limosa. Estructura de bloques medias a pequeñas subangulares, débiles. Color pardo amarillento. Presencia de raíces medias a finas. Límite abrupto. Presencia de estratas color negro en forma discontinua.*

78-118 *Arenoso fino. Bloques subangulares pequeños, débiles. Abundante macroporos. Color pardo grisáceo. Raíces gruesas moderadas.*

118 y más Arenoso. Sustrato aluvial.

Posición: Ocupa una posición de terraza aluvial intermedia.

Ubicación de calicata: Esta se realizó en la parcela del señor Martiniano Pallauta en el sector de Chanchoquín.

CALICATA N° 7
SERIE CHAÑAR

0-33 *Textura franco arcilloso. Bloques angulares, pequeños, débiles. Abundantes macroporos. Actividad radicular abundante, predominando raíces finas. Presencia de clasos angulosos, medios a grandes. Color pardo en seco límite gradual.*

33 y más *Textura arenosa. Abundantes clastos grandes angulosos a redondeados. Bloques angulares pequeños muy débiles. Escasa presencia de raíces finas color pardo.*

Posición: Posee una posición de piedmont

Ubicación de calicata: Esta se realizó en el Fundo La Hoyada, sector La Arena.

CALICATA N° 8
SERIE VENTANAS

0-20	*Textura franco arcillo arenosa. Bloques subangulares, medios a pequeños firmes. Límite ondulado abrupto. Raíces finas y gruesas abundantes. Escasa actividad biológica. Suelo muy compactado. Escasos macroporos. Color pardo abundantes clastos medios redondeados.*
20-37	*Horizonte carbonático, muy compactado abundantes clastos angulosos de tamaños medios a grandes. Color blanco en seco y rosado en húmedo.*
37 y más	*Carbonato de calcio no compactado, estructura granular, color blanco grisáceo en seco. Abundantes clastos redondeados de gran tamaño.*

Posición: Se encuentra en posición de terraza alta.

Ubicación de calicata: Esta se realizó en el sector de parronales de la Hacienda Las Ventanas.

CALICATA N° 9
SERIE CAVANCHA

0-15	*Textura franco arcilloso. Estructura de bloques angulares pequeños moderadamente débiles. Color pardo en seco. Clastos redondeados de tamaño medio. Abundante macroporos. Límite lineal abrupto.*
15-33	*Arcillo arenoso. Bloques angulares pequeños fuertes. Presencia de clastos medios a pequeños redondeados. Predominan los poros pequeños. Color pardo rojizo en seco. Incrustaciones calcáreas. Límite gradual.*
33 y más	*Horizonte carbonático con abundantes clastos medios a pequeños, redondeados.*

Posición: Ocupa una posición de terraza alta.

Ubicación de calicata: Esta se realizó en la parcela de frutales de INIA en la Hacienda Las Ventanas.

CALICATA N° 10
SERIE PAONA

0-36	*Franco arcilloso. Bloques angulares a subangulares medios a pequeños, consistencia friable. Abundan los poros pequeños. Presencia de raíces gruesas, medias y finas. Color pardo oscuro. Límite gradual.*
36-86	*Areno limoso fino. Bloques subangulares, pequeños, débiles. Abundantes raíces gruesas, medias y finas. Macroporosidad predominante color pardo claro. Límite lineal abrupto.*
86-106	*Limo arenoso. Bloques angulares a granular, pequeños, débiles. Color pardo muy oscuro. Presencia de materia orgánica en descomposición. Límite abrupto.*
106 y más	*Sustrato arenoso de tamaño fino a medio nivel freático presente a los 130 cm. Color pardo amarillento.*

Posición: Ocupa una posición de terraza aluvial baja.

Ubicación de calicata: Se realizó en el fundo Paona (Hacienda Las Ventanas).

CALICATA N° 11
SERIE BUENA ESPERANZA

0-18	*Textura arcillosa, muy plástico. Bloques angulares, medios, firmes. Presencia de raíces finas. Predominan los macroporos gravas de tamaño medio, escasas. Color pardo en seco. Límite lineal abrupto.*
18-68	*Arcilla densa. Muy plástico. Bloques angulares a subangulares, medios, firmes presencia de incrustaciones calcáreas en profundidad. Predominan los microporos color pardo rojizo en seco. Límite gradual.*
68 y más	*Gravas medias redondeadas insertas en matriz de carbonato de calcio.*

Posición: Ocupa una posición de terraza aluvial intermedia.

Ubicación de calicata: Esta se realizó en la parcela 8-A, Lote N°1 de la ex Hacienda La Compañía.

CALICATA N° 12
SERIE LA COMPAÑIA

0-25	*Textura franco arcilloso. Estructura de bloques angulares a subangulares, medios a pequeños, moderadamente débiles. Poros grandes escasos. Clastos medios redondeados escasos. Color pardo en seco. Límite ondulado abrupto.*
25-45	*Franco arcillo arenoso. Bloques angulares a subangulares medios, moderadamente fuertes predominan poros grandes. Clastos redondeados, medios, escasos. Color pardo rojizo en seco. Límite abrupto.*
45 y más	*Clastos redondeados medios insertos en matriz de carbonato de calcio.*

Posición: Esta serie se encuentra en posición de terraza aluvial alta.

Ubicación de calicata: Se ubica en la parcela del señor Francisco Zuleta, en la ex Hacienda La Compañía.

CALICATA N° 13
SERIE HUANTEME

0-35	*Franco arenoso limoso. Bloques angulares medios a pequeños, débiles. Abundantes raíces finas. Macroporos predominantes. Color pardo. Límite lineal.*
35 y más	*Sustrato coluvial. Abundantes clastos pequeños, angulosos insertos en matriz arenos.*

Posición: Lecho de la microcuenca Huantemé

Ubicación de calicata: Esta se ubicó en terrenos de la Hacienda Las Ventanas a 500 mt. al Norte del sector de parronales.

CALICATA N° 14
SERIE TATARA

0-23	*Textura franco limoso. Estructura de bloques subangulares medios, débiles. Abundante actividad biológica. Clastos pequeños escasos color pardo claro. Límite gradual.*
23-35	*Franco arenoso. Bloques angulares medios, débiles. Clastos redondeados, medios abundantes. Color pardo rojizo.*
35 y más	*Sustrato alluvial. Clastos redondeados medios a grandes. Matriz arenosa de color pardo rojizo.*

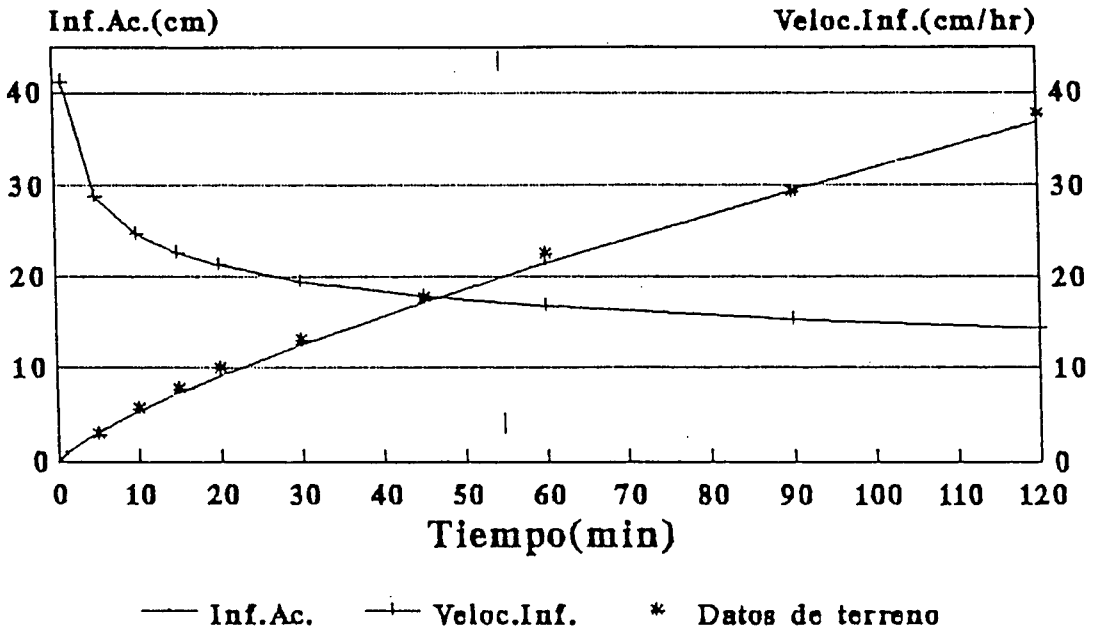
Posición: Ocupa una posición de terraza aluvial baja

Ubicación calicata: La calicata se realizó a 2 km al Oriente del cruce carretera Huasco, camino Buena Esperanza.

ANEXO 7

CURVAS DE INFILTRACION DE LOS SUELOS

SERIE PAONA
Curvas de Infiltración



Tiempo	C1	C2	C3	C4	D.S.	Prom
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0
5	1.6	1.2	4.4	4.7	1.83	2.9
10	4.2	2.0	7.5	8.7	3.06	5.6
15	7.7	2.5	9.9	10.8	3.71	7.7
20	12.4	3.2	11.4	12.6	4.49	9.9
30	19.2	4.3	13.9	15.2	6.31	13.1
45	28.3	6.0	16.9	19.8	9.20	17.7
60	39.9	7.0	20.5	23.0	13.50	22.6
90	55.2	9.4	25.4	27.8	19.01	29.4
120	74.7	11.6	31.4	33.2	26.52	37.7

Tiempo en minutos
C: repeticiones
D.S.:Desviación standar
Prom: Promedio de las repeticiones

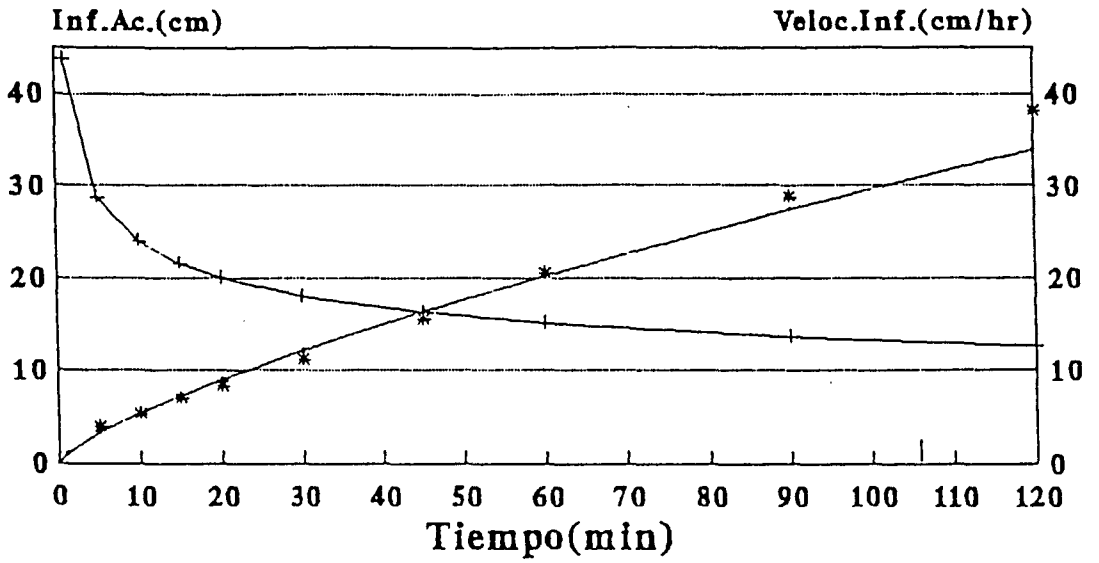
Ecuaciones de Infiltración Acumulada (Iac) y de Velocidad de Infiltración (V.I.).

$Iac = 0.88 * T^{0.78}$ $\quad r^2 = 0.99$

$V.I. = 41.18 * T^{-0.22}$

Figura 1 : Curvas de Infiltración Acumulada y Velocidad de Infiltración, serie Paona

SERIE FREIRINA
Curvas de Infiltración



Tiempo	C1	C2	C3	D.S.	Prom
0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0
5	4.5	4.0	3.0	0.76	3.8
10	7.2	4.8	3.9	1.70	5.3
15	10.2	5.6	5.1	2.81	6.9
20	12.4	6.2	6.3	3.55	8.3
30	16.5	8.3	8.5	4.67	11.1
45	24.4	11.1	11.2	7.65	15.5
60	33.7	13.7	14.1	11.43	20.5
90	48.0	18.1	20.4	16.63	28.8
120	66.0	22.7	25.9	24.12	38.2

Tiempo en minutos
C: repeticiones
D.S.:Desviación standar
Prom: Promedio de las repeticiones

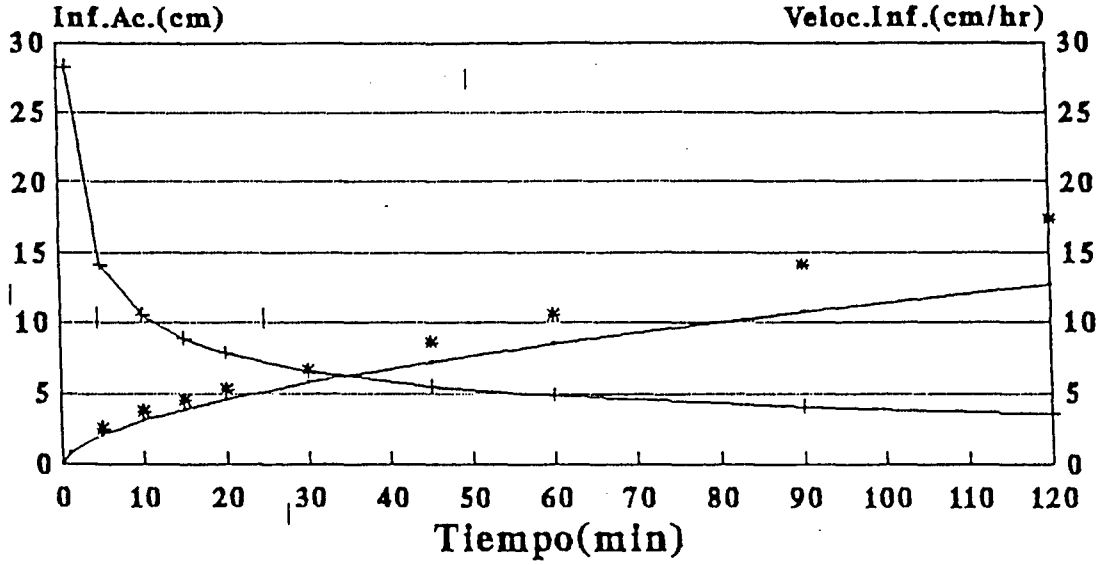
Ecuaciones de Infiltración Acumulada (Iac) y de Velocidad de Infiltración (V.I.).

$Iac = 0.984 * T^{0.71}$ $\quad r^2 = 0.98$

$V.I. = 43.68 * T^{-0.26}$

Figura 2 : Curvas de Infiltración Acumulada y Velocidad de Infiltración, serie Freirina

SERIE BELLAVISTA
Curvas de Infiltración



Tiempo	C1	C2	C3	C4	D.S.	Prom
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0
5	2.5	1.9	2.5	3.3	0.54	2.5
10	3.4	2.8	3.7	4.9	0.88	3.7
15	4.0	3.5	4.7	6.1	1.12	4.5
20	4.8	4.0	5.6	7.1	1.32	5.3
30	5.5	5.6	6.6	9.0	1.62	6.6
45	6.8	7.7	8.5	11.6	2.08	8.6
60	8.0	9.3	10.3	14.6	2.85	10.5
90	10.2	12.3	14.0	20.0	4.21	14.1
120	12.5	14.8	17.2	24.8	5.34	17.3

Tiempo en minutos
C: repeticiones
D.S.:Desviación standar
Prom: Promedio de las repeticiones

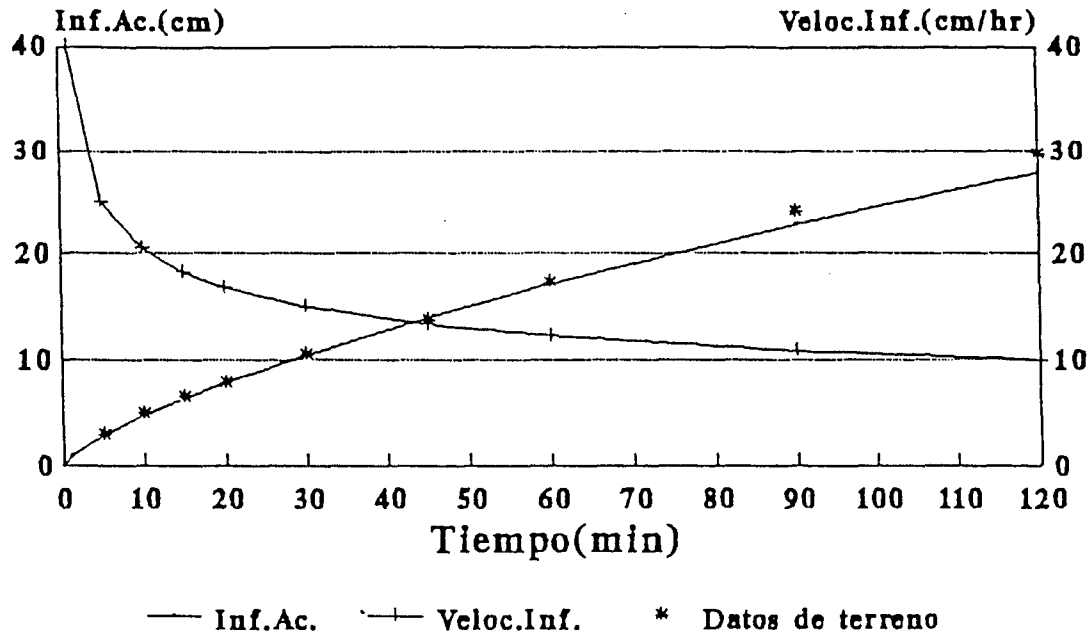
Ecuaciones de Infiltración Acumulada (Iac) y de Velocidad de Infiltración (V.I.).

$Iac = 0.826 * T^{0.57}$ $\quad r^2 = 0.99$

$V.I. = 28.25 * T^{-0.43}$

Figura 3 : Curvas de Infiltración Acumulada y Velocidad de Infiltración, serie Bellavista

SERIE HUASCO
Curvas de Infiltración



Tiempo	C1	C2	C3	C4	C5	C6	D.S.	Prom
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0
5	1.0	2.8	1.7	2.5	5.3	5.5	1.87	3.13
10	1.8	4.4	3.1	3.9	10.6	6.7	3.15	5.08
15	2.2	6.0	3.8	4.5	13.3	9.5	4.13	6.55
20	2.4	6.9	5.1	4.9	16.4	11.3	5.14	7.83
30	3.6	8.9	7.2	5.7	22.8	14.8	7.13	10.50
45	4.6	10.7	9.8	6.5	29.3	21.3	9.59	13.70
60	5.4	12.4	11.8	10.5	38.1	25.3	12.16	17.25
90	6.8	16.5	17.2	18.3	50.9	34.3	15.88	24.00
120	8.2	19.4	21.6	25.0	65.2	38.8	19.99	29.70

Tiempo en minutos
C: repeticiones
D.S.:Desviación standar
Prom: Promedio de las repeticiones

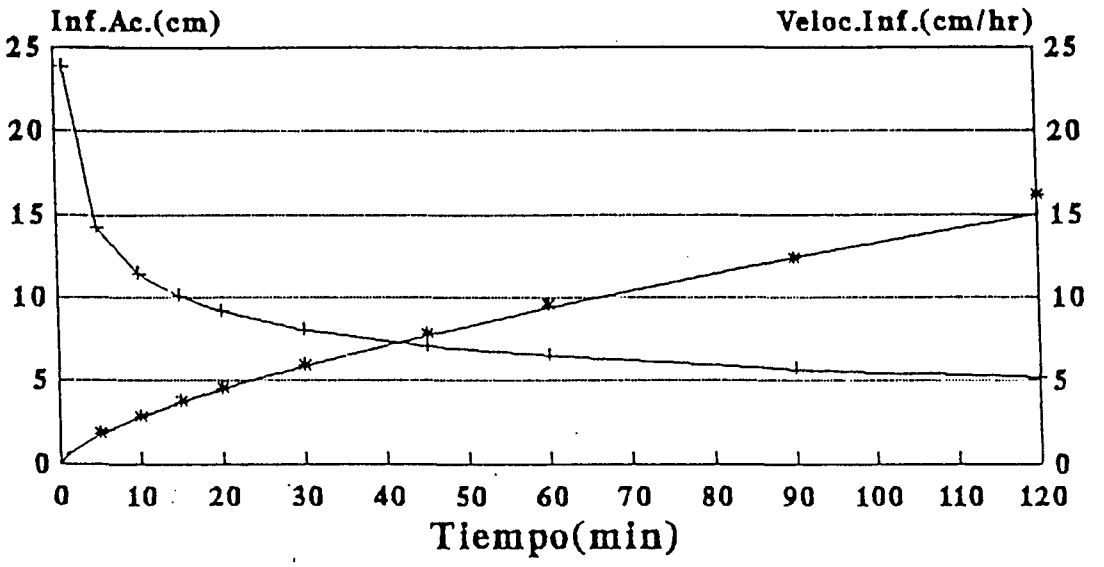
Ecuaciones de Infiltración Acumulada (Iac) y de Velocidad de Infiltración (V.I.).

$Iac = 0.937 * T^{0.71}$ $\quad r^2 = 0.99$

$V.I. = 39.9 * T^{-0.29}$

Figura 4 : Curvas de Infiltración Acumulada y Velocidad de Infiltración, serie Huasco

SERIE CHANCHOQUIN
Curvas de Infiltración



Tiempo	C1	C2	C3	C4	D.S.	Prom
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0
5	2.0	1.5	1.6	2.2	0.33	1.8
10	3.2	2.2	2.5	3.4	0.56	2.8
15	4.4	3.3	3.2	4.2	0.61	3.7
20	5.5	3.7	3.8	5.0	0.89	4.5
30	7.5	4.5	5.0	6.7	1.41	5.9
45	10.0	6.0	6.5	8.8	1.89	7.8
60	12.0	7.4	7.9	10.8	2.22	9.5
90	15.0	9.7	10.3	14.3	2.71	12.3
120	21.0	11.9	12.7	19.5	4.64	16.2

Tiempo en minutos
C: repeticiones
D.S.:Desviación standar
Prom: Promedio de las repeticiones

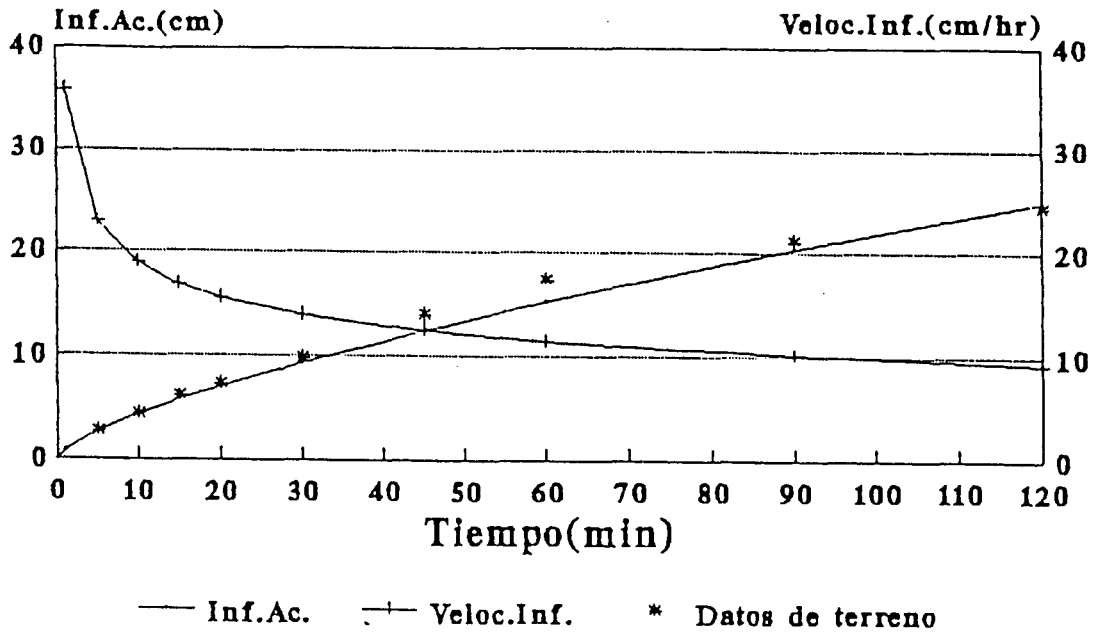
Ecuaciones de Infiltración Acumulada (Iac) y de Velocidad de Infiltración (V.I.).

$Iac = 0.585 * T^{0.68}$ $\quad r^2 = 0.99$

$V.I. = 23.86 * T^{-0.32}$

Figura 5 : Curvas de Infiltración Acumulada y Velocidad de Infiltración, serie Chanchoquín

SERIE CHAÑAR
Curvas de Infiltración



Tiempo	C1	C2	C3	C4	C5	C6	D.S.	Prom
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0
5	1.7	2.0	4.5	3.0	1.5	3.1	1.13	2.6
10	2.5	3.0	8.0	3.2	3.4	5.7	2.12	4.3
15	3.1	3.9	11.5	3.3	6.5	7.7	3.27	6.0
20	3.7	4.7	14.5	3.3	7.2	9.9	4.34	7.2
30	4.5	6.1	19.5	5.5	10.0	13.2	5.76	9.8
45	5.7	7.8	29.0	6.0	15.5	19.4	9.24	13.9
60	6.8	9.4	36.5	6.3	19.8	25.4	12.11	17.3
90	8.5	12.2	41.0	6.8	24.7	34.1	14.28	21.21
120	10.0	13.7	42.6	7.4	31.1	41.8	16.06	24.40

Tiempo en minutos
C: repeticiones
D.S.:Desviación standar
Prom: Promedio de las repeticiones

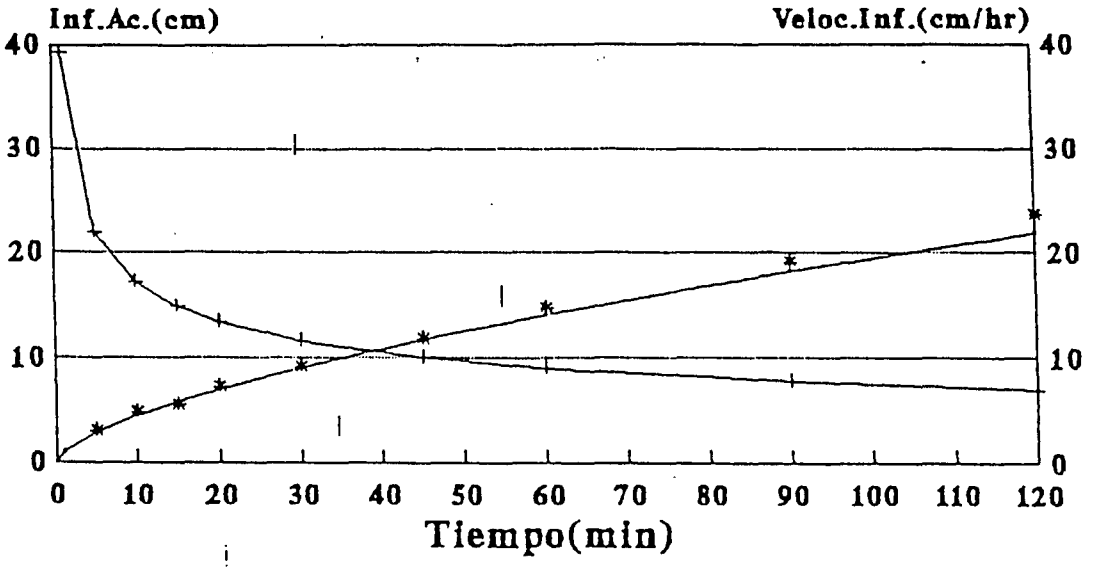
Ecuaciones de Infiltración Acumulada (Iac) y de Velocidad de Infiltración (V.I.).

$Iac = 0.831 * T^{0.72}$ $\quad r^2 = 0.99$

$V.I. = 35.85 * T^{-0.28}$

Figura 6 : Curvas de Infiltración Acumulada y Velocidad de Infiltración, serie Chañar

SERIE VENTANA
Curvas de Infiltración



Tiempo	C1	C2	C3	C4	D.S.	Prom
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0
5	4.2	4.4	2.6	1.5	1.37	3.1
10	6.2	6.5	3.5	3.0	1.80	4.8
15	7.6	9.2	4.2	3.2	2.82	6.0
20	9.2	11.1	4.9	5.8	2.90	7.7
30	11.5	14.5	5.9	6.6	4.09	9.6
45	14.8	20.1	7.2	7.4	6.24	12.3
60	18.4	25.2	8.5	9.0	8.03	15.2
90	24.1	33.2	10.2	11.2	11.01	19.6
120	28.9	42.6	12.6	13.0	14.38	24.2

Tiempo en minutos
C: repeticiones
D.S.:Desviación standar
Prom: Promedio de las repeticiones

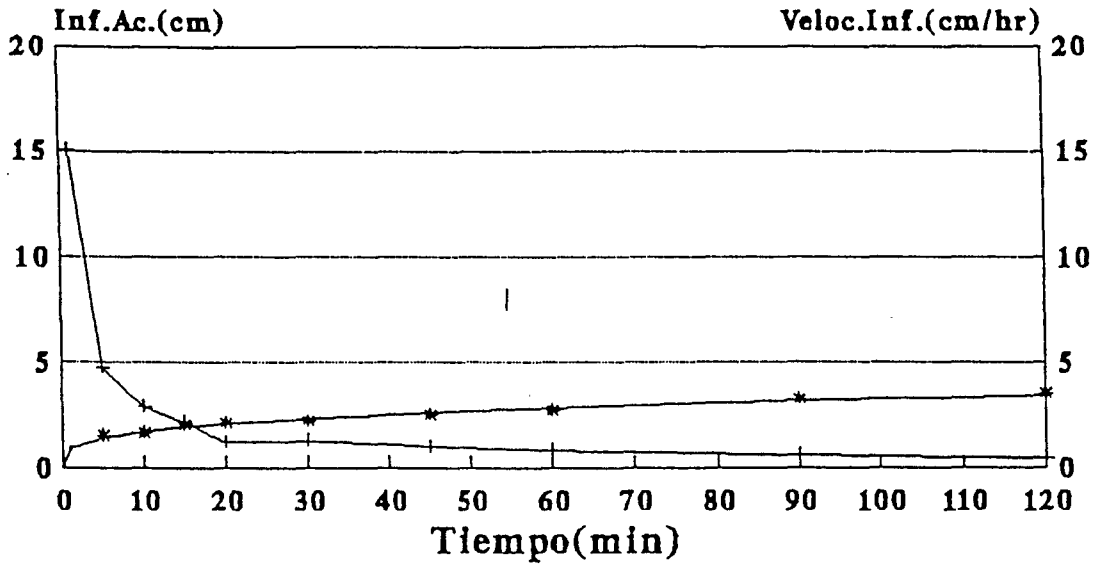
Ecuaciones de Infiltración Acumulada (Iac) y de Velocidad de Infiltración (V.I.).

$Iac = 1.02 * T^{0.64}$ $\quad r^2 = 0.99$

$V.I. = 39.16 * T^{-0.36}$

Figura 7 : Curvas de Infiltración Acumulada y Velocidad de Infiltración, serie Ventana

SERIE CAVANCHA
Curvas de Infiltración



Tiempo	C1	C2	C3	D.S.	Prom
0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0
5	0.6	1.0	3.0	1.28	1.5
10	0.7	1.1	3.1	1.28	1.6
15	0.8	1.2	4.0	1.74	2.0
20	0.9	1.3	4.1	1.74	2.1
30	1.0	1.4	4.3	1.80	2.2
45	1.2	1.5	5.0	2.11	2.5
60	1.3	1.6	5.4	2.28	2.7
90	1.5	2.0	6.2	2.58	3.2
120	1.6	2.5	6.4	2.55	3.5

Tiempo en minutos
C: repeticiones
D.S.:Desviación standar
Prom: Promedio de las repeticiones

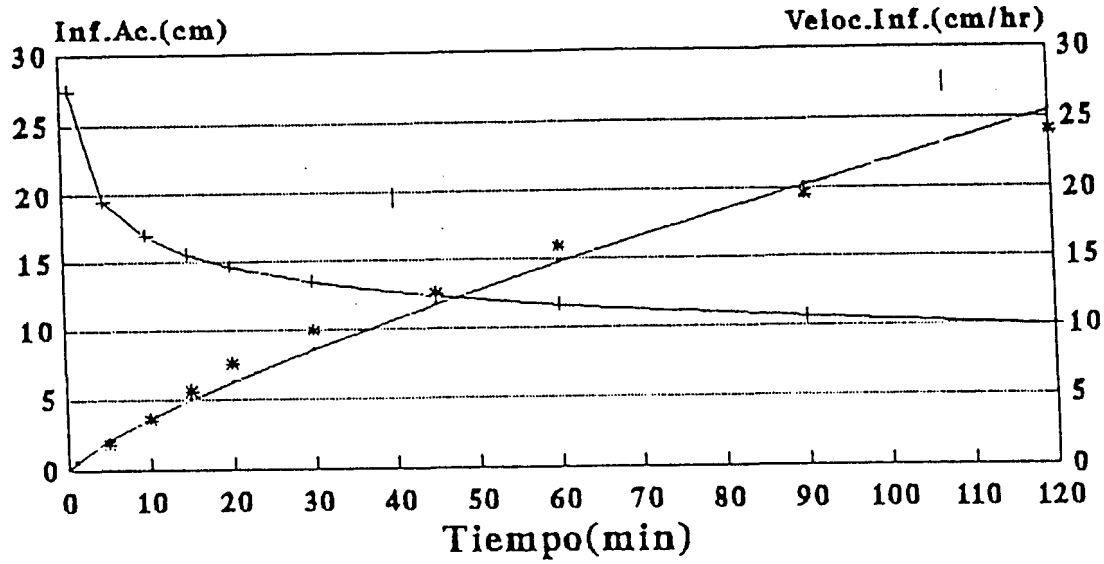
Ecuaciones de Infiltración Acumulada (Iac) y de Velocidad de Infiltración (V.I.).

$Iac = 0.895 * T^{0.28}$ $\quad r^2 = 0.98$

$V.I. = 15.04 * T^{-0.72}$

Figura 8 : Curvas de Infiltración Acumulada y Velocidad de Infiltración, serie Cavancha

SERIE B. ESPERANZA
Curvas de Infiltración



Tiempo	C1	C2	C3	D.S.	Prom
0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0
5	1.4	2.3	1.6	0.47	1.7
10	1.7	5.3	3.6	1.80	3.5
15	1.9	8.4	6.1	3.29	5.4
20	2.0	11.7	8.9	4.99	7.5
30	2.1	15.1	12.4	6.86	9.8
45	2.4	18.5	16.6	8.79	12.5
60	2.7	23.3	21.5	11.40	15.8
90	3.1	28.6	27.2	14.33	19.6
120	3.5	34.5	34.0	17.75	24.0

Tiempo en minutos
C: repeticiones
D.S.:Desviación standar
Prom: Promedio de las repeticiones

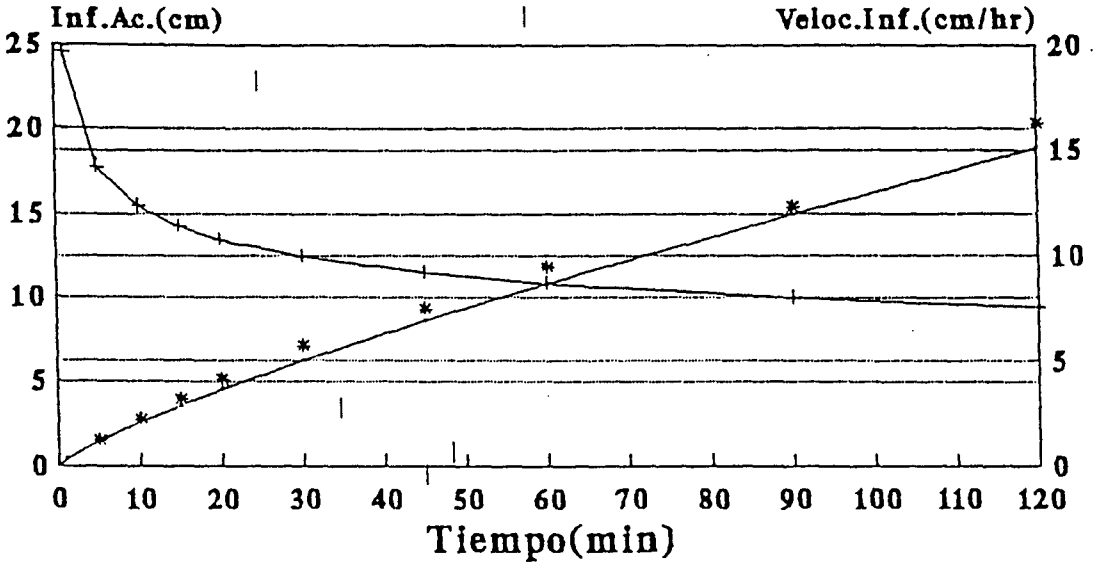
Ecuaciones de Infiltración Acumulada (Iac) y de Velocidad de Infiltración (V.I.).

$Iac = 0.58 * T^{0.79}$ $\quad r^2 = 0.98$

$V.I. = 27.4 * T^{-0.21}$

Figura 9 : Curvas de Infiltración Acumulada y Velocidad de Infiltración, serie B. Esperanza

SERIE COMPAÑIA
Curvas de Infiltración



Tiempo	C1	C2	C3	D.S.	Prom
0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0
5	1.0	1.5	2.0	0.50	1.5
10	2.5	2.3	3.5	0.64	2.7
15	4.3	3.1	4.4	0.72	3.9
20	6.5	3.7	5.3	1.40	5.1
30	9.5	5.5	6.4	2.09	7.1
45	12.7	7.7	7.7	2.88	9.3
60	17.0	9.7	8.8	4.49	11.8
90	23.0	12.7	10.7	6.60	15.4
120	32.1	16.5	12.4	10.39	20.3

Tiempo en minutos
C: repeticiones
D.S.:Desviación standar
Prom: Promedio de las repeticiones

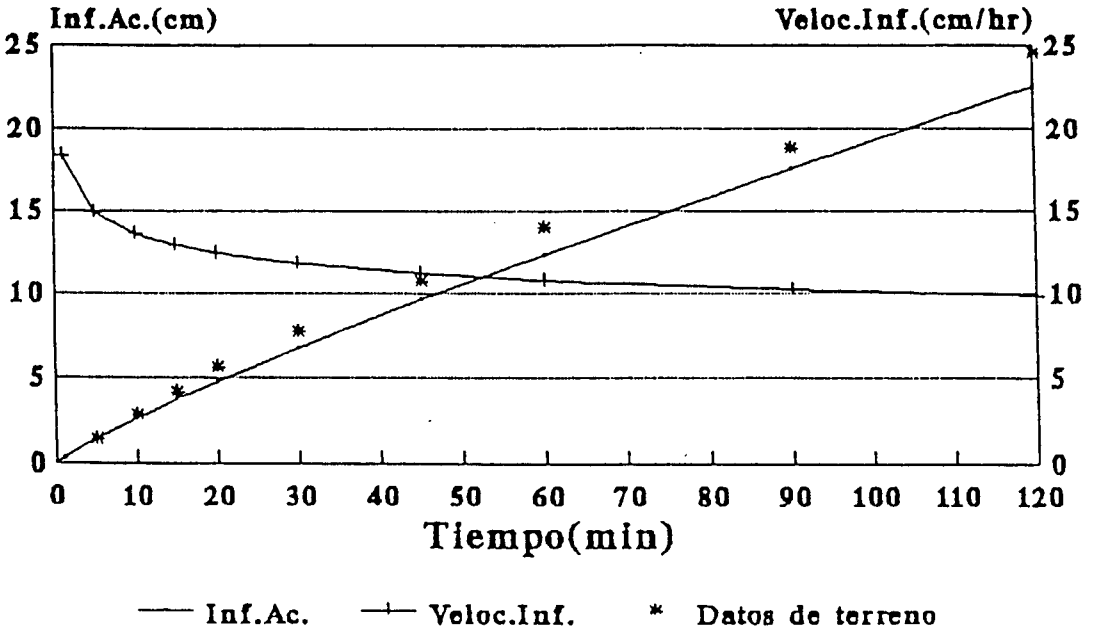
Ecuaciones de Infiltración Acumulada (Iac) y de Velocidad de Infiltración (V.I.).

$Iac = 0.409 * T^{0.8}$ $\quad r^2 = 0.99$

$V.I. = 19.63 * T^{-0.2}$

Figura 10 : Curvas de Infiltración Acumulada y Velocidad de Infiltración, serie Compañía

SERIE HUANTEME
Curvas de Infiltración



Tiempo	C1	C2	C3	D.S.	Prom
0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0
5	1.5	1.8	1.0	0.40	1.4
10	3.7	2.9	1.9	0.90	2.8
15	6.4	3.3	2.6	2.02	4.1
20	9.8	4.0	3.2	3.60	5.6
30	14.3	4.8	4.0	5.72	7.7
45	20.3	6.3	5.5	8.32	10.7
60	27.9	7.2	6.9	12.00	14.0
90	38.3	9.1	9.0	16.88	18.8
120	51.3	10.9	11.3	23.21	24.5

Tiempo en minutos
C: repeticiones
D.S.:Desviación standar
Prom: Promedio de las repeticiones

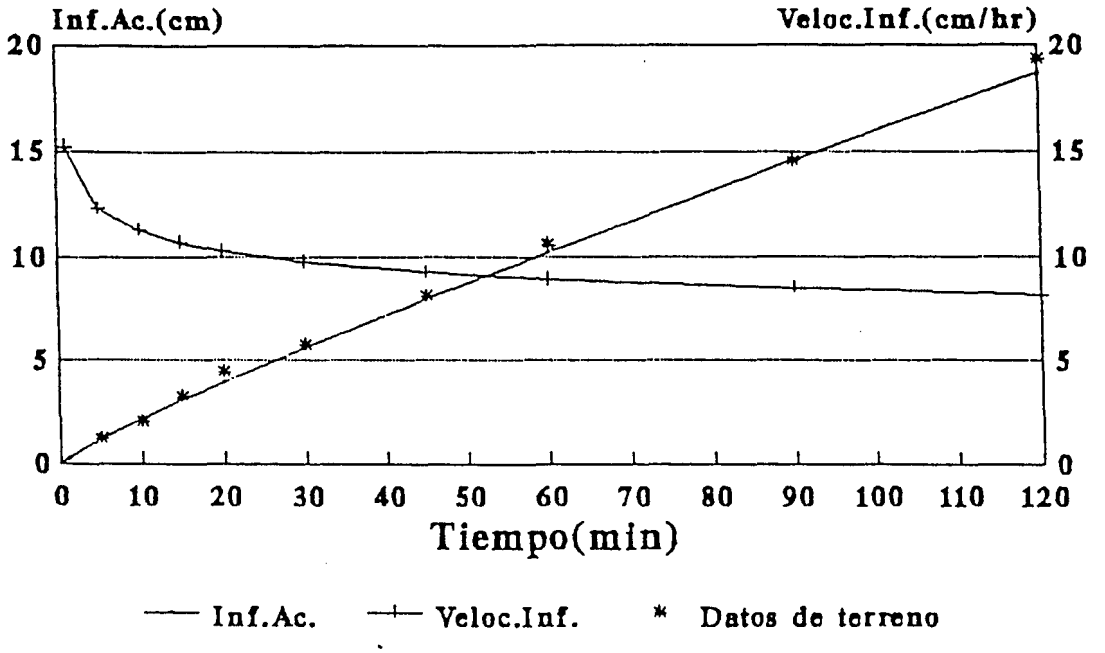
Ecuaciones de Infiltración Acumulada (Iac) y de Velocidad de Infiltración (V.I.).

$Iac = 0.35 * T^{0.81}$

$V.I. = 18.37 * T^{-0.13}$

Figura 11 : Curvas de Infiltración Acumulada y Velocidad de Infiltración, serie Huantemé

SERIE TATARA
Curvas de Infiltración



Tiempo	C1	C2	C3	C4	D.S.	Prom
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0
5	1.0	1.0	2.0	0.8	0.54	1.2
10	2.5	1.4	3.0	1.3	0.83	2.0
15	4.5	1.8	4.6	2.0	1.53	3.2
20	7.0	2.2	5.9	2.6	2.38	4.4
30	10.1	2.6	7.3	3.0	3.59	5.7
45	15.0	3.8	9.8	3.8	5.40	8.1
60	21.5	4.8	11.8	4.4	8.00	10.6
90	30.8	6.5	15.4	5.3	11.76	14.5
120	42.7	8.2	20.2	6.3	16.73	19.3

Tiempo en minutos
C: repeticiones
D.S.:Desviación standar
Prom: Promedio de las repeticiones

Ecuaciones de Infiltración Acumulada (Iac) y de Velocidad de Infiltración (V.I.).

$Iac = 0.291 * T^{0.87}$ $\quad r^2 = 0.99$

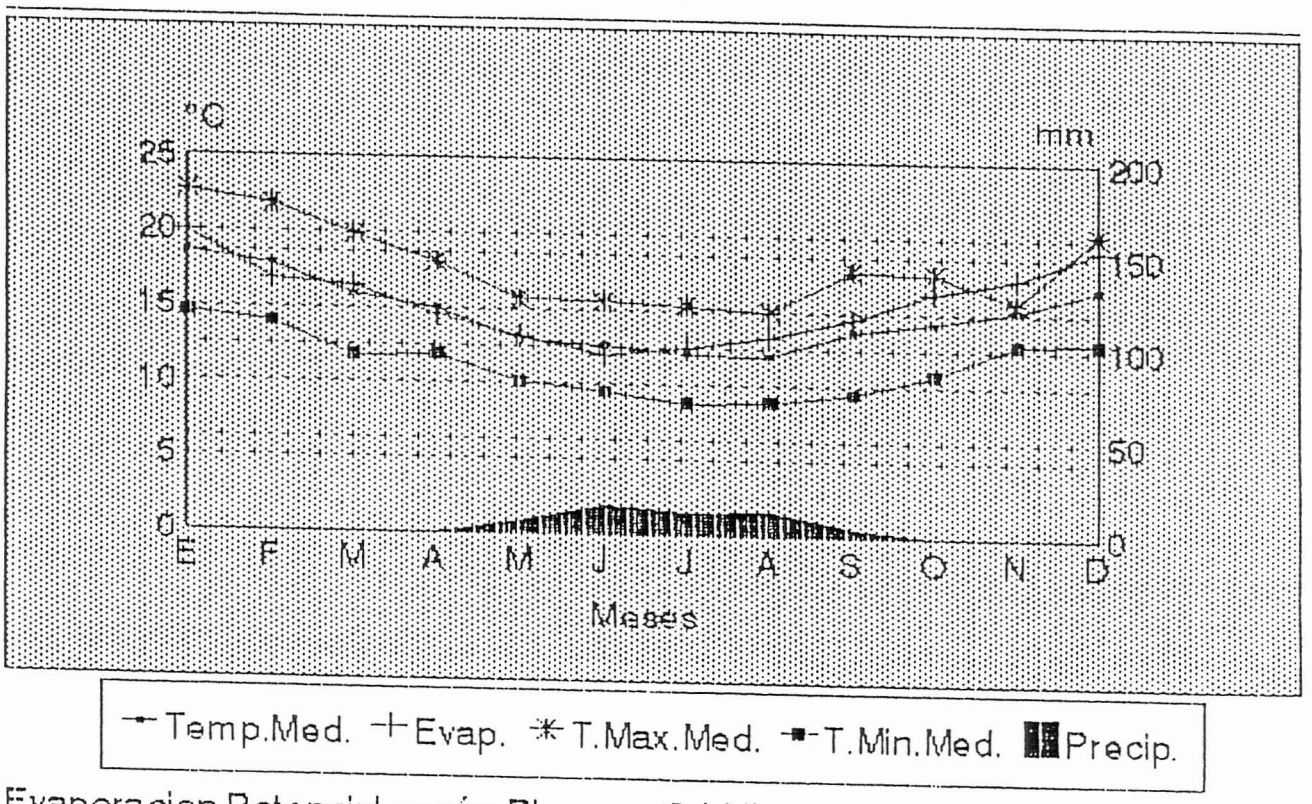
$V.I. = 15.19 * T^{-0.13}$

Figura 12 : Curvas de Infiltración Acumulada y Velocidad de Infiltración, serie Tatara

ANEXO 8

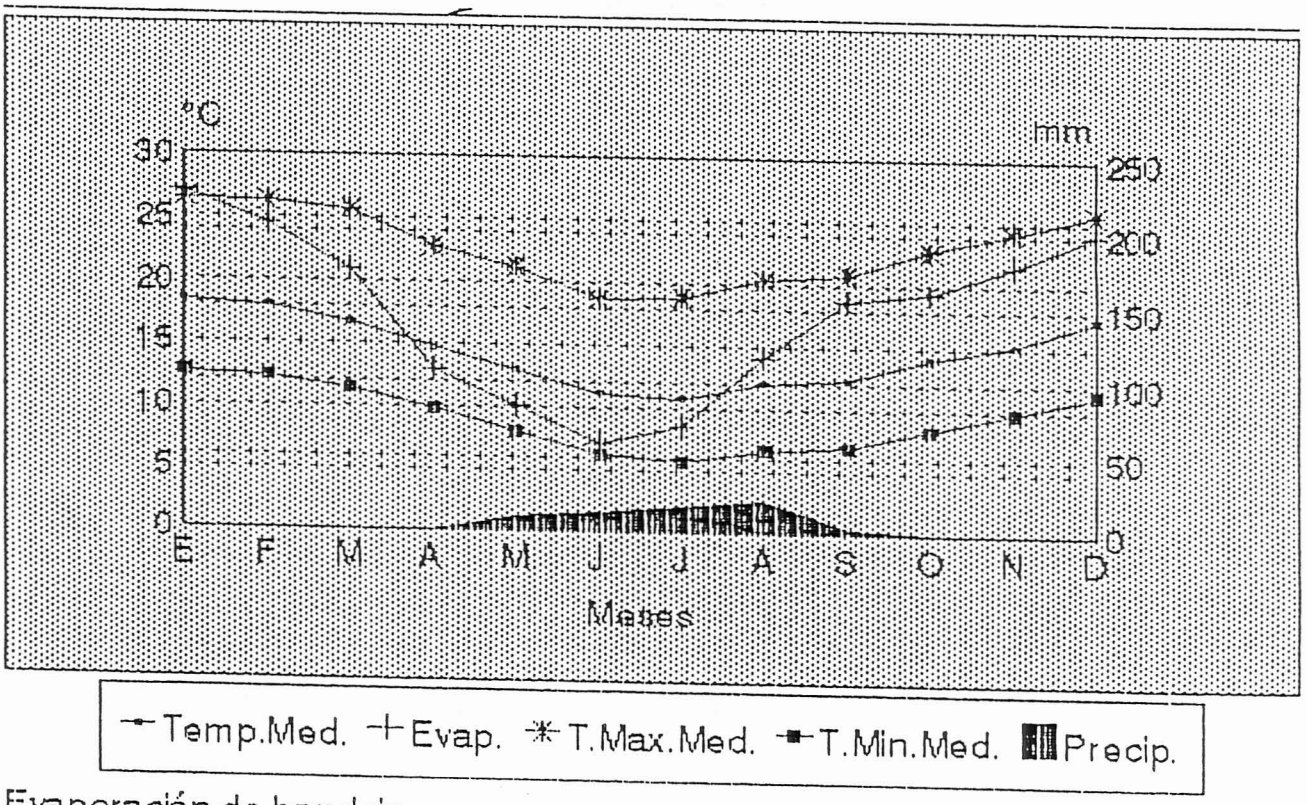
CLIMODIAGRAMAS DE LOS DIFERENTES DISTRITOS AGROCLIMATICOS

Figura 1: Climodiagrama distritoagroclimático I
Huasco - Maitencillo



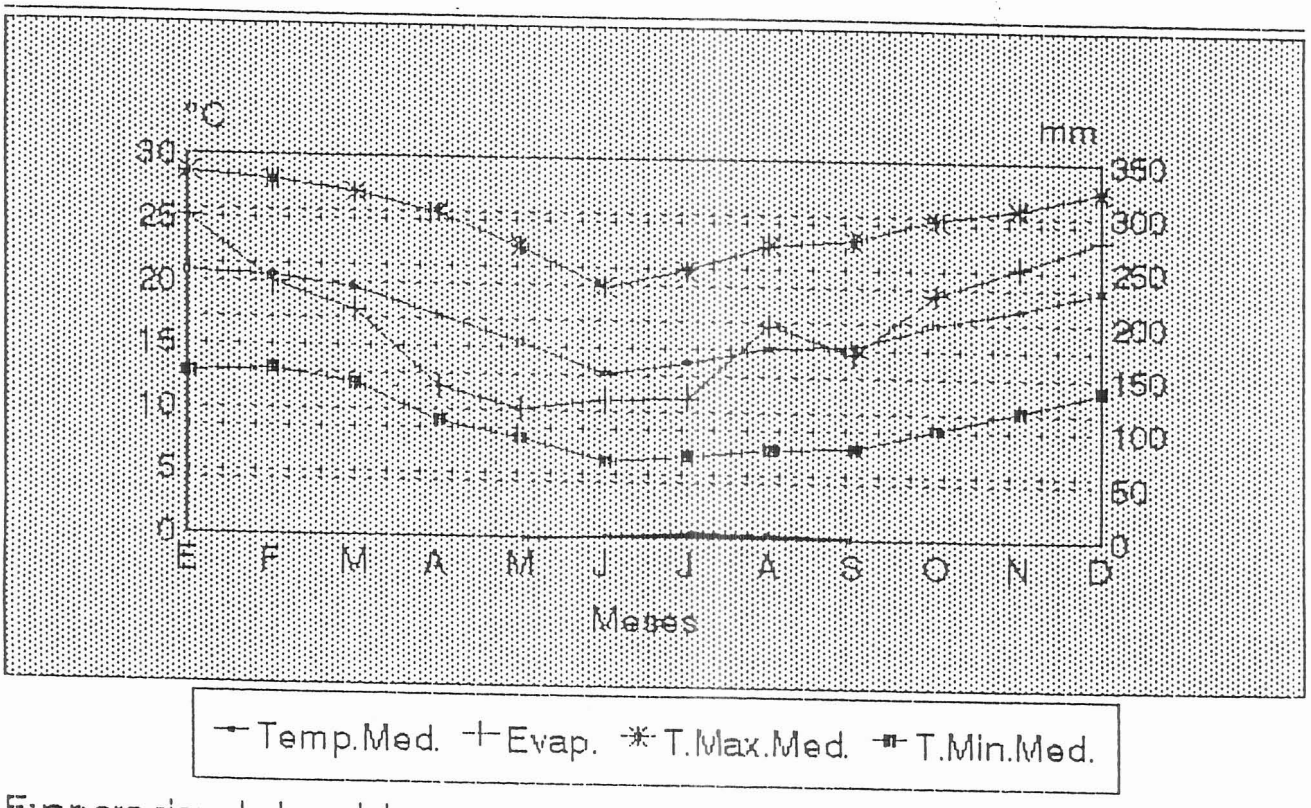
Evaporacion Potencial según Blaney y Criddle

Figura 2: Climodiagrama distrito agroclimático II Maitencillo - Chañar Blanco



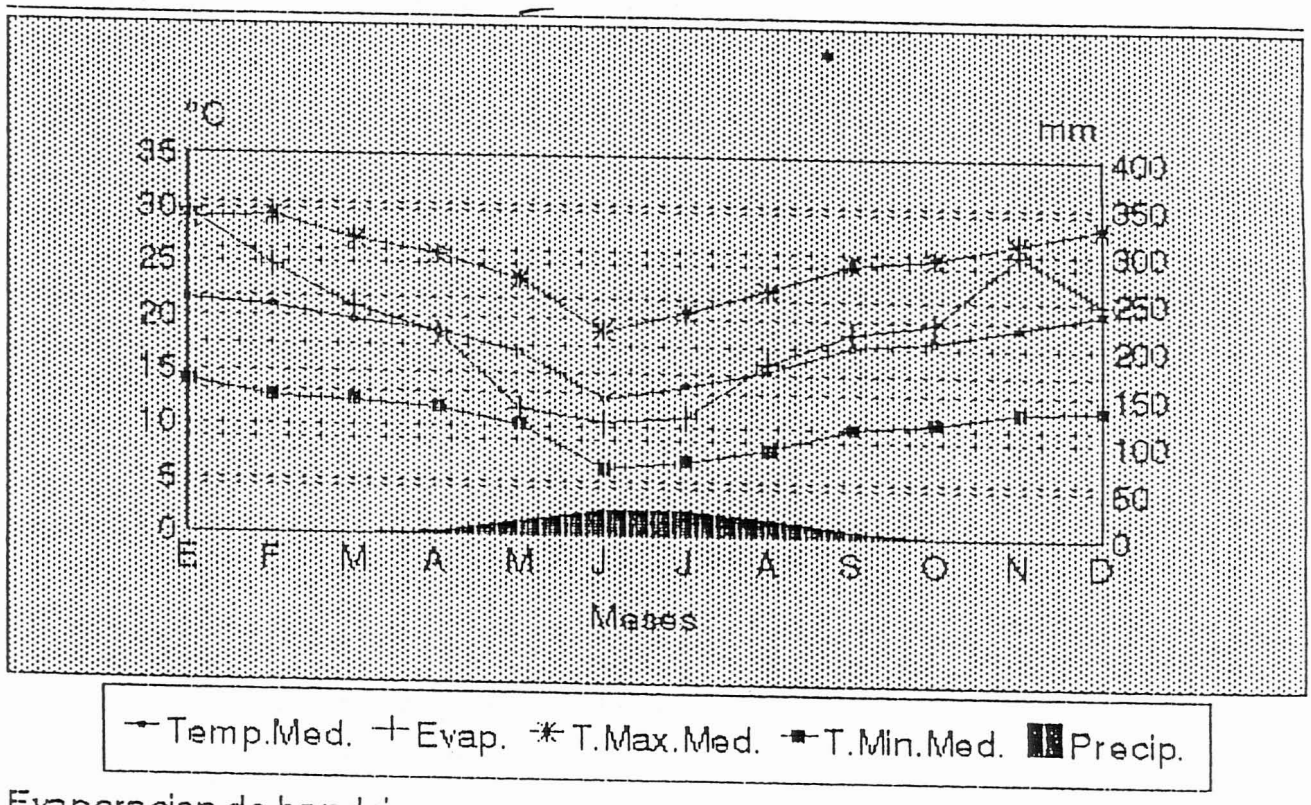
Evaporación de bandeja

Figura 3: Climodiagrama distrito agroclimático III
Chañar Blanco - Juntas del Carmen



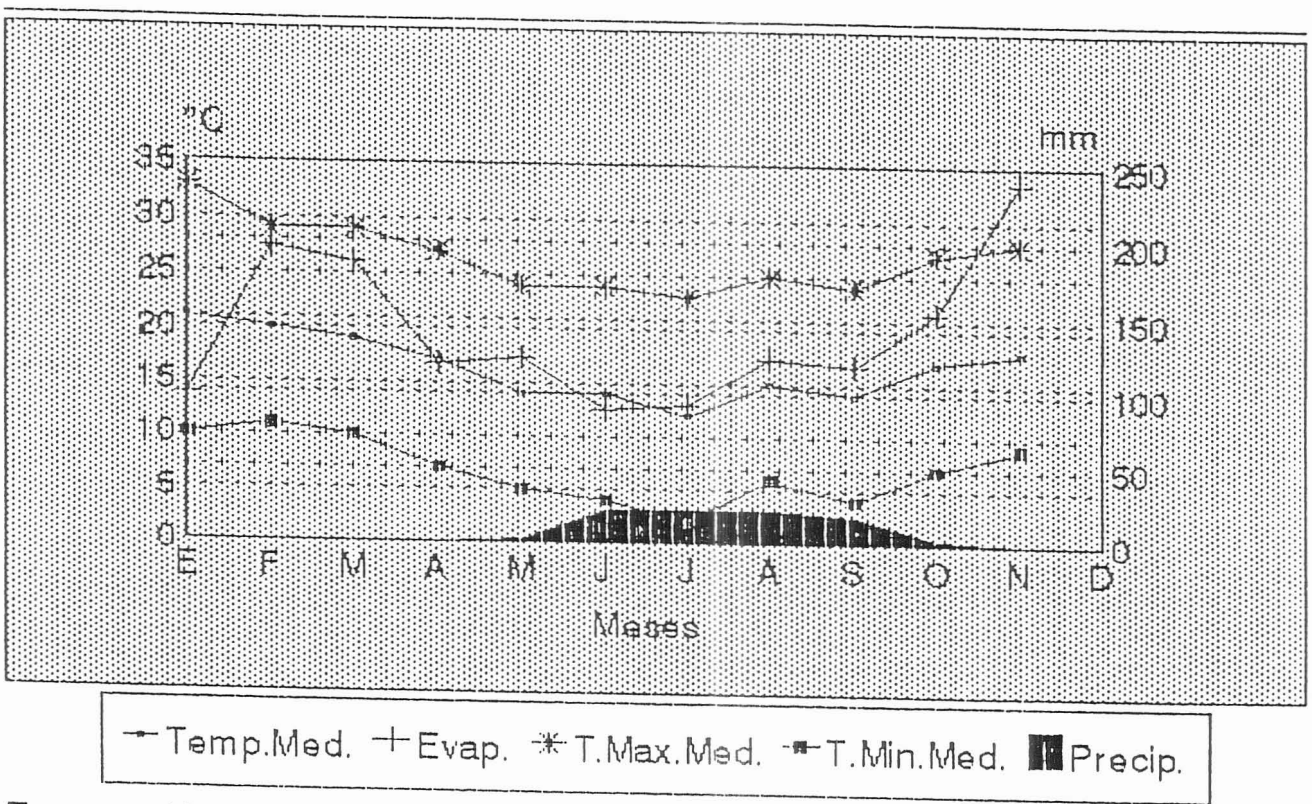
Evaporacion de bandeja

Figura 4: Climodiagrama distrito agroclimático IV Valle El Tránsito



Evaporacion de bandeja

Figura 5: Climodiagrama distrito agroclimático V
Valle San Félix

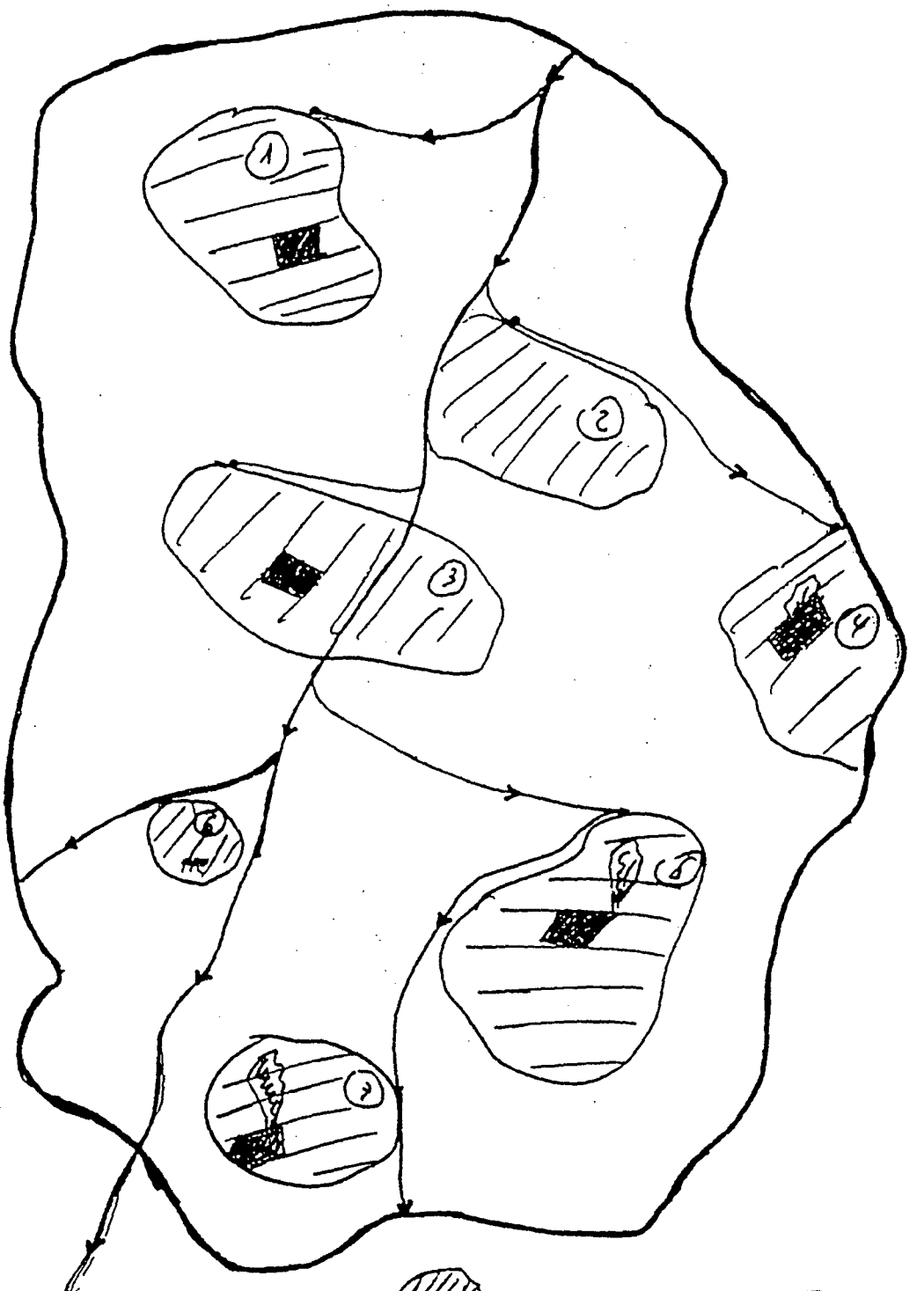


Evaporación de bandeja

ANEXO 9

METODOLOGIA CATT

C. A. T. T.



: Predio Agricultor CATT

: Unidad de Ajuste dentro del predio CATT

ANEXO 9

CATT: CENTRO DE AJUSTE Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA

1. DEFINICION

Es un grupo de agricultores campesinos cuyo sistema de producción es representativo de las condiciones agroclimáticas y socioeconómicas de la zona objetivo, y con los cuales se determinan los problemas tecnológicos prioritarios a ajustar, validar o demostrar en sus propias circunstancias.

2 OBJETIVOS

- *Ajustar y validar tecnologías en las circunstancias del agricultor campesino.*
- *Capacitar a profesionales y técnicos de programas de extensión y asistencia técnica.*
- *Generar recomendaciones alternativas apropiadas a diferentes situaciones Agro Socio-Económicos.*
- *Retroalimentar los programas de Investigación de INIA y de Crédito y de otros programas que involucran a instituciones o agencias en el desarrollo rural.*
- *Establecer un sistema de trabajo conjunto entre INIA - INDAP - Empresas T.T., otros agentes de Extensión local y agricultores.*

ANEXO 10

CARACTERIZACION DE UNIDADES DEMOSTRATIVAS

ANEXO 10

UNIDADES DEMOSTRATIVAS CATT SAN FELIX Y CHAÑAR BLANCO

UNIDAD DEMOSTRATIVA:

Riego presurizado (microaspersión) en paltos y cítricos.

Agricultor	:	*Sr. Julio Flores*
Sector	:	*Alto del Carmen*
Cultivo	:	*Paltos y Cítricos.*
Objetivo	:	*Optimizar el uso del agua mediante métodos de riego de alta eficiencia en terrenos de moderada a alta pendiente.*

JUSTIFICACION:

En vastos sectores de la cuenca del Huasco, existen superficies de suelo cultivadas en condiciones de pendiente moderada a alta, en las cuales se utiliza el método de riego por surcos y tendido, empleando elevados caudales de agua, lo cual produce un arrastre del escaso suelo existente. Además, se produce un enmalezamiento que entorpece al cultivo presente. El método de riego localizado emplea las cantidades necesarias para las plantas cultivadas y dosificadas de tal manera que no se produce un escurrimiento superficial del agua. Por otra parte, la escasa superficie mojada permite una mínima proliferación de malezas, las cuales son controladas por el efecto sombra de las mismas plantas cultivadas (paltos y cítricos).

DESARROLLO DE LA UNIDAD:

Se contempla establecer un riego por microaspersión en una superficie de 0,2 ha, accionado con una motobomba eléctrica, la cual cumpliría una doble función: llenado de un estanque de acumulación con una capacidad de 22 m^3 y además, impulsar el agua al sistema de riego en un huerto de paltos y cítricos.

UNIDAD DEMOSTRATIVA:

Riego goteo en ladera de cerro, en un cultivo de cítricos.

Agricultor	:	*Sr. Juvenal Salazar*
Sector	:	*Portezuelo*
Cultivo	:	*Cítricos*
Objetivo	:	*Regar por microaspersión un huerto de cítricos en una superficie ubicado sobre cota de canal y con alta pendinte.*

JUSTIFICACION DE LA UNIDAD:

Esta unidad se sitúa en la entrada Norte del Valle de San Félix. Es un sector que posee microcuencas expuestas al sol, lo cual le da un gran potencial de precocidad y a la vez disminuye el riesgo de heladas. Sin embargo, dichos sectores se ubican sobre la cota de los canales.

Una de las maneras utilizadas de elevar el agua de riego es a través de motobomba, la cual será implementada por el proyecto.

DESARROLLO DE LA UNIDAD:

Se pretende implementar un riego por microaspersión en un huerto de cítricos, cuya superficie es de 1600 m^2. Se instalará una bomba electrica a orillas del canal, impulsandose directamente el agua hacia el sistema de riego.

UNIDAD DEMOSTRATIVA:

Elevación de agua mediante motobomba y riego por cinta para riego de invernadero.

Agricultor	:	*Sr. Víctor Cruz*
Sector	:	*Pedregal*
Cultivo	:	*Tomate Invernadero.*
Objetivo	:	*Elevar agua de riego y almacenarlas en estanque elevado con el propósito de regar con un método presurizado (cintas), en condiciones de ausencia de energía electrica.*

JUSTIFICACION DE LA UNIDAD:

En este predio se dan las condiciones topográficas y de la ausencia de energía eléctrica. Además existe la infraestructura básica para llevar a efecto esta unidad.

DESARROLLO DE LA UNIDAD:

Se pretende construir un estanque de acumulación de agua de riego a una altura de 20 m sobre la superficie cultivable. La energía para elevar el agua será proporcionada por una motobomba a explosión, la cual succionará el agua desde el canal Pedregal (Retamo) hasta el estanque que tendrá una capacidad de 15 m^3. El agua almacenada permitirá regar simultaneamente cuatro módulos de invernadero de una superficie de 320 m^2 cada uno.

UNIDAD DEMOSTRATIVA:

Riego por goteo en parronal pisquero (Var M. Austria)

Agricultor	:	*Sr. Wilman Páez*
Sector	:	*Crucecita*
Cultivo	:	*Parronal Pisquero.*
Objetivo	:	*Optimizar el agua de riego por medio del método de riego por goteo. Utilizando como energía impulsora del agua la diferencia de cota entre el canal y la superficie cultivada.*

JUSTIFICACION DE LA UNIDAD:

En el valle del Huasco existen muchos canales que se descuelgan por las laderas de los cerros,existiendo una gran diferencia de cota entre éstos y la superficie cultivada. Ello permite desarrollar métodos de riego de alta presión, los cuales además, son métodos de gran eficiencia en el uso del agua.

El lugar elegido corresponde a una zona intermedia del Valle de San Félix y que posee las características de aprovechamiento del desnivel entre canal y suelo cultivado.

DESARROLLO DE LA UNIDAD:

Se tiene una superficie rectangular con pendiente que varía desde el 1 al 5%.

El cultivo es parronal pisquero var M. Austria plantado a 2,5x2,5 m.

TRABAJO PROPUESTO:

Se requiere de la construcción de un estanque acumulador-decantador de una capacidad de 9 m3 (1,5x2x3m).

Este estanque se ubicará a una altura de 6m sobre la parte más alta del parronal.

De este se conducirá el agua por medio de tuberías de 63 mm PVC a un filtro de malla ubicado en la parte baja.

La tubería secundaria dividirá el parronal en dos, cuya longitud alcanza los 20 mts. De ella arrancarán a las laterales, las cuales se distribuirán a ambos lados por medio de una Tee de polietileno.

Se usarán 3 goteros por planta (de botón, autocompensados) de gasto 4 l/h.

UNIDAD DEMOSTRATIVA:

Riego por micro aspersión en paltos, aprovechando la diferencia de cota.

Agricultor	:	*Sr. Samuel Cortés*
Sector	:	*Verbena*
Cultivo	:	*Paltos*
Objetivo	:	*Aprovechar la diferencia de cota para impulsar el agua en un sistema de riego presurizado eficiente.*

JUSTIFICACION DE LA UNIDAD:

En el predio existe la infraestructura y condiciones adecuadas para el desarrollo de un riego presurizado, de manera de aprovechar el agua más eficientemente y evitar la erosión que se produce en los suelos como consecuencia de los riegos tradicionales desarrollados en superficies con grandes pendientes.

DESARROLLO DE LA UNIDAD:

El predio cuenta con una infraestructura propia del método de riego por goteo.

El agua es almacenada mediante el uso de una motobomba eléctrica, en un estanque en la parte más alta del predio. De allí se descuelgan las matrices y submatrices para regar los distintos cuarteles.

En la parte baja existe un huerto de paltos (90 aprox.) en una superficie accidentada de 0,6 há. (estimativamente).

Se pretende acoplarse a una tubería matriz distante a unos 70 metros del huerto.Ello daría la energía suficiente para accionar los microaspersores.

UNIDAD DEMOSTRATIVA:

Riego por microaspersión en frutales (paltos)

Agricultor	*:*	*Sr. Juan Carlos Franco*
Sector	*:*	*Chañar Blanco*
Cultivo	*:*	*Paltos*
Objetivo	*:*	*Utilizar la fuerza de gravedad como fuente impulsora del agua e implementar riego por microaspersión en paltos.*

JUSTIFICACION DE LA UNIDAD:

El palto al igual que otros frutales como chirimoyos, cítricos y durazneros, se cultivan con el propósito de la obtención de primores. Sin embargo, la topografía limita la utilización eficiente del método de riego por surcos.

En estos sectores existen canales a gran altura, lo cual permitiría el aprovechamiento de la energía potencial que ello representa para regar superficies bajas.

DESARROLLO DE LA UNIDAD:

Se cuenta con una superficie de 1,4 ha. aproximadamente, cultivada con paltos distanciados a 6 m entre y sobre hilera.

La fuente de agua se ubica a unos 100 mts. desde la cabecera del huerto y a una altura aproximada de 20 mts.

Se propone un riego por microaspersión, se tiene 390 árboles y se desea regar con dos microaspersores por árbol. Dado el desarrollo de los arboles, es necesario comenzar con un microyet por árbol y llegar a dos cuando la demanda hídrica de éstos así lo requiera.

UNIDAD DEMOSTRATIVA:

Invernadero tipo y riego por cintas

Agricultor	:	*Sr. Jorge Rizik*
Sector	:	*Imperial Alto*
Cultivos	:	*Tomate, Berenjena, Ají en Invernadero.*
Objetivo	:	*Manejar invernaderos con sistema de riego por cintas, utilizando como fuente impulsora la energía gravitacional.*

JUSTIFICACION DE LA UNIDAD:

En este sector existe una fuente de agua natural, la cual es aprovechada para regar cultivos por el método de surcos. En el lugar existe infraestructura de motobomba y el agricultor manifiesta buena disposición para desarrollar una unidad en invernaderos, con riego tecnificado.

La parcela se encuentra en sector medio y representativo del área en la cual se desarrollan cultivos bajo plástico.

DESARROLLO DE LA UNIDAD:

El predio cuenta con fuente de agua y una motobomba a explosión, de 3" de diámetro.

El invernadero a construir es de unos 720 m2 aproximadamente de dos aguas (12x40 m).

El agua será elevada desde la vertiente y se almacenará en un estanque de capacidad 3 m3 (3x1x1) y ubicado a 5 m. de altura. Desde el estanque se abastecerá el riego por cintas.

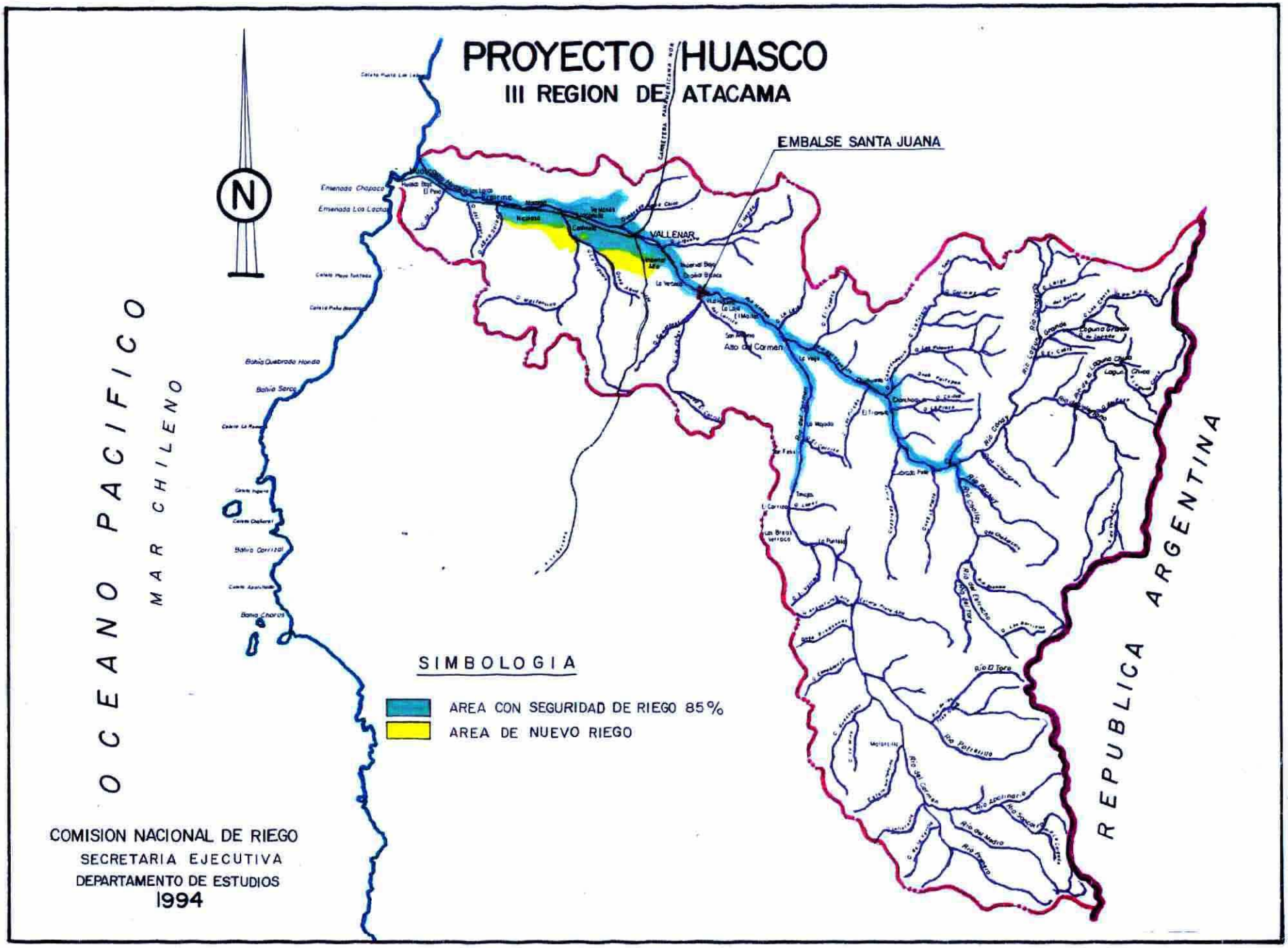
ANEXO 11

ASISTENTES AL CURSO DE RIEGO

ANEXO 11

ASISTENTES AL CURSO DE RIEGO
PRIMERA PARTE

NOMBRE	*INSTITUCION*
01. Héctor H. Cortés C.	*PISCO CONTROL*
02. Alejandra Provoste	*IER*
03. Irma Oviedo M.	*INDAP*
04. Ricardo Aguilera C.	*INIA*
05. Vladimir Gómez	*IER*
06. Jorge Mautz V.	*GESTEC*
07. Ana M. Fuentes V.	*GESTEC*
08. Mirta Sepúlveda R.	*IER*
09. Luis Bravo C.	*INDAP*
10. Ricardo Rodríguez G.	*INIA*
11. Saúl Leiva Saavedra	*CAPEL*
12. Andrés Argandoña	*CAPEL*
13. Francisco Bou	*ADMINISTRADOR*
14. Raúl Ramírez	*ECOAGRO NATURAL*
15. Octavio Cuéllas R.	*ECOAGRO NATURAL*
16. Patricio Zepeda A.	*IER*
17. Wilson Campillay Miranda	*IER*
18. José Vega Varas	*IER*
19. Pablo Alvarez Martínez	*AGRO-FRIO*
20. Gerhard Reuck B.	*AGROTEC*
21. Jimena Díaz	*PARTICULAR*


PROYECTO HUASCO
III REGION DE ATACAMA
EMBALSE SANTA JUANA
VALLENAR
OCEANO PACIFICO
MAR CHILENO
REPUBLICA ARGENTINA
N
SIMBOLOGIA
AREA CON SEGURIDAD DE RIEGO 85%
AREA DE NUEVO RIEGO
COMISION NACIONAL DE RIEGO
SECRETARIA EJECUTIVA
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS
1994