INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
ESTACION EXPERIMENTAL REMEHUE
SERIE REMEHUE Nº 9

ISSN 0716-6257

SEMINARIO TECNICAS DE RIEGO CONSERVACION DE SUELO PARA EL SUR DE CHILE

EDITOR : SERGIO CELIS ROZZI
Ingeniero Agrónomo

COLABORAN : COMISION NACIONAL DE RIEGO
DIRECCION REGIONAL DE AGUA
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE
UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE

AUSPICIAN : CAPTAGUA INGENIERIA LTDA.
COOPERATIVA ELECTRICA OSORNO LTDA.
HIDROFIM
INDUSTRIA MECANICA VOGT S.A.
JULIO ZEGERS Y CIA. LTDA.

ABRIL DE 1989

OSORNO - CHILE

I N D I C E

	Pág.
- Introducción	3
- Problemática del Riego en la X Región	4
- Derechos de Aprovechamiento de Agua	25
- Riego por Aspersión	33
- Riego Localizado	57
- Análisis Técnico y Económico de Inversiones en Tecnologías de Riego	91
- Ley de Fomento a la Inversión Privada en Obras de Riego y Drenaje	100
- Motobombas, Equipos y Aplicaciones	112
- Riego en Remolacha, Maíz, Papas y Pradera	137
- Efecto del Sistema de Labranza sobre la Erosión del Suelo ...	145
- Fundamento de Fertilidad en Labranza Conservacionista y Convencional	152
- La Cero Labranza en Siembra de Trigo y su Influencia en el Medio Edáfico en Suelos Erosionados	157
- Mecanización para la Conservación del Suelo	171
- Labranza de Conservación y Herbicidas	181
- Resultados Técnicos y Económicos de la Labranza Conservacionista en Suelos Trumaos y Graníticos	195

Foto Portada :

"Riego por Aspersión cultivo de papa en S.E.E. La Pampa."
Fotografía : Leopoldo Ortega.

Edición : Programa Comunicaciones
Dibujos : Ricardo Sepúlveda S.
Composición : María Teresa Mundaca U.
Máquina Offset : Mario Bello B.
Matricero : Jaime Mansilla A.

Prohibida su reproducción total o parcial salvo citación de fuente y autor.

La publicidad de productos no implica recomendación de la Estación Experimental Remehue.

Impreso : Talleres Gráficos Remehue.

I N T R O D U C C I O N

Todo sistema productivo agropecuario depende del recurso suelo sobre el cual funciona. Sin embargo, al revisar las alarmantes cifras de pérdidas de suelo en el mundo, pareciera que no se ha entendido en su real dimensión la importancia de la conservación de los suelos. Hay, por cierto, fenómenos naturales normales que modifican la capa arable pero, en la mayoría de los casos, la erosión es ocacionada por prácticas de manejo realizadas por el hombre . Afortunadamente se ha creado conciencia del problema y se han ido tomando medidas a nivel mundial; por ejemplo, desde hace algún tiempo, se han estado realizando estudios para generar la tecnología necesaria para prevenir los procesos erosivos en algunos casos y, en otros para revertir el daño ya hecho.

El agua y su manejo es el factor de producción determinante en los sistemas de producción agropecuarios. El buen uso de este recurso en la agricultura constituye una obligación del productor. En la Décima Región es normal contar con por lo menos 2 meses de sequía en aquella época de mayor crecimiento de los cultivos anuales y de praderas. El déficit de agua es particularmente importante en plataciones de frutales y hortalizas las que, en la práctica, no pueden establecerse sin asegurar un normal abastecimiento de agua.

La **Estación Experimental Remehue** del INIA ha querido en esta oportunidad reunir a distinguidos panelistas de INIA, Universidad Austral, Pontificia Universidad Católica, Dirección Regional de Aguas, Comisión Nacional de Riego, y el Sector Privado, para analizar en conjunto los avances en labranza conservacionista y orientar al productor en el manejo del riego para las condiciones de la Décima Región.

Antonio Hargreaves B.
Director

PROBLEMATICA DEL RIEGO EN LA Xa. REGION

Leopoldo Ortega C.
Ing. Agrónomo
INIA - Remehue

1. INTRODUCCION

El objetivo de este trabajo es realizar un diagnóstico de la situación actual y perspectivas del riego en la Décima Región. Si bien no se disponen de suficientes antecedentes que permitan evaluar cuantitativamente el problema, existe un concenso general sobre la importancia que esta tecnología ha adquirido en los últimos años. Se ha aceptado la necesidad de implementar el riego y se observa un marcado aumento en la adopción de esta técnica, lo cual ha sido una de las principales motivaciones en realizar este Seminario.

Se ha observado también una relación directa entre la intensificación de los sistemas de producción y la adopción del regadío. La incorporación de cultivos anuales, praderas de rotación corta, cultivos suplementarios de verano y rubros hortofrutícolas han sido fundamentales en la implementación del riego.

2. ZONAS EDAFOCLIMATICAS CON APTITUD DE RIEGO

Previamente, es necesario definir el concepto del Riego desde un punto agroclimático. En este ámbito, el riego se entiende como la cantidad de agua que le falta a la lluvia para satisfacer los requerimientos de la planta, que es la evapotranspiración.

Entonces, se utilizará el regadío en aquellas áreas en donde la precipitación natural no alcance a satisfacer lo que la planta requiere, produciéndose un período de déficit hídrico que ocasiona importantes

disminuciones en los rendimientos. Además, en aquellas zonas que climáticamente presentan un período de déficit, se identifican como de aptitud de riego aquellos suelos que posean una Capacidad de Uso I, II o III, lo cual finalmente permitirá estimar las superficies con aptitud de riego en la X Región.

La información Agrometeorológica existente indica que existen períodos de déficit en la Cordillera de la Costa y en la Depresión Intermedia de las Provincias de Osorno y Valdivia. En estas zonas la evapotranspiración supera la precipitación produciéndose un período de déficit hídrico que comprende aproximadamente desde mediados de Octubre a mediados de Marzo (Figuras 1, 2, 3 y 4). En cambio, en la Precordillera Andina de estas provincias no existe este período o es mínimo, ya que existe un mayor valor de la precipitación (Figura 5). En la Provincia de Llanquihue sólo existe período de déficit en la zona de la Cordillera de la Costa. Las otras áreas de la provincia de Llanquihue y en la provincia de Chiloé no se observa períodos deficitarios (Figuras 6 y 7).

En estas zonas que climáticamente requieren de riego, presentan aptitud de riego aquellos suelos que poseen una Capacidad de Uso de Clase II y III, lo cual se presenta en el Cuadro 1. Según este criterio, existen 365.835 has con Aptitud de riego en la Décima Región, que representan un 21,2% de la superficie total silvoagropecuaria de la Región (Cuadro 2).

3. DISPONIBILIDAD DE RECURSOS HIDRICOS PARA RIEGO

Si bien se conocen estimaciones sobre la superficie con aptitud de riego, es necesario cuantificar la disponibilidad de agua para conocer cuántas de estas hectáreas con aptitud de riego son posibles de regar con los recursos hídricos existentes, lo cual constituye la superficie potencial de riego.

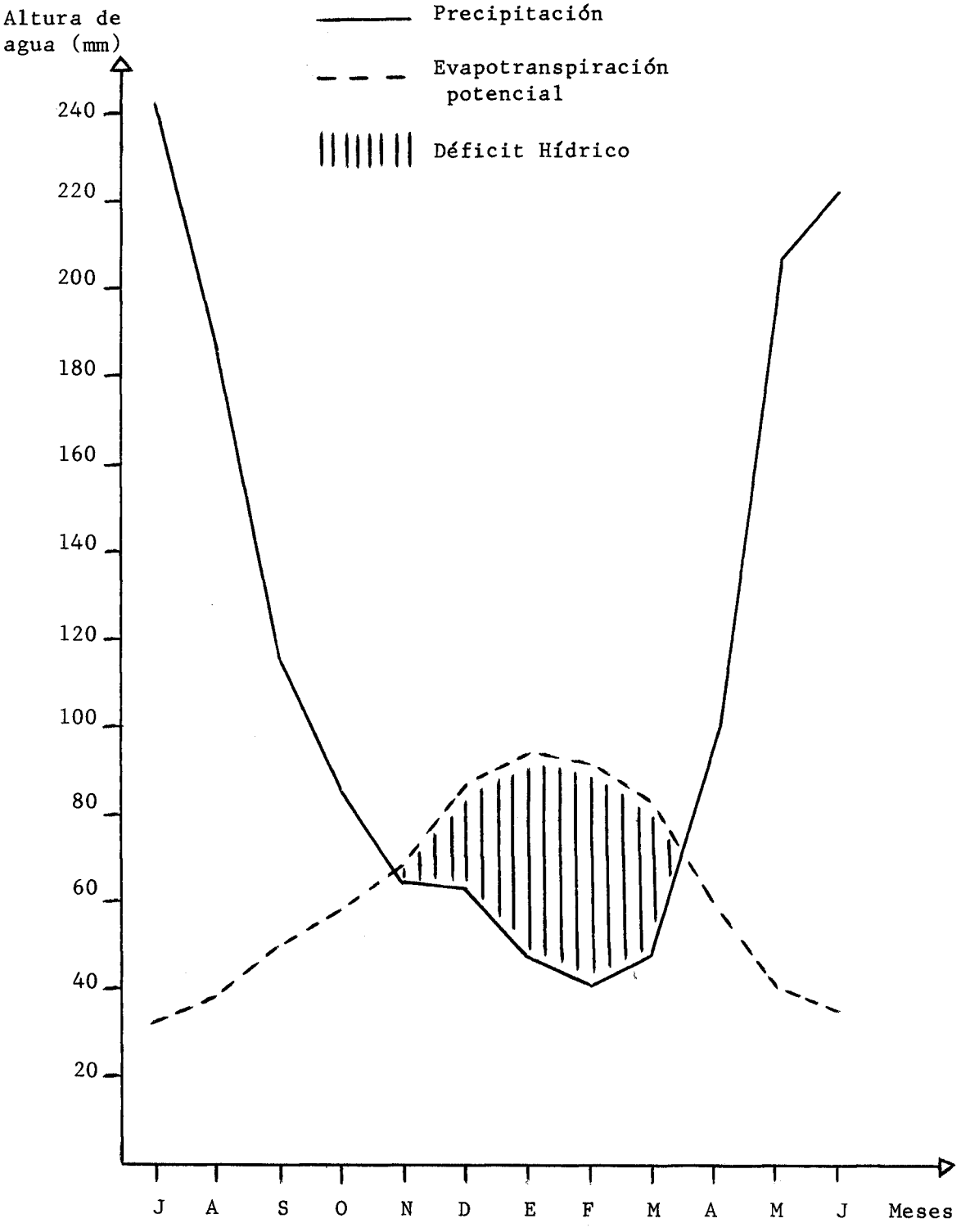


Figura 1. Balance Hídrico Paillaco.

Ubicación : Provincia de Valdivia. Depresión Intermedia

Latitud 40° 03' Longitud 72° 50'

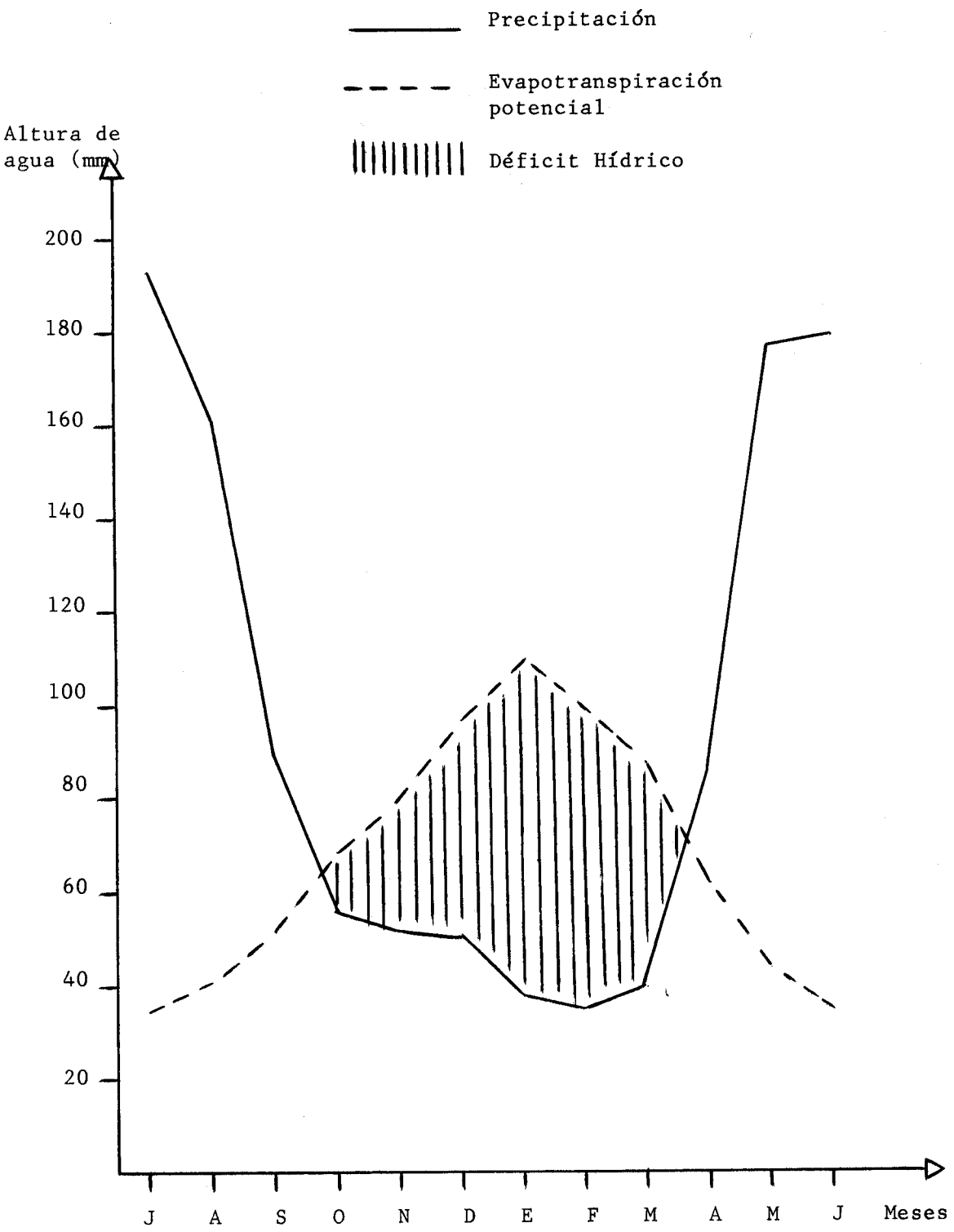


Figura 2. Balance Hídrico La Unión

Ubicación : Provincia de Valdivia. Depresión Intermedia

Latitud 40° 17' Longitud 73° 05'

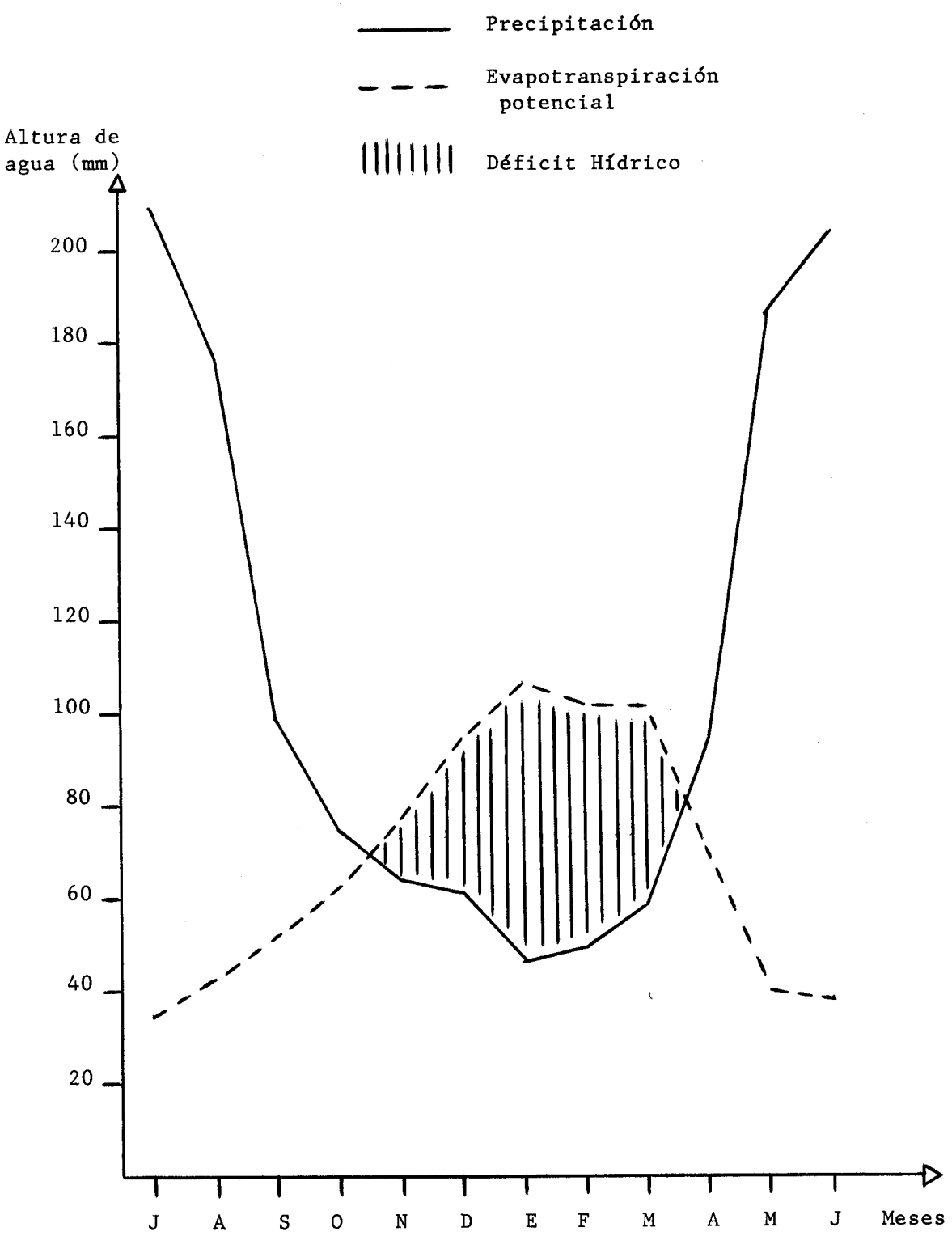


Figura 3. Balance Hídrico Osorno (Remehue)

Ubicación : Provincia Osorno. Depresión Intermedia

Latitud 40° 35' Longitud 73° 09'

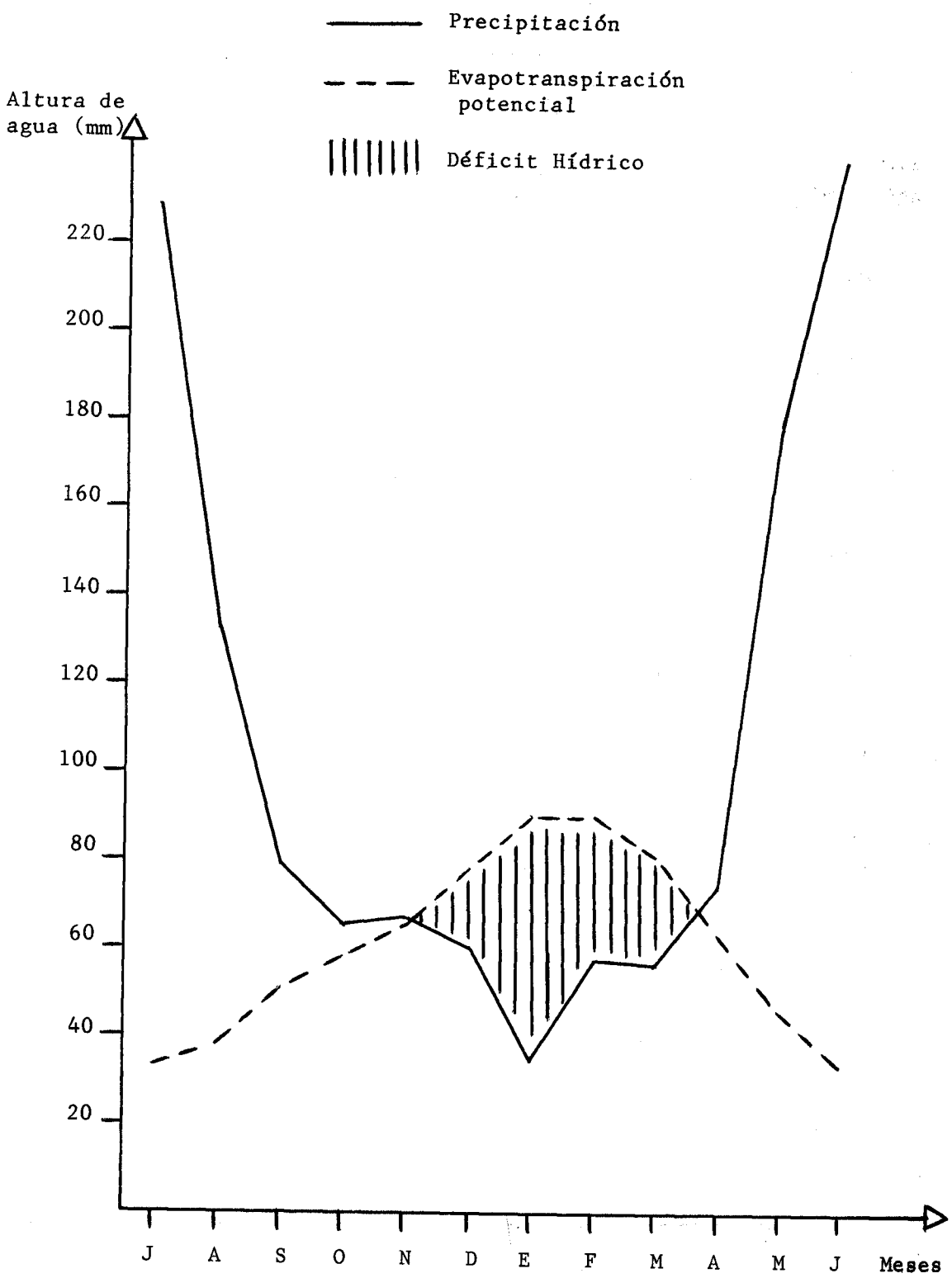


Figura 4. Balance Hídrico San Juan de la Costa

Unicación : Provincia de Osorno. Cordillera de la Costa

Latitud 40° 20' Longitud 73° 22'

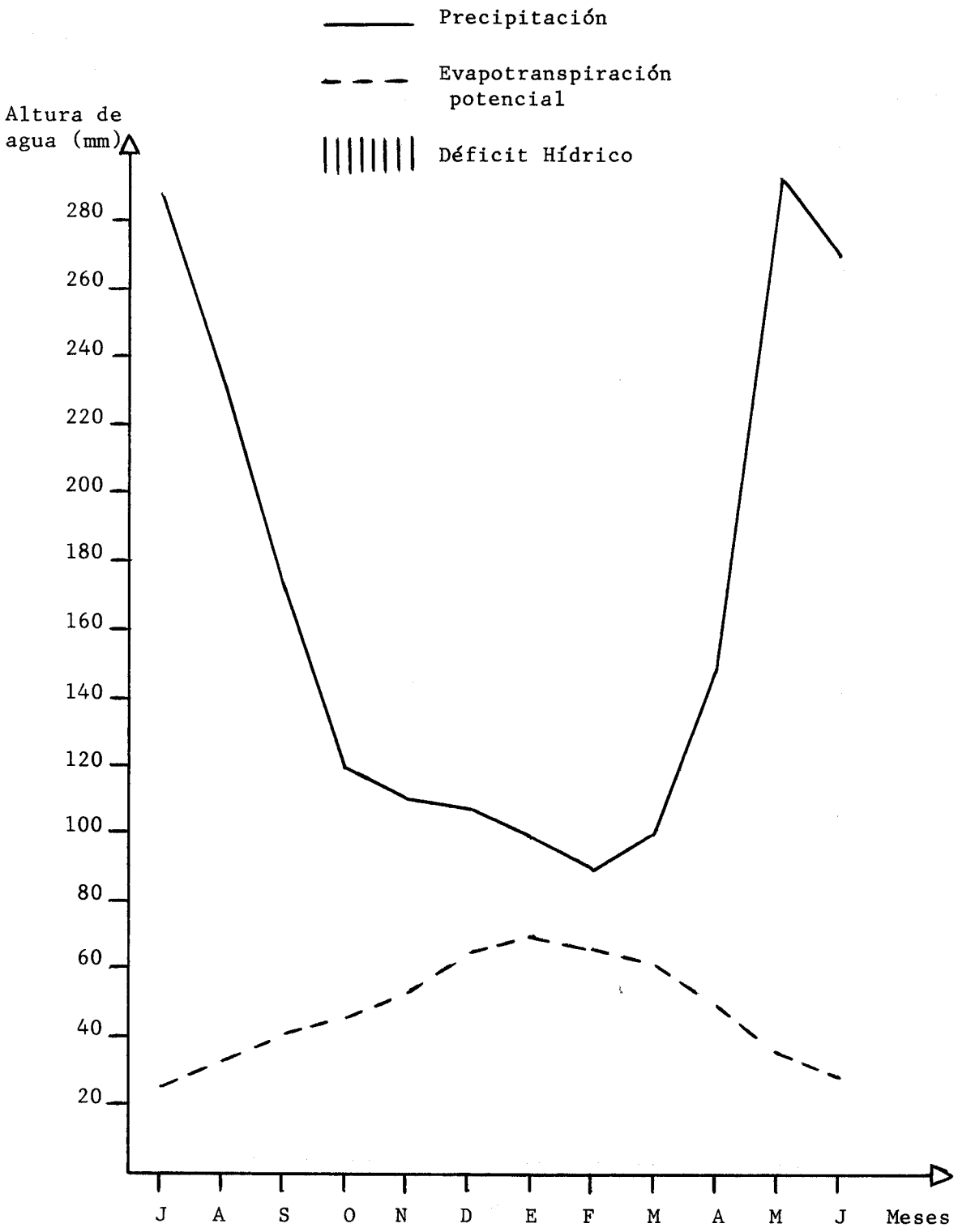


Figura 5. Balance Hídrico Pilmaiquén

Ubicación : Provincia de Valdivia. Precordillera Andina

Latitud 40° 37' Longitud 72° 40'

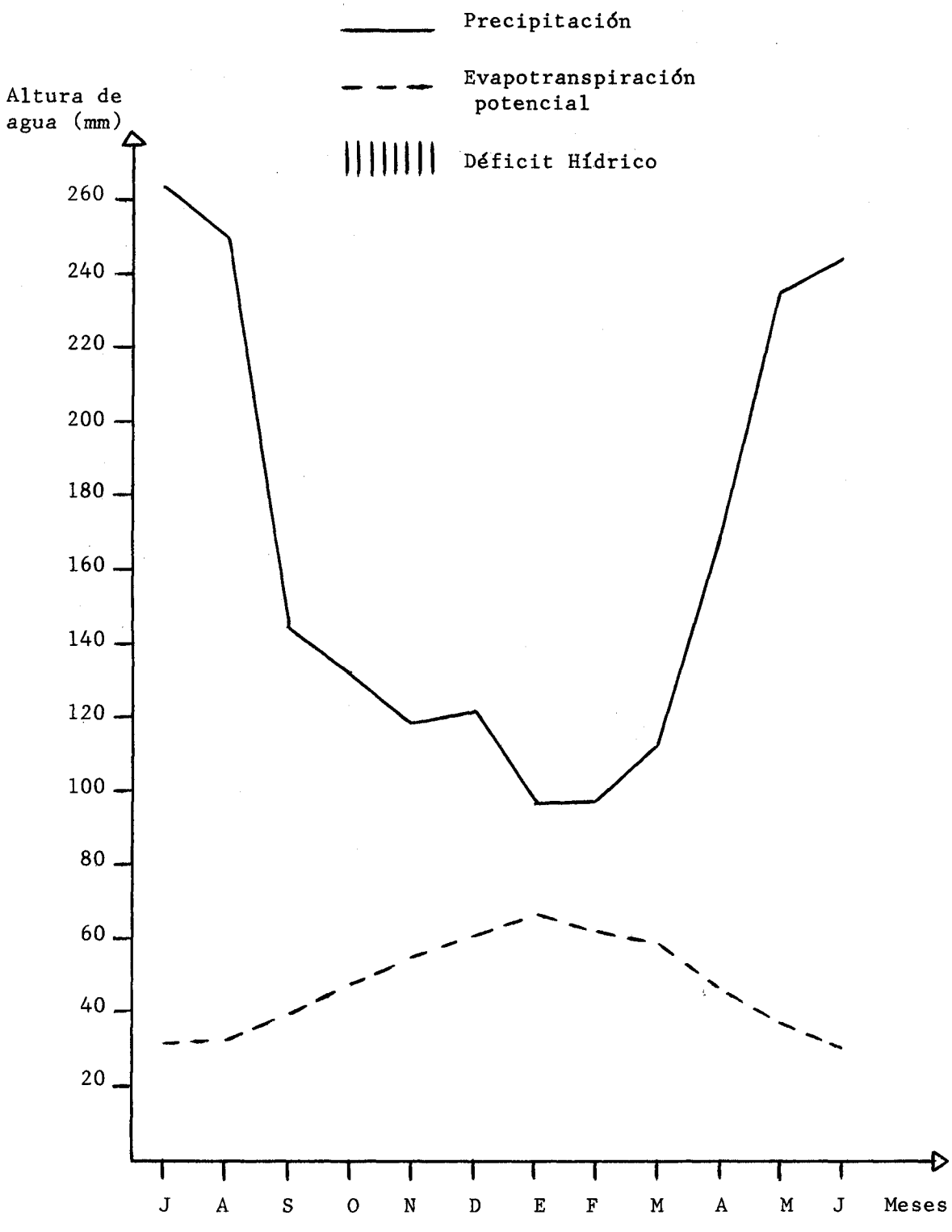


Figura 6. Balance Hídrico El Tepual

Ubicación : Provincia de Llanquihue. Depresión Intermedia

Latitud 41° 26' Longitud 73° 7'

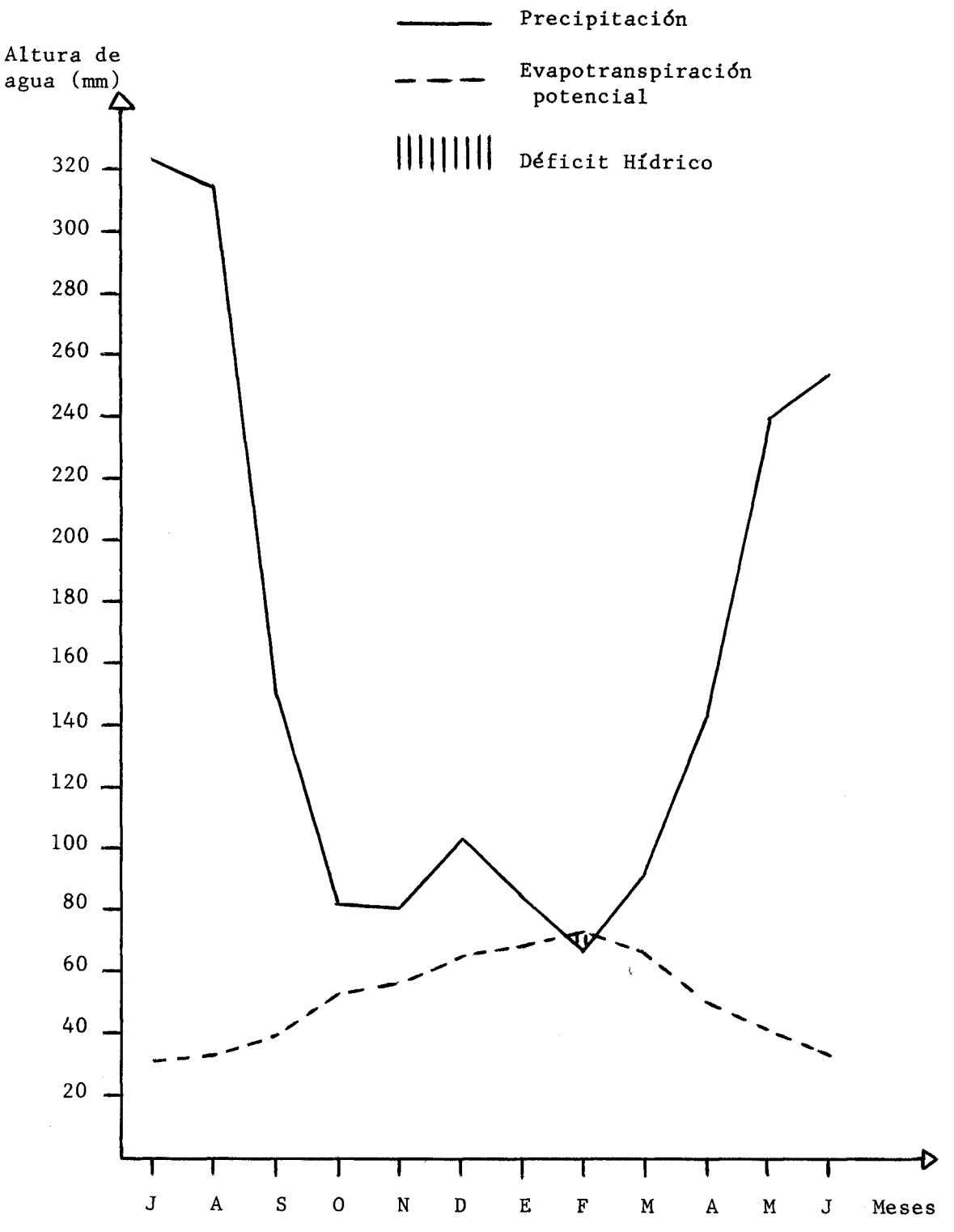


Figura 7. Balance Hídrico Castro

Ubicación : Provincia de Chiloé

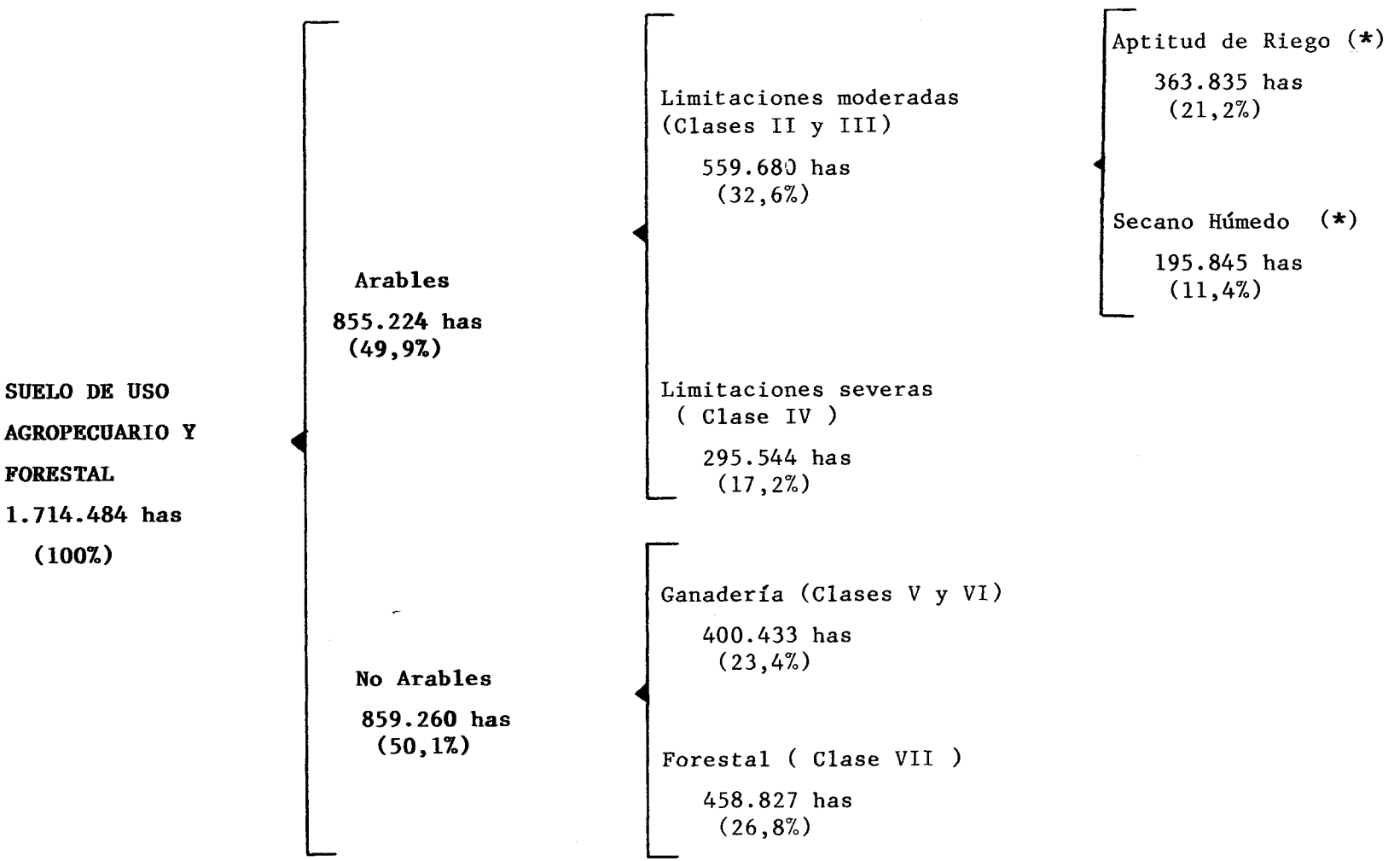
Latitud 42° 29' Longitud 73° 48'

Cuadro 1. Estimación de Superficie con Aptitud de Riego Décima Región (has)

Provincia y Agrupación de Suelo	Capacidad de Uso II	Capacidad de Uso III	Total por Agrupación
PROVINCIA DE VALDIVIA			
Trumaos Lomaje Llano Central	49.877	55.869	105.746
Trumao Plano	5.607	39.589	45.196
Rojo Arcilloso	- -	3.653	3.653
Total por Capacidad de Uso	**55.484**	**99.111**	
Total Provincia			**154.595**
PROVINCIA DE OSORNO			
Trumaos Lomaje Llano Central	23.854	80.260	104.114
Trumao Plano	6.902	31.651	38.553
Rojo Arcilloso	148	47.672	47.820
Total por Capacidad de Uso	**30.904**	**159.583**	
Total Provincia			**190.487**
PROVINCIA DE LLANQUIHUE			
Rojo Arcilloso	3.818	14.935	18.753
Total Provincia			**18.753**
TOTAL DECIMA REGION			**363.835**

Fuente : INIA, Area Agroecología, obtenido del Proyecto Aerofotogramétrico OEA-CHILE-BID, 1961 y del Proyecto IREN-UACH, 1978.

Cuadro 2. Superficie Silvoagropecuaria Décima Región de Chile (has)



Fuente : INIA, Area Agroecología, obtenido del Proyecto Aerofotogramético OEA-CHILE-BID, 1961 y del Proyecto IREN-UACH, 1978.

(*) : Estimación Programa Riego y Drenaje, Estación Experimental Remehue, INIA, Osorno.

La información que se requiere con respecto a los recursos hídricos superficiales, además de la distribución anual del caudal, es su ubicación geográfica y su proximidad a las áreas con aptitud de riego, debido a que la captación en esta zona se realiza a nivel predial por elevación mecánica desde la fuente de agua hacia los potreros con riego.

En general, podemos decir que los Trumaos de Lomaje del Llano Central son factibles en su mayoría de ser abastecidos mediante captaciones mecánicas de ríos o pequeños esteros y, en caso de no existir estos cauces superficiales, es posible acumular las aguas invernales de escurrimiento mediante la construcción de pequeños embalses de temporada. Los suelos Rojos Arcillosos de la Cordillera de la Costa presentan esteros de menor caudal, que disminuyen marcadamente en verano, por lo cual es necesario la construcción de retenciones en las captaciones y realizar pequeños embalses para la acumulación permanente de las aguas superficiales de estos esteros y también para acumular las aguas de escurrimiento del período invernal. Afortunadamente, el relieve de la Cordillera de la Costa presenta frecuentemente pequeñas hoyas hidrográficas para la construcción de embalses de temporada. Se recomienda como última solución la construcción de pozos profundos, por su alto costo y bajo caudal.

En relación a antecedentes cuantitativos, la información existente es extremadamente escasa y solo existen antecedentes fluviométricos relacionados al uso hidroeléctrico del recurso. La información sobre recursos subterráneos (napas profundas) es nula, salvo la presunción de que existan antecedentes en las prospecciones de petróleo hechas por ENAP hace algunos años.

Los recursos hídricos superficiales pertenecen en su mayoría a la Hoya Hidrográfica del Río Bueno, la cual posee 17.210 Km^2 de extensión y es la quinta Cuenca de Chile en relación a su tamaño. El Río Bueno posee régimen típicamente pluvial y solamente los torrentes de alta cordillera manifiestan régimen nival ; posee estadística en Puerto Lapi, en la salida del Lago Ranco, cerca del pueblo de Río Bueno. El río Pilmaiquén, principal afluente del Río Bueno, posee estadística con

41 años de observación, con indudable conexión con la central hidroeléctrica (Figura 8).

4. SISTEMAS DE PRODUCCION AGROPECUARIA CON RIEGO

Conjuntamente con las características de clima, suelo e hidrología a los que se ha hecho mención, se deben establecer las características de los sistemas de producción a nivel predial que justifican la implementación del riego.

4.1 Condiciones básicas

Desde un punto de vista técnico y económico se deben cumplir las siguientes condiciones en forma simultánea para decidir implementar el riego a nivel predial :

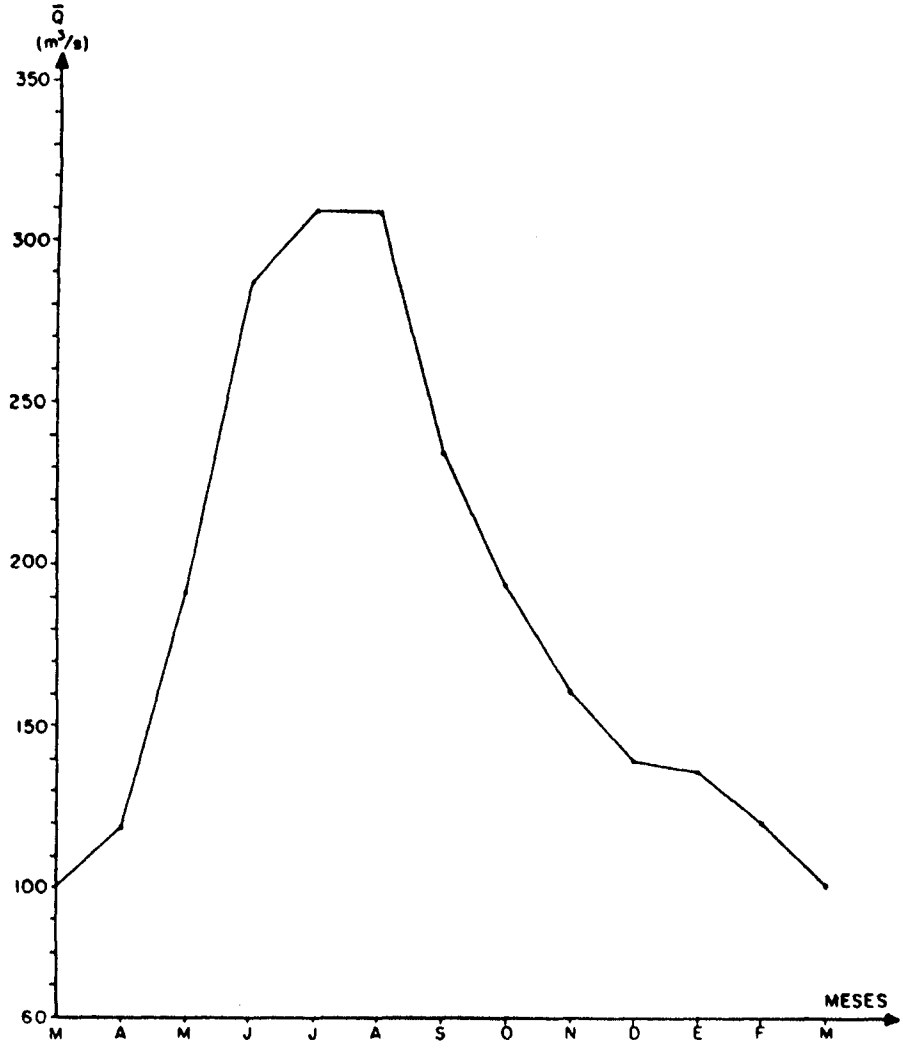
- Optimización de todos los factores de producción, a excepción del agua, que es el limitante. El efecto del riego se maximiza cuando los otros factores de producción no son limitantes. De esta forma, el riego constituye el máximo nivel de tecnificación en la jerarquía predial.

- Rentabilidad del Riego. Se deben obtener aumentos adicionales de producción que sean mayores a los costos de inversión en riego , por lo cual deben regarse rubros que además de experimentar aumentos de rendimiento, posean un buen retorno económico.

4.2 Rubros

Considerando la respuesta al riego en el aumento de los rendimientos, tema desarrollado en otro capítulo, y su rentabilidad, el riego se justifica en los siguientes rubros :

- Cultivos Anuales : - Remolacha azucarera
  - Papa



ESTACION	AÑOS	AREA(Km²)	ALTITUD(m.)	LATITUD	LONGITUD
PILMAIQUÉN EN SAN PABLO	1969-1975	2680	50	40°23' S.	73°01' W.

FUENTE : EMPRESA NACIONAL DE ELECTRICIDAD S.A. (ENDESA)

Figura 8. Distribución del gasto promedio mensual del río Pilmaiquén en San Pablo. Años 1969 - 1975.

- Cultivos Suplementarios de Verano :
  - Maíz
  - Sorgo
  - Trébol Rosado
  - Alfalfa

- Frutales Menores :
  - Frambuesa
  - Arándano

El riego en praderas permanentes, aunque produce importantes aumentos de rendimiento, presenta limitaciones económicas debido a una baja rentabilidad.

5. METODOS DE RIEGO PARA LA DECIMA REGION

Las recomendaciones que se entregarán deben entenderse como juicios basados en consideraciones generales. La decisión de la elección de un sistema de riego y de su diseño requiere de un estudio ad-hoc para cada caso en particular.

5.1 Riego por Aspersión

Mediante el riego por aspersión el agua se aplica en forma de lluvia artificial, en innumerable cantidad de gotas que se infiltran en el terreno al tiempo que alcanzan la superficie del mismo.

Se trata de un sistema de riego mecanizado, que asegura un preciso control de la lámina de agua aplicada y un ajuste a las condiciones edafoclimáticas y de cultivo; además, permite una adecuada tecnificación en la práctica del riego.

En nuestra zona, el riego por aspersión ya se encuentra presente, siendo usado actualmente por muchos agricultores, sin embargo, la mayoría de los equipos no han sido diseñados de acuerdo a criterios de ingeniería, lo cual en muchos casos ha provocado la adquisición de equipos que no son los óptimos del caso.

La adopción de este sistema obedece fundamentalmente a las condiciones de topografía de la zona, debido a que por la irregularidad del relieve y las altas pendientes, la aplicación de agua no es posible en forma superficial.

Se puede instalar en buenas condiciones cuando la fuente de agua depende del propietario, como en el caso de uso de aguas subterráneas (pozos produndos) o de esteros o ríos existentes en el predio, además, también es posible la construcción de embalses o tranques, para acumulación y regulación de aguas.

Su uso se recomienda en cultivos anuales como remolacha y papas, además de cultivos suplementarios como maíz, sorgo, trébol rosado y alfalfa.

El uso del riego por aspersión en frutales menores, como la frambuesa, tiene el inconveniente del daño fitosanitario por hongos.

El uso de riego por aspersión en praderas requiere de un estudio económico para justificar la alta inversión.

5.2 Riego por Cinta Perforada

La cinta perforada es un material de uso reciente. Se ha implementado con buen resultado en cultivos hortícolas y frutales de alta densidad de población, y es una buena alternativa al riego por goteo , por ser considerablemente de menor costo.

En este sistema, la emisión de agua se realiza por una tubería flexible de polietileno de doble pared, la cual posee orificios a intervalos regulares, permitiendo una entrega de un caudal uniforme.

Su aplicación en la zona se orienta en cultivos frutícolas como frambuesa y arándano, en los cuales el riego por aspersión provoca daños fitosanitarios y mecánicos al fruto, pero, por otro lado, otros sis

temas de aplicación localizada, como el riego por goteo, resultan extremadamente caros. La cinta perforada entrega el agua en forma localizada y es de menor costo que el riego por goteo.

5.3 Riego superficial

Existen dos métodos de riego superficial más importantes : surcos y platabandas.

Ambos sistemas no serían recomendables en la zona, por problemas de topografía ondulada y alta infiltración.

6. SITUACION ACTUAL DEL RIEGO EN LA DECIMA REGION

Se hará referencia a este aspecto mediante dos factores : **Métodos de riego y cultivos.**

6.1 Métodos de Riego

- En Cultivos Anuales y Suplementarios de Verano se utiliza riego por aspersión.
- En el cultivo de la frambuesa no se ha establecido si técnica y económicamente es más recomendable el riego por aspersión o cinta perforada.
- La mayoría de las captaciones de cauces superficiales presentan alturas de elevación muy altas, que fluctúan entre 15 a 70 m, lo cual encarece la unidad de motobomba y las tuberías de impulsión.
- Los costos de inversión en materiales y equipos en riego por aspersión son variables para cada caso particular, pero han fluctuado entre 700 - 1500 US$/ha.
- El desarrollo de la infraestructura de riego es fundamentalmente a nivel predial.

6.2 Cultivos

- El cultivo de la remolacha azucarera ha sido pionero en la utilización del regadío, debido a una alta respuesta (aumentos promedios de 20 ton limpias/ha a nivel de agricultor) y una estabilidad de mercado en relación a precios y poder comprador. Actualmente se estima, según IANSA-Rapaco, una superficie de 2.300 has regadas por aspersión, habiéndose incorporado en la temporada 88-89 una cantidad cercana a 600 has.

- En el cultivo de la Papa, a pesar de presentar respuestas al riego también muy altas, no se ha experimentado un aumento significativo en la superficie regada, debido fundamentalmente a la inestabilidad interanual del precio.

- Los cultivos suplementarios de verano se han incorporado al regadío como parte de la rotación, utilizando el equipo de riego que ha sido adquirido para el cultivo anual, fundamentalmente remolacha.

- La gran mayoría y casi la totalidad de las plantaciones de frambuesa mayores a 15 ha, se han establecido incorporando el riego artificial.

- En general, no existe aún una cultura de riego en la zona que permita que los agricultores optimicen la operación de los equipos de riego y maximicen sus rendimientos.

7. PERSPECTIVAS DEL RIEGO Y FACTORES RELACIONADOS A SU DESARROLLO

7.1 Aspectos Tecnológicos

- Se deben cuantificar los parámetros básicos que permitan optimizar el diseño y operación de equipos de riego, tales como : altura de agua a aplicar, frecuencia de riego y tiempo de riego.

- Se debe reforzar la investigación para evaluar la respuesta al riego en toda la gama de cultivos aptos, por un período no menor a 3 años y en diferentes zonas edafoclimáticas.

- Debe investigarse la interacción entre agua y fertilidad.

- Debe cuantificarse la comparación entre riego por aspersión y cinta perforada en el cultivo de la frambuesa y decidir cuál es el más recomendable.

- Se deben intensificar los sistemas de producción en ganadería de carne y leche para permitir la incorporación del regadío.

7.2 Aspectos Económicos

- Debe mantenerse una estabilidad en los precios de aquellos cultivos anuales aptos para riego, como remolacha y papas.

- La consolidación de la actividad exportadora es vital para el desarrollo de la hortofruticultura con riego.

- Se deben reducir los costos de energía de los equipos con tarifas diferenciadas de energía eléctrica para uso en regadío.

7.3 Aspectos Legales

- Debe estudiarse la modificación de la Ley de Riego para su aplicación a nivel regional. Los altos costos de los equipos, la baja superficie que incorporan al riego, la ausencia de información hidrológica y el carácter unipredial de la infraestructura, les restan competitividad con los proyectos de la zona central, con los cuales no compiten en igualdad de condiciones.

- Se deben implementar medidas arancelarias para promover y bajar los costos de los equipos de riego mecánico.

8. ACCION DEL INIA EN INVESTIGACION TECNOLOGICA EN RIEGO EN LA DECIMA REGION.

El Programa de Investigación en Riego y Drenaje se implementó en la Estación Experimental Remehue a fines del año 1987. Sin mencionar lo realizado en el ámbito del Drenaje, en la especialidad de Riego se han llevado a cabo dos tipos de acción : **Proyectos de Ingeniería** y **Proyectos de Investigación.**

8.1 Proyectos de Ingeniería

- Proyecto de Riego por Aspersión Subestación Experimental La Pampa

  Se realizó el cálculo y diseño de un sistema de riego por aspersión para producción de semilla de papa, para una superficie de 30 has en rotación. Se ejecutó el proyecto instalando un equipo portátil que comenzó a funcionar esta temporada.

- Proyecto de Riego por Cinta Perforada Subestación Exp. La Pampa

  Se realizó el cálculo y diseño de un sistema de riego localizado utilizando cinta perforada, para producción de Semilla Botánica de Papa para una superficie de 2 has. El sistema de riego incorporó también una unidad de fertirrigación y comenzó a funcionar esta temporada.

8.2 Proyectos de Investigación

- Investigación y Análisis efecto diferentes Regimenes Hídricos en la Producción Agrícola Xa. Región

  Utilizando la Metodología denominada Línea de Aspersión Unica, se iniciaron los experimentos para evaluar la respuesta al riego de pradera trébol blanco - ballica, papas, remolacha y maíz forrajero. Esta investigación cuenta con aportes FNDR.

BIBLIOGRAFIA

GARCIA-HUIDOBRO, J. y ORTEGA C.,L. " Riego en el Cultivo de la Papa" Tercer Curso Internacional de Producción y Almacenamiento de Semillas de Papa. Estación Experimental Remehue, INIA, Osorno. 1989.

INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR. Geografía de Chile. Tomo VIII. Hidrografía.

NISSEN M., J. y DAROCH P., R. " perspectivas del Riego en la Décima Región ". IX Seminario de Riego y Drenaje, Facultad de Cs. Agropecuarias, Universidad de Concepción, 1986.

ORTEGA C., L. " Alternativas Técnico-Económicas de Riego en las Provincias de Osorno y Llanquihue". Documento adjunto a Charla GTT Las Quemas. Estación Experimental Remehue, INIA, Osorno, 1988.

ORTEGA C., L. " Informe Técnico Programa Riego y Drenaje 1987-1988. Estación Experimental remehue, INIA, osorno, 1989.

SIERRA B., C. "Zonificación Agroclimática de la Décima Región. Primera Aproximación ". Informe Técnico Area Agroecología. Estación Experimental Remehue, 1986.

DERECHOS DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS

Xa. REGION DE LOS LAGOS

Guillermo Julio M.
Ing. Agrónomo
Director Regional de Aguas

En forma previa a cualquier tema que trate de referirse a los Derechos de Aprovechamiento de Agua, debe señalarse que, a partir de Octubre de 1981, con la dictación del Código de Aguas Vigente (DFL.N°1122), que derogó el DFL. 162 de 1969 (antiguo Código), se estableció en Chile, respecto a estos Derechos, un tratamiento de trascendental importancia en lo que se refiere a su titularidad, modo de adquisición, duración , condiciones de uso, inscripción, etc.

EL DERECHO DE APROVECHAMIENTO DE AGUA

El Art. 5 del Código de Aguas vigente (DFL. 1122/81), así como el Art. 9 del antiguo Código (DFL. 162/69), establecen claramente que las aguas son bienes nacionales de uso público y se otorga a los particulares el derecho de aprovechamiento de ellas, en conformidad a las disposiciones del Código de Aguas.

Ahora bien, según el Cuerpo legal vigente, el Derecho de Aprovechamiento es un derecho real que recae sobre las aguas y consiste en el uso y goce de ellas, con los requisitos y en conformidad a las reglas que prescribe el Código. El Derecho de Aprovechamiento es de dominio de su titular, quien podra **usar, gozar y disponer** de él en conformidad a la Ley.

El hecho de establecer su **USO, GOCE** Y **DISPOSICION**, transformó completamente lo que hasta el año 1981 se entendía como un concepto manejable, en el sentido de poder declarar su caducidad por diversas cau-

sales prescritas en el Art. 30 del Código de la época. O también en el sentido de fijar un monto máximo como un volumen anual de aguas a usar en el predio, sobre la base de una " Tasa de Uso Racional y Beneficioso ". Todo el volumen de agua utilizado, que excediera a aquel que correspondiese al aplicar dicha Tasa, podía ser caducado (Arts. 26, 27, 28, 29 DFL. 162/69).

Por otra parte, el Derecho de Aprovechamiento de Agua, que se rige por la Ley actual, puede ser cedido, transado, vendido, arrendado, etc., es decir, es completamente comerciable (de ahí viene el concepto de **disposición** a que hacíamos referencia).

Cualquiera de estos actos era motivo de caducidad en el Código anterior.

ADQUISICION DE DERECHOS DE APROVECHAMIENTO

Ahora bien, para que todo derecho de aprovechamiento de agua pueda ser constituído, debe necesariamente existir un acto administrativo. Vale decir, debe provenir originariamente por acto de autoridad (Arts. 5, 6, 20, 22, 23, 130 y sgtes., 311, 114 N° 4 y N° 7, etc.).

La posesión del derecho así constituído se adquiere por la competente inscripción.

Sin embargo, hay derechos de aprovechamiento que no requieren constitución originaria por acto de autoridad. Ellos son los derechos que concede la Ley por un solo Ministerio y se encuentran en los Arts. 20 Inc. 2 y 56 Inc. 2 del Código de Aguas.

En este sentido, el Art. 20 exceptúa los derechos de aprovechamiento sobre las aguas de vertientes que nacen, corren y mueren dentro de una misma heredad, a menos que caigan al mar, y con tal que en dichas aguas no existan otros derechos a la fecha de vigencia del Código.

También exceptúa los derechos sobre aguas de lagos menores no navegables por buques de más de 100 toneladas y a aquellos que correspondan a lagunas y pantanos situados dentro de una sola propiedad.

Por otra parte, el Art. 156 en su inciso segundo, también hace una excepción a la intervención de la autoridad para constituir el derecho de aprovechamiento al señalar que corresponde a los dueños de pertenencias mineras, dentro de ellas, el derecho de aprovechamiento de las aguas halladas en sus labores, mientras conserven el dominio de sus pertenencias y en la medida necesaria para la debida explotación.

PROCEDIMIENTO ADMINISTRATIVO EN LA CONSTITUCION DEL DERECHO DE APROVECHAMIENTO.

1. Las solicitudes de Constitución de derechos de aprovechamiento de agua deben ser presentadas ante la Oficina de la Dirección General de Aguas del lugar, entendiéndose por tal el de la Provincia en que se proyecta ubicar la bocatoma superficial o captación subterránea.

Si no existe Oficina de la DGA en la Provincia, el trámite se efectuará en la Gobernación correspondiente, en original y 3 copias, si se presenta un extracto de la petición, este en original y tres copias; tres planos o croquis de ubicación de las aguas solicitadas.

Tanto la solicitud y sus respectivas copias, como el extracto y copias, si se presenta este último, deben venir firmados. Asimismo, el plano o croquis de ubicación debe venir adecuadamente acotado en cuanto a la fuente de abastecimiento de la cual se solicita el derecho (ríos, esteros, vertientes, etc.). Debe indicarse el punto de captación de las aguas y las vías de acceso para llegar al lugar objeto de la petición.

2. El peticionario debe fijar dirección en la ciudad de Pto. Montt, si su solicitud recae en la provincia de Llanquihue; en la ciudad de Osorno si su solicitud se ubica en la provincia de Osorno; en la ciudad de Valdivia, si su solicitud corresponde a la provincia de Valdivia; en la ciudad de Castro, si su solicitud se ubica en la provincia

de Chiloé, y en la ciudad de Chaitén, si su solicitud corresponde a la provincia de Palena.

Lo anterior, de acuerdo a lo previsto en el Art. 139 del Código de Aguas.

3. Si el solicitante es Persona Jurídica, debe adjuntar a la petición los antecedentes legales pertinentes.

4. Toda solicitud de constitución de derecho de aprovechamiento de agua, deberá contener todos los requisitos establecidos en el Art. 140 del Código de Aguas.

5. Las presentaciones deben publicarse en forma íntegra o en un extracto que contendrá, a lo menos, los datos necesarios para su acertada inteligencia, por una sola vez en los diarios siguientes :

- Diario oficial los días 1 o 15 de cada mes o en el siguiente día hábil si fuere Domingo o festivo.
- En un Diario de Santiago.
- En un Diario o Periódico de la Provincia en que se presente la solicitud. Si no lo hubiere, se hará en uno de la Capital de la Región.

Todas estas publicaciones deben efectuarse dentro del plazo fatal de 30 días corridos, contados desde la fecha de ingreso de la solicitud en la Oficina de Partes correspondiente.

EL DERECHO DE APROVECHAMIENTO DE AGUA EN LA DECIMA REGION

La Dirección Regional de Aguas de la Xa. Región, fue creada como tal en el mes de Marzo de 1987. Antes de esa fecha, dependía administrativamente de la Oficina Regional de la IX Región, con sede en la ciudad de Temuco.

En el lapso de dos años, Enero de 1987 a Diciembre de 1988, han sido sometidas a tramitación un total de 700 solicitudes de consti-

tución de derechos de aprovechamiento de agua en las diversas provincias de la Región.

No obstante la reciente creación de este Servicio Regional, lo que implica una lenta adecuación a las necesidades reales de profesionales y de implementación administrativa y material, han sido definitivamente tramitadas un total de 129 presentaciones, sin considerar que , además de aquellas, han sido informadas para la aprobación final del Sr. Director General un número aproximado de 100 solicitudes adicionales.

A esta fecha, abril de 1989, se están estudiando y en proceso de aforo alrededor de 140 solicitudes, lo que permitiría afirmar que a fines del invierno próximo podrían estar en condiciones de ser informadas, quedando pendientes para el próximo periodo de estiaje, todas aquellas solicitudes que han sido recibidas durante 1988 y las que se presentarán durante el presente año.

DISTRIBUCION DE SOLICTUDES POR PROVINCIA

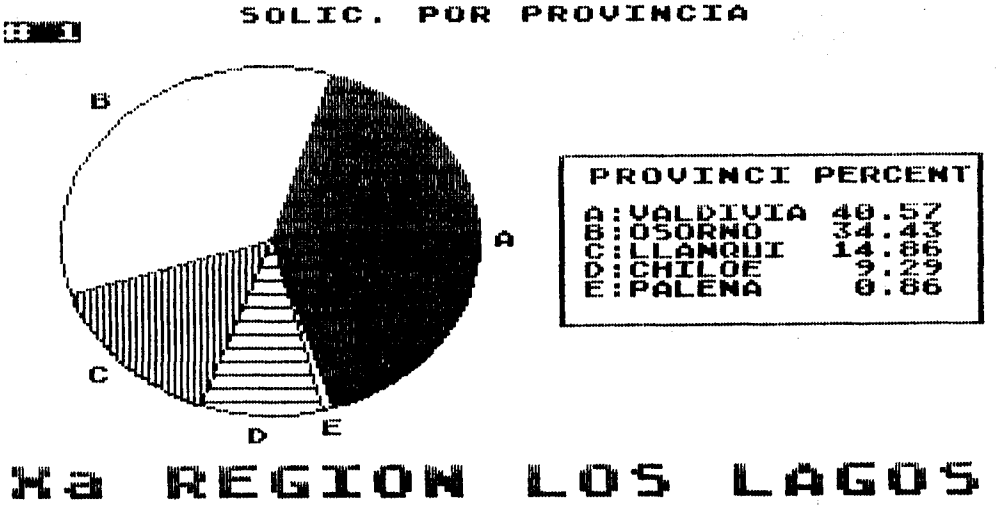
Las presentaciones se distribuyen de la siguiente manera :

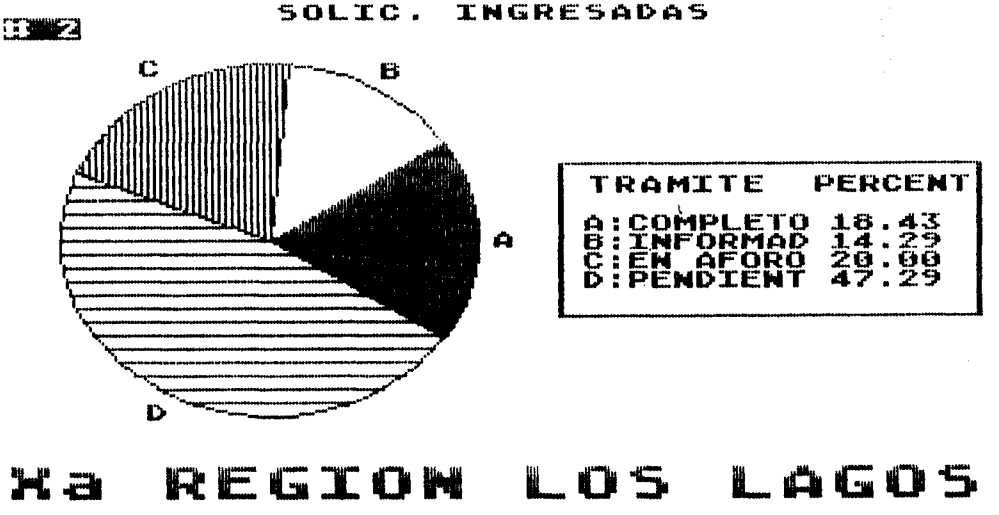
- Provincia de Valdivia ..... 284 solicitudes.
- Provincia de Osorno ..... 241 solicitudes.
- Provincia de Llanquihue ..... 104 solicitudes.
- Provincia de Chiloé ..... 65 solicitudes.
- Provincia de Palena ..... 6 solicitudes.

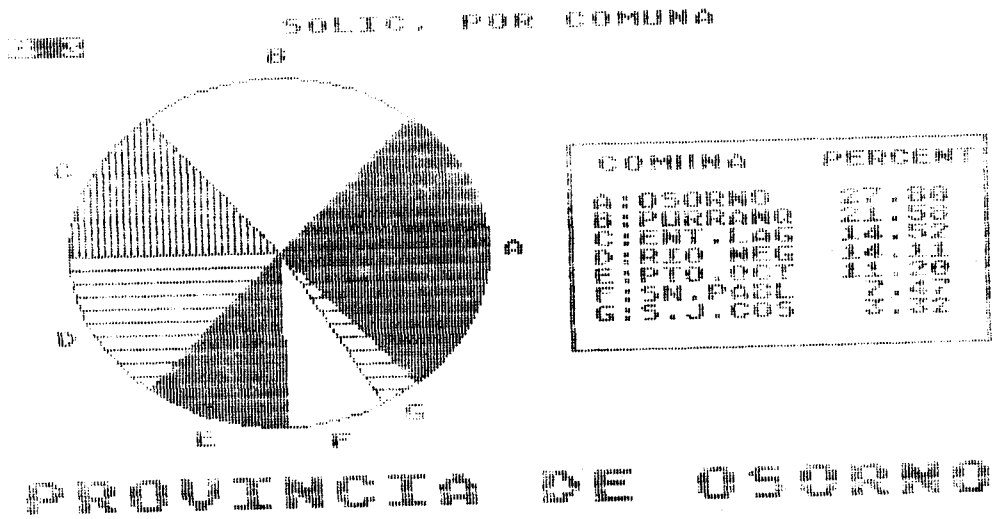
CONSIDERACIONES FINALES

Dadas las características propias de un Seminario como éste, en el cual se exponen materias eminentemente técnicas y de investigación, se ha considerado que el presente trabajo debe tender más que nada a informar al usuario del recurso agua en lo que se refiere a algunas materias de interés que el Código de Aguas vigente dispone en relación al Derecho de Aprovechamiento de Agua.

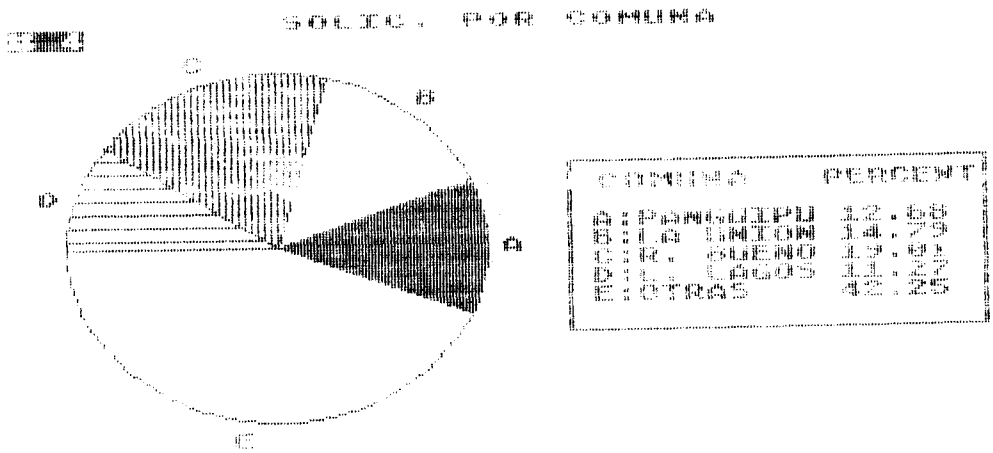
La real validez de esta exposición, creemos que dependerá de la posibilidad de dar respuesta a las inquietudes que pudan ser plantea das por los interesados en este recurso agua, tan importante en el desa rrollo agrícola y ganadero de nuestro país.



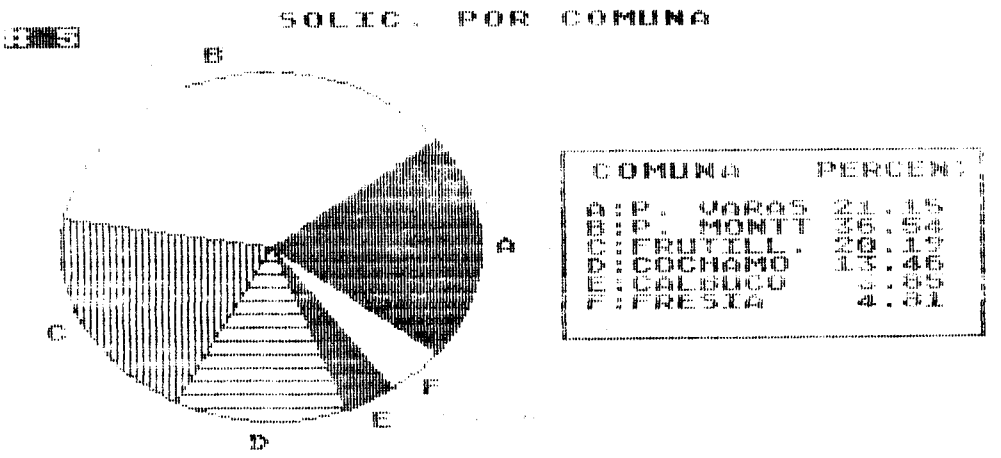




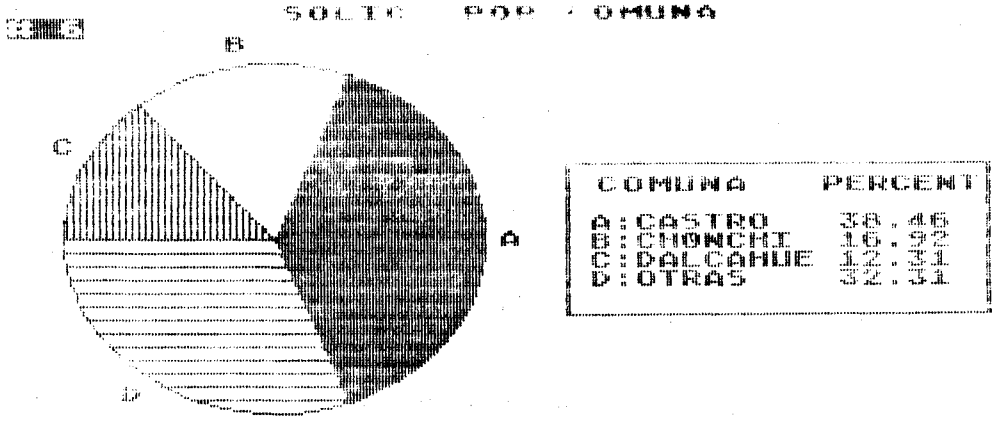
PROVINCIA DE SORIA



PROV. DE VALDIVIA



PROV. DE LLANQUIHUE



PROVINCIA DE CHILOE

RIEGO POR ASPERSION

Isaac Maldonado I.
Ing. Agr., M.Sc.
Est. Exp. Quilamapu - INIA

I. INTRODUCCION

Los requerimientos de agua de los cultivos pueden ser satisfecho en forma natural por medio de la lluvia o bien por el aporte de aguas superficiales, desafortunamente no siempre se tiene un abastecimiento adecuado durante toda la temporada de crecimiento de los cultivos, creándose condiciones de déficit o exceso.

Esta condición obligó a subsanar este déficit o el exceso de agua artificialmente por medio del riego o el drenaje respectivamente.

Los primeros esfuerzos se centraron en el uso del riego gravitacional, el que fue perfeccionándose con el correr del tiempo, teniendo desde el método tradicional o tendido al riego a curvas a nivel, riego por surcos y riego por platabandas dentro de los más característicos . Su evolución ha significado una mejora sustancial en el manejo del agua, con mayores eficiencias de riego, traduciéndose en una mejor irrigación de los cultivos expresada en una mayor productividad, además del incremento de la superficie efectivamente regada al disminuir las pérdidas por escurrimiento superficial o por infiltración profunda.

El siguiente paso de esta evolución fue el desarrollo del riego presurizado con el cual es posible alcanzar eficiencias mayores, siendo el control de la lámina de agua aplicada casi total y generalmente consideran una inversión en equipos que incluyen tuberías de distribución y elementos de aplicación, además de motobombas cuando no se cuenta con

una fuente de agua elevada y suficiente para el correcto funcionamiento del equipo. Dentro de los métodos de riego presurizado, se tiene riego por aspersión y riego por goteo incluyendo ciertas variantes según sean las condiciones y objetivos que se persiguen (inicio aspersión, pivote central, bordes porosos, etc.).

II. CONSIDERACIONES GENERALES DEL RIEGO POR ASPERSION

Este método se emplea donde se hacen presente las siguientes condiciones :

1. Limitaciones topográficas que dificulten o hagan muy costosa la habilitación de los suelos para riego gravitacional.

2. Escasez de agua y/o uso de aguas de un elevado costo, especialmente cuando se debe recurrir a bombeo.

3. Cuando se cuenta con cultivos muy exigentes en sus requerimientos de agua y su rentabilidad justifica estas inversiones.

4. La profundidad del suelo no permite trabajos de nivelación.

5. Sectores de alto riesgo de erosión con riego gravitacional, caso general en sectores de pendientes fuertes.

El método de riego por aspersión simula una lluvia que cubre íntegramente el área regada, demostrando ser el método de riego ideal para cultivos muy densos (praderas), puesto que su follaje controla el impacto de la gota de agua en el suelo desnudo, en caso contrario es posible observar un sellamiento superficial paulatino del suelo producto del constante bombardeo de las gotas de agua.

La información básica requerida para el diseño de una unidad de riego por aspersión, se puede resumir como sigue :

Topografía	:	Planos a curvas a nivel dibujado a una escala que permita al diseñador, la identificación del área a regar con sus características más relevantes (cotas, construcciones, fuentes de agua, caminos, etc.).
Suelo	:	profundidad, textura, retención de densidad aparente, etc.
Cultivos	:	Su identificación si se ha de regar más de uno, requerimientos de agua, períodos críticos, período de riego.
Clima	:	Lluvia, temperatura, velocidad del viento, radiación, humedad relativa, etc.
Agua	:	Fuentes de agua y su respectiva caracterización en cuanto a caudal a través de la temporada de riego, balance hídrico , etc.
Energía disponible	:	Electricidad a petróleo, bencina natural (caída de agua).
Económicos	:	Valores de equipos de instalación, construcción, mano de obra.

El Equipo de Riego por Aspersión

Los componentes de un equipo de riego por aspersión (Figura 1), están dados por una unidad de bombeo que alimenta un conducto o una red de distribución (ésta dependerá del equipo utilizado) conformado por tuberías de materiales diversos y diámetros acorde a los cuales se deben conducir y termiando en un aspersor que distribuye el agua al suelo.

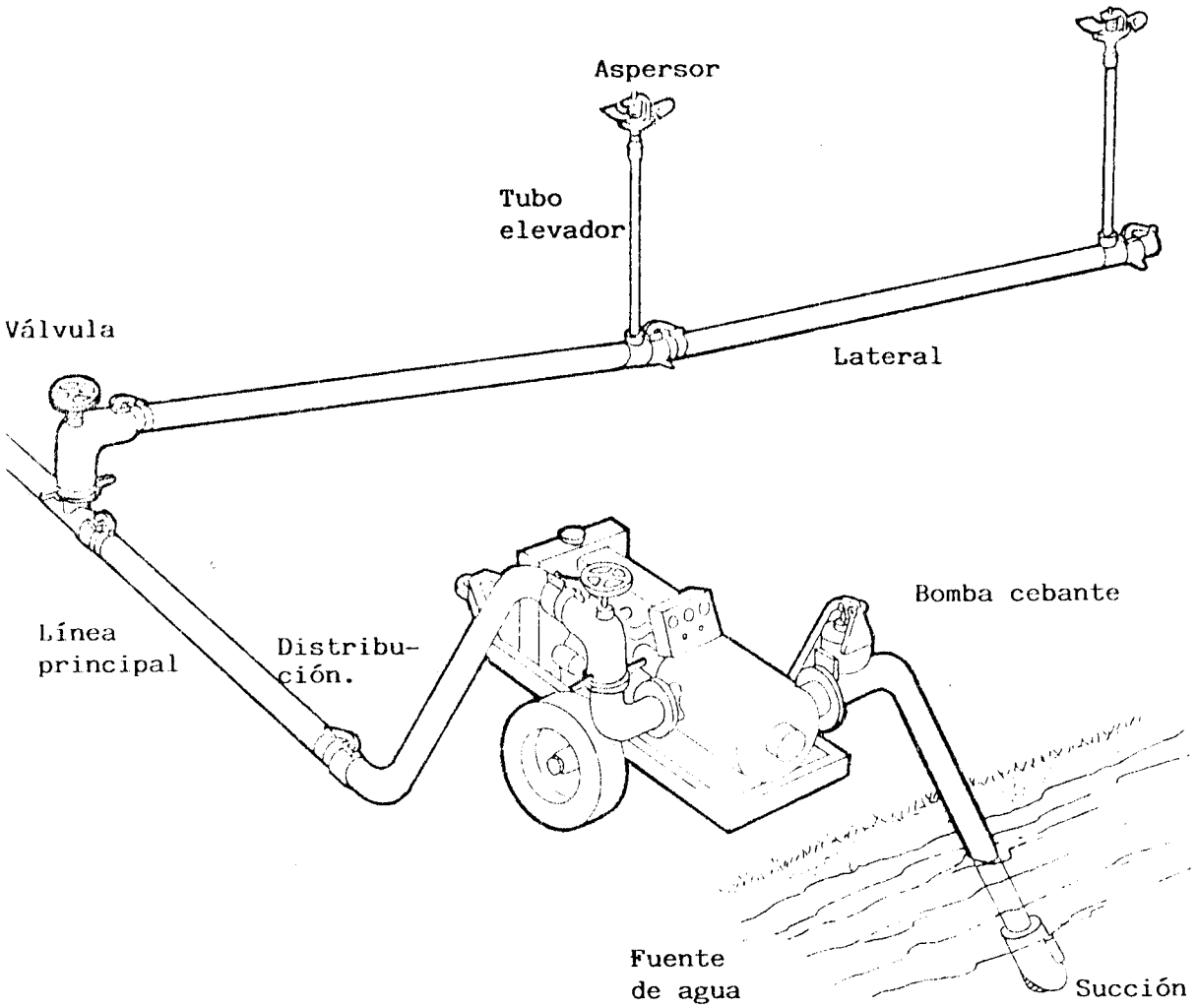


FIGURA 1- Esquema riego por aspersión

La motobomba : Comprende la unidad responsable de succionar el agua desde la fuente, ya sea un reservorio, cauce o un pozo profundo, distribuyéndola hacia las tuberías de conducción del equipo de riego. Esta consta de un motor que puede ser eléctrico, Diesel, o bien a gasolina, responsable del accionamiento del segundo componente de esta unidad constituído por la bomba y que se encarga de succionar e impulsar el agua hacia las tuberías con uan determinada presión y caudal. Gracias a la fuerza centrífuga generada por la potencia del motor y el diseño del rodete (Figura 2).

El caudal que debe proporcionar la bomba, deberá satisfacer los requerimientos de riego previamente calculado para el mes más crítico, como así también será necesaria una presión suficiente para compensar las pérdidas por fricción, las diferencias de elevación topográfica y los requerimientos del aspersor dada por su presión, tal como se muestra en la Figura 3.

Es importante destacar que para una motobomba determinada existe un compromiso entre presión y caudal, puesto que es posible un aumento de caudal con una disminución de la presión tal como se presenta en la Figura 4a.

Incrementar presión o caudal, requiere de una mayor potencia , tal como se observa en la Figura 4b. En general, los equipos de bombeo tienen un amplio rango de trabajo que incrementa sus aplicaciones aún cuando existe una alteración en la eficiencia de trabajo de la bomba (ver Figura 4c) cuando la operación se aleja de las condiciones específicas para los que fue diseñado.

Red de distribución : Esta generalmente se compone de tuberías aún cuando en determinados casos se usan mangueras flexibles. Dentro de los diferentes tipos se tienen metálicas (aluminio, acero galvanizado, acero, cobre), materiales plásticos (polietileno, PVC y otros), asbesto-cemento dentro de los más comunes. Los materiales de los cuales se fabrican son importantes en la medida que sus características desde el punto de vista

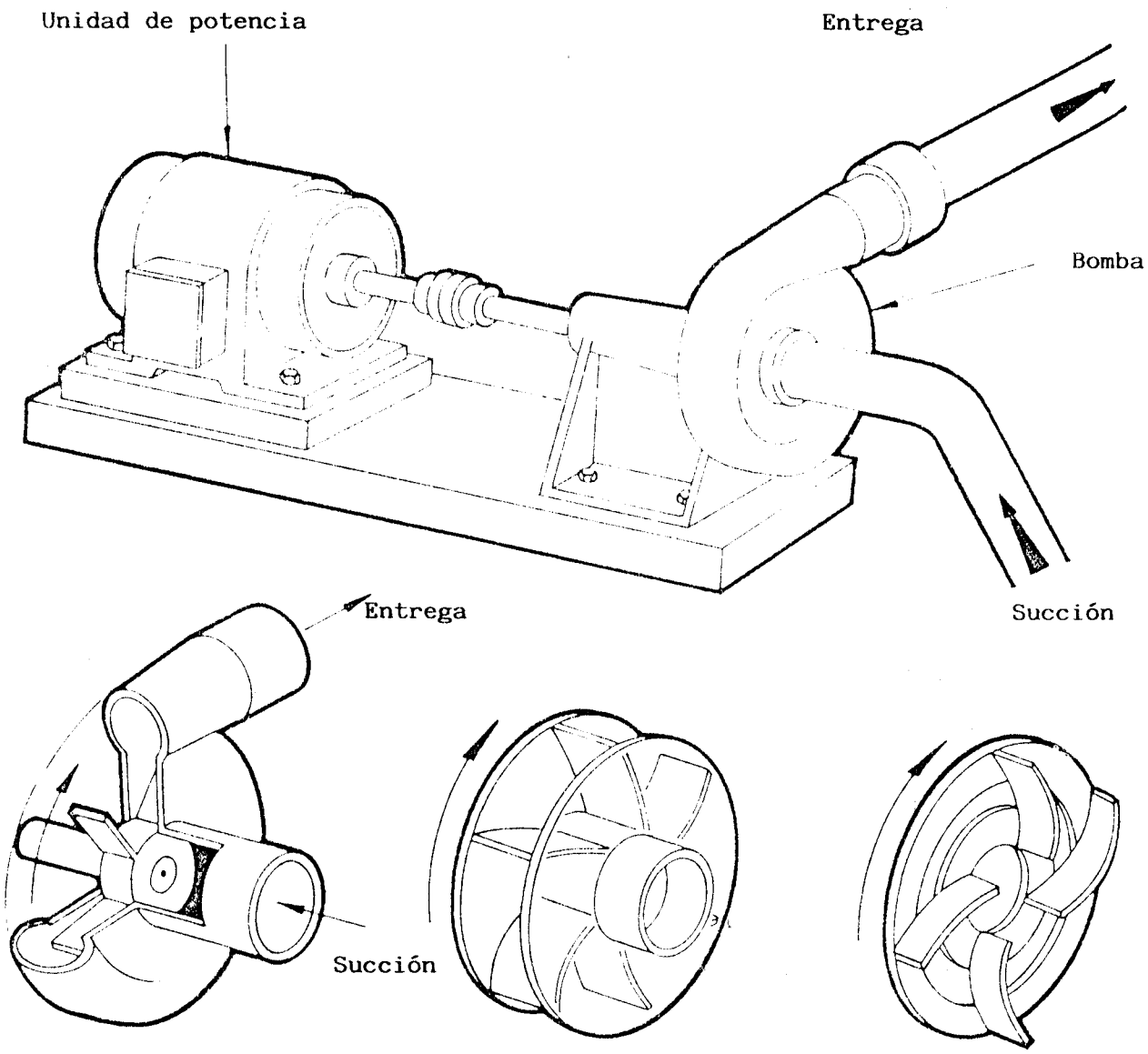


FIGURA 2- Esquema general de una motobomba

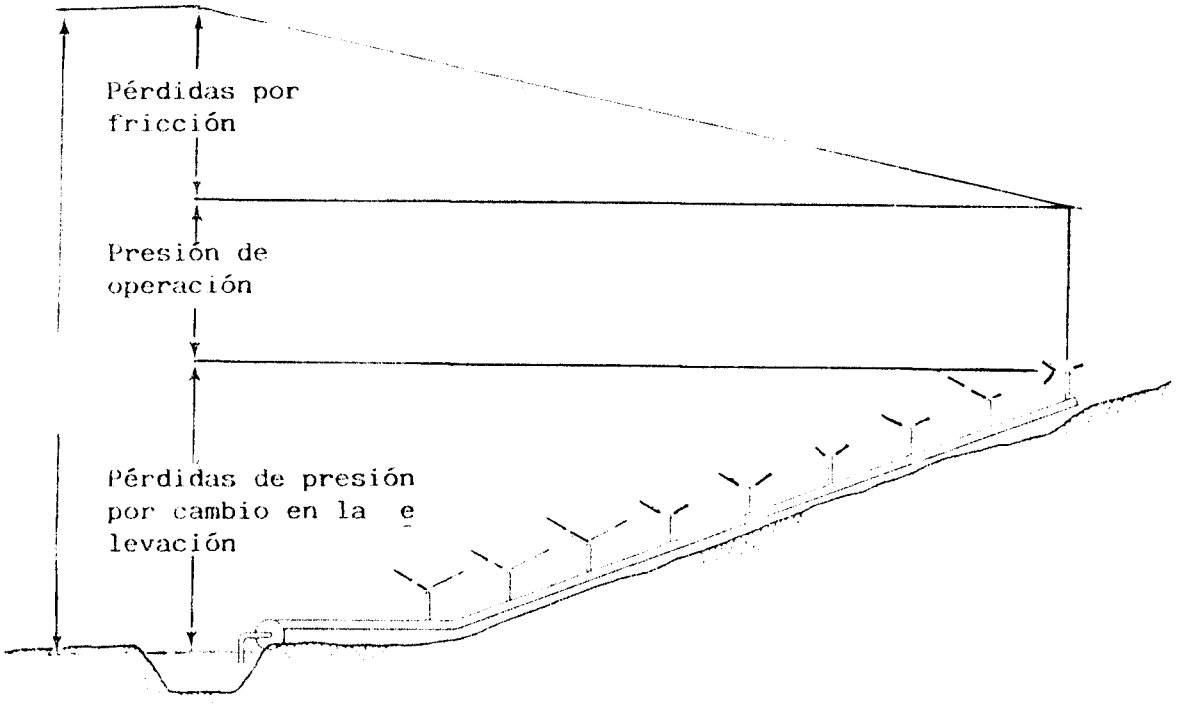


FIGURA 3- Requerimiento de presión de bombeo

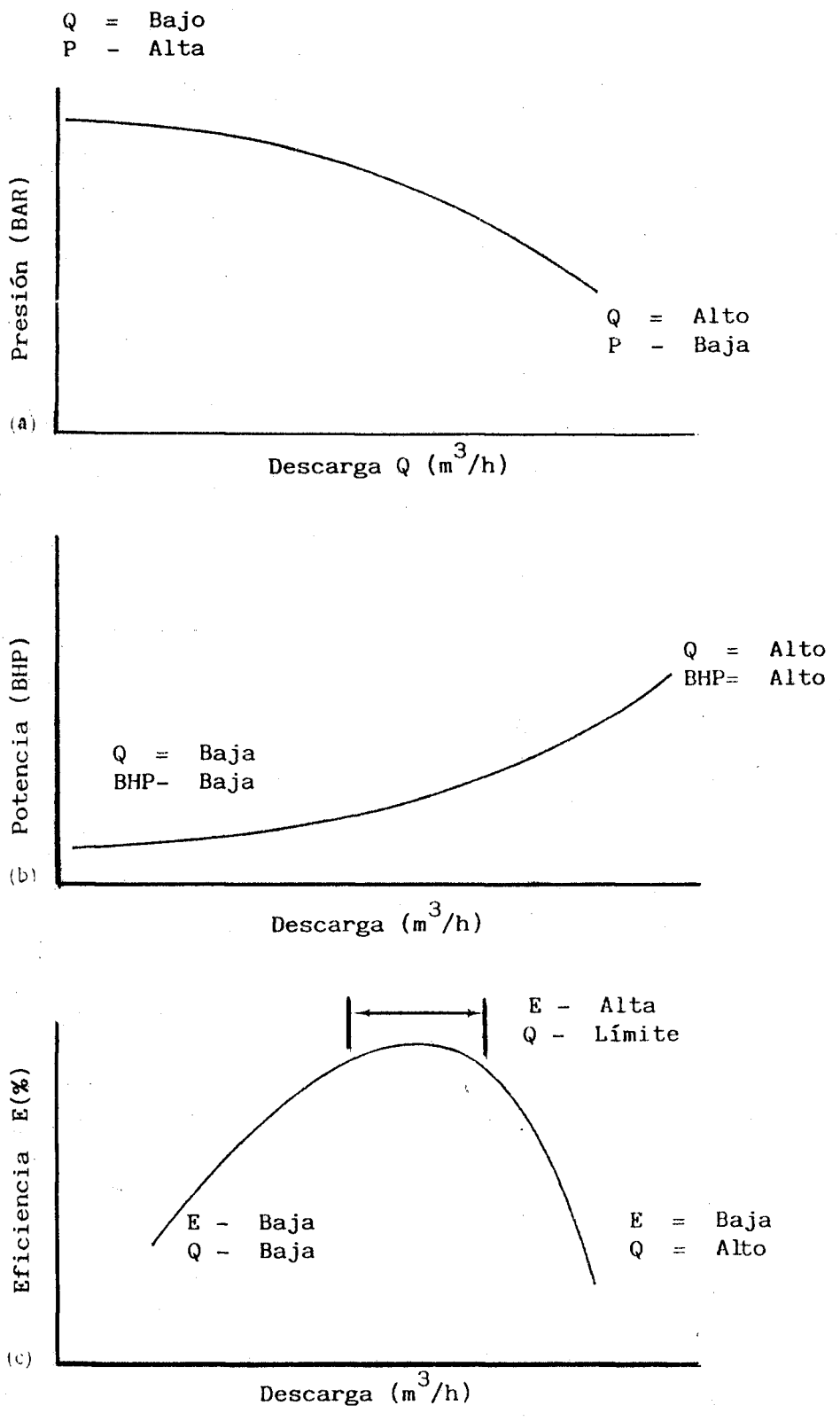


FIGURA 4- Caracterización de bombas: a) Presión y descarga
b) Potencia, y
c) Eficiencia

hidráulico varían (rugosidad o resistencia al paso del agua por un mayor roce con sus paredes), es así que para conducir un mismo caudal de agua, las pérdidas de presión por fricción aumentan en la medida que el material es más rugoso y tienden a disminuir cada vez que se aumenta el diámetro de la tubería, un ejemplo de lo señalado se presenta en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Pérdidas de Presión en Kg/cm^2 para conducir 41 l/s en tubería de distinto diámetro y material

Diámetro Pulgadas	PVC	Cobre (K)	Fierro (S-80)
4	0.411	0.775	1.502
5	0.146	0.266	0.492
6	0.063	0.112	0.205
8	0.018	0.029	0.053
10	0.006	0.010	0.018
12	0.003	0.004	0.007

Como se señaló anteriormente por las tuberías fluye un determinado caudal de agua que es impulsado a una presión definida por las condiciones de operación del equipo y por lo tanto, la red de tubería deberá estar construída de forma que las máximas presiones logradas en cada punto no lo destruyan. La resistencia de las tuberías para soportar la presión a que circula el agua en cada punto es otra característica que puede influir las pérdidas de presión en la red (Cuadro 2).

Cuadro 2. Pérdidas de Presión en Kg/cm^2 para conducir 41 l/s en tuberías de PVC de distinto diámetro y clase

Diámetro	C-100	C-125	C-200
3,5	0.73	0.78	- -
4	0.41	0.44	0.52
5	0.15	0.16	0.19
6	0.06	0.07	0.08
8	0.02	0.02	0.02
10	0.01	0.01	0.01
12	0.03	0.03	0.04

La red de tuberías de un equipo por aspersión, incluye el uso de conexiones diversas y cuyos diseños y finalidades son muy diferentes. En la Figura 5 se presenta un esquema resumido de ellas.

Una de las características más relevantes de las tuberías usadas en sistema de riego por aspersión móviles, deben ser su bajo peso y la facilidad de conexión entre una tubería y otra, hoy día se encuentra una gran variedad de tipos y muchas de ellas logran un sellado hermético una vez que el agua fluye a presión por su interior, acompaña a ésto el desague automático de las tuberías al detener el equipo y así liberar el hermetismo de la unión (Figura 6).

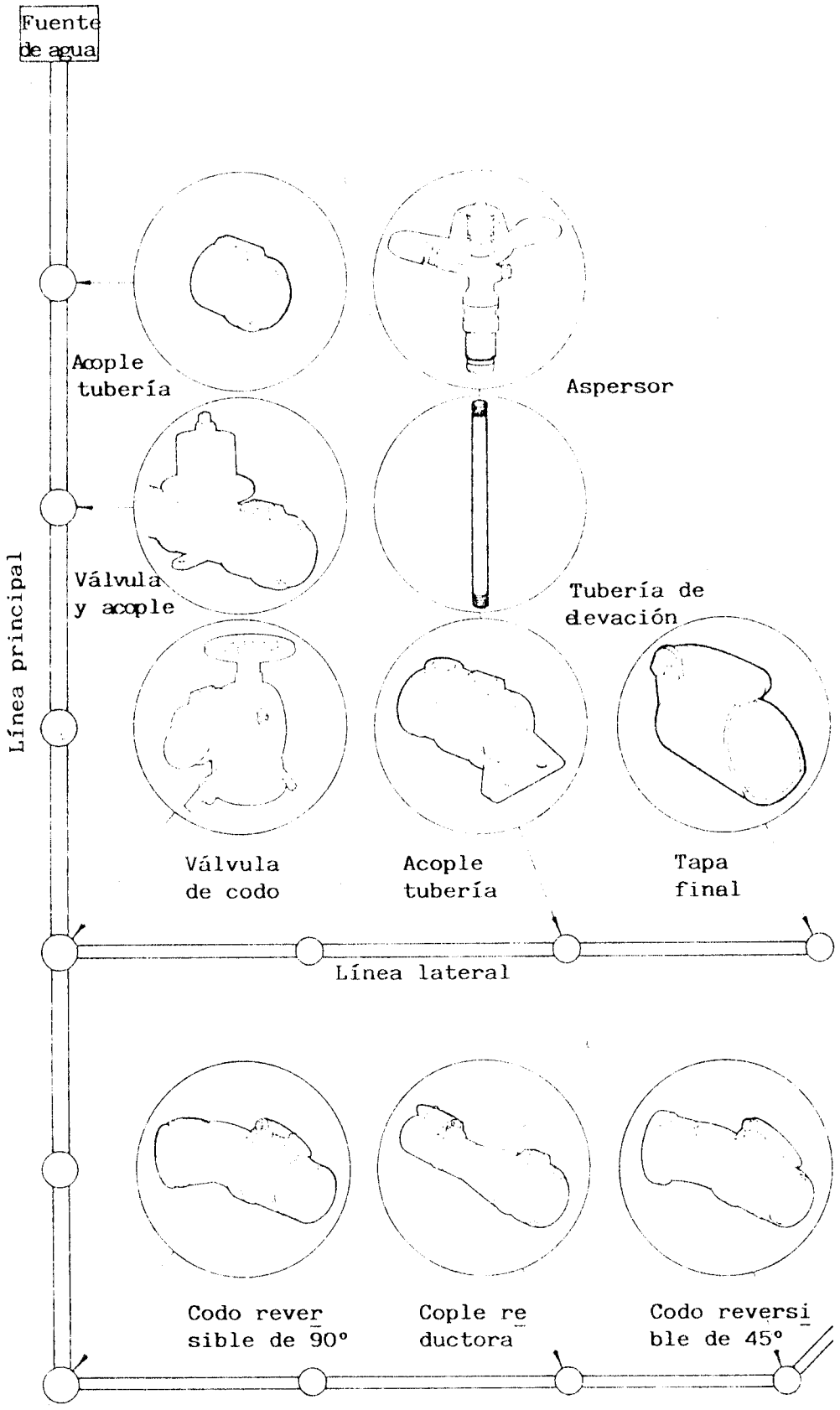


FIGURA 5- Tuberías especiales y otros componentes usados en un sistema móvil.

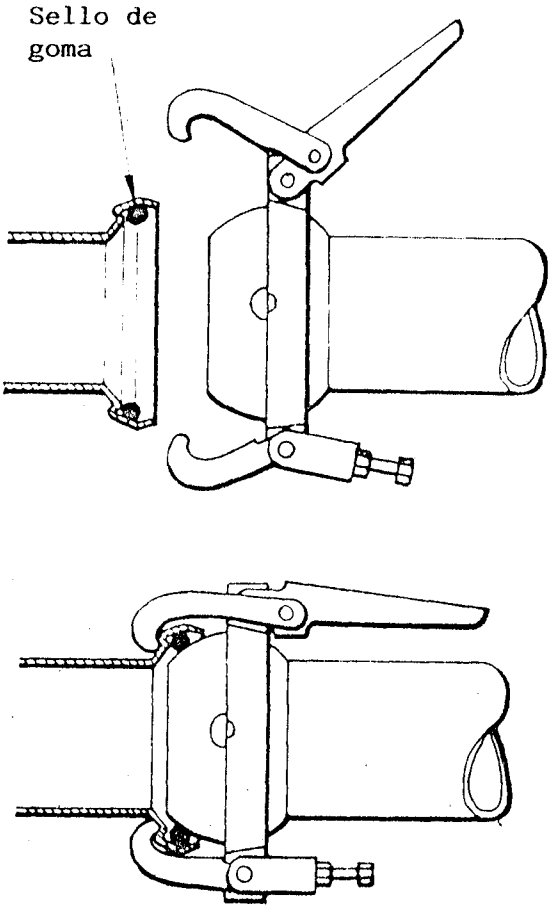


FIGURA 6 - Unión de tuberías en el lateral

El aspersor : Es el componente más importante de este sistema de riego, llegando a determinar la efectividad y la eficiencia de todo el sistema.

El aspersor funciona con agua a presión que sale a través de una boquilla. El chorro de agua se descompone en pequeñas gotas que una vez lanzada al aire caen sobre la superficie del suelo a la forma de lluvia. El aspersor tota en torno a su eje vertical gracias al impacto del chorro de agua contra el brazo móvil, éste es impulsado hacia atrás para que así en el instante siguiente la tensión del resorte lo fuerce a regresar a su posición inicial golpeando contra la barra fija del aspersor, ésto permitirá un giro permanente y fraccionado (Figura 7). El área mojada por un aspersor corresponde a un círculo con una cantidad de agua aplicada que disminuye gradualmente en la medida que la distancia al aspersor es mayor, un esquema de ésto se muestra en la Figura 8.

La instalación del aspersor no siempre es posible en acople directo a la tubería del lateral, debiendo ubicarse a una altura determinada desde el suelo, con este fin se utilizan accesorios como los presentados en las Figuras 9a y 9b. Es común que el uso de sistemas móviles obliguen a la instalación de tuberías sobre vías de circulación, con el consiguiente riesgo que ésto implica, una alternativa que evita problemas de esta naturaleza es instalar junto a los tubos tablones de madera tal como se indica en la Figura 9c.

El Diseño de una Unidad de Riego por Aspersión

Este trabajo se puede subdividir en :

a) Determinar los requerimientos de riego, esto es la lámina de agua a aplicar.

b) Tiempo de riego

c) Número de posiciones diarias de riego

d) Intensidad de lluvia

e) Espaciamiento entre aspersores

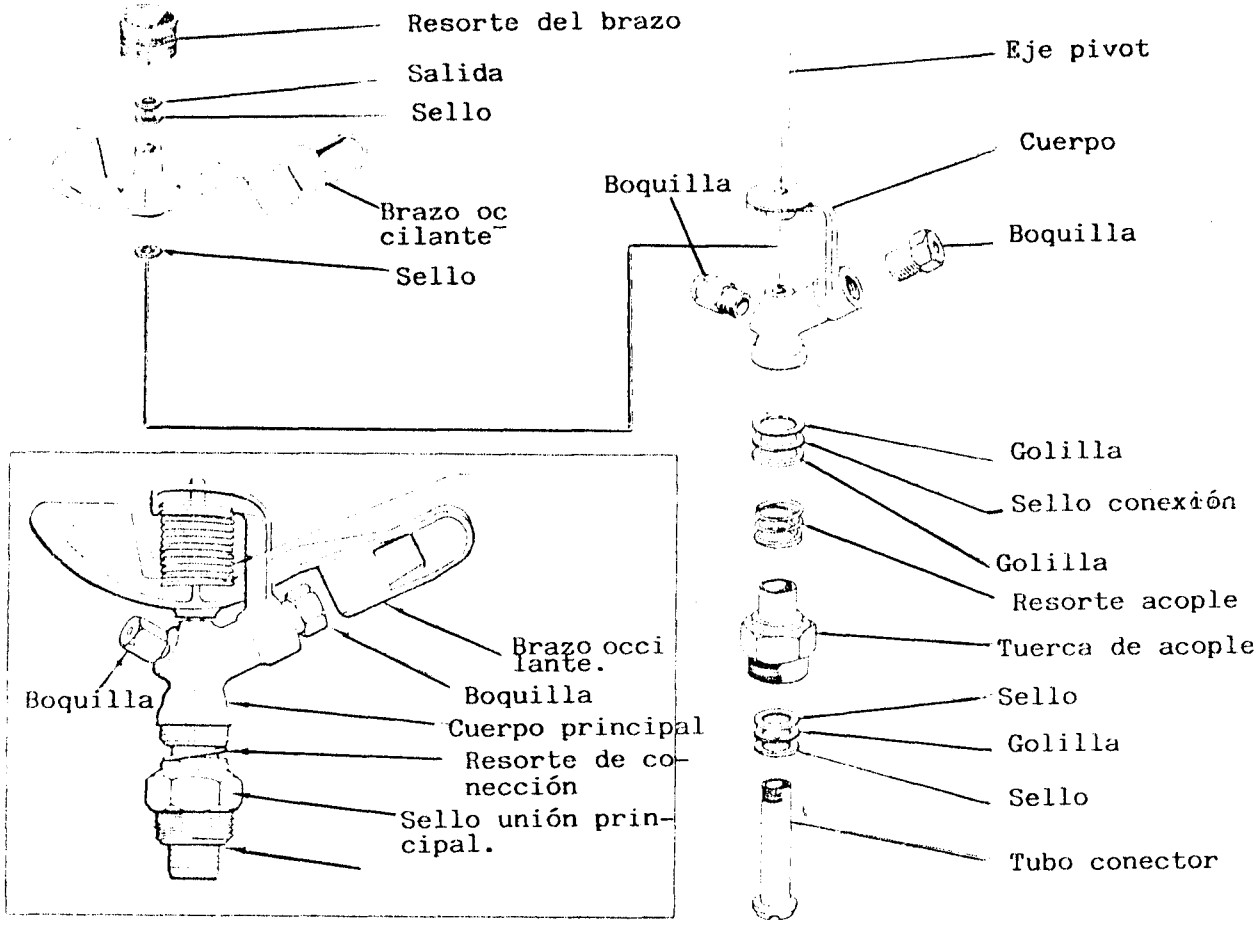


FIGURA 7- Detalle de las partes que componen un aspersor

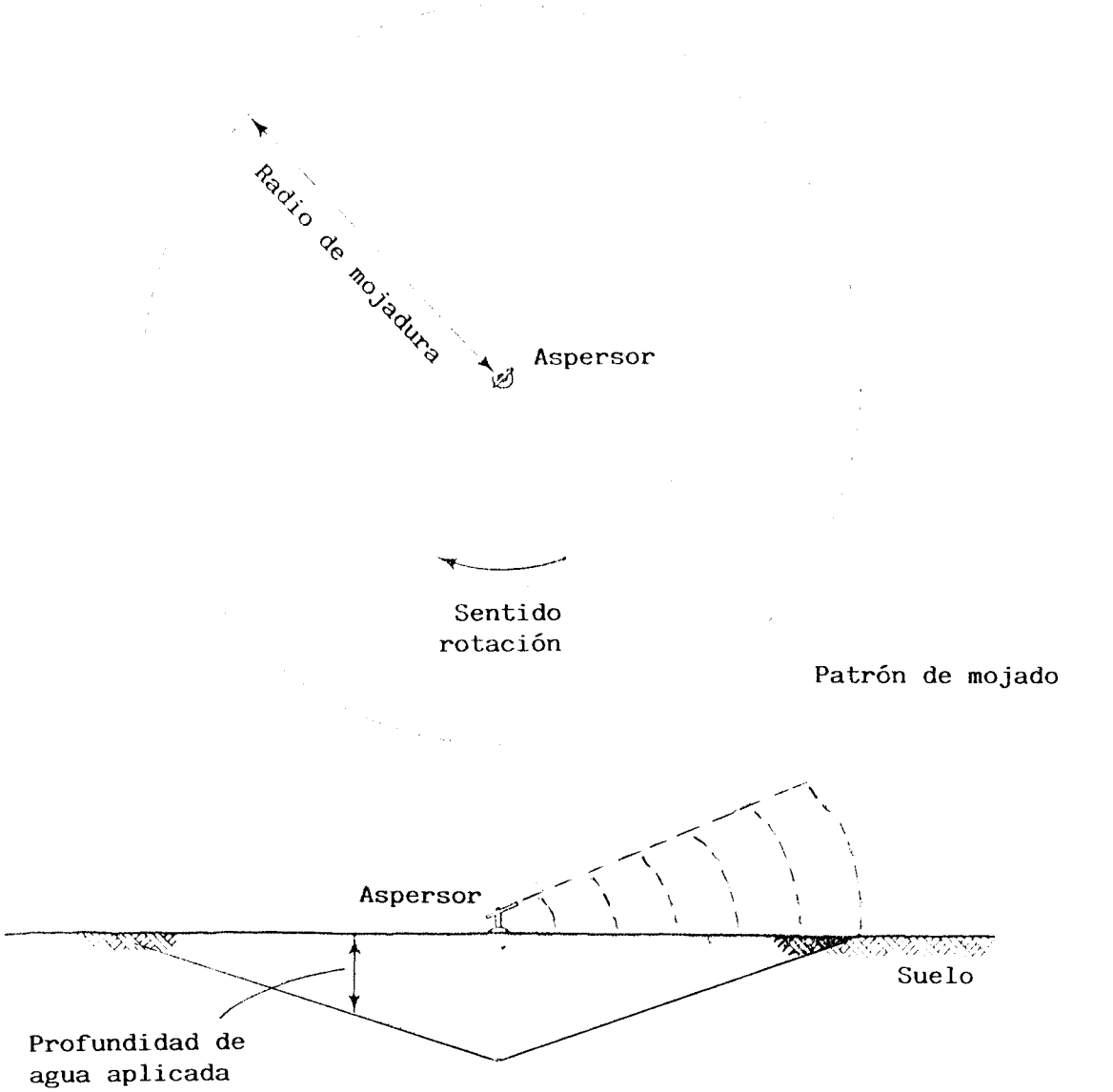


FIGURA 8- Esquema del área mojada por el aspersor

OBRA DE HOMBRES VISIONARIOS AL SERVICIO DEL SUR DEL PAIS

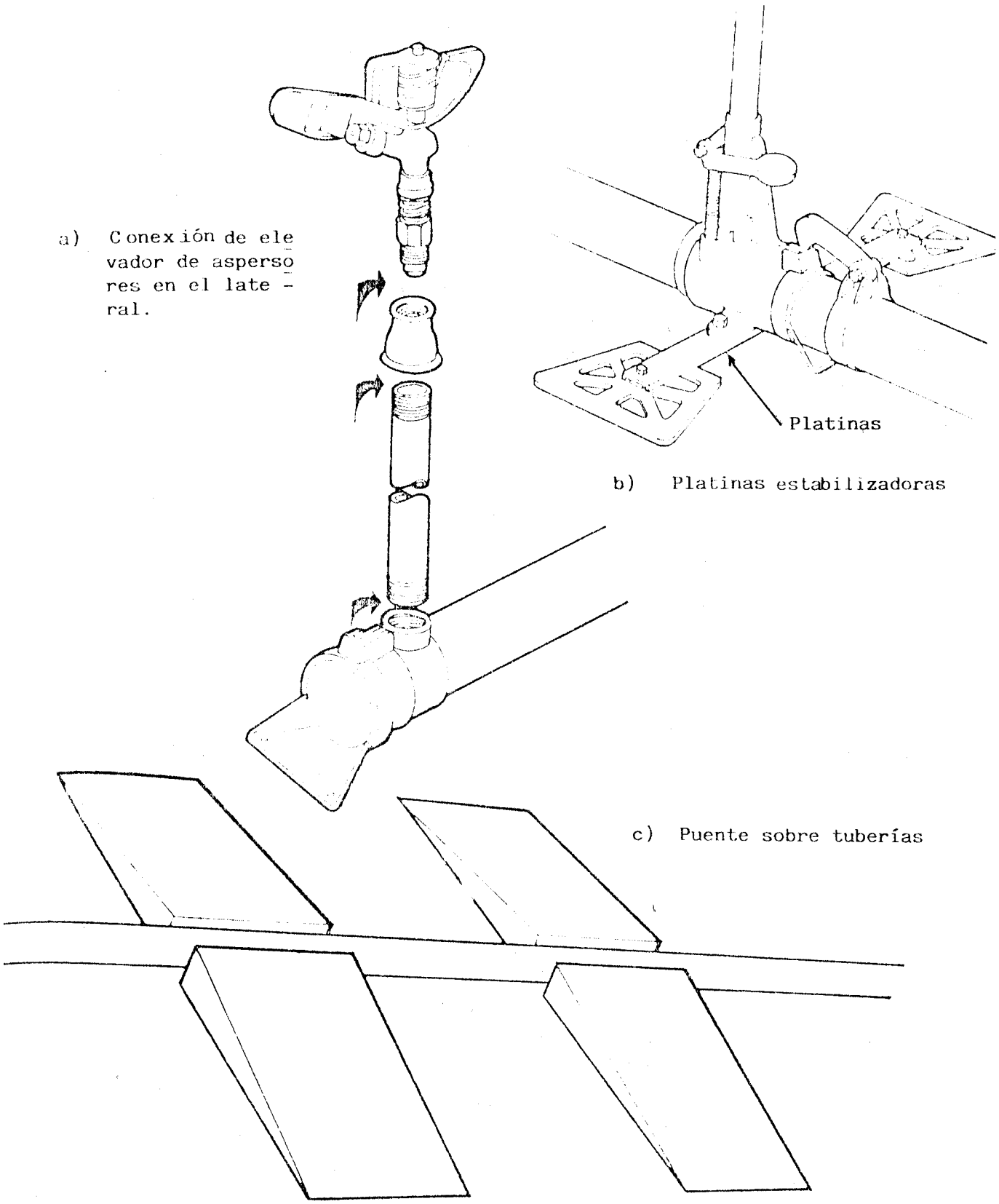
Se levantó como una poderosa herramienta al servicio del agro y como la primera en su género, en Chile. No nació por casualidad sino que fue el resultado de la labor de un grupo de hombres visionarios y pioneros que buscaron el desarrollo de la región y de la zona rural en especial.

Han pasado 43 años desde que la Cooperativa Rural Eléctrica Osorno CREO,inició sus pasos modestos pero firmes, para constituirse en una de las entidades mejor administradas y operadas en América Latina.

Pero como todas las obras gigantescas su historia es un jalón de esfuerzo, heroismo y patriotismo de los cooperados por hacer cada vez mejor la tarea de electrificar los sectores rurales de Osorno, extendiendo esta labor hasta las localidades de las provincias de Valdivia y Llanquihue.

En esta historia de 43 años surge nítida la figura de don Juan Kem Moeller, que presidió el primer consejo de administración de la que se llamó en un comienzo Sociedad Cooperativa de Consumo de Energía Eléctrica Osorno Ltda., función que desempeñó hasta su muerte; de don Max Gantz Siegle, que fuera el primer gerente de la Sociedad; del gerente Walther Plarre Gredy, que desempeñó con singular acierto su cargo entre 1963 y 1971; de los consejeros Fernando Eggers y Alfredo Blaña Kowol; de julio Cerón Caba, que, desde el comienzo de la Cooperativa hasta 1973, fue el jefe de líneas y constructor de una gran parte de la infraestructura de la empresa; y de Julio Rupailaf Maripán, el primer y único mártir de la Cooperativa, fallecido a consecuencias de lesiones sufridas mientras se encontraba trabajando en la solución de una falla para superar el problema de abastecimiento de los socios.

COOPERATIVA ELECTRICA OSORNO LTDA.



a) Conexión de elevador de aspersores en el lateral.

b) Platinas estabilizadoras

c) Puente sobre tuberías

FIGURA 9- Detalle accesorios diversos

f) Elección del aspersor una vez definido su caudal

g) Caudal horario máximo

h) Diseño de tuberías

   1) Principal
   2) Laterales

Una explicación resumida de las etapas antes mencionadas permite señalar que los requerimientos específicos del cultivo a regar junto a las condiciones climáticas y la retención de agua del perfil del suelo, determinarán el intervalo entre un riego y otro, además de la lámina de agua a reponer en cada oportunidad.

El requerimiento de agua de los cultivos, se obtiene en función de la cantidad de agua evapotranspirada calculada por medio de fórmulas empíricas o bien de resultado de mediciones hechas en los cultivos específicos del área. En la Figura 10, se presentan valores de evapotranspiración potencial mensual para diferentes localidades de la IX Región.

La Figura 10, muestra que los requerimientos hídricos tienen sus máximos valores en los meses de enero y febrero con diferencias apreciables entre localidades.

Otro punto importante es la lámina máximo de agua a reponer en cada riego, la que estará dada por las características físicas del suelo. En el Cuadro 3, se han incluído valores promedio de agua retenida para diferentes suelos, profundidad de arraigamiento junto a los porcentajes de agua agotada en el suelo al momento del riego.

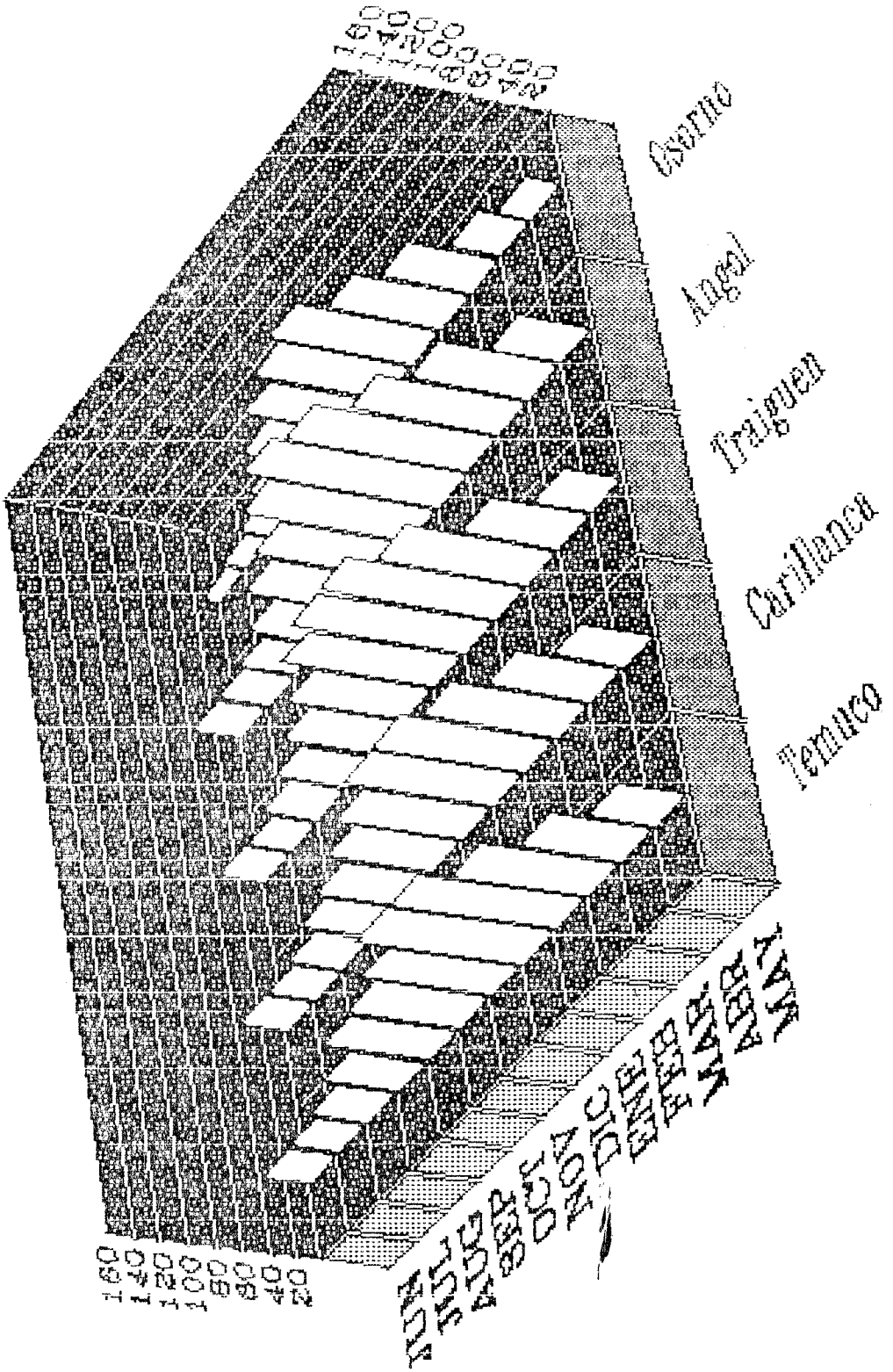


FIGURA 10- Evapotranspiración de 4 localidades de la IX y X Región.

Cuadro 3. Cantidad de agua a reponer en función de la textura del suelo y la profundad de arraigamiento del cultivo

TIPO DE SUELO	Profundidad de arraigamiento. (cm)	Agua disponible para las plantas (mm)	Agua a aplicar (mm) según % agua acumulada		
			33%	50%	67%
ARENOSO	30	25	8.2	12.5	16.8
	60	50	16.5	25.0	33.5
	90	75	25.0	37.5	50.0
	120	100	33.0	50.0	67.0
FRANCO	30	42.0	14.0	21.0	28.0
	60	84.5	27.9	42.2	56.6
	90	126.7	41.9	63.3	84.8
	120	169.0	56.0	84.5	113.0
ARCILLOSO	30	60.0	19.8	30.0	40.2
	60	119.5	39.0	59.8	80.0
	90	179.0	179.0	89.5	119.9
	120	239.5	79.0	119.8	160.5

El tiempo de riego dependerá de la cantidad de agua a reponer y de la velocidad de infiltración del agua en el suelo, en este punto se acepta para fines de diseño que la velocidad de aplicación del agua sea inferior a la velocidad de infiltración básica evitando así el ecurrimiento superficial y el apozamiento, se define por velocidad de infiltración básica aquella que se logra una vez que la velocidad a la que infiltra el agua en el suelo se hace constante, al mantener una lámina de agua sobre éste. Se tiene como criterio general diseñar para una aplicación máxima igual a 0.9 veces la velocidad de infiltración básica obteniendo así la máxima intensidad de lluvia del aspersor. En el Cuadro 4, se muestran rangos de precipitación máxima según la textura del

suelo.

Cuadro 4. Intensidad de lluvia versus textura del suelo

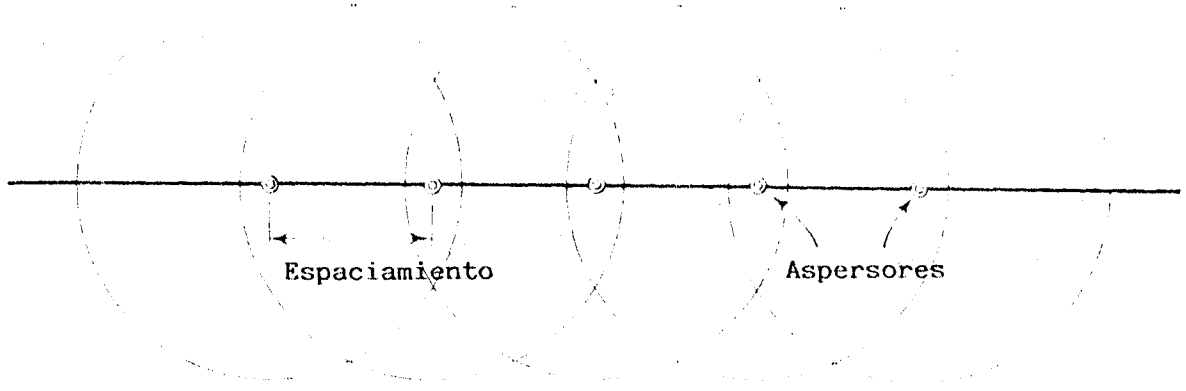
Tipo de Suelo	Intensidad (mm/hr)
ARENOSOS	18 - 12
FRANCOS	12 - 6
ARCILLOSOS	6 - 25

Los valores antes mencionados deben corregirse según sea la pendiente del suelo, de acuerdo a la siguiente relación. (Cuadro 5).

Cuadro 5. Porcentaje de reducción de la intensidad de lluvia en función de la pendiente

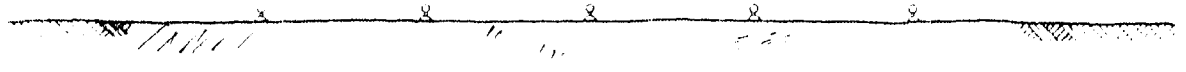
PENDIENTE	Porcentaje de reducción de la intensidad de lluvia
	---------- % ----------
0 - 5	0
6 - 8	20
9 - 12	40
13 - 20	60

En la selección y diseño del equipo, debe darse especial cuidado a la uniformidad en el humedecimiento del suelo puesto que la cantidad de agua aplicada disminuye al aumentar la distancia, derivando ésto de un traslape obligado de las áreas mojadas entre un aspersor y otro, tal como se indica en la Figura 11. La magnitud del traslape estará



Patrón de Mojado

Patrón individual de traslape



Distribución del agua en el suelo

FIGURA 11- Traslape y humedecimiento del perfil de suelo

dada por las condiciones de viento de la zona más la influencia de éste en la uniformidad del riego es de gran importancia. En la Figura 12, se presenta el grado de distorsión que se ejerce en la descarga de un aspersor con un viento de 17 km/hr.

En el Cuadro 6, se incluyen datos generales para definir el porcentaje de traslape dependiendo de la velocidad del viento y la forma como se distribuyen los aspersores en el campo.

Cuadro 6. Porcentaje de traslape de aspersores para diferentes condiciones de viento y disposición de los aspersores

DISPOSICION	VELOCIDAD DEL VIENTO (Km/hr)		
	0 - 5	6 - 11	13 - 19
Cuadrado	55	50	45
Triangular	60	55	50
Rectangular (L-S)*	60-50	60-45	60-40

(*) L = Traslape sobre el lateral
S = Traslape entre laterales

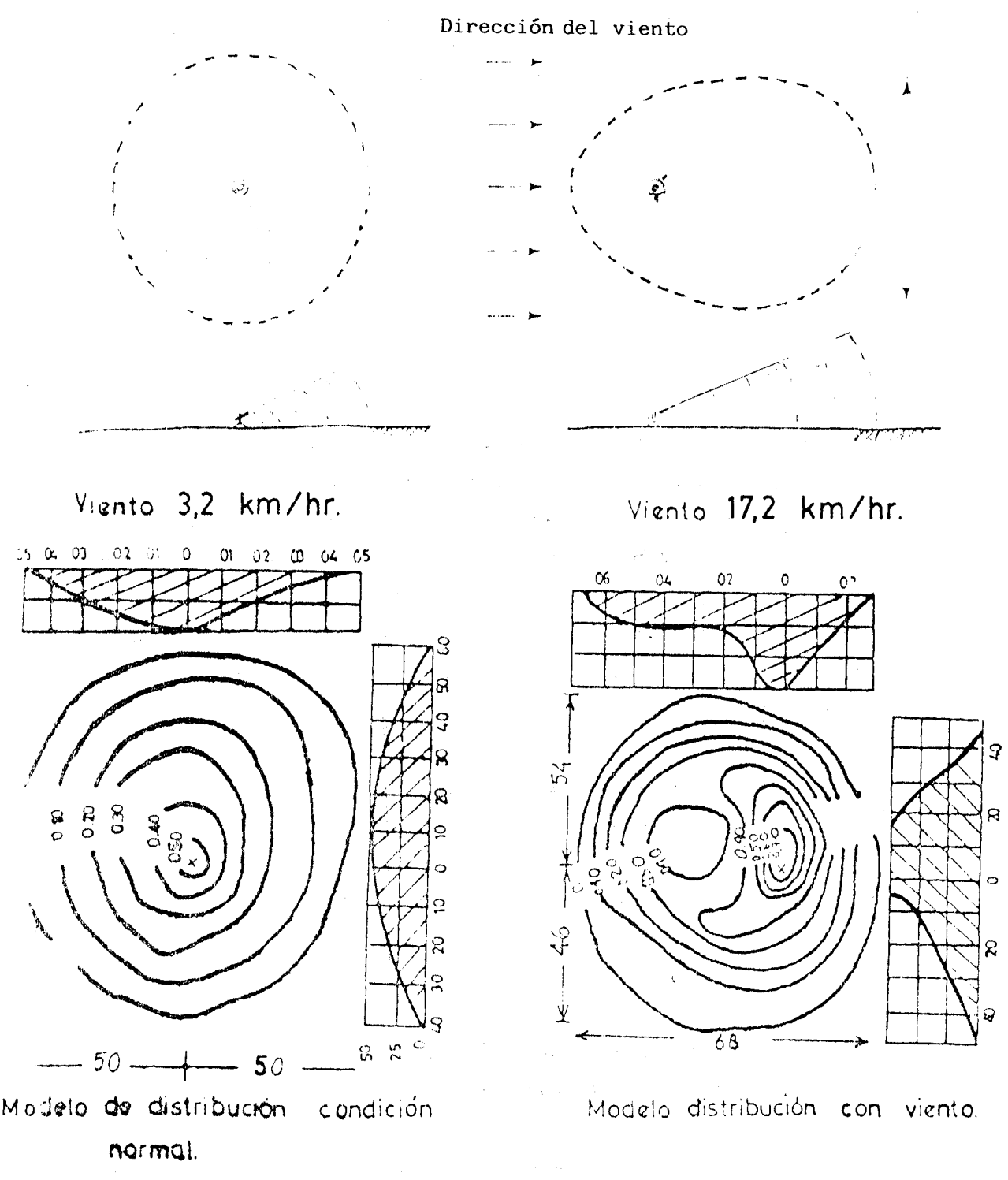


FIGURA 12- Efecto del viento sobre la distribución del agua en un aspersor

RIEGO LOCALIZADO

Raúl Ferreyra E.
Ing.Agr., M.S.
Est.Exp.La Platina - INIA

1. INTRODUCCION

En 1860 en Alemania, se comenzó a aplicar el agua directamente a las raíces de las plantas, utilizando instalaciones de drenaje que en las épocas de sequía se hacían funcionar en forma inversa. Con ello se pretendía evitar las pérdidas de agua por evaporación. Esta fue la base del riego subterráneo, desarrollado posteriormente en U.S.A., el cual no tuvo un gran desarrollo a causa de la dificultad en la inspección y reparación del sistema enterrado y por las obturaciones provocadas, incluso por las raíces.

El riego por goteo, se basa en un principio similar al del riego subterraneo, que consiste en aplicar el agua en forma localizadas a las plantas. La diferencia fundamental, se refiere a que los emisores (goteros, microaspersores, difusores) están colocados sobre el terreno, con lo cual pueden ser inspeccionados en forma rápida y oportuna.

Aunque este tipo de riego se empezó a utilizar en Inglaterra en el riego de macetas hace 25 años, los especialistas israelitas lo desarrollaron y gran parte del avance que ha experimentado se debe a ellos.

En 1974 durante el segundo Congreso Internacional de Riego por Goteo en San Diego, California, se dio la cifra de 75.000 has, como superficie regada por goteo en el mundo y se estimó que para 1980 llegaría a las 200.000 has figurando la mayor superficie en U.S.A.

Se estima que en Chile existen actualmente alrededor de 12.000 has regadas por goteo y otros sistemas de riego localizado, especialmente en frutales y parronales, tanto en los valles de los ríos Copiapó , Elqui, Aconcagua y Región Metropolitana.

En Chile se han instalado equipos desde hace 12 años, pero el mayor número data desde hace 5 años.

2. DESCRIPCION DEL SISTEMA DE RIEGO LOCALIZADO

Este sistema de riego permite suministrar agua y abonos en forma localizada. El agua es conducida a cada planta a través de una red de tuberías, siendo los emisores (goteros, microaspersores, etc.) los encargados de disipar la presión de tal forma que el agua sea entregada gota a gota y en la misma cantidad a lo largo de las tuberías. En el terreno el agua se distribuye formando un bulbo de mojado cuya forma y tamaño depende del tipo de suelo, caudal del emidor y tiempo de riego.

Es una instalación típica de riego localizado, podemos encontrar las siguientes partes :

1. Cabezal de riego y aparatos de control hidráulico
2. Red de distribución.
3. Emisores (goteros, microaspersores, difusores, etc.).

3. CABEZAL DE RIEGO

El cabezal de riego o centro de control está formado por elementos que permiten controlar caudales y presiones, filtrar el agua de riego y aplicar productos químicos (Figura 1).

Las partes de un cabezal son : Equipos de bombeo, filtros, reguladores de presión y caudales e Inyectores de fertilizantes.

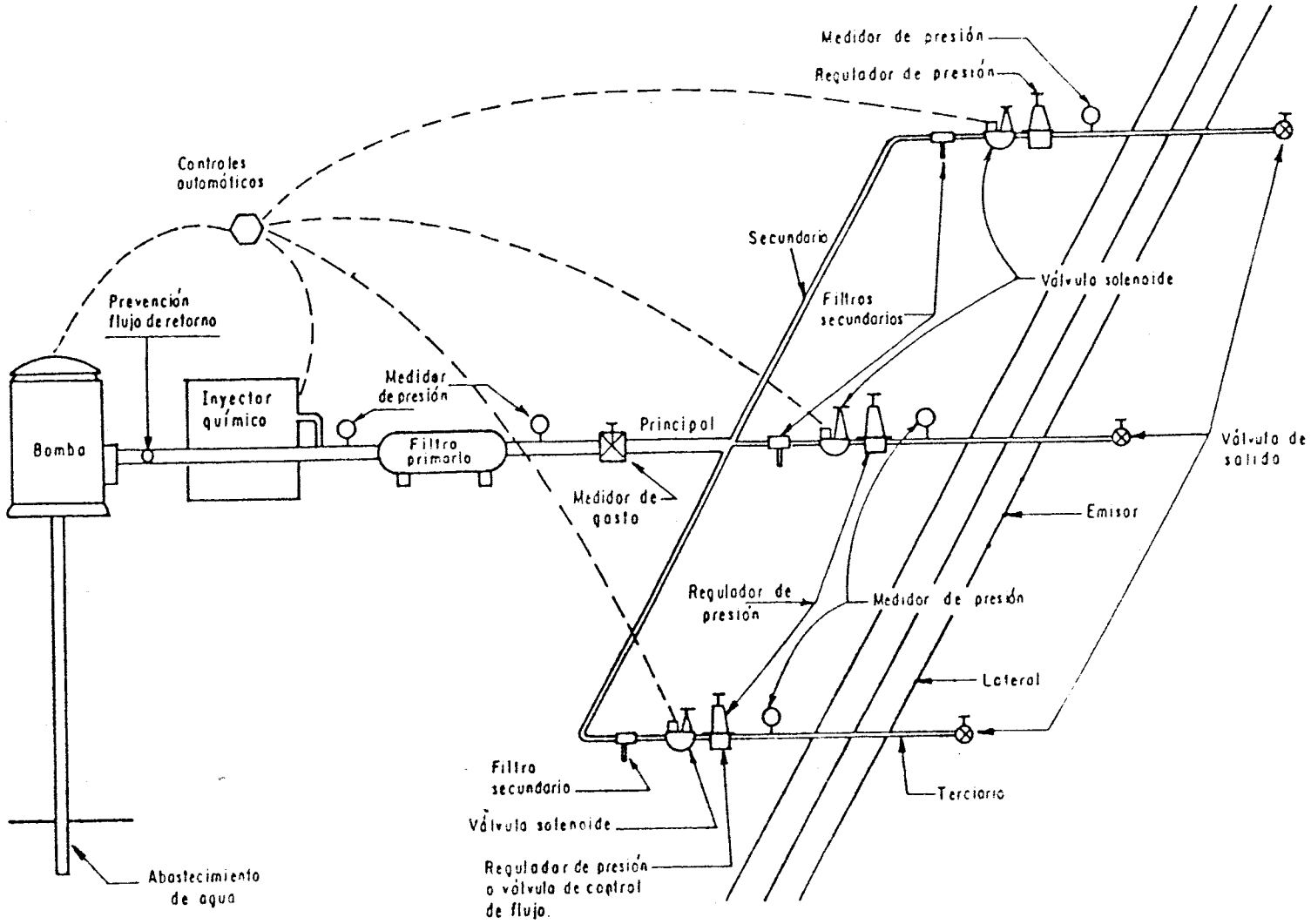


Figura. 1_ Esquema típico de un sistema de riego por goteo.

3.1 Equipos de filtrado

El problema más grave y frecuente en las instalaciones de riego localizado y en particular, las de goteo, es el de las obsturaciones . Para ello es importante estar seguro que el equipo tiene los filtros adecuados en cuanto a tipo y tamaño. El tipo o tipos de filtros necesarios en una instalación de riego localziado dependerá de la naturaleza y tamaño de las partículas contaminantes. En la Tabla 1 se indican los tipos de filtros apropiados para el tamaño y tipo de partículas contaminantes.

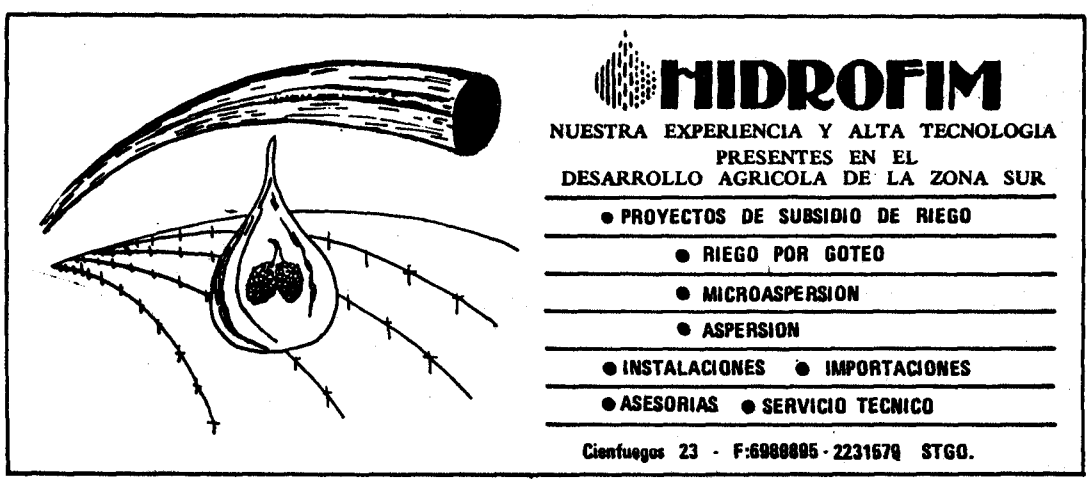


Tabla 1. Selección de Filtros según el tamaño y tipo de contaminante

Contaminante	Hidrociclón Separador	Filtro de Grava	Filtro de Malla
Arena	X	-	X
Limo y arcilla	-	X	X
Orgánicos	-	X	X

Prefiltros sedimentores

Bajo condiciones de aguas muy contaminadas por sólidos, existe la alternativa de instalar estructuras de decantación, antes que el agua entre al cabezal de control. Como recomendación general, para tratar 200 m^3/ha de agua contaminada con partículas de tamaño medio, puede utilizarse un estanque de 15 m de largo x 3 m de ancho, 1.25 m de profundidad, con pendiente prácticamente cero en superficie, que permitiría un recorrido del agua en 15 minutos de duración, tiempo suficiente para la decantación en la mayoría de los casos.

Separadores de Arena

Son aparatos que pueden hacer las funciones de prefiltros, aunque normalmente van incorporados al cabezal, se utilizan como sustitutos de filtro de grava, cuando el agua está contaminada fundamentalmente por arena (Figura 2). Se recomienda incluirlos en el cabezal cuando la fuente de agua proviene de pozos, ya que estas aguas generalmente arrastran considerable cantidad de arena.

Es importante que aguas abajo de estos separadores se coloquen filtros que eviten el paso de contaminantes a la instalación. Antes de que el flujo en el hidrociclón o separadores alcance su velocidad de funcionamiento.

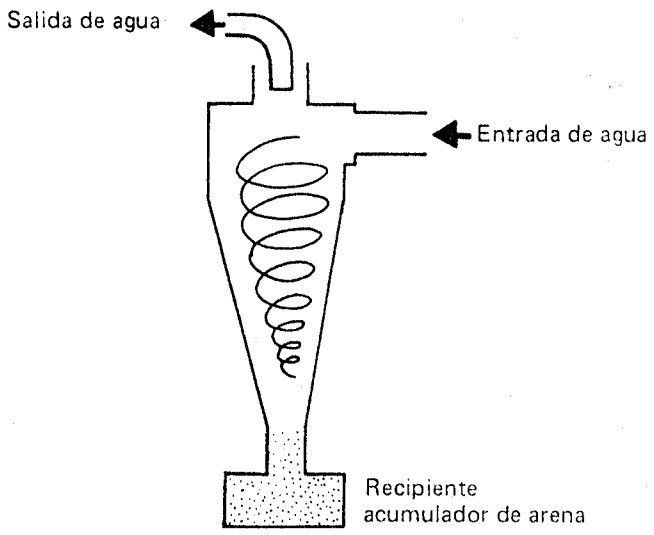


Figura 2. Esquema de operación de un hidrociclón.

El funcionamiento de los hidrociclones está basado en el principio de la fuerza centrífuga a través del cual es posible separar hasta el 98% de la arena que sería retenida por un tamiz de 200 mesch, logrando mantener constante la pérdida de carga a lo largo del tiempo, a diferencia de otros filtros en que éste va aumentando.

En las Figura 2a y 2b aparecen las pérdidas de carga de los distintos hidrociclones de acuerdo al caudal de entrada y del diámetro del hidrociclón o de la entrada del separador.

Filtros de Grava

Consiste en tanques metálicos o de plástico reforzado, capaces de resistir las presiones estáticas y dinámicas de la red, rellenos de arena o grava tamizada de un determinado tamaño. Cuando el agua atraviesa el estanque, la arena realiza su filtrado. Se usan para retener

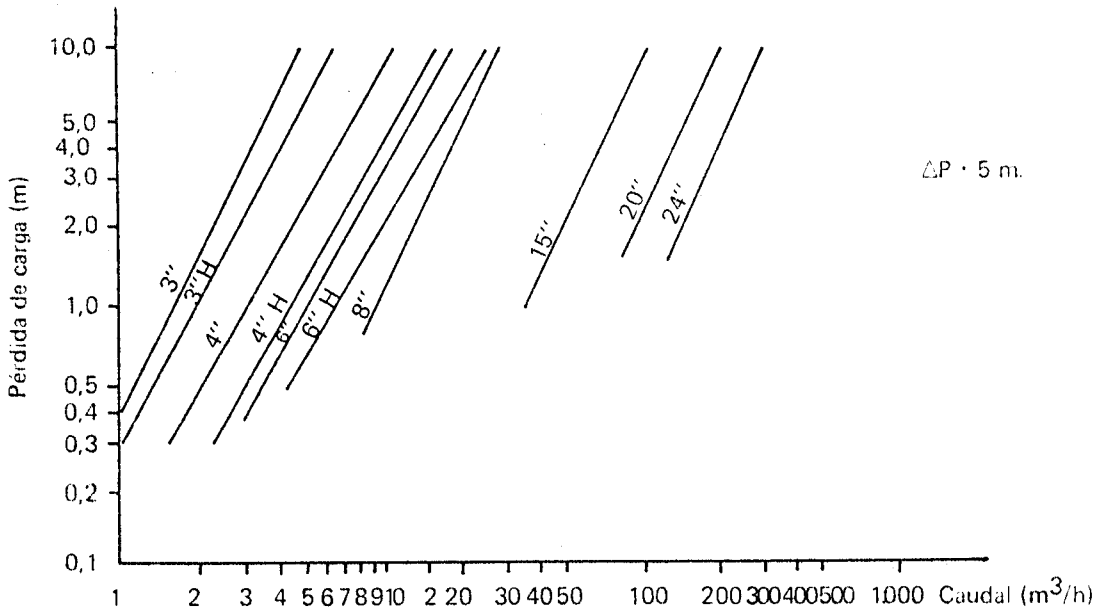


Figura 2a. Curvas caudal – Pérdida de carga en hidrociclones (H = 0.33).

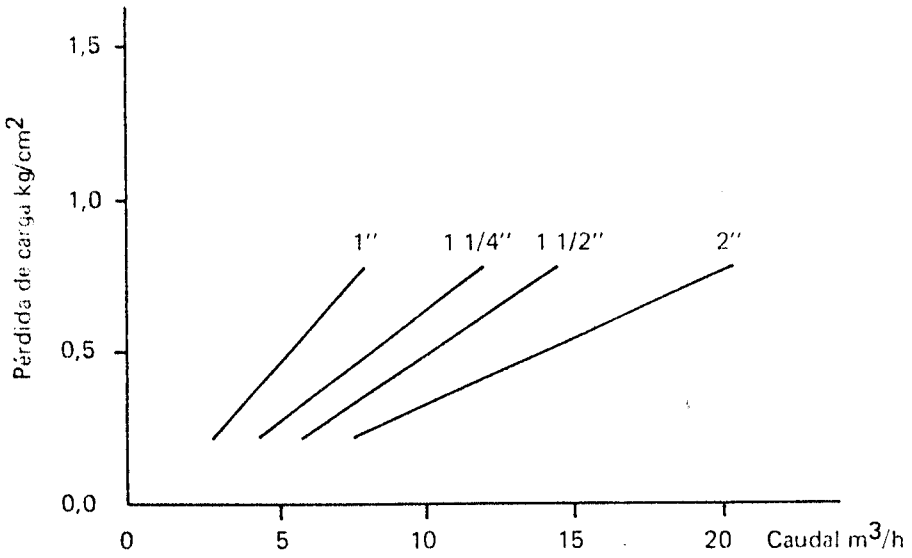


Figura 2b. Curvas caudal – Pérdida de carga en separadores.

cantidades de arcillas, arenas finas y materia orgánica.

El o los filtros de grava forman parte del cabezal o centro de control y deben ubicarse entre la válvula de compuerta y los filtros de malla. Es importante señalar que estos filtros no sustituyen a los de malla, sino que los complementa. Los filtros de grava son muy efectivos para retener la materia orgánica, pues pueden filtrar a través de todo el espesor de arena acumulando grandes cantidades de algas u otras partículas, antes de que sea necesario su limpieza.

El tamaño y tipo de grava que se utilizan en estos filtros dependen de las partículas a filtrar. La forma y dimensiones de los poros de la grava que controlan el filtrado (diámetro de poros) es aproximadamente de 1/7 a 1/10 de diámetro de la partícula a filtrar (Figura 2) . La arena utilizada en los filtros de grava puede ser de granito o sílice.

Tabla 2. Tamaño de la partícula de arena del filtro de grava (mm) y del diámetro de poros que genera (mm)

MATERIAL	Ø medio arena (mm)	Ø efectivo (mm)	Ø de poros (mm)	Equivalente en mesch
Granito molido	1.90	1.50	0.214	70
Granito molido	1.00	0.78	0.111	140
Sílice	0.83	0.66	0.094	170
Sílice	0.55	0.46	0.066	230
Sílice	0.34	0.27	0.039	400

El tamaño mínimo de la partícula que queda retenida en el filtro es función del caudal y del tamaño de la arena utilizada en el filtro. En términos generales, todos los filtros de grava trabajan con 60 m^3/h de caudal por m^2 de lecho de grava, son capaces de retener partículas 10 veces más pequeñas que el diámetro medio de sus gravas. Al aumentar

el caudal sobre el nominal, esta eficiencia disminuye por lo que se recomienda no sobrepasar los 70 m^3/h por m^2 de lecho de grava (Tabla 3).

Tabla 3. Relación entre el caudal y la superficie de filtro de grava y malla

Superficie Filtrante (m^2)	Grava Caudal m^3/h	Malla Fina Acero Inoxidable caudal m^3/h	Malla Fina Plástica caudal m^3/h
0.1	6	25	10
0.2	12	50	20
0.3	18	75	30
0.4	24	100	40
0.5	30	125	50
0.6	36	150	60
0.7	42	175	70
0.8	48	200	80
0.9	54	225	90
1.0	60	250	100
1.1	66	275	110
1.2	72	300	120
1.3	78	325	130
1.4	84	350	140
1.5	90	375	150

Nota : En filtros de grava se permite sobrepasar este caudal nominal en cifras menores al 16%. LOs caudales en los filtros de malla son los máximos permitidos.

La profundidad o altura mínima de la grava fina en filtro debe ser 30-30 cm. Existiendo normalmente dos tendencias en cuanto al llenado de los filtros (Figura 3). El llenado en capas presenta la ventaja que se demora menos tiempo en colmarse, pero presenta el inconveniente que las arenas se mezclan al retrolavar el filtro, lo que disminuye la

capa fina filtrante.

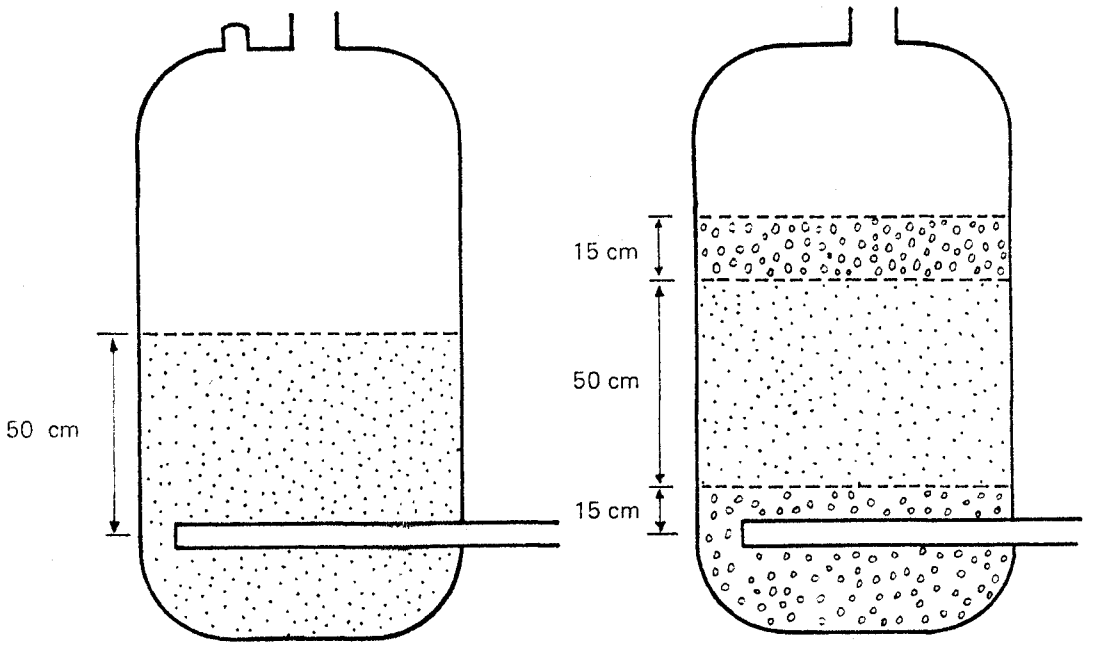


Figura 3. Disposición de la arena en los filtros de grava.

En las condiciones de llenado indicadas en la Figura 3, las pérdidas de presión en un filtro de grava cuando está limpio suele ser de 1-3,5 m debiéndose retrolavar antes que llegue a producirse una pérdida de carga equivalente a una presión de 0.6 Kg/cm^2 (6 mestros de altura de agua). Cuando se usan dos o más filtros, es conveniente efectuar la limpieza (retrolado) de cada uno de ellos con agua filtrada.

Filtros de Malla

Normalmente se sitúan en l cabezal, inmediatamente después del tanque fertilizante. A diferencia de los filtros de grava que trabajan por superficie y profundidad, los filtros de mallas sólo lo hacen por superficie, por lo que pueden retener menos cantidad de partículas sólidas.

El caudal a tratar por un filtro de malla dependerá de la calidad de agua; la superficie de filtrado, el porcentaje de orificios de la malla y la pérdida de carga permitida. Para un filtro de malla fina se admite, normalmente, un caudal máximo de 250 $m^3/h/m^2$ (Tabla 3) de superficie filtrante de acero inoxidable y 100 m^3/h para una malla de nylon para un mismo diámetro de orificio.

Es un filtro de malla (Figura 4) limpio, las pérdidas de cargas varían de 1 a 3 m y se debe limpiar cuando esta aumente en 3.5 m, lo que significaría una presión en la entrada del filtro de 4,5 a 6,5 m.

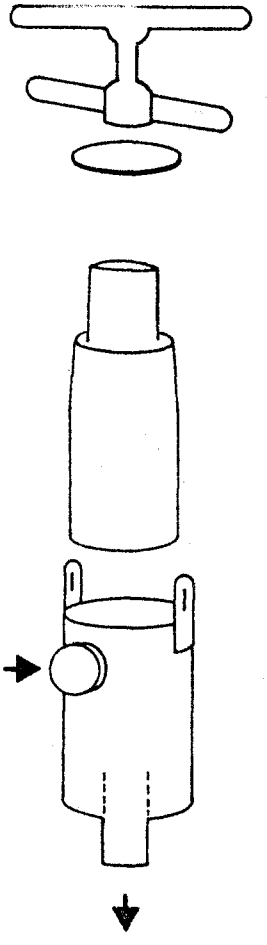


Figura 4. Filtro de malla doble.

3.2 Unidad de Fertilización

Tanto los abonos principales como los microelementos que el parronal frutal o cultivo necesita, puede ser incorporado en el Agua de riego, siempre que éstos sean solubles en ella. También pueden aplicarse ácidos (ácidos sulfuroso, clorídrico, fosfórico, nítrico) y fungicidas, hipoclorito de sodio, etc.

Existen dos clases de aparatos para la incorporación de abonos al agua : los tanques de fertilización y los inyectores de abono.

Tanque de fertilización

Los tanques de fertilización, en general, son depósitos de 20-200 litros, en donde se coloca el abono. De acuerdo a como funcionan pueden dividirse en dos tipos :

- Tipo Venturi

  Son unos dispositivos muy sencillos que consisten en una pieza en forma de T que en su interior tienen un mecanismo Venturi. Este dispositivo generalmente se instala en paralelo (Figura 5) debido a que el caudal que circula por el sistema rebase la capacidad del propio Venturi, por lo cual los dispositivos más usados de este tipo se basan en una combinación del principio Venturi y de diferencia de presión. Si se decide instalar el Venturi en paralelo, se requerirá una diferencia de presión entre la entrada y salida del orden del 20%. Es necesario indicar que el tanque tipo Venturi tiene una capacidad de succión reducida, por lo que es recomendable e instalaciones pequeñas. La mayor ventaja de este tipo de fertilizador es su bajo costo y fácil mantención.

- Tipo Tanque en Paralelo

  Son dispositivos cuya principal característica es la de poseer un depósito en donde se pone la solución concentrada de abono que

quiere incorporarse y, una vez cerrado, se alcanza en su interior la misma presión que en la red de riego. Por ello, el tanque debe ser metálico o de plástico reforzado se colocan en paralelo con relación a la conducción principal. En ésta se instalan dos tomas de enganche rápido separada por una válvula para producir una diferencia de presión entre ellas (Figura 6).

Estos tanques son sencillos y de buen funcionamiento, si bien presentan el inconveniente de que no mantienen una aplicación uniforme ya que la concentración de abono va disminuyendo el riego hasta el final del mismo. Esto hace que deba recomendarse consumir una carga del tanque por unidad operacional de riego.

Inyector de Fertilizante

Los inyectores de fertilizantes, al igual que los fertilizadores tipo Venturi, utilizan un tanque abierto sin refuerzos, en los cuales se agrega el fertilizante y luego éste es succionado a la red a través de :

- bomba de inyección eléctrica
- bomba de inyección hidráulica

- Bomba de inyección eléctrica

Son bombas de diafragma con caudal variable en las que se puede regular con toda precisión la cantidad de solución de abono que se desea incorporar. El único inconveniente, aparte del costo es la necesidad de una fuente de energía.

- Bomba de inyección hidráulica

En este tipo de inyector (Figura 7) el motor eléctrico se sustituye por uno de accionamiento hidráulico, que usa la propia energía del agua de la red para mover sus mecanismos. Se trata de bombas de tipo peristáltico que por tanto, producen una dosificación a impul-

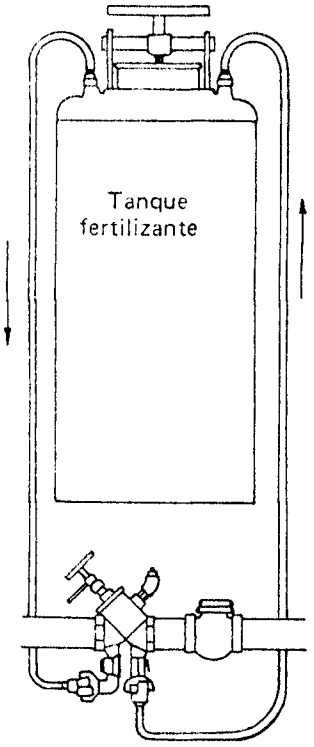


Figura 6. Tanque fertilizante en paralelo.

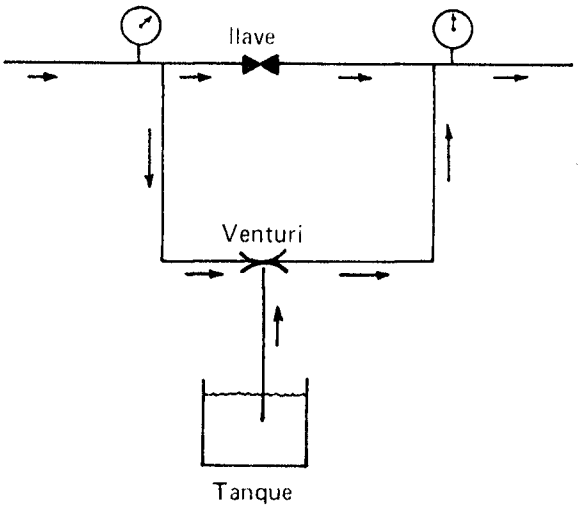


Figura 5. Fertilizador tipo Venturi.

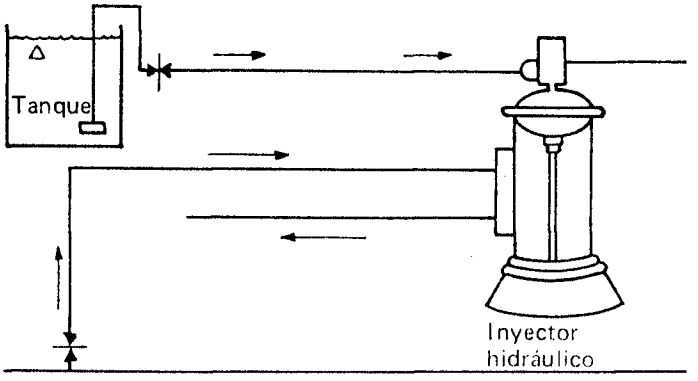


Figura 7. Inyector hidráulico.

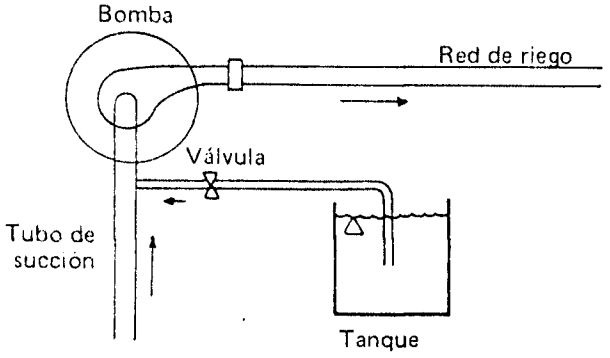


Figura 8. Inyección de fertilizante utilizando la bomba del sistema de goteo.

sos, inyectando en cada embolada un volúmen de solución igual a la capacidad de la cámara receptora. Por tanto, el control del ritmo de inyección se realiza variando el número de emboladas por unidad de tiempo.

La presión máxima de trabajo de los modelos existentes en el mercado puede variar entre 6 y 10 atm y su capacidad máxima de inyección suele estar entre los 200 y 300 1/h. En general este tipo de inyector consume de 2 a 3 veces el volúmen de líquido inyectado. El inconveniente que presenta en su difícil mantención.

Algunos agricultores e instaladores, usan como inyector de fertilizante la bomba del sistema de riego por goteo, es necesario indicar que este sistema tiene el inconveniente del deterioro en un tiempo menor del rotor de la bomba. (Figura 8).

3.2.1 **Equipos auxiliares**

Manómetros

Es necesario para una estación de bombeo ser equipada con manómetros en ambos lados de la bomba, en la tubería principal la succión y también en la tubería principal de descarga, en el caso de una estación de bombeo con más de una bomba en trabajo. Estos deben instalarse a una distancia equivalente a 5 veces el diámetro de la tubería, a partir de la bomba.

Los manómetros son necesarios para conocer la presión existente tanto en la succión como en la descarga de las bombas, además indican el estado de funcionamiento de cada bomba individual.

Medidores de Agua

Cada estación de bombeo debe ser equipada con un medidor de agua, con el fin de medir y registrar los volúmenes de aguas suminis-

tradas. Asimismo, el medidor ayuda a controlar y determinar la eficiencia del equipo de bombeo.

El mercado ofrece varios tipos de medidores con distintos grados de exactitud. En la elección del medidor hay que tomar en cuenta , entre otros, las condiciones locales en lo que se refiere a calibración periódica del medidor, repuestos, etc.

El medidor de agua debe instalarse de acuerdo a las indicaciones del fabricante en lo que se refiere a distancias, aguas arriba y aguas abajo de otros accesorios que podrían perturbar el flujo de agua. Se recomienda una distancia equivalente a 10 veces el diámetro de la tubería, a partir de la bomba.

Si las cualidades del agua requiere, los medidores deben ser previstos con filtros adecuados.

Válvulas de cheque o de retención

Las válvulas de cheque se instalan en la salida de cada bomba con el fin de impedir automáticamente el regreso del flujo hacia la bomba, cuando no está en trabajo. Las válvulas de cheque a veces previstas con un control especial paran inmediatamente el funcionamiento de la bomba cuando no pasa flujo de agua.

Válvulas

Las válvulas constituyen un equipo standard, de colocarse en ambos lados de una bomba.

Sirven para cortar completamente una bomba del resto de la instalación con fines de mantenimiento o reparaciones, mientras que el trabajo de otras bombas de la instalación no será afectado.

La válvula más común utilizada para estos fines es la válvula de compuerta, por ser muy eficiente.

Las siguientes son las ventajas de la válvula de compuerta :

- Barata, en comparación con las otras.
- Cuando está completamente abierta, las pérdidas de carga son casi nulas.
- No necesita mantenimiento.
- Es durable.
- Se encuentra fácil en el mercado.
- Es fácil para operación.

Otros tipos de válvulas existentes son : de globo, de aguja, de mariposa, etc.

Válvulas de aire

Las válvulas de aire se instalan en las estaciones de bombeo y especialmente en bombas de pozos profundos, donde se necesitan para evacuar el aire de la columna de la bomba, que cuando la bomba empieza a trabajar se encuentra acumulado en la columna encima del nivel del agua.

Estas válvulas permiten la entrada de aire en la columna cuando la bomba deja de funcionar.

Sin embargo, la decisión de instalar válvulas de aire queda a juicio del ingeniero planificador. Hay varios tipos de válvulas de aire todas sirven para los mismos fines. La más común y simple es de tipo bola flotante, que necesita poco mantenimiento.

4. RED DE DISTRIBUCION

La red de distribución es la encargada de conducir el agua desde el cabezal a las plantas. La red de distribución se puede dividir en tubería de conducción (tubería principal, secundaria y terciaria) (Figura 9). La tubería de conducción en general es de P.V.C. hasta diámetro

SIEMBRE TRANQUILO Y CONFIADO SIEMBRE SEMILLAS INIA

PAPA:
- Desiree *
- Ultimus *
- Pimpernel *
- Yagana
- Kennebec *

TRIGO:
- Laurel-invernal
- Lanco-alternativo
- Perquenco-alternativo
- Dalcahue-primavera
- Malihue-primavera

AVENA: Llaofén

BALLICA: Nui *

TRITICALE: Calbuco

PRODUCCION ANIMAL: Toros y vaquillas Hereford finos

* Variedades no creadas por INIA.

SUBESTACION EXPERIMENTAL LA PAMPA
CASILLA 180 – TELEFONO 470
PURRANQUE – X REGION

225 mm y en diámetro mayores puede ser de rocalit.

La tubería de P.V.C. debe ser reemplazada por polietileno en condiciones donde no se pueden realizar zanjas lo suficientemente rectas para instalar este tipo de tubería.

La tubería de P.V.C. debe ir bajo tierra para evitar que la luz la destruya.

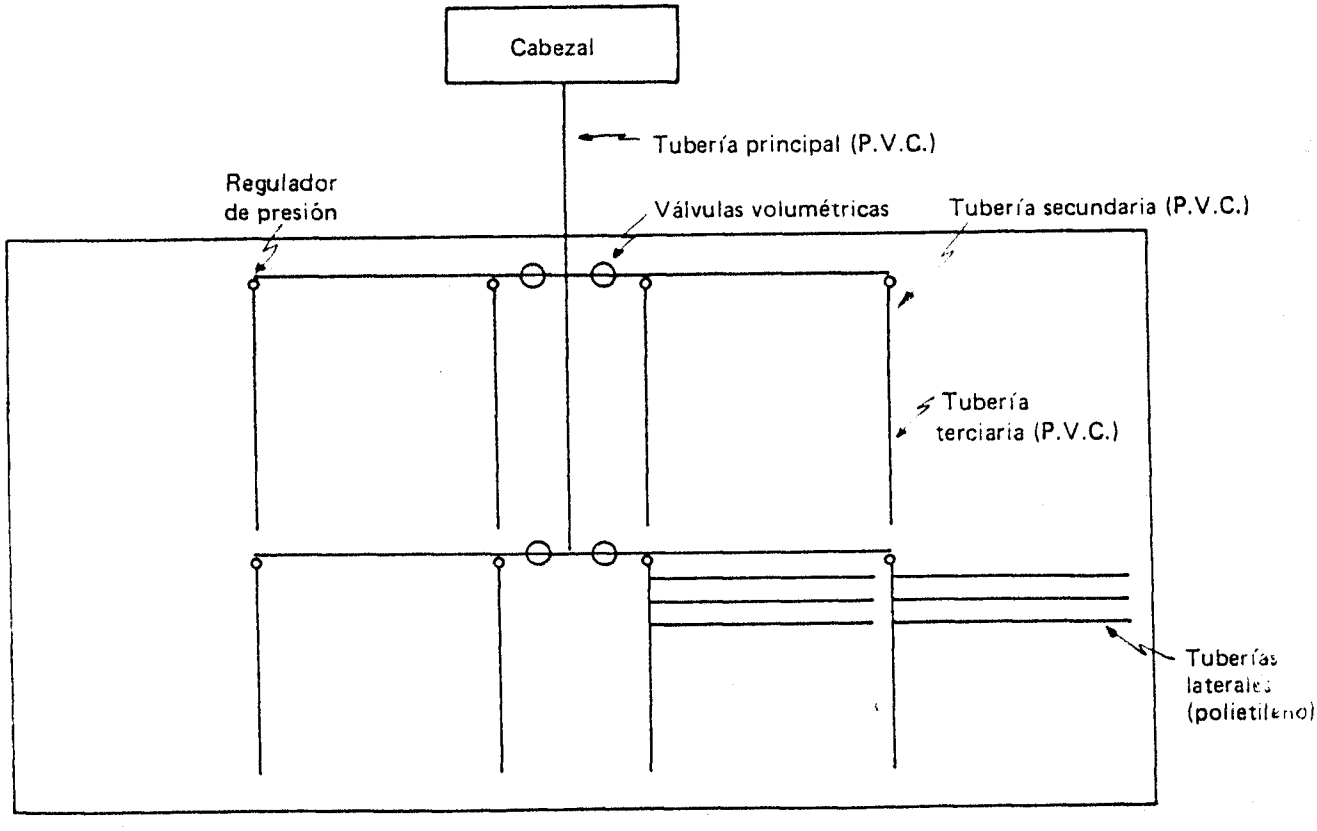


Figura 9. Red de distribución de tuberías.

Las líneas de goteros son de polietileno y al contrario de la de P.V.C. se colocan sobre el terreno. La disposición más usual en frutales consiste en una línea portagoteros por fila de plantas con gotero uniformemente espaciados dentro de ella fluctuando entre 0.8 a 1.2 m.

5. EMISORES

Los emisores son dispositivos que controlan la salida del agua, desde las tuberías laterales, con caudales inferiores a 12 l/s. Los más utilizados en nuestro país y a nivel mundial son los emisores de 4 l/h.

Para seleccionar un emisor o gotero es necesario que cumplan con las siguientes características :

a) Relativamente bajo caudal pero uniforme y constante, siendo poco sensible a las variaciones de presión.

b) Diámetro y velocidad de paso de agua suficiente para que no se obture fácilmente.

c) Fabricación robusta y poco costosa.

d) Buena uniformidad de fabricación.

e) Resistencia a la agresividad química y ambiental.

f) Estabilidad de la relación caudal-presión a lo largo de su vida.

g) Poca sensibilidad a los cambios de temperaturas.

h) Reducida pérdida de carga en el sistema de conexión.

Los emisores se pueden clasificar en dos grandes grupos :

a) Goteros
b) Mangueras o tuberías de goteo.
c) Miniaspersores y difusores

Goteros

De Largo Conducto : En ellos la pérdida de carga tiene lugar en un conducto (de hasta 2 m de longitud) y de pequeño diámetro (de 0,5 mm a 5 mm). A este grupo pertenecen los microtubos con diámetros de 0,6 mm a 2 mm. Su coeficiente de fabricación (C.V.) puede ser bastante bueno (0,02 a 0,05) pero dependerá fundamentalmente del cuidado que se tenga

cuando se corten a una determinada longitud. Al grupo de estos emisores de largo conducto pertenecen también los goteros con el conducto en helicoide, los cuales tienen un caudal de 2 a 4 l/h son muy sensibles a las obturaciones.

De Laberinto : Son goteros menos sensibles a la obturación que los anteriores y tienen también un caudal entre 2 a 4 l/h.

De Orificio : En estos goteros el agua sale al exterior a través de uno o varios orificios de pequeño diámetro en donde tienen lugar la mayor pérdida de carga.

Estos emisores son muy sensibles a las obturaciones .

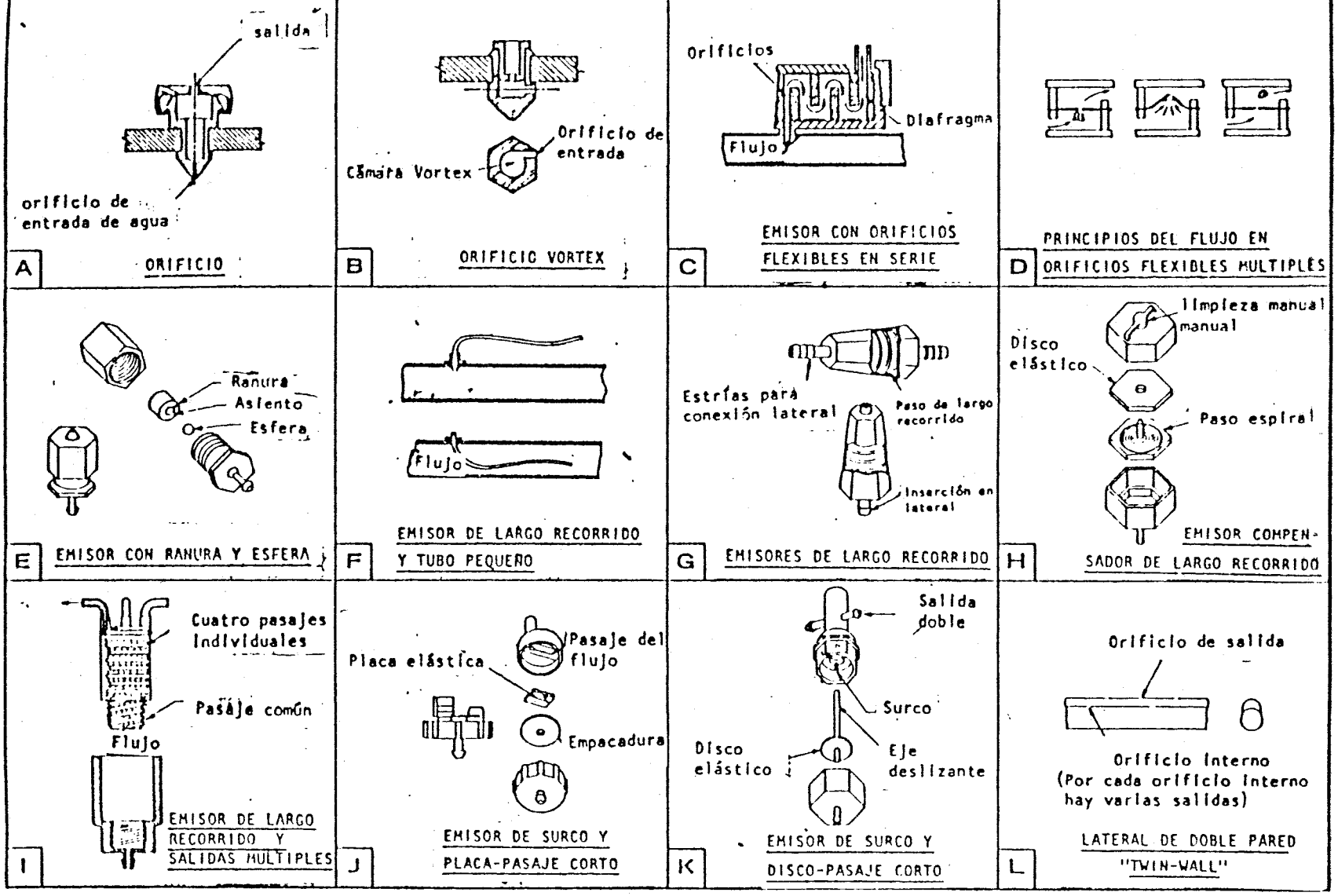
De Tipo Vortex : Estos goteros tienen una cámara circular en donde se produce un flujo vertical. El coeficiente de fabricación en general es bajo (0.04) pero son muy sensibles a las obturaciones, pues los modelos existentes en el mercado tienen un diámetro de paso del orden de 0,6 mm.

Autocomponentes : Se trata de goteros con flujo turbulento o transitorio en los que se intenta obtener un caudal constante independiente de la presión. El límite inferior de presión de funcionamiento suele estar en 10 m y el superior en 30-40 m.

La sensibilidad o saturación puede ser grande en este tipo de emisores.

Autolimpiantes : Existen fundamentalmente dos tipos de goteros autolimpiantes en que pueden estar o no en posición limpiante y los que continuamente lo están. Los primeros sólo se limpian durante el corto tiempo que tarda el sistema en ponerse en funcionamiento y alcanzan la presión de régimen, o en pararse y pasar de esa a la presión atmosférica. Con el gotero hay que tener la precaución de que la capacidad del sistema en caudal sea suficiente para poder llegar a la presión de régimen, ya que descargan más caudal cuando están en la posición de limpieza.

Fig. 10. Esquema de Algunos Tipos de Emisores (Salomón 1977)



Mangueras y tuberías de goteo

Este tipo de emisores es más utilizado en cultivos densos (hortalizas) donde requiere una gran cantidad de emisores dentro de estas mangueras, se puede distinguir varios tipos. En la actualidad se están utilizando gotero de 4 1/h compactos y con orificios superiores 0,7 mm.

Miniaspersores y difusores

Este tipo de emisores están usándose cada vez más, constituyendo, en algunos casos con ventaja, a los goteros. Se caracterizan porque el agua se desplaza a través del aire alguna distancia antes de llegar a la superficie del suelo.

Clasificación : Casi todos los principios utilizados en goteros para disipar energía, se suelen aplicar también a este grupo de emisores. De esta forma existen difusores :

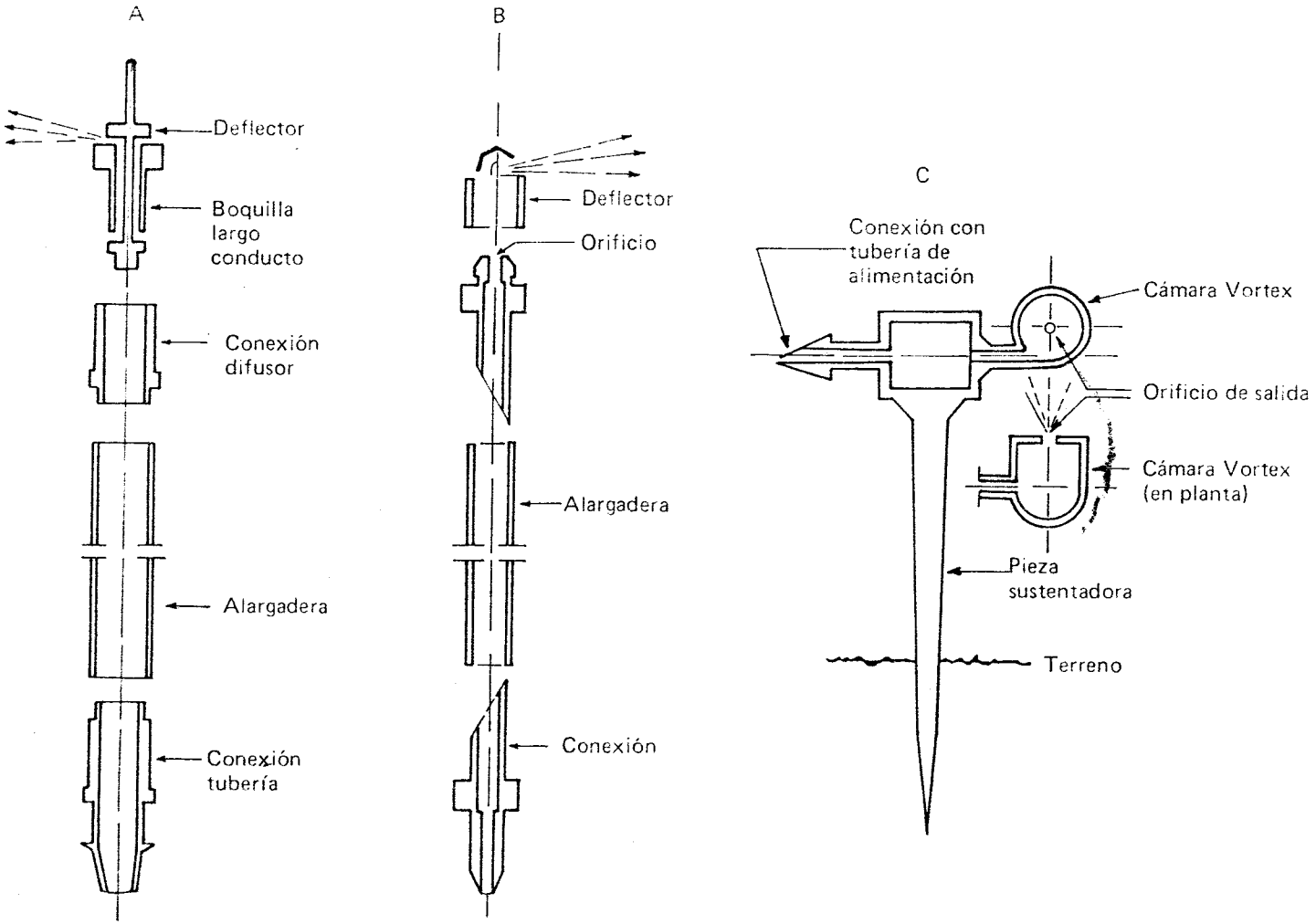
a) De largo conducto (Figura 11, A y D), llamados así porque la pérdida de carga se produce fundamentalmente a través de una sección de corona circular o a través de una acanaladura, aunque éstos sólo tengan una longitud de 8 a 12 mm.

b) De orificio (Figura 11, B) con secciones de 1 a 2 mm de espesor.

c) Vortex (Figura 11, C).

d) Autocompensantes. A los modelos de orificio o de largo conducto se les puede acoplar unas piezas con lengüetas flexibles que disminuyen la sección de paso del agua al aumentar la presión. Existe un modelo que consigue la autoregulación mediante un contrapeso (Figura 11, E).

A pesar de tener diámetros de paso relativamente pequeños, son poco sensibles a las obturaciones debido a la velocidad del agua.


A
Deflector
Boquilla
largo
conducto
Conexión
difusor
Alargadera
Conexión
tubería
B
Deflector
Orificio
Alargadera
Conexión
C
Conexión con
tubería de
alimentación
Cámara Vortex
Orificio de salida
Cámara Vortex
(en planta)
Pieza
sustentadora
Terreno

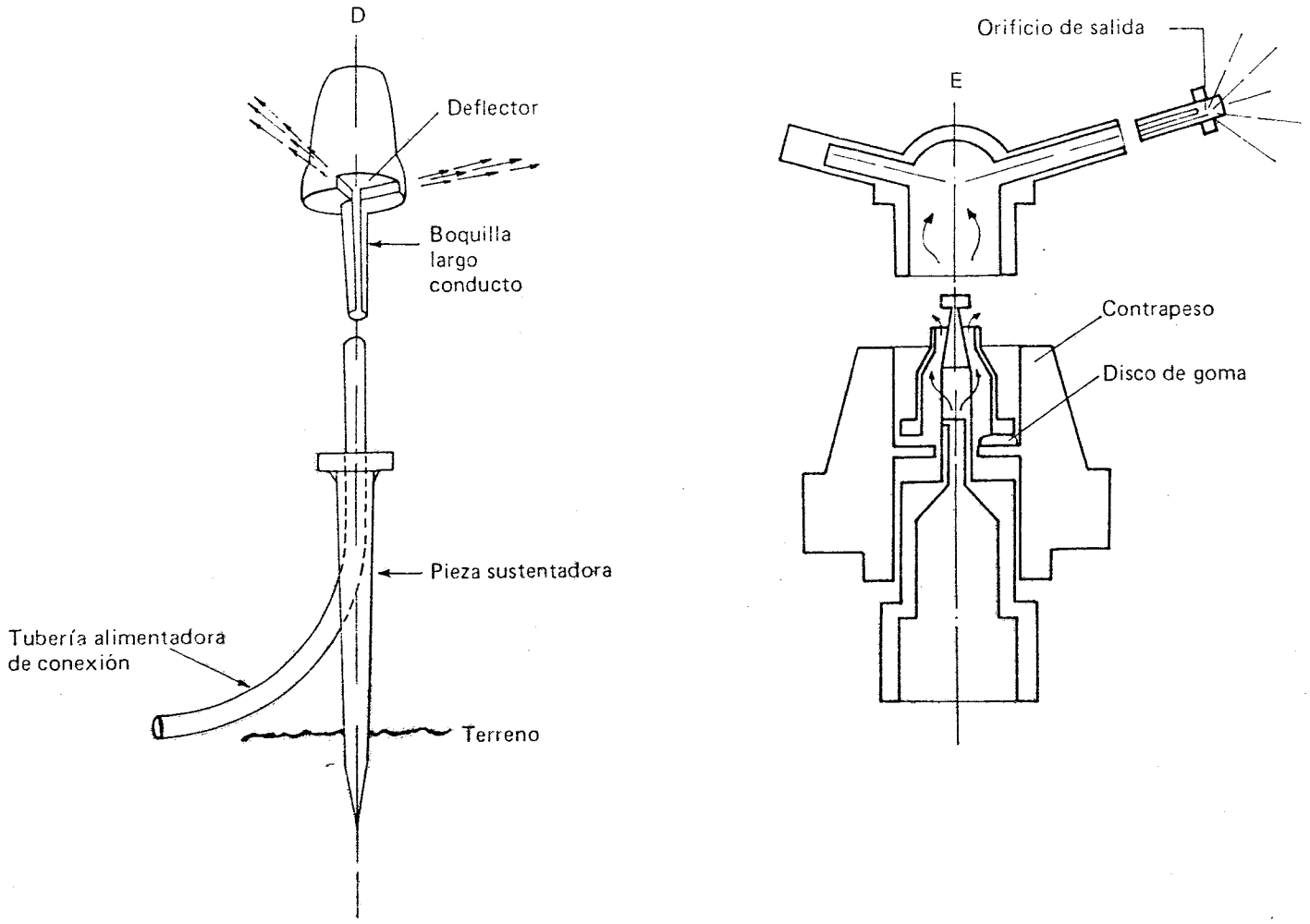


Figura 11. Difusores o miniaspersores.

Casi todos ellos tienen un deflector contra el cual choca el chorro de agua, cambiando de dirección y distribuyéndose a través del aire. El área mojada puede tener diversas formas desde un círculo completo hasta un sector de pequeño ángulo. La posición que ocupa el difusor con relación a la vertical, tendrá mucha influencia sobre la forma y dimensión de la superficie mojada.

En general la pluviometría sobre la zona mojada es bastante irregular, ya que la distribución suele ser mucho más imperfecta que en los aspersores convencionales.

6. MANTENCION DE EQUIPOS DE RIEGO LOCALIZADO

Parte del éxito de un equipo de riego localizado reside en tenerlo en condiciones óptimas de operación en todo momento, lo cual se consigue a través de una adecuada revisión e inspección.

Lo anterior es clave al usar este sistema, pues sólo se moja una parte pequeña del terreno y, en consecuencia, el suelo almacena poca agua. Ello significa que cualquier disminución o interrupción del programa de manejo puede tener efectos lamentables para las plantas al producirse un déficit hídrico.

El presente artículo prende indicar los principales aspectos a tener en consideración con el fin de mantener las diferentes partes del equipo en buen estado.

El riego localizado se compone de un centro de control, líneas matrices y laterales, emisores y válvulas. El centro de control generalmente incluye motobombas, filtros, inyectores, válvulas (aire, retención, etc.) y manómetros.

Motores y Bombas

Gran parte de los equipos necesitan para operar de presión proporcionada por una bomba, ya sea con motor bencinero o eléctrico.

Los motores bencineros requieren de una mayor atención, lo que implica preocuparse en forma periódica de los niveles de aceite, cambios de filtros, bujía, etc. En los motores eléctricos hay que vigilar la temperatura y el ruido de rodamientos.

Es necesario realizar una revisión general anual de bombas (en especial de los rodetes y rodamientos) y de motores.

Filtros

Dentro del centro de control o cabezal están los filtros. Tienen que ser desmontados al final de la temporada con el fin de observar el desgaste de sus paredes interiores, aprovechando la oportunidad para realizar una aplicación de pintura antióxido. En forma simultánea se deben inspeccionar los colectores de los filtros de arena y si están cristalizados, proceder a reemplazarlos. También es necesario revisar la arena. Cuando ésta presenta los cantos redondeados, hay que cambiar la.

Independiente de la revisión anual, cada cierto tiempo conviene observar los manómetros, ubicados antes y después de los filtros. La diferencia de presión normal de los de grava es de 1 a 3 metros, cifra que aumenta a medida que se tapan. Cuando la diferencia sobrepasa los 6 metros resulta imprescindible hacer un retrolavado.

En algunos casos después del retrolavado el manómetro que se encuentra a la salida de los filtros no aumenta su lectura, la diferencia de presión no disminuye, lo que puede ser índice de una obturación severa. Ello obliga a mover la arena y realizar sucesivos retrolavados.

Los filtros de mallas también deben ser revisados y limpiados en forma constante. Si se les encuentra arena del filtro de grava, es posible que el colector de ese filtro esté roto.

Equipos Inyectores

La fuerza erosiva que presentan los productos químicos que se aplican mediante los estanques inyectores a presión en bypass, hace necesario lavarlos muy bien al final de la temporada, y si están oxidados, rasparlos y revestirlos con pintura epóxica.

Las bombas inyectoras con motor hidráulico requieren de un cuidado y mantención especial, debido a que están compuestas por un gran número de piezas móviles.

Las bombas inyectoras con motor eléctrico tienen pocos problemas de mantención.

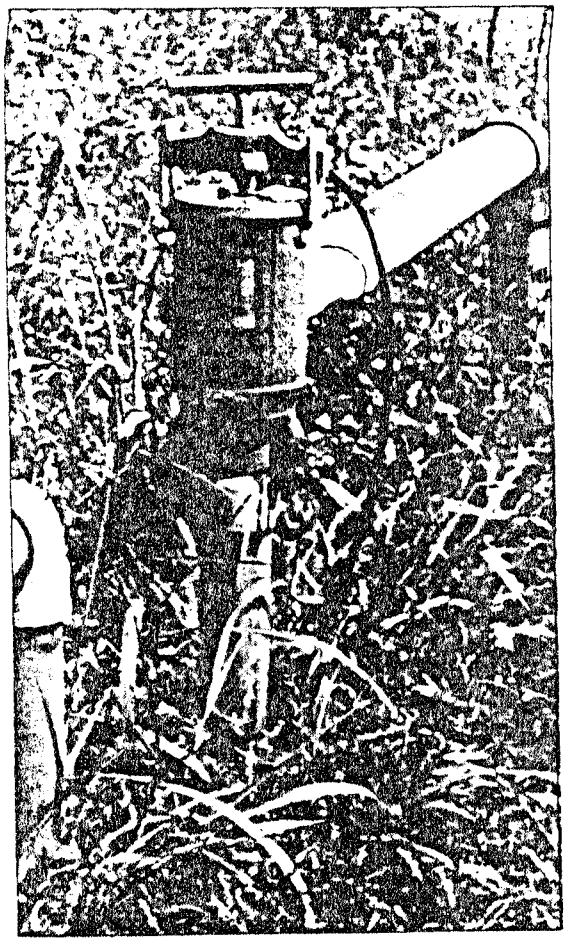
Válvulas

Es necesario realizar limpieza y chequeos períodicos de los orificios y membranas de las válvulas solenoides, sobre todo las que no vienen con protección, porque tienden a fallar al tercer o cuarto año.

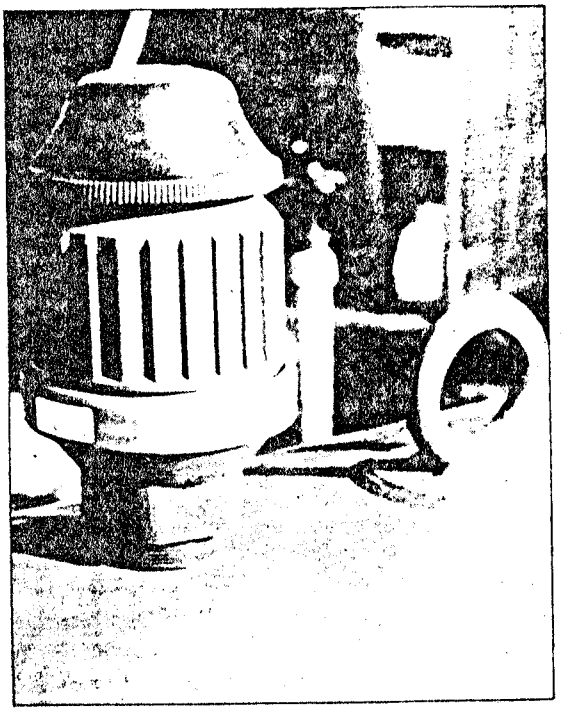
Goteros,Laterales y Matrices

Es necesario revisar permanentemente los emisores, para lo cual resulta ideal tener las líneas o emisores elevados sobre el terreno. Al no estar en contacto con el suelo evitamos que se nos obturen al sifonear tierra cuando se deja de regar o por la entrada de raíces.

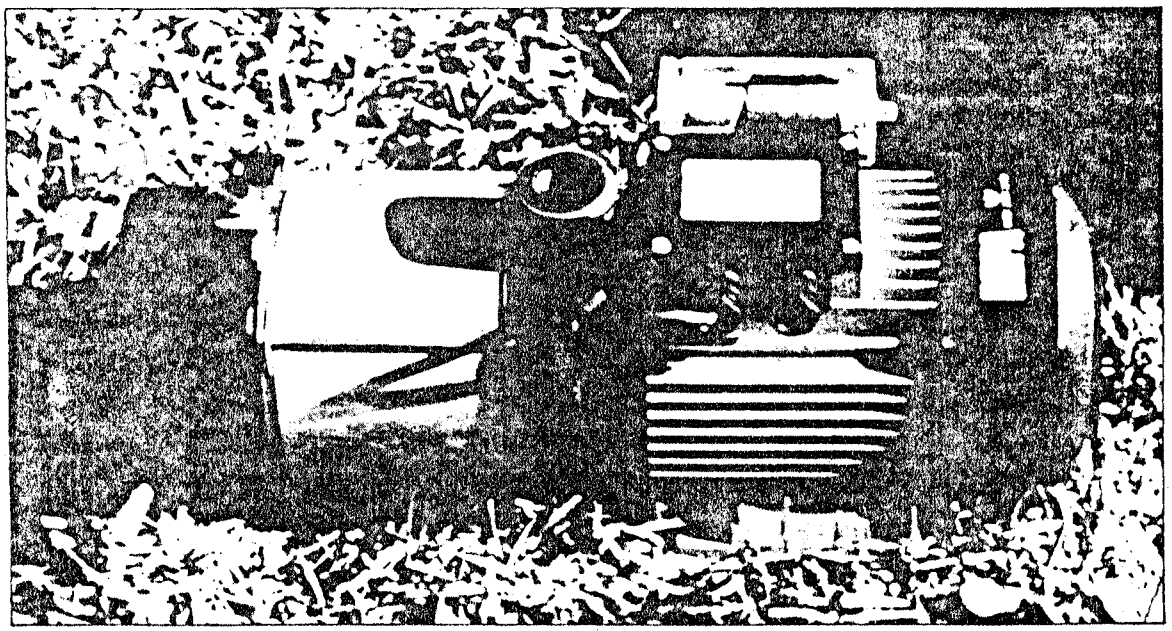
En las tuberías matrices, laterales y goteros tienden a depositarse precipitados de carbonato de calcio y partículas finas que atraviesan los filtros, que tienen que ser eliminados de la red para evitar obturaciones de los emisores. La mejor manera de evitar obturaciones es mediante la prevención, pero muchas veces al detectar anticipadamente



Filtro de malla.



Válvula de aire.



Bomba inyectoria con motor eléctrico.

este tipo de fallas no es fácil. En la mayoría de los casos el problema se descubre cuando el grado de obturación es avanzado, resultando de un costo elevado la limpieza de emisores y conductores.

Las obturaciones físicas generalmente se pueden mejorar con una adecuada selección de los elementos de filtrado, pero hay partículas que de todas formas logran depositarse en las conducciones y pasos de emisores, formando agregados de mayor tamaño.

Su tratamiento consiste en una limpieza con presiones de 3 a 4 kg/cm^2 (30 a 40 m), conocida como " flushing ". Para ello es fundamental disponer de presión extra en las instalaciones.

El lavado, debe comenzar en el cabezal y en la conducción principal, manteniendo cerradas las válvulas de las unidades de riego. Para hacerlo conviene instalar válvulas o tapones roscados en los extremos de las tuberías. Una vez aseada la conducción principal, se procede a limpiar una por una todas las laterales para, finalmente, hacer fluir el agua durante unos minutos por los emisores. Como medida de precaución, antes de cerrar completamente el extremo de la tubería que se está limpiando, se abre parcialmente el extremo de la tubería del siguiente sector, continuando el proceso. Así se evitan sobrepresiones en la red.

Las obturaciones químicas son provocadas por la precipitación en el interior de la estructura de sustancias presentes en el agua de riego. Las más frecuentes son las de carbonato de calcio.

Antes que nada, es indispensable conocer la magnitud del problema, lo que se logra a través de un análisis químico del agua de riego. El análisis se procesa según el índice de Langelier, el cual relaciona la calidad de agua con las precipitaciones de los compuestos que contiene. Conociéndose este dato, existen dos tipos de solución :

- Preventiva : aplicaciones de ácido permanente, cuando el problema es grave.

- Correctora : aplicaciones de ácido en algunas oportunidades, cuando el agua es de mejor calidad.

En la Tabla 4 se indican las cantidades de ácido que se deben usar para el tratamiento preventivo en diferentes localidades de las Regiones III, IV, V y Metropolitana, según el índice de Langelier. Se puede observar que, de las localidades del Norte Chico, en Copiapó, es donde hay que aplicar más ácido. Por el contrario, en Elqui o Choapa las aplicaciones permanentes no son necesarias.

El ácido tendría que usarse en toda el agua que requieren los cultivos y que pasa a través del equipo, pero con frecuencia los volúmenes resultan muy grandes como para inyectarlo durante el riego. Por ello se recurre a aplicar la cantidad indicada sólo durante la última parte del riego, con el fin de que no precipiten las sustancias que se encuentran dentro de la instalación cuando se termina de regar.

Los ácidos más utilizados son sulfúrico y fosfórico, según su disponibilidad y precio.

En la mayoría de los casos, aunque el índice de Langelier no indique aplicación preventiva, es necesario realizar tratamientos correctores o de limpieza cuando se detectan obturaciones. Se efectúan aplicando ácido hasta conseguir concentraciones en el agua de riego de 1 a 2 por ciento. Para lograr este objetivo, se recomiendan los siguientes pasos :

- Se coloca en el estanque inyector una solución de ácido al 10 por ciento.
- Primero se pone el agua necesaria y luego el ácido concentrado.
- Se comienza a aplicar la mezcla a muy baja presión, funcionando los goteros con un gasto mínimo.
- Luego se mide con papel pH el nivel de acidez del agua en los goteros más extremos, hasta encontrar valores de 2 a 3, lo que se

logra con aproximadamente 6 litros por hectárea de ácido.

- Se mantiene la instalación cerrada durante 12 horas.
- Se realiza una limpieza a presión como la indicada anteriormente (flushing).

En ocasiones, cuando el grado de obturación es alto, se debe proceder a la limpieza individual de los emisores sumergiéndolos durante 15 minutos en ácidos al 1 ó 2 por ciento de concentración.

Las obturaciones biológicas son ocasionadas principalmente por algas transportadas por el agua de riego, o desarrolladas en los filtros o en las salidas de los emisores. También son causadas por sustancias mucilaginosas producidas por microorganismos, fundamentalmente bacterias.

Cuando se presentan taponamientos de este tipo, es necesario realizar tratamientos de limpieza (correctores) de manera análoga a la descrita para un tratamiento con ácido, pero empleando biocidas de alta concentración.

Se recomienda aplicar hipoclorito de sodio concentrado al 10 por ciento en dosis que puedan variar entre 0,5 y 1,2 litros por hectárea.

Además se puede efectuar tratamientos de sulfato de cobre en los embalses de agua (0,5 a 1,5 g/m^3 de agua).

En resumen, como norma general para mantener un buen funcionamiento del equipo, se debe limpiar a presión por lo menos una vez al año y realizar los tratamientos preventivos anteriormente descritos.

Al realizar una adecuada mantención tendremos el equipo en condiciones de aplicar el agua y el fertilizante deseado en forma uniforme. La calidad de nuestra mantención y revisión se puede conocer estableciendo el coeficiente de uniformidad del equipo.

Para hacerlo recomendamos elegir 5 líneas por sector y medir el caudal de 4 goteros por línea uniformente distribuídos. Se necesita una probeta (volumen) y un cronómetro (tiempo). El caudal (q) es la cantidad de centímetros cúbicos de agua (volumen) que entran en la probeta ubicada bajo un gotero durante un tiempo determinado (60 segundos, por ejemplo). Puesto en una ecuación :

$$q\ (1/h) = \frac{\text{Volumen (cc)}}{\text{Tiempos (segundos)}} \times 3{,}6$$

Donde el resultado de la división se multiplica por 3,6 para transformar los centímetros cúbicos por segundo en litros por hora.

Una vez determinados los caudales de cada emisor se ordenan de mayor a menor y el 25 por ciento más bajo (en nuestra recomendación los 5 valores más bajos) se divide por el promedio de todos los caudales (q a). El resultado corresponde al coeficiente de uniformidad (CU) , que se expresa en porcentaje :

$$CU - \frac{q25\%}{q\ a} \times 100 \text{ (Fórmula de Christiansen)}$$

Valores adecuados de este coeficiente corresponden a cifras superiores al 80 por ciento.

Si el coeficiente de uniformidad comienza a bajar significa que el equipo puede estarse obturando, o que alguna válvula, regulador de presión, filtro o bomba, etc., está fallando. En ese caso habrá que mejorar la calidad de nuestra mantención y revisión.

Tabla 4. Cantidad y tipo de ácido a aplicar en forma diaria al agua para prevenir obturaciones en riego por goteo en diferentes localidades (lt/ha/día).

Localidad	Acido Fosfórico	Acido Sulfúrico
Copiapó	0,15 - 0,28	0,17 - 0,3
Huasco	0 - 0,18	0 - 0,2
Elqui	0 - 0	0 - 0
Limarí	0 - 0,12	0 - 0,18
Choapa	0 - 0	0 - 0
Aconcagua	0 - 0,2	0 - 0,25
Santiago (Maipo)	0 - 0,2	0 - 0,25
Lampa (pozo)	0,225 - 0,78	0,17 - 0,98
Colina (pozo)	0 - 0,18	0 - 0,3
Colina (canal)	0,025	0,2

Nota : La aplicación corresponde a los últimos 15 minutos del riego.

ANALISIS TECNICO Y ECONOMICO DE INVERSIONES EN TECNOLOGIAS DE RIEGO

Un sistema computarizado de diseño técnico y análisis económico del riego agrícola

Luis A. Gurovich
Ing.Agr. Ph.D.
U. Católica de Chile

INTRODUCCION

La producción frutícola nacional se desarrolla casi en su totalidad en la zona regada del país, con la excepción de algunas plantaciones de manzanos, kiwis y berries en la zona Sur. Una fruticultura de secano de interés económico no es factible en nuestro país; la causa de esta situación se debe a que en toda la zona con aptitud frutícola, durante los meses de primavera, verano y otoño, la demanda evaporativa de la atmósfera excede las eventuales precipitaciones naturales, correspondientes a nuestro clima mediterráneo semi-árido, por lo que es necesario un aporte artificial de agua al suelo, para permitir la expresión del potencial al resto de las condiciones ecológicas que caracterizan el área comprendida entre las III y VII Regiones.

La introducción de técnicas de riego agrícola, en suelos de secano que presentan ventajas comparativas excepcionales para la producción frutícola, ha sido muy acelerada durante la última década, especialmente en los valles del Norte Chico y en muchas laderas de buena exposición solar en las regiones Quinta y Metropolitana; lo anterior ha originado un cambio dramático en la agricultura y la economía regional, por las productividades, calidad y precocidad alcanzadas en los huertos y parronales que se cultivan en terrenos hasta ahora de secano, y en muchos casos, en terrenos virgenes, nunca antes cultivados por la mano del hombre. Lo anterior ha sido posible, en la mayoría de los casos, a través del uso de tecnologías de riego modernas y de alta eficiencia de apli-

cación del agua de riego, principalmente con el uso de métodos de riego por goteo, microjet, y micro-aspersión.

Por otra parte, se ha mejorado muy significativamente las técnicas de riego en suelos regados que se han plantado con huertos y parronales, y cuya producción se ha enfrentado con un criterio de optimización de las condiciones ecológicas naturales de cada predio agrícola . Los mejoramientos del riego en suelos regados previamente en forma tradicional, incluyen :

1) La **incorporación del riego mecánico** (goteo, microjet, micro-aspersión y aspersor convencional),

2) La **tecnificación del riego superficial** (platabandas niveladas, surcos de diversas características especiales, riego por tazas, riego por mangas, riego con matriz enterrada o " sistema californiano ", etc.).

La optimización en el uso de los recursos agronómicos y de las ventajas comparativas para la producción frutícola moderna, lleva implícita la necesidad de aplicar una tecnología de manejo agronómico de alto nivel, tanto para obtener altos rendimientos y calidad de los productos frutícolas, como por la necesidad de reducir los costos de producción, frente a un mercado cada vez más competitivo, por los volúmenes de oferta de fruta que caracteriza a nuestra vigorosa fruticultura.

La incorporación al riego de suelos de secano, y el mejoramiento de la técnica del riego en los huertos y parronales ubicados en la zona tradicionalmente regada de Chile, ha obligado a los productores ha realizar inversiones significativas. Todas las inversiones necesarias para el mejoramiento y/o introducción del riego agrícola, requieren de un análisis económico de alternativas, que permita definir la magnitud de estas inversiones, en relación con los beneficios económicos que el productor pueda obtener por el hecho de mejorar el riego.

Es importante tener presente que para **cada condición** de suelo, clima, especie frutal y disponibilidad de agua de riego, hay más de una solución de riego posible; estas soluciones requieren de mayor o menor inversión, y tendrán mayor o menor rentabilidad, una vez implementadas en el huerto.

Con el fin de permitir a los productores de fruta del país **evaluar** en forma efectiva, rápida y eficiente las soluciones posibles para implementar un riego óptimo en sus plantaciones frutales, la Corporación de Fomento de la Producción encargó a la Pontificia Universidad Católica de Chile el diseño de una **herramienta de evaluación técnica y económica**, de fácil utilización por los productores y profesionales relacionados con la producción directa de fruta de exportación, o con instituciones públicas y privadas de crédito. Esta herramienta acaba de ser completada y está a disposición de todos los interesados en CORFO; para su confección, el autor de este artículo desarrolló un modelo técnico y económico del riego agrícola, con un enfoque computacional, que utiliza la técnica de planillas electrónicas interactivas, tipo Lotus 123 (m.r.)*.

OBJETIVOS

El objetivo del estudio presentado en este artículo es la estructuración sistemática de la información relevante sobre :

1. El diseño técnico de sistemas alternativos de riego, que resulten apropiados para un huerto o parronal, desde el punto de vista de combinaciones específicas de suelo, clima, especie y variedad.

2. El costo real actualizado (incluyendo el valor presente de la inversión y el costo de operación anual de cada sistema de riego).

3. Los beneficios directos e indirectos esperados (en términos del incremento de la productividad, de la calidad y de la precocidad de cosecha), directamente asignables al mejoramiento del riego.

---

* "Lotus 123" es marca registrada en Chile por Microcomputadores Ltda.

MATERIAL ELABORADO

El estudio desarrollado ha dado origen a la publicación titulada " Análisis del Impacto Económico de Tecnologías de Riego ", presentada al público por CORFO y la Universidad Católica, durante la primera semana de Enero de 1989. En esta publicación se detallan los siguientes aspectos :

1. Un análisis del problema económico del riego en la agricultura nacional, presentándose aspectos relacionados con el posible impacto de la adopción de técnicas modernas de riego sobre los rendimientos y la calidad de la producción frutícola. Se analiza además los conceptos básicos de la ley 18.450, sobre fomento a las inversiones en riego y drenaje, y se presenta algunas consideraciones sobre la relación riego - rentabilidad de especies frutales.

2. Se analiza en profundidad más de 100 trabajos de investigación, publicados en los últimos años en revistas científicas, profesionales y técnicas, acerca del tema de este estudio, como antecedentes bibliográficos relevantes.

3. Un detalle del modelo de diseño y operación de los métodos de riego considerados en este estudio :

   - riego por bordes y platabandas entre las líneas de plantación del huerto.
   - riego por surcos
   - riego por mangas o tubería enterrada (sistema " californiano").
   - riego por aspersión convencional y por micro-aspersión.
   - riego por goteo y por microjet.

4. Los siguientes componentes a toda inversión en tecnología de riego son detallados en los aspectos técnicos y de costo :

   - nivelación de suelos

- aprovechamiento de agua subterránea desde un pozo profundo
- embalse predial de acumulación nocturna
- capacitación del personal para el riego
- infraestructura física propia de cada método de riego.

5. Se presenta además un conjunto de elementos que definen las funciones de producción del agua de riego, para diferentes situaciones , en base a la experimentación local y extranjera al respecto .

Como anexos al estudio, se han elaborado tres componentes adicionales al texto :

1. Un conjunto de 8 diskettes, que contienen las planillas electrónicas para el análisis técnico - económico de inversiones en tecnología de riego, en un amplio rango de situaciones posibles.

2. El Manual del Usuario del sistema computacional " Economía del Riego".

3. Un diaporama (dispositivos sincronizados con texto grabado en casse te).

el modelo global desarrollado en este estudio presenta una gran flexibilidad en la evaluación de inversiones alternativas en tecnología de riego, permitiendo el análisis de situaciones diferentes de climas , suelos, especies frutales, rendimientos esperados y precios de los productos y del capital. Se puede establecer funciones de producción para diversos aspectos involucrados en la técnica de riego, por medio de análisis de sensibilidad, al variar en un rango de valores posibles, uno o más parámetros del modelo.

Se ha utilizado este modelo global en la evaluación de varios proyectos **reales** de inversión en tecnologías de riego, demostrando ser una herramienta útil en el proceso empresarial de toma de decisiones . También este modelo se ha aplicado en la evaluación de algunos proyectos realizados anteriormente y los resultados obtenidos son significativamente cercanos a la realidad. ,

APLICACION DE UN SISTEMA A UN CASO REAL

En las siguientes Tablas se compara técnica y económicamente alternativas de tecnificación del riego en un parronal de uva de mesa, que puede ser regado por surcos, tubería matriz enterrada (sistema "californiano") o goteo.

Tabla 1. Componentes del Costo Total en la Tecnificación del Riego (U$/ha - año)

COMPONENTE	METODO DE RIEGO		
	SURCOS	CALIFORNIANO	GOTEO
COSTOS FIJOS			
Depreciación	646.77	660.41	364.56
Costo alternativo	148.36	161.36	244.86
Subtotal c. fijos	**795.13**	**822.27**	**609.42**
COSTOS VARIABLES			
Mantención	112.48	128.64	176.05
Mano de obra	67.93	36.42	96.12
Energía	57.84	66.22	143.12
Subtotal c. variables	**238.25**	**231.28**	**415.29**
TOTAL	**1.033.38**	**1.053.55**	**1.024.71**

Tabla 2. Análisis de Rentabilidad

Caso 1. Tecnificar el riego en preplantación

Indice económico *	METODOS DE RIEGO SURCOS	CALIFORNIANO	GOTEO
Valor presente (U$/ha)	17875	17919	28861
T.I.R	0.51	0.49	0.50
R.I.	1.62	1.49	1.57

Caso 2. Tecnificar el riego en parronal en producción

Indice económico *	METODOS DE RIEGO SURCOS	CALIFORNIANO	GOTEO
Valor presente (U$/ha)	17071	17099	27607
T.I.R.	1.53	1.49	1.51
R.I.	1.62	1.49	1.57

* 1. $Vp = \sum_{i=1}^{n} [\ FFn/(1 + Ti)^{n}\ ]$

Vp = Valor presente (U$/ha)

FFn= Flujos futuros que corresponden al año i, definido como :

FFn = ENn - CVn

ENn = Entrada neta en el año i (U$/ha)

CVn = Costos variables en el año i (U$/ha-año)

i = 1, 2, 3, ..., 10.

Ti = Tasa de interés de mercado

2. T.I.R. Tasa interna de retorno, que corresponde a la rentabilidad promedio de la inversión en tecnología de riego y que se obtiene cuando :

$(VP - IN) = VPN = 0$

VPN = Valor presente año
VP = Valor presente
IN = Inversión

$$IN = \sum_{i=1}^{n} [FFn/(1 + TIR)^{n}]$$

3. R.I. Rentabilidad de la inversión

$$RI = EN/IN$$

EN = Entrada neta (U$/ha)
IN = Inversión (U$/ha)

Antecedentes Agronómicos del caso estudiado

Se trata de un parronal de uva de mesa plantado a 3,5 * 3,5, en una superficie de 16.38 hectáreas (largo del potrero 420 m y ancho 391 m), en un suelo franco - arenoso. La profundidad efectiva de raíces es de 1.00 m; se dispone de un caudal máximo de 40.0 1/seg y la ET máxima es 7.8 mm/día. El rendimiento máximo esperado es de 18.000 Kg/ha exportados (equivalentes a 2195 cajas 8.2 Kg/ha); con un 85% de calidad 1 y un 15% de calidad 2.

Antecedentes Económicos del caso estudiado

Los precios esperados por el productor son de U$ 0.73/Kg en calidad 1 y U$ 0.13/Kg en calidad 2; se considera una tasa de interés de mercado de 10%.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

La inversión básica, considerando solamente la infraestrctura propia de cada método de riego y la capacitación profesional, es de U$ 822.52 por hectárea en riego por surcos, $ 1.091.91 por hectárea en riego por el sistema de tuberia matriz enterrada y U$ 2.800.83 en riego por goteo.

En la Tabla 1, se presenta los componentes del costo total a realizar para los 3 métodos de riego. Como puede apreciarse, si bien la inversión inicial es muy diferente en cada caso, el costo real por hectárea/año es de U$ 728.32 en riego por surco, U$ 740.11 en riego por tubería enterrada y U$ 706.60 en goteo. Lo anterior se debe tanto a la vida útil de cada componente de los sistemas de riego como a su valor residual. Por increible que parezca, el riego por goteo resulta un 3% **más barato** que el riego por surcos, en términos de costo real por hectárea-año.

En la Tabla 2, se presenta el análisis de rentabilidad de los 3 sistemas de riego, y en 2 condiciones diversas, a saber :

a) cuando el riego es tecnificado en preplantación del parronal.
b) cuando la tecnificación del riego se hace con el parronal en plena producción.

Las Tasas internas de retorno (TIR) de las inversiones básicas son las más elevadas cuando la tecnificación se hace en el parronal ya en plena producción. Los valores TIR son muy elevados, considerándose en términos económicos que una inversión cualquiera, con un TIR de 0.20 es muy conveniente. En el caso estudiado, el TIR más bajo es de 0.49 (riego por tuberías, con pozo + embalse + nivelación del terreno, en preplantación del parronal) y el TIR más alto corresponde al mejoramiento del riego por surcos en el parronal en plena producción (TIR=5.62).

LEY DE FOMENTO A LA INVERSION PRIVADA EN OBRAS DE RIEGO Y DRENAJE. LEY N° 18.450

Nelson Pereira M.
Ing.Agr. M.S.
Director Ejecutivo
Comisión Nacional de Riego

1. ASPECTOS GENERALES DE LA LEY Y SU REGLAMENTO

La Ley N° 18.450 que aprueba normas para el fomento a la inversión privada en obras de riego y drenaje, establece que el Estado durante 8 años contados desde la vigencia de la ley, financiará hasta en un 75% el costo de construcción y de reparación de obras de riego y drenaje y las inversiones en equipos y elementos de riego mecánico, siempre que se ejecuten para cumplir con las siguientes finalidades:

a) Incrementar el área de riego, en este caso pasar de una condición de secano a la de pleno riego.

b) Mejorar el abastecimiento de agua en superficies regadas en forma deficitaria, es decir aumentar la seguridad de riego con que cuenta un predio determinado, y

c) Habilitar suelos agrícolas de mal drenaje.

El costo de las obras y de las inversiones no podrá exceder de U.F. 12.000.

Beneficiarios

Las personas que pueden acogerse a los beneficios de la ley, son los:

a) Propietarios o usufructuarios de predios agrícolas, y

b) Las organizaciones de usuarios definidas en el Código de Aguas, que se refieren a Juntas de Vigilancia, Asociaciones de Canalistas y Comunidades de Aguas organizadas.

Las entidades en que el Estado tenga aportes o participaciones, no pueden optar a los beneficios de la ley.

Obras que pueden optar a los beneficios de la ley

Pueden optar a los beneficios de la ley:

- Todas las obras de riego con excepción de las acciones de puesta en riego predial, tales como nivelación, despedradura, destronque, emparejamiento.

- Las obras de drenaje que tengan por finalidad la evacuación del exceso de aguas superficiales o subsuperficiales.

- La instalación de equipos de riego mecánico entre los cuales se incluyen a modo de ejemplo, pozos de captación de aguas subterráneas, plantas de bombeo, equipos de riego por aspersión, goteo y microjet; y

- Partes de un equipo de riego mecánico.

De estas obras se bonifica el costo de construcción, el costo de reparación y las inversiones que se realicen en equipos y elementos mecánicos.

No son susceptibles de bonificación:

a) La maquinaria e implementos necesarios para construir, instalar o reparar obras, es decir, aquéllos que se utilizan exclusivamente durante el período de ejecución de dichas obras, tales como bulldozers, tractores, traillas, herramientas manuales, etc.

b) Gastos de operación de obras, aquéllos en que se deba incurrir para el funcionamiento de las obras como movilización, combustibles, leyes sociales, tarifas, etc.

c) Gastos de mantención, entendiéndose por tales, aquéllos para conservar un buen estado de operación las obras, como por ejemplo: limpia de canales, reparación de maquinaria, limpieza de embalses, conservación de caminos de acceso, etc.

El mecanismo para optar a la bonificación indica que la Comisión Nacional de Riego llamaría a concursos públicos, los cuales se publicitan en un diario de circulación nacional y en el Diario Oficial, los 1° y 15 del mes correspondiente. En estos llamados se indica el fondo disponible para el pago de la bonificación en dicho concurso.

Hay que destacar que no se pueden bonificar proyectos que no participen en los concursos.

Los proyectos presentados son analizados desde el punto de vista técnico y legal y **son admitidos a concurso** los que cumplen con la ley su reglamento y las bases.

La **selección de los proyectos** admitidos a concurso se realiza determinando para cada uno de ellos un puntaje que define su orden de prioridad, sobre la base de las siguientes variables.

Aporte: el Estado bonificará hasta un 75% el costo de las obras, pero en la medida que el peticionario de la bonificación realice un mayor aporte, por sobre el mínimo de 25% exigido por la ley, tendrá una mejor opción de ganarse el concurso. En resumen a mayor aporte del interesado, mayor puntaje para su proyecto y viceversa.

Costo total del proyecto, que incluye los costos de preparación del proyecto, cubicaciones, precios unitarios, adquisición de equipos, supervisión de la ejecución de la obra y gastos generales que no podrán exceder del 10% de la suma de los ítem anteriores. A **menor costo** de la obra **mayor puntaje** y viceversa.

Superficie beneficiada por el proyecto, asignándose un mayor puntaje mientras mayor sea la superficie.

Las tres variables indicadas precedentemente, se analizan separadamente en cada proyecto consursante, realizándose un ordenamiento de ellos para cada una de las variables:

- Al proyecto que consulte el **mayor aporte** se le asignará 500 puntos y al de **menor aporte**, 0 puntos.

- Al proyecto que indique una **mayor superficie** beneficiada, le corresponderá 200 puntos y al de **menor superficie**, 0 puntos.

- Finalmente, el proyecto de **menor costo** tendrá 300 puntos y el de **mayor costo**, 0 puntos.

Se suman los puntajes obtenidos parcialmente en cada variable para un proyecto determinado y luego se ordenan los proyectos de mayor a menor puntaje. El puntaje final de cada proyecto resulta de sumar los puntajes parciales obtenidos en cada variable.

Resultarán seleccionados en su orden de prelación, los proyectos que obtengan los mejores puntajes y cuyas peticiones de bonificación queden cubiertas totalmente con el fondo disponible para dicho concurso.

Hay que destacar que los proyectos que no se seleccionen, pueden postular a futuros concursos tantas veces como el interesado lo desee.

La bonificación se pagará una vez que las obras estén totalmente construidas y recibidas conforme por la inspección fiscal.

No obstante lo anterior, una vez finalizado un concurso se emitirá a cada uno de los beneficiarios un "Certificado de Bonificación al Riego y Drenaje". Los adjudicatarios de la bonificación podrán ceder o constituir garantías sobre el derecho a percibirlo, mediante el endose de dicho certificado.

Este certificado puede servir para garantizar un eventual crédito bancario o bien para cancelar los honorarios de la empresa contratista que ejecute las obras.

Beneficios de carácter tributario:

a La bonificación no constituye renta para el beneficiario y sus sucesores en el dominio del predio.

b Los predios beneficiados gozarán de la franquicia establecida en la ley sobre impuesto territorial (ley N° 17.235), que señala una exención de 10 años de pagar contribuciones por suelos de riego, a los particulares que ejecuten obras de riego en sus predios. Pero para efectos de esta ley, se reducirá el tiempo de exención en el mismo porcentaje en que se subvencione la obra. Dicho de otra manera si un agricultor ofrece un aporte del 50%, tendrá una exención del 50% de los 10 años, es decir, durante 5 años seguirá pagando contribuciones de secano.

c La ley establece, además, que la bonificación es compatible con el D.F. L. N° 15, de 1981 del Ministerio de Hacienda, que se refiere a subsidios por obras de desarrollo que se ejecuten en las regiones extremas del país (I y II, y XI y XII Regiones), entre las cuales se cuentan las obras de riego. En este caso la suma de las bonificaciones no podrá exceder del 85% del costo del proyecto.

- La ley, además, se refiere a algunos aspectos de **sanciones penales** al que obtenga beneficios de ella proporcionando antecedentes falsos. Señala también que las obras que se ejecuten no podrán ser retiradas de los predios antes de transcurrido un período de 15 años.

- Finalmente, otorga facultades a la Comisión Nacional de Riego para delegar funciones referentes a la aplicación de la ley, en los servicios dependientes de los Ministerios de Obras Públicas y Agricultura.

2. PROCEDIMIENTO PARA POSTULAR A LOS BENEFICIOS DE LA LEY

La ley radica en la Comisión Nacional de Riego la responsabilidad de su aplicación a nivel nacional y el otorgamiento definitivo de las bonificaciones solicitadas. Sin embargo, y con el objeto de hacer más operativa la ley a nivel regional, se han creado Comisiones Regionales de Riego, integradas por las Secretarías Regionales Ministeriales de Obras Públicas y de Agricultura y por los Directores de Riego y del Servicio Agrícola y Ganadero, las cuales tienen como funciones específicas la:

- Recepción de los proyectos
- La revisión técnica de los proyectos
- La inspección de la ejecución de las obras bonificadas, su recepción definitiva y posterior control.

La Comisión Nacional de Riego llama a un concurso público, con bases de llamado específicas, indicándose el monto fiscal disponible para ese concurso y los lugares y fechas en que deben presentarse los proyectos.

Los proyectos deben ser elaborados y suscritos por profesionales competentes y ceñirse a lo dispuesto en la ley, el reglamento y las bases. Estos proyectos se presentan a las Direcciones Regionales de Riego del Ministerio de Obras Públicas, correspondiente a la Región donde se ubicará la obra que se piense ejecutar.

Las Comisiones Regionales de Riego revisan los proyectos y rechazan los que no se ajustan a la ley.

Los proyectos aprobados técnicamente son enviados a la Comisión Nacional de Riego para su resolución definitiva y la asignación de puntajes que les corresponda a cada uno de ellos.

La ley contempla la apelación de los interesados en caso de rechazo de sus proyectos y los plazos en que se debe resolver dichas apelaciones.

Una vez cumplido dicho trámite, se otorgan los certificados de bonificación al riego y drenaje. Los interesados, con los certificados en su poder, pueden iniciar sus obras y luego de recepcionadas conforme, solicitar el pago de la bonificación en cualquier oficina de Tesorería General de la República del país.

Los interesados pueden iniciar anticipadamente la construcción de las obras durante el transcurso de un concurso y antes que finalice éste. En tal caso, si el proyecto es rechazado por bajo puntaje y ya está construído puede volver a postular, pero en este caso sólo puede cambiar el Aporte, permaneciendo invariable el costo y la superficie, puesto que el proyecto está ejecutado.

3. ESTADO DE DESARROLLO DE LA LEY DE FOMENTO

En el período comprendido entre Abril de 1986 y Marzo de 1989 la Comisión ha llamado a 22 concursos para proyectos de riego y a 9 para proyectos de drenaje con la finalidad de que los agricultores puedan acceder a la bonificación que otorga la ley.

Los proyectos aprobados a la fecha que alcanzan a 370 tienen un costo total de $ 6.949,89 millones, al valor actual de la unidad de fomento. El aporte ofrecido por los interesados asciende a $ 3.025,90 millones y el monto total de las bonificaciones solicitadas, a $ 3.923,99 millones. El aporte promedio representa el 43,5% del costo total de las obras. A partir del concurso N° 15 este promedio se eleva a 45,2%.

La superficie beneficiada con la ejecución de estos proyectos, ubicados entre la I Región de Tarapacá y la X Región de Los Lagos, ambas incluídas, alcanza a 245.458 has.

A esta fecha se ha pagado el 71,6% de las bonificaciones adjudicadas equivalentes a 604.540 U.F. que al valor actual de esta unidad corresponden a $ 2.809, 91 millones.

ANALISIS TECNICO DE LA LEY N° 18.450

Se presenta un resumen de los aspectos técnicos del Reglamento que permiten determinar y ponderar los factores y variables necesarios para seleccionar los proyectos que se presenten a los concursos de riego y drenaje.

Para los efectos de la aplicación del Reglamento, se entiende por Proyecto al estudio técnico que permite definir, dimensionar, valorizar y justificar las obras de riego o de drenaje, y los equipos y elementos de riego mecánico para cumplir con los objetivos de la ley.

Costo

Se define como costo a la suma de los valores de las partidas que conforman el presupuesto detallado de construcción o de reparación de la obra o de las inversiones en equipos o elementos de riego mecánico, según sea el caso, que deberá incluir costos de preparación del proyecto, cubicaciones, precios unitarios, adquisición de equipos, supervisión de la ejecución de la obra y gastos generales que no podrán exceder del 10% de la suma de los item anteriores.

El presupuesto detallado que permita determinar el costo de las obras, deberá estar expresado en Unidades de Fomento.

Aporte

El aporte se refiere al porcentaje del costo total de las obras que ofrece financiar el interesado.

Superficie

1. Proyectos de Riego : Con la finalidad de determinar el factor superficie de los proyectos de riego se deberán distinguir los siguientes casos :

a) Proyectos de riego que tengan por objetivo incorporar al riego áreas actualmente de secano

Se deberá indentificar la fuente de abastecimiento de aguas superficiales y analizar su régimen hidrológico que deberá incluir los estudios necesarios para obtener una estadística de caudales medios mensuales que comprenda un período mínimo de 30 años consecutivos.

En la determinación del caudal medio mensual disponible se deberá considerar la eficiencia de conducción hasta la obra de entrega que se proyecte a nivel predial.

Paralelamente, se deberán calcular las demandas de riego futuras del área, utilizando la evapotranspiración potencial de los cultivos (sin incluir los coeficientes de cultivos ni correcciones por precipitación efectiva) y las eficiencias de aplicación del agua según los métodos de riego que se pretenda utilizar. Para este efecto se deberán emplear los valores de eficiencia que se señalan en el Reglamento.

Calculada la disponibilidad y la demanda de agua, se debe determinar la seguridad de riego con la cual se regará una determinada superficie. La seguridad de riego resulta de efectuar un balance a nivel mensual, para el período estadístico de 30 años, entre disponibilidades y demandas de agua, determinar la relación porcentual entre el número de años en que el caudal disponible para un regadío de un área es suficiente para satisfacer su demanda, y el número total de años del período analizado (no inferior a 30 años).

Se considerará que el caudal es suficiente en un año cualquiera cuando existe a lo sumo un mes con un déficit menor o igual al 15% de la demanda de dicho mes, o bien cuando existen a lo sumo dos meses consecutivos en los cuales se producen déficit en cada uno de ellos, menores o iguales al 10% de la demanda.

En el caso de proyectos que consulten la explotación de aguas subterráneas, el caudal disponible de ellas se determinará a través de una prueba de bombeo.

De acuerdo a lo anteriormente expuesto se entenderá que la superficie de nuevo riego es el área que, como resultado de la construcción, reparación o instalación de una obra, pasa a una condición de pleno regadío con seguridad de riego de 85%.

b) Proyectos de riego que tengan por finalidad aumentar el abastecimiento de agua en superficies regadas en forma deficitaria.

En este caso se deberá calcular la superficie que actualmente se riega con 85% de seguridad, en conformidad con los caudales disponibles (sin proyecto) considerándose el resto de la superficie como si fuese de secano. El procedimiento para determinar la seguridad actual de riego es el mismo que el indicado en la letra **a)** precedente.

Una vez calculada la superficie de riego seguro de un predio (actual y sin proyecto), se determinará la superficie que se regará con el proyecto medida como el incremento del área de riego seguro actual motivada por la obra. Esta nueva superficie es definida en el Reglamento como superficie equivalente de nuevo riego.

Para mayor claridad se presenta a continuación un ejemplo simplificado de cálculo de la superficie equivalente de nuevo riego , asumiendo que un caudal de 1 l/seg/ha es suficiente para regar una hectárea y que este caudal se dispone con 85% de seguridad :

- Area total del predio : 10 has.
- Caudal actualmente disponible sin proyecto : 4 l/seg/ha.
- Caudal nuevo disponible con la ejecución de una obra : 6 l/seg/ha

De acuerdo a estos datos :

- Superficie de riego seguro (actual) : 4 has.
- Superficie equivalente de nuevo riego : 6 has.

Una vez determinado el factor superficie, conforme a lo indicado en la letra **a)** o **b)**, esta área deberá multiplicarse por los factores de incremento de potencial de los suelos que se regarán de acuerdo a clases de capacidad de uso y a la ubicación comunal de ellos, utilizando los valores indicados en el Cuadro 2 del Reglamento.

2. **Proyectos de Drenaje** : El cálculo del factor superficie de los proyectos de drenaje, se efectúan sobre la base del cambio que experimenta la capacidad de uso de los suelos como resultado de la ejecución de una obra de drenaje. Los factores de conversión que se utilizan están indicados en el Cuadro 1 del Reglamento.

Para explicar este concepto se expone el siguiente ejemplo :

- Comuna : Osorno
- Superficie actual con problemas de drenaje : 20 has.
- Capacidad de uso actual del suelo mal drenado : VI
- Superficie a drenar con la obra de drenaje : 20 has.
- Factor incremento potencialidad de los suelos que se drenarán (Cuadro 1 del Reglamento) : * Clase de Capacidad de uso VI : 0,40
  * Clase de capacidad de uso III: 0,70

De acuerdo a lo anterior :

Superficie equivalente de drenaje = 20 has. (0,70 - 0,40)
= 6 has.

La Comisión Nacional de Riego llama a concursos separados para proyectos de riego y drenaje.

Aquellos proyectos que consulten la incorporación al riego, además del drenaje de los suelos, deben postular a los concursos de drenaje y en este caso se suman las superficies beneficiadas tanto por el riego como por el drenaje.

- Equipos Standard, móviles, de riego por aspersión con bombas accionadas por tractor, tubos de acople rápido y aspersores, Stargun, de gran alcance.
- Equipos de regadío autopropulsados, Rainstar, para un riego totalmente mecanizado.
- Sistemas de pivote central y lateral para automatización total del riego. Equipos de evacuación de estiercol líquido, por aspersión, que facilitan el manejo de los purines.
- Proyectos de riego y evacuación de estiercol, por aspersión.

Representante en Chile
CAPTAGUA INGENIERIA LTDA.
Los Estanques 2079 - Santiago
496107 - 490540

Distribuidor X Región:
COOPRINSEM LTDA.
Manuel Rodríguez 1040 Fono: 233210

Distribuidor VIII y IX Regiones:
FRINDT Y CIA. LTDA.
Manuel Rodríguez 1015 Fono: 235588

MOTOBOMBAS, EQUIPOS Y APLICACIONES

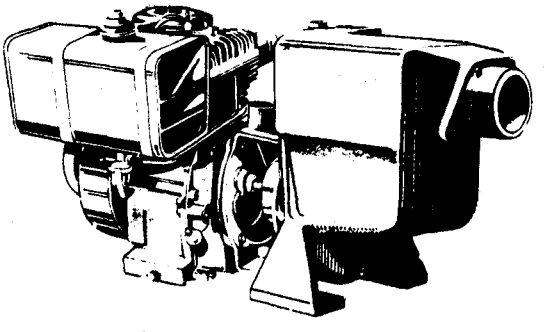
Pablo Oyanedol
Ing. Mecánico
Industrias VOGT S.A.

1. BOMBA CENTRIFUGA AUTOCEBANTE

Características Constructivas :
- Servicio Horizontal
- Autocebante no requiere Válvu- de Pié
- Impulsor radial abierto

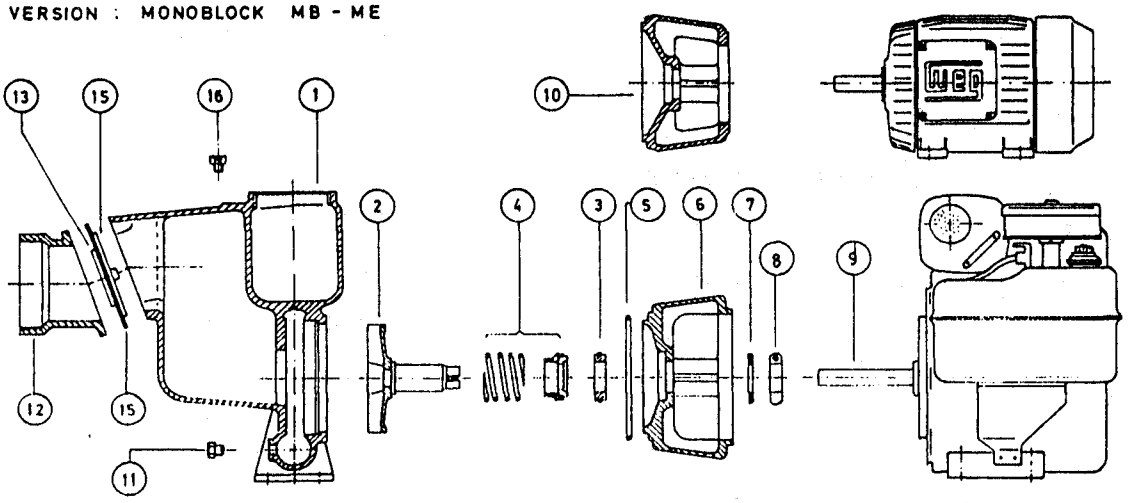
Este impulsor permite el bombeo de aguas turbias sin productos abrasivos ocupando un sello mecánico standard, con caras de cerámica y grafito. Para servicios especiales de acuerdo a las características del fluído se reemplaza el sello mecánico standard por otro que cumpla los requerimientos.

Las posibilidades de montaje son en forma monoblock o con cuerpo de rodamiento a motores eléctricos o de combustión interna (bencineros o diesel), estacionarios o móviles. Estos últimos sobre carro de transporte o angarillas manuales o sobre bases de levante hidráulico a tres puntos de un tractor.



BOMBA CENTRIFUGA AUTOCEBANTE

CORTE DE LA BOMBA Y DESPIECE
VERSION : MONOBLOCK MB - ME



1 CUERPO BOMBA	5 ORING CPO. UNION	9 EJE MOTOR	13 CONTRA DISCO VAL.
2 IMPULSOR	6 CUERPO UNION - MB	10 CUERPO UNION - ME.CR.	14 VALVULA RETENCION
3 BUJE SELLO	7 ANILLO CORTA AGUA	11 TAPON DRENAJE	15 DISCO VALVULA
4 SELLO MECANICO	8 ABRAZADERA	12 FLANCHE ASPIRACION	16 TAPON CEBAR

RENDIMIENTOS HIDRAULICOS A 2850 RPM

MODELO	DIAMETRO SUCCION	DIAMETRO DESCARGA	CAUDAL (Lts/ min)	PRESION (m.c.a)	PRESION CORTE (m.c.a.)
AC701	2"	2"	400	12,5	21
AC751	3"	3"	750	18	29,2
AC901	4"	4"	1400	14,7	29,2

RENDIMIENTOS HIDRAULICOS A 1450 RPM.

AC-1500	6"	6"	3000	9,5	15
AC-2000	8"	8"	5000	16,5	26

Las posibilidades de aplicación de las Bombas Autocebantes en las actividades agrícolas, es en otras el riego por tendido en gran escala, además de su uso en actividades como la construcción, por ejemplo el agotamiento en construcción de puentes.

2. BOMBA CENTRIFUGA UNICELULAR

Características Constructivas :

- Servicio Horizontal
- Impulsor radial cerrado
- Cuerpo de Bomba con flages en succión y descarga.
- Construcción económica, pero de ejecución robusta y resistente con pesos y dimensiones reducidas.
- Desmontaje trasero que facilita la inspección sin necesidad de separar el cuerpo de las tuberías

Las posibilidades de montaje son monoblock o con cuerpo de rodamiento a motores eléctricos o de combustión interna, estacionarios o móviles, estos últimos sobre carros de transporte o angarillas manuales, o sobre bases de levante hidráulico por los tres puntos del tractor.

Posibilidad de montaje monoblock a multiplicador de revoluciones para accionamiento por el toma fuerza del tractor.

Aplicaciones :

- Extracción de agua de ríos, lagos, pozos, vegas, etc., para sistema de riegos tecnificados (aspersión en gran escala, microaspersión, goteo, etc.).

- Instalaciones de aire acondicionado y calefacción e instalaciones contra incendio.
- Procesos pesqueros (bombeo de agua de cola). En esta última aplicación en las características constructivas destacan : Impulsor abierto con disco espejo intercambiable, Sello mediante prensa estopa (opcional refrigerada), eje protegido con bujes de acero inoxidable nitrurizado, recambiable, opcional cuerpo de rodamiento en baño de aceite.

RENDIMIENTOS HIDRAULICOS A 2850 RPM.

CAUDALES	(Lts/min.)	100 - 4000
PRESIONES	(m.c.a.)	18 - 92

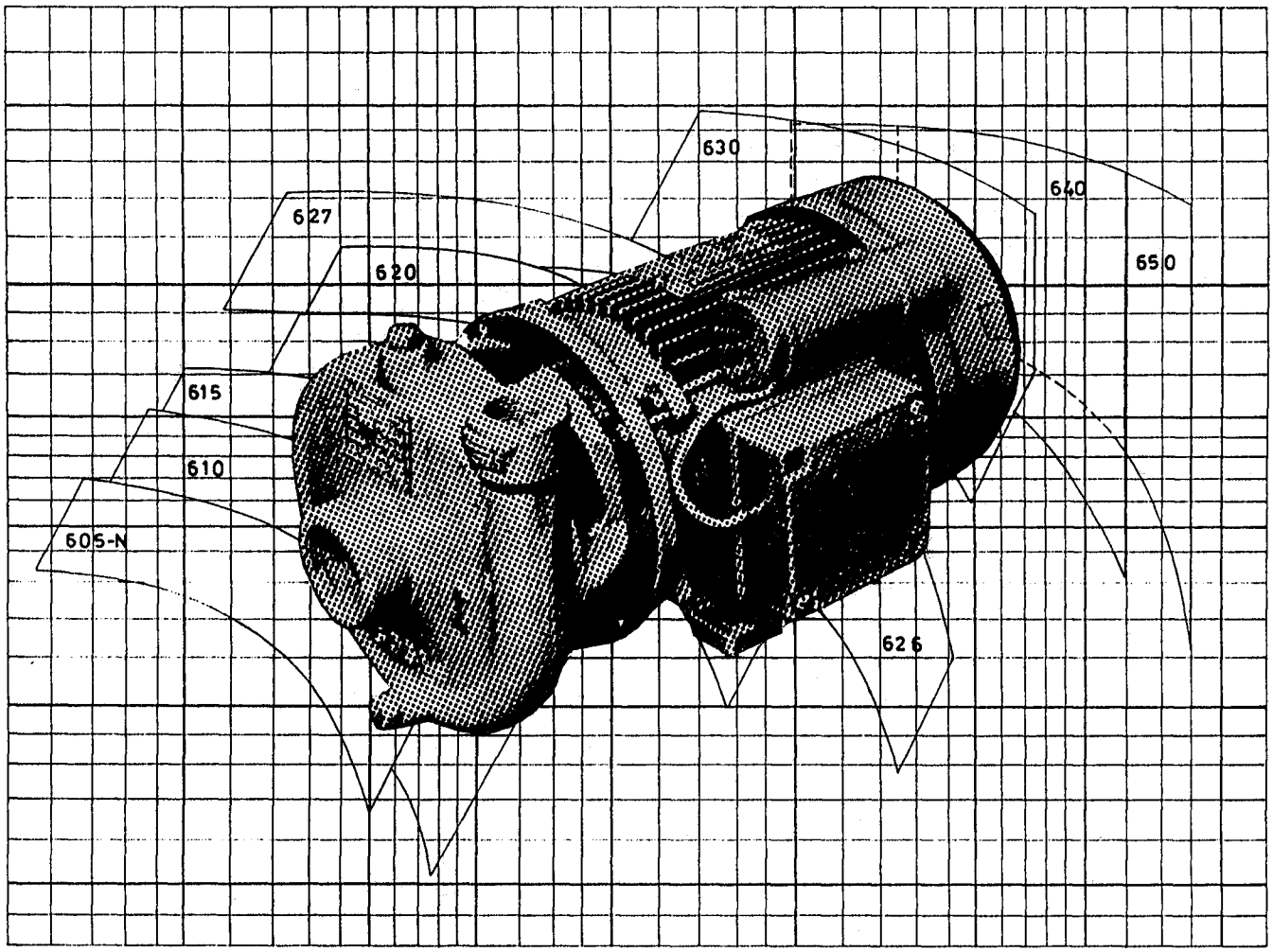
RENDIMIENTOS HIDRAULICOS A 2900 RPM.

CAUDALES (Lts/min.)

MODELO	CAUDAL (LT/MIN)	PRESION (MCA).	PRESION CORTE (MCA)
U-635	2400	68	70
U-645	5000	50	66

RENDIMIENTOS HIDRAULICOS A 1450 RPM

MODELO	CAUDAL (LT/MIN)	PRESION (MCA).	PRESION CORTE (MCA)
U-670	8000	42	53



3. BOMBAS CENTRIFUGAS MULTICELULAR SERIE L

Características Constructivas : - Servicio Horizontal
- Constituída de varias etapas
- Colector de presión del tipo difusor (Corona Directriz).

- Cada una de las etapas la componen un difusor y un impulsor radial cerrado a un eje de acero inoxidable por medio de chavetas del mismo material.

- Sistema de sello compuesto por dos prensas estopas con empaques de teflón de fácil recambio, en este caso el eje es protegido con bujes de acero inoxidable endurecido. Ejecución con sello mecánico sobre pedido.

- Rodamientos alejados del fluído a bombear y lubricados por grasa.

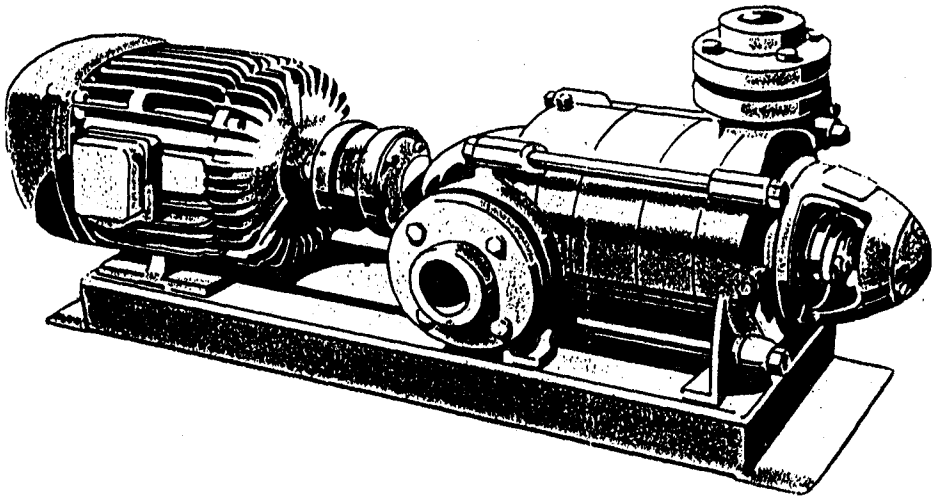
- Todos los modelos con flanges en succión y descarga con hilo gas interior.

Las posibilidades de montaje de este tipo de bombas, es sólo con cuerpo rodamientos a motores eléctricos, bencineros o diesel. El acoplamiento entre los ejes de la bomba y del motor se ejecuta mediante un manchón cuyo elastómero no posee pasadores mecánicos y capaz de absorber desplazamientos axiales. El conjunto es montado sobre una base de perfil de acero con aletas frontales y posterior para su fácil fijación en terreno.

Se utilizan en el bombeo de líquidos neutros sin componentes abrasivos, servicios agrícolas y mineros que requiran caudales pequeños a altas presiones, sistemas contra incendio, alimentación de calderas.

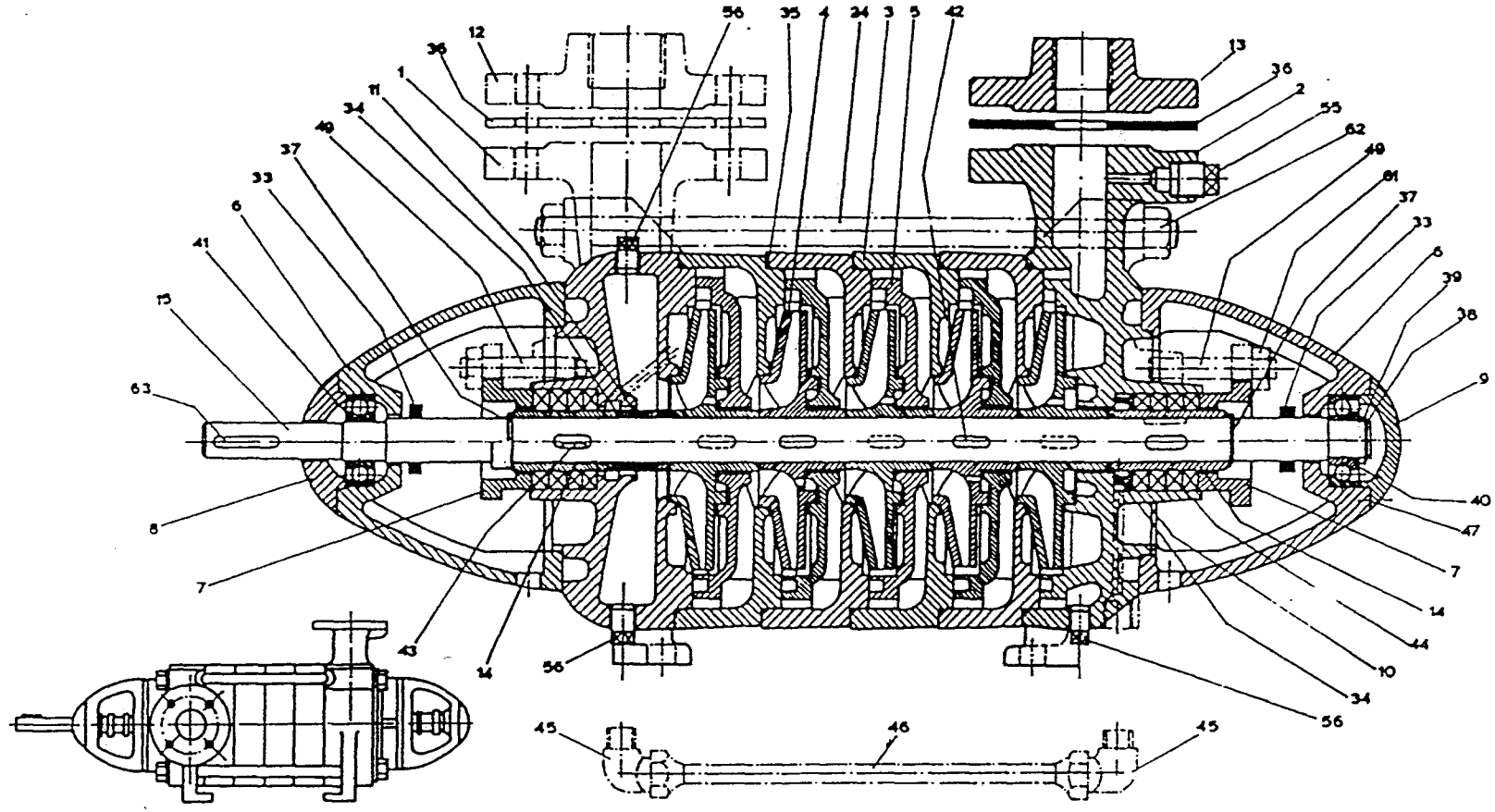
RENDIMIENTOS HIDRAULICOS A 2900 RPM

MODELO	DIAMETRO SUCCION	DIAMETRO DESCARGA	CAUDAL (LT/MIN)	PRESION (M.C.A)	PRESION CORTE (M.C.A)
L - 25	1.1/4"	1"	200	177	236
L - 32	1.1/2"	1.1/4"	300	175	240
L - 40	2"	1.1/2"	560	189	242



BOMBA CENTRIFUGA MULTICELULAR

BOMBA CENTRIF. - MULTICELULARES DE ALTA PRESION	MODELO L-25 L-32 L-40
DETALLE ARMADO - HORIZONTAL	



1 CUERPO ENTRADA
2 CUERPO SALIDA
3 CUERPO ETAPA
4 RODETE
5 CORONA DIRECTRIZ
6 CUERPO RODAMIENTO
7 PRENSA ESTOPA
8 TAPA PERFORADA
9 TAPA CIEGA
10 ANILLO DIFUSOR
11 BUJE DISTANCIADOR
12 FLANCHE ASPIRACION
13 FLANCHE DESCARGA
14 BUJE PRENSA ESTOPA
15 EJE
24 PERNO ESPARRAGO
33 GOLILLA CORTA AGUA
34 GOMA 'O' BUJE PRENSA
35 GOMA 'O' CPO. ETAPA
36 EMPAQUETADURA FLANCHE
37 SEGURO SEEGER BUJE PRENSA
38 SEGURO SEEGER RODAMIENTO
39 GOLILLA DISTANCIADORA
40 ROD. CONTACTO ANGULAR
41 ROD. RIGIDO
42 CHAVETA RODETE
43 POLIN BUJE PRENSA
44 EMPAQ. PRENSA ESTOPA
45 NIPLES ANGULARES
46 TUBO DE COBRE
47 PERNOS TAPA
48 PERNOS CPO. RODAMIENTO
49 ESPARRAGOS PRENSA ESTOPA
55 TAPON 1/4"Gas L 25/L32/L40
56 TAPON 3/8"Gas L 32/L 40
61 TUERCA PRISIONERO
62 TUERCA ESPARRAGO
63 CHAVETA MACHON

METODOS DE SELECCION DE UNA BOMBA

La mayoría de los problemas en sistemas de Bombas, acontecen por desconocimiento del usuario de los parámetros involucrados en la selección de un equipo. Con el propósito de entender como determinar cada uno de estos parámetros a señalar, se analizará una necesidad imaginaria.

Los parámetros involucrados son :

- COTA DE SUCCION (Zs) o ASPIRACION : Deberá indicarse si ésta es positiva (+) o negativa (-), entendiéndose por + cuando el nivel de las aguas a bombear está por sobre el eje de la bomba, por el contrario se entenderá por cota de succión - , cuando la bomba tenga el nivel de aguas a bombear por bajo su eje. Con esta condición excepto las bombas autocebantes , será absolutamente necesaria la instalación en el extremo sumergido de la succión una válvula de pié o de pozo.

- RECORRIDO DE LA SUCCION O ASPIRACION (Ls) EN UNIDAD DE LONGITUD. : En cualquiera de los dos tipos de succión (+ o -) deberá indicarse todo recorrido de la succión, sea ésta en cañería flexible o rígida, su diámetro interior Di y toda la fitinería empleada entre la parte sumergida y la aspiración de la Bomba (Válvula de pié, Codos, Válvulas de paso , Reducciones, etc.).

- COTA DE DESCARGA O IMPULSION (Zd) : Se entenderá por este parámetro, la altura vertical desde la salida o impulsión de la bomba hasta el punto de entrega.

- RECORRIDO DE LA DESCARGA O IMPULSION (Ld) : Similarmente a la succión deberá conocerse el largo de la impulsión en unidad de longitud, como así también toda la fitinería involucrada.

- PRESION TOTAL DE BOMBEO, PRESION MANOMETRICA O ALTURA TOTAL DE CABEZA (HMAM) : Se entenderá por este parámetro la suma algebraica de las cotas de succión y descarga de la aspiración y la impulsión (JLs, JLd).

- PERDIDA DE CARGA (JL) : Este nuevo término referido anteriormente a la aspiración y la impulsión nos indica la cantidad de presión perdida por efectos del roce que genera el líquido bombeado con las paredes internas de la cañería, es decir en otras palabras, la cantidad de presión que deberá sumarse a las cotas para determinar la presión de bombeo o manómetrica.

Para determinar las pérdidas de carga deberán conocerse los siguientes datos de la cañería u ducto utilizado, diámetro interior Di en milímetros (mm), largo o recorrido en metros (Lm) y caudal en litros por minuto Q (lts/min.); este último dato se refiere específicamente a la cantidad de agua por unidad de tiempo requerida en la necesidad estudiada, además deberá tenerse en cuenta el tipo de cañería utilizada y su presión máxima de trabajo.

La fórmula para determinar las pérdidas de carga es un arreglo matemático de HANZEN y WILLIAMS, la cual se expresa a continuación :

$$JL = K_1 \times Q^{K_2} \times D^{K_3} \times L$$

Donde K_1, K_2 , K_3 Son coeficientes numéricos que dependen del material de la cañería.

Q (L/min.) Corresponde al caudal en litros por minuto.

D (mm) Corresponde al diámetro interior del ducto utilizado, en milímetros, deberá tenerse especial cuidado ya que al calcular con Tube-

rías, comercialmente se conoce su diámetro exterior; es decir el diámetro a ingresar en la fórmula será su diámetro comercial menos dos veces su espesor.

D INTERIOR (mm) = D COMERCIAL - (2x ESPESOR (mm)

Caso contrario es el cálculo con cañerías que comercialmente se conoce su diámetro interior.

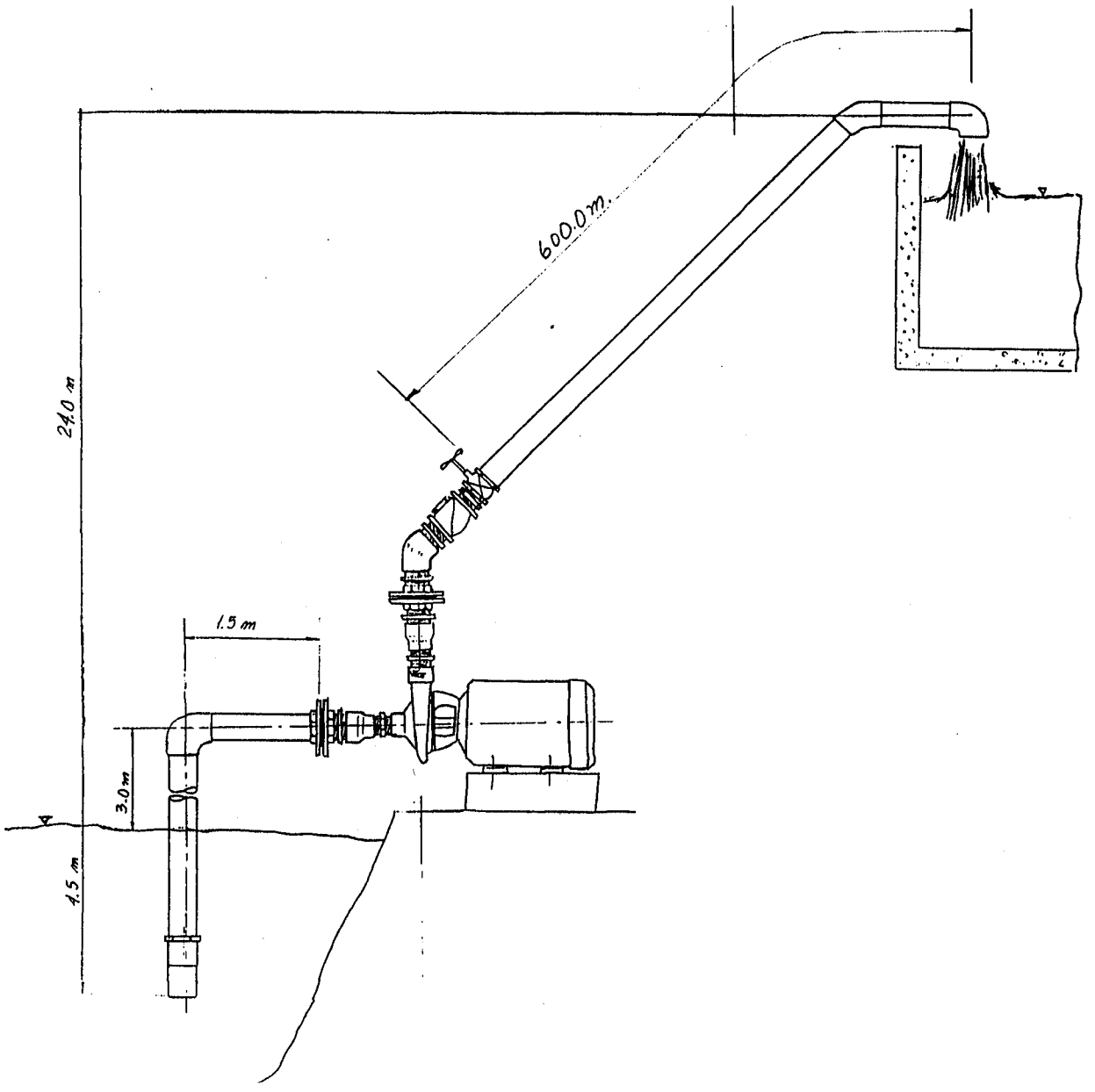
L (m) Corresponde al largo en metros del ducto a calcular, sumando además todas las longitudes equivalentes por concepto de fitinería (codos, válvulas de pié , de paso, de retención, reducciones, etc.).

Ejemplo de un caso de necesidad de riego

Se requiere bombear agua para riego gravitacional, el usuario cuenta con energía eléctrica trifásica 380 volts y frecuencia de 50 Hertz, el caudal requerido es de 10 litros por segundo. El agua se extraerá de un canal comunitario, la electrobomba se instalará a 3 m. por sobre el nivel de las aguas, utilizando para ello cañería de acero.

El agua deberá entregarse a un estanque de acumulación de 100 m^3, el cual estará distante de la electrobomba a 600 mm. con una pendiente del 4%, tal como lo indica el dibujo.

Se requiere calcular el tipo de bomba, la potencia necesaria en el motor eléctrico, el diámetro óptimo a instalar y el tiempo de llenado del estanque superior.



NOTA : En la selección del diámetro de la succión deberá tenerse especial cuidado con el NPSH de la bomba seleccionada.

¿ Qué es el NPSH ? este nuevo término asocia la capacidad que tiene una bomba para aspirar un caudal prefijado de agua a temperatura ambiente con succión negativa.

Datos para el estudio y solución del caso

Zs = 3 m

Zd = 24 m

Obtención del largo total de succión

DIAMETROS	3" ϕ	4" ϕ
LARGO VERTICAL (m)	4,5	4,5
LARGO HORIZONTAL (m)	1,5	1,5

Longitud Equivalente

VALVULA DE PIE	(m)	20,0	23,0
CODO	(m)	2,5	3,4
Ls_1 SUB TOTAL	(m)	28,5	32,4

Se propone para este servicio una bomba de 2.1/2" x 1.2/2" del tipo centrífuga unicelular.

La longitud equivalente de la copla reducción para la succión se determinará en el gráfico de longitudes para válvulas y piezas de conexión.

ALTERNATIVA I : Copla Reducción 3" x 2.1/2", se efectúa la división entre el diámetro menor y el diámetro mayor, el resultado de este cuociente se asocia a las 3 alternativas de las construcciones, una vez seleccionada una de ellas, se une el punto correspondiente en el diámetro menor (vertical de la derecha) por dentro la intersección de la unión antes señalada con la vertical del medio nos indica la longitud equivalente correspondiente a cañería del diámetro menor.

2.1/2" = 2,5

$\frac{2,5}{3}$ = 0,83 Se selecciona 3/4" de la unión con 2.1/2" ϕ

Se obtiene longitud equivalente de 0,43 m en 2.1/2" ϕ

Leq = 0,43 m x 2.1/2" ϕ

ALTERNATIVA II : Copla reducción 4" x 2.1/2"

Similarmente

$\frac{2,5}{4}$ = 0,63 se selecciona el valor más próximo o bien el de mayor Leq es decir 1/2, se obtiene :

Leq = 0,7 m x 2.1/2" ϕ

CALCULO DE PERDIDA DE CARGA JL (m) DE LA SUCCION

Fórmula :

$JL = K_1 \times Q^{K_2} \times D^{K_3} \times L$

Particularmente

Para el acero Norma ISO R65 serie liviana

Diámetro nominal (Pulgadas)	3"	4"
Diámetro exterior (mm)	88.3	113.5
Espesor (mm)	3.2	3.6
Diámetro interior (mm)	81.9	106.3

ALTERNATIVA 3" ϕ

$JL = 1510 \times 600^{1.869} \times 81.9^{-5.038} \times 28,5 = 1.54$

JL succión = 1.97 m.

CALCULO DE ALTURA DE SUCCION Hs (mca)

$$Hs = JLs + Zs = 1.97 + 3 = 4.97 \simeq 5.0 \text{ (mca)}$$

en la curva de la bomba, para 600 Lt/min se obtiene un NPSH = 4.8 m., considerando una presión atmosférica en el lugar de la instalación de 1 atmósfera (10.33 mca) se tiene que :

H SUCCION PERMISIBLE DE LA BOMBA	= H Atmosférica	- NPSH
	= 10.33	- 4.8 = 5.53 mca

El valor de 5.53 m.c.a. indica que la máquina no puede bombear con una Hs mayor a este valor.

Con el anterior cálculo de las pérdidas de carga (JLs) se había obtenido una Hs = 5 m.c.a., siendo esta última menor a la calculada por NPSH, podría instalarse en la succión 3" ϕ ! , sin embargo teniendo en cuenta que la diferencia en la Hs obtenida por el cálculo de JL es 0.53 m.c.a., resulta un margen demasiado estrecho de seguridad, comprometiéndose con una posible baja de nivel de las aguas del canal, por esta razón una buena elección es la instalación de 4" ϕ en succión.

$$JLs = 1510 \times 600^{1.869} \times 106.3^{-5.038} \times 32.4 = 0.47$$

$$Zs = 3$$

HTs = 3,47 ≃ 4 (mca)

CAVITACION

El término NPSH puede expresarse como la energía mínima que requiere la bomba para no cavitar. Pero, Qué es cavitación ? Este nuevo fenómeno es característica común del deterioro de bombas practicamente nuevas, en el interior de su cuerpo caracol y en el impulsor mismo, la evidencia es notable a simple vista. Cuando se abre una bomba que ha

sufrido este fenómeno, el cuerpo interiormente presenta picaduras e incluso a veces ha llegado a perforarse, el impulsor literalmente se hace tira perdiendo material y por tanto variando su diámetro, como así también los álabes o paletas los cuales llegan a cortarse en su longitud.

Este daño lo produce la **Cavitación**, el agua como tal pasa de estado líquido a gaseoso, es decir se produce la ebullición del líquido a la entrada del impulsor a la temperatura de bombeo, este cambio de estado del agua es generado por el vacío que produce el impulsor y por la posterior implosión de las burbujas de vapor de agua al pasar el líquido a zonas de presión ligeramente mayor.

¿ **Como evitar la Cavitación** ? Muy siemple ! al calcular la altura total de succión Hs. ésta deberá ser inmediatamente menor, con un margen de seguridad que no comprometa una baja del nivel de las aguas que la calculada considerando el valor del NPSH leído de la curva de la bomba.

Ya definida la succión, se procede con la impulsión o descarga

Ld = 600 m. Q = 600 Lt/min. Material PVC C10

Analizando dos alternativas en PVC C10

DIAMETRO NOMINAL (Pulgadas)		3"	4"
DIAMETRO EXTERIOR	(mm)	90	110
ESPESOR	(mm)	4.3	5.3
DIAMETRO INTERIOR	(mm)	81.4	99.4
LARGO TUBERIAS			
LONGITUDES EQUIVALENTES (m)		600	600
1 VALVULA DE PASO COMPUERTA (m)		0,5	0,7
1 VALVULA RETENCION COMPLETA (m)		9,7	12,9
3 CODOS	(m)	2.5...7.5	3.4...10.2
SUBTOTAL (m)		617,70	623,80

COPLA REDUCCION 3" x 1.1/2" Leq = 0,6 m.x 1.1/2" ϕ

Relación 0,5/3 = 0.17 ≃ 0,2

COPLA REDUCCION 4" x 1.1/2" Leq = 0,6 m.x 1.1/2" ϕ

Relación 0,5/4 = 0,13

ALTERNATIVA EN 3" ϕ

$JLd = 570 \times 600^{1.852} \times 81,4^{-4.869} \times 617,70 = 24,49 \simeq 24,5$ mca
PVC

$JLd = 1510 \times 600^{1.869} \times 42.3^{-5.038} \times 0,6 =$
CONTRACCION METALICA 0,9 mca

JLd TOTAL x 3" ϕ 25,4 mca

ALTERNATIVA EN 4" ϕ

JLd = 570 x 600 x 99.4 x 623,80 = 9,35 ≃ 9,4 mca
PVC

JLd
CONTRACCION = 0,9 mca
METALICA

JLd TOTAL x 4" ϕ 10,3 mca

CALCULA DE LA PRESION MANOMETRICA (HMAN (mca))

ALTERNATIVA I DESCARGA CON 3" ϕ

HMAN = Hs + Hd donde Hd = Zd + JLd

HMAN = 4 + 24 + 25.4 = 53.4 (mca)

HMAN = 53.4 (mca) Q = 600 (lt/min) Dd = 3" ϕ

ALTERNATIVA II DESCARGA EN 4" ϕ

HMAN = 4 + 24 + 10,3 = 38,3 mca

HMAN = 38,3 (mca) Q = 600 (lt/min.) Dd = 4" ϕ

Conocida la presión manometrica y el caudal se procede a determinar el diámetro del impulsor que deberá tener la bomba,como así también el motor eléctrico que la moverá.

ALTERNATIVA I

Q = 600 lt/min. HMAN = 53,4 mca.

Impulsor de 220 mmϕ, la potencia consumida por la bomba será de 10,5 Hp. lo que exige una potencia nominal del motor de 15 Hp.

El equipo se solicita de la siguiente manera :
Electrobomba U627ME - 220 - 15 Hp - 2 polos - 2900 RPM - 380 V - 50 Hz.

ALTERNATIVA II

Q = 600 Lt/min HMAN = 38,3 mca.

Impulsor de 200 mmϕ
Potencia consumida por la bomba N_B = 7.8 HP.
Potencia nominal del motor N_M = 10 Hp.
Tiempo de llenado de estanque superior 2 Horas/ 50 minutos

El equipo se solicita de la siguiente forma :

Electrobomba U627ME-200 - 10 Hp/2 polos/2900 RPM/380V/50 Hz.

En cada solicitud de un equipo deberá señalarse material de la bomba (Fierro o Bronce).

AMORTIGUADOR DEL EFECTO DE GOLPE DE ARIETE

A menudo cuando se cierra bruscamente una llave en servicio dentro de una casa, se siente una vibración que se transmite por toda la cañería. Este fenómeno se produce por un paro violento de un chorro de agua, acción que se refleja en la vibración antes citada, en sistemas de bombeo. El **" Efecto de Golpe de Ariete "**, es altamente perjudicial por cuanto un paro violento del motor sea manual o por corte de energía hace que la velocidad del agua dentro de la cañería disminuya casi instantáneamente hasta ser nula, la energía que llevaba el agua se transforma en deformación del líquido que tiende a expandirse en el extremo donde está la válvula de retención. Esta expansión del agua produce en la cañería un excesivo aumento de presión en sus paredes internas por sobre la presión de trabajo, producto del cierre de la chapaleta u otro dispositivo de cierre de la válvula de retención, generando la explosión de la cañería. La onda de choque se devuelve generando un vacío que hace que la cañería quede sometida a presiones exteriores por sobre su límite y por consiguiente se produce el "COLAPSO" o IMPLOSION. A fin de evitar este fenómeno, se incorporan Amortiguadores de Golpe de Ariete, los cuales son estanques de diferentes volumenes 60, 200, 300 y 500 litros.

La determinación de su volúmen y compartimiento de las presiones deberá calcularla una persona técnica en la materia; los datos requeridos son : perfil de impulsión, caudal, diámetro (s) de las cañería (s) y material (es). El o los amortiguadores deberán ser instalados aguas arriba de la válvula de retención.

La Conclusión de este ejercicio es :

Un diámetro de 3" ø , 90 mmø en PVC, para la impulsión resultaría económico para la instalación de 600 m. comparado con 4" ø (110 mmø) sin embargo el usuario debiera comparar el gasto con consumo de energía eléctrica en el tiempo que le demandaría la puesta en marcha de un mo-

tor de 15 Hp., para el caso de 3" ϕ frente al de 10 Hp., si se instalara 4" ϕ.

Toda instalación de maquinaria eléctrica con el propósito de asegurar la vida útil del motor, deberá contar con la protección eléctrica correspondiente. Para el caso de las electrobombas deberá instalarse un tablero de comando con protección termomagnética, con rele de asimetría en los casos donde exista posibilidad de caída de tensión, con sistemas de control accionados en baja tensión (controles de nivel flotantes u otro control automático) con interruptores generales que permitan la inspección de los componentes interiores del tablero sin quedar éstos energizados. Exteriormente en el estanque que guardará los componentes citados, debera contar con luces pilotos que señalen función y falla, en dos colores diferentes y dos botoneras una para hacer funcionar, la otra para deterner el equipo.

Para las potencias motrices que demanden una partida estrella triángulo, es absolutamente recomendable que el cambio no sea manual, mediante partidor estrella - triángulo si no que mediante contactores y temporizador siendo este último componente el encargado de cambiar de estrella a triángulo en un tiempo prefijado e invariable, mientras el dial del temporizador no sea cambiado por una persona competente, para asegurar la vida útil del motor.

EQUIPO HIDRONEUMATICO

Este tipo de equipo, conjuga como su denominación lo indica 3 principios HIDRO --Fluído (agua) NEUMA ---Aire TICO -+- Automático, el propósito de este tipo de equipo es abastecer una necesidad de caudal variable hasta un máximo, o hasta caudal máximo, se le denomina caudal de conexión (Qa) y al mínimo caudal de desconexión (Qb), para cada uno de ellos le corresponde una presión, de esta manera se tiene presión de conexión (Pa) y de desconexión (Pb) respectivamente, con estos cuatro términos se procede al cálculo del Estanque Hidroneumático.

Pasos para el Cálculo de equipos hidroneumáticos

Qa (Lt/min) Pa (mca) condición límite Qb Qa/4

Qb (Lt/min) Pb (mca)

Caudal medio Qm (Lt/min) = (Qa + Qb) ÷ 2

Tiempo permisible entre dos partidas consecutivas de un motor eléctrico de acuerdo a su potencia - (T)

POTENCIA (HP)	T (MIN)	POTENCIA (HP)	T (MIN)
1 - 3	1,2	7.5 - 15	3,0
3 - 5	1,5	15 - 30	4,0
5 - 7,5	2,0	Sobre - 30	6,0

VOLUMEN DE REGULACION (VR (LTS)) : Corresponde a la cantidad en litros de agua capaz de acumularse en la membrana del estanque hidroneumático, cuando la bomba alcanza su presión de desconexión y el aire preinyectado está comprimido.

VR = (Qm x T) : 4

VOLUMEN DE ESTANQUE VEST (LTS) : Corresponde al volúmen físico del estanque, este contendrá el aire preinyectado y el volúmen de regulación.

VEST + (VR x (Pb + 10)) + (Pb - Pa) (LTS)

UNIDADES

VR (lts)

Pb (mca)

Pa (mca)

(Pb - Pa) : Esta diferencia de presiones es importante en la determinación del volúmen del equipo hidroneumático, siendo la más usada 10 mca, en todo caso dependerá de la posibilidad de la curva de la bomba (Q, H) y la calidad del Presóstato incorporado en el cabezal del equipo.

PRESOSTATO : Este componente no es otra cosa que un interruptor eléctrico, que conjuga los principios hidráulico - mecánico y eléctrico y es el encargado de dar la señal de detención y puesta en marcha de le electrobomba.

Para este ejemplo, basándose en el caso anteriormente estudiado, se requiere para el suministro de aguas de un complejo un Qa = 600 (lt/min) a una presión de conexión Pa = 38 (mca). Hay que determinar el equipo con bomba de reserva y calcular el volúmen del estanque hidroneumático.

OBTENCIÖN DE DATOS

Qa = 600 (Lt/min)
Pa = 38 (mca) Considerando una diferencia de 10 mca.
Pb = 10 + Pa = 48 (mca)

Analizando las curvas (H, Q) del modelo U627, se marca un punto de coordenadas (Qa, Pa) = (600, 38) asciendo en presiones por el Qa = 600 lt/min, hasta 48 mca deberá trasladarse hacia la izquierda hasta un Qb no inferior a Qa/4, se tomará en este caso Qb = 260 lt/min, luego :

Qm = (Qa + Qb) - 2 = (600 + 260) : 2 = 430 (lts/min)

¿ POTENCIA MOTOR ? : Para determinar el motor necesario se analizará la potencia consumida por la bomba en el punto (Qa, Pa) que corresponde al de mayor demanda considerando además el impulsor que se instalará en ella.
El impulsor a instalar será de 200 mmø, trazando una línea vertical que pase por Qa = 600 lt/min hasta intersectar la curva de potencia N consumida por el impulsor de 200 mm. Se obtiene en la intersección 7.8 Hp leídos a la derecha del recuadro trazando una línea paralela a los caudales o bien 5,8 Kw leídos a la izquierda del gráfico por lo tanto la NM (HP) a instalar corresponderá a la inmediatamente superior comercial, en este caso particular 10 Hp.

El T (min) para 10 Hp, se obtiene de la tabla de tiempos permisibles, conforme a la potencia.

T = 3 min.

VR (lts) = (Qm x T) : 4 = (430 x 3) : 4 = 332,5 (lts)

VEST (Lts) = (Vr (Pb + 10) : (Pb - Pa)

= (332,5 (48 + 10) : (48 - 38) = 1870,50 lts.

NOTA : Es conveniente para el motor eléctrico que se instale un volúmen comercial superior al teórico calculado, el insistir en un volúmen inferior disminuye automáticamente el T (min), esto provoca en el motor aumentos de temperatura como consecuencia de un número de partidas superior a las posibles ya que en la partida los motores superan el amperaje de placa llegando a alcanzar 4 veces su amperaje nominal.
En el otro caso particular analizado sería recomendable la instalación de 4 estanques Hidroneumáticos de 500 Lts. cada uno.

Sus aplicaciones pueden ser el Suministro de Aguas a Casas, Complejos, Edificios, Industria, Cunicultura, Criadero de Cerdos y todas las necesidades que requieran caudales variables y detención momentánea del equipo.

INSTALACION DE LOS EQUIPOS DE BOMBA

El funcionamiento sin problemas de cualquier equipo de bombeo, tiene como condición previa indispensable un montaje intachable, como también una mantención periódica adecuada.

A continuación detallamos los principales puntos que deben observarse celosamente .

Cada bomba debe colocarse sobre un buen fundamento plano de concreto o de perfiles de acero.

La instalación, cuya ejecución recomendamos confiar solamente a personas de probada idoneidad, debe tomar en cuenta estrictamente los siguientes puntos :

1. La cañería de aspiración debe quedar completamente hermética a fin de evitar entradas de aire.

2. En caso de cañerías de aspiración con un largo tramo horizontal, la instalación debe contemplar una pendiente ascendente de aproximadamente un 3% en dirección de la boca de aspiración, a fin de evitar acumulación de aire.

3. El peso de las tuberías no debe ser nunca soportado por la bomba.

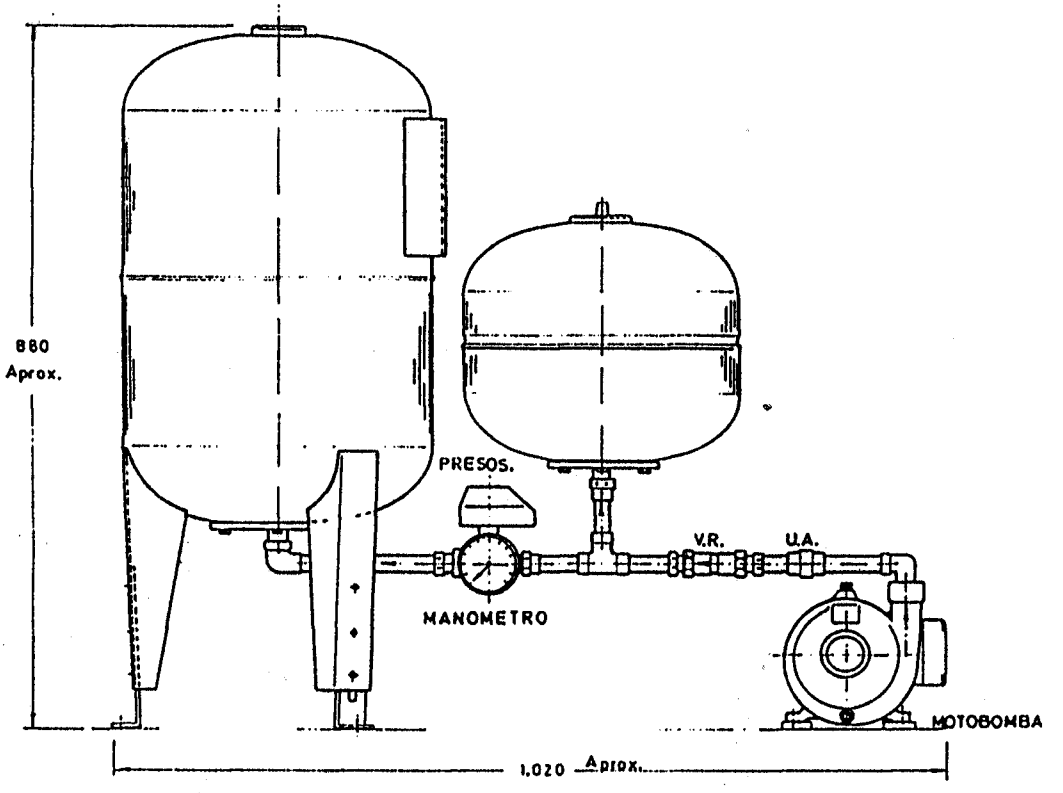
4. Las dilataciones de las cañerías, por cambios de temperatura, deben ser absorbidas adecuadamente por la instalación de éstas. En ningún caso se deben transmitir cargas a la bomba.

5. Si la bomba no es " monoblock " es preciso verificar la correcta alineación del machón de acoplamiento entre bomba y motor, una vez montado adecuadamente el equipo.

6. No se debe hacer funcionar la bomba en seco.

7. Antes de poner la bomba definitivamente en servicio, es preciso verificar el correcto sentido de rotación. Esto se logra arrancando y parando inmediatamente al motor eléctrico.

Si su bomba no funciona en forma adecuada, no la desarme, busque la falla, antes que nada, en la instalación.



EQUIPO HIDRONEUMATICO

RIEGO EN REMOLACHA, MAIZ, PAPAS Y PRADERA

Juan Nissen M.
Ing.Agr. Dr.
Univ. Austral de Chile

Históricamente,la Décima Región del país no conoció la práctica del riego antes de la década de los años 50. Las altas pluviometrías anuales reinantes en toda la zona, constituía un fenómeno que hacia pensar en un óptimo abastecimiento de agua para el normal desarrollo de los cultivos.

Sin embargo, analizando más en detalle estas precipitaciones , es posible observar una muy mala distribución de ellas, por cuanto la mayor parte cae en una época en que desde el punto de vista de los vegetales no se la necesita.

Si bien se ha podido observar un creciente interés en aplicar la práctica de riego en cultivos horto-fruticolas de la Región, el objetivo del presente trabajo es analizar sus posibilidades de éxito en los cultivos más tradicionales de la zona, como es el caso de pradera, remolacha, papas y maíz, en base a investigaciones realizadas en la Universidad Austral de Chile.

En primer lugar se analizarán los resultados obtenidos en el cultivo de Pradera.

Hasta la fecha se cuenta con 4 experiencias de riego en pradera en la X Región. estas se realizaron en las localidades de Valdivia - Pichoy (1979/80), Frutillar (1984/85), Valdivia - Santa Rosa (1987/88) y Nueva Braunau (1987/88).

Cuadro 1. Efecto de dos niveles de riego sobre la producción de materia seca de una pradera natural mejorada, durante 2 etapas del estudio en Valdivia - Pichoy (1979/80)

% Agotamiento Agua útil del suelo.	Periodo Completo (15/11/79 - 31/3/80) Produc.Total Kg MS/ha	% Aumento	Periodo Final (3/1/80 - 31/3/80) Produc.Total Kg MS/ha	% Aumento
50	8.630	27,0	6.025	38,5
80	8.470	24,5	5.599	28,8
Secano	6.795	0	4.348	0

Fuente : Adaptado de Woerner (1982)

Cuadro 2. Efecto de la frecuencia de riego sobre la producción de materia seca de una pradera natural mejorada durante diferentes periodos del estudio realizado en Frutillar (1984/85)

Frecuencia de Riego	Periodo Completo Prod.Total Kg MS/ha	% Aumento	Periodo inicial 1/12/84 - 31/1/85 Prod.Total Kg MS/ha	% Aumento	Periodo final 1/2/85 - 8/4/85 Prod.Total Kg MS/ha	% Aumento
Riego Frecuente	3.657	61,4	2.515	73,7	1.142	39,4
Riego menos Frecuente	3.617	59,6	2.551	76,2	1.066	30,2
Sin Riego	2.266	0	1.447	0	819	0

NOTA :

Riego Frecuente : 30% agotamiento del agua aprovechable en el suelo.

Riego menos frecuente : 60% de agotamiento del agua aprovechable en el suelo.

Fuente : Nissen, Weil y Daroch (1986).

Cuadro 3. Efecto del riego de una pradera artificial (Ballica-Trébol rosado), sobre la producción de materia seca (Kg MS/ha) durante los diferentes meses de crecimiento (Santa Rosa - Valdivia 1987/88)

Tratamiento	Nov y Dic	Ene	Feb	Mar	Total	%
Riego	7.706,6	733,3	400	813	9.652,6	22,9
Secano	6.518,6	133,3	186,6	1.013	7.851,5	0

Fuente : Tesis Eduardo Ramírez (UACH), en prensa.

Cuadro 4. Efecto del riego sobre la producción estival de materia seca (Kg MS/ha), de una pradera natural mejorada en Nueva Braunau (1987/88)

Tratamiento	Meses					
	Ene	Feb	Mar	Abr	Total	%
Riego poco frecuente	3.188	1.431	1.277	1.164	7.060	48,3
Secano	1.666	684	1.163	1.248	4.761	0

Fuente : Tesis Juan Billiard (UACH), en prensa.

En segundo término,se presenta la información de investigación de riego en el cultivo de **Remolacha Azucarera** en el Sur de Chile. Hasta la fecha se cuenta con 2 estudios realizados en las localidades de Osorno-Pindahue (1985/86) y Valdivia-Santa Rosa (1986/87).

Cuadro 5. Efecto del riego sobre el rendimiento de raíces limpias de remolacha azucarera en osorno - Pindahue (1985/86)

Tratamiento	Rendimiento raíces (ton/ha)
Riego frecuente (30% agotamiento)	70,9
Riego menos frec. (60% agotamiento)	100,8
Sin riego	55,4

Fuente : Nissen, Vargas y Daroch (1987).

Cuadro 6. Contenido de sacarosa y azúcar de tratamientos en remolachas de Pindahue - Osorno

Tratamiento	% Sacarosa	Rendimiento de azúcar ton/ha.
Riego frecuente (30% agotamiento)	16,93	12,26
Riego menos frec. (60% agotamiento)	17,30	17,07
Sin riego	16,06	8,87

Fuente : Nissen, Vargas y Daroch (1987).

Cuadro 7. Efecto de riego sobre el rendimiento de raíces limpias de remolacha en Valdivia . Santa Rosa (1986/87)

Tratamiento	Producc.raíces (ton/ha)	% Aumento
Riego menos frecuente	66,6	103,7
Sin riego	32,7	0

Fuente : Tesis W. Luchsinger (UACH)

Seguidamente se presenta la investigación de riego realizada en el cultivo de **Maíz** en la zona :

Cuadro 8. Efecto del riego sobre la producción de granos de maíz en Valdivia - Santa Elvira (1984/85)

Tratamiento	Rendimiento Grano Kg/ha	Aumento %
Riego frecuente (30% agot.)	8.594	60,5
Riego menos frecuente (60%)	7.077	32,1
Sin riego	5.355	0

Fuente : Nissen et al, (1988)

Por último, se presentan los resultados de los estudios de riego realizados en el cultivo de la **Papa**. hasta la fecha, en la Universidad se ha llevado a cabo solo un ensayo con este cultivo, realizado en la localidad de Valdivia - Santa Elvira (1983/84).

Cuadro 9. Efecto del riego sobre el rendimiento comercial y de desecho del cultivo de papa (variedad Desiree) en la zona de Valdivia

Tratamiento	Rendimiento (ton/ha) Comercial	Desecho
Riego frecuente	35,9	1,47
Riego menos frecuente	43,4	1,16
Sin riego	16,5	1,17

Fuente : Nissen et al (1985).

Con la actual tendencia a la optimización de los cultivos, y en base todavía a escasos estudios experimentales, es necesario efectuar replanteamientos y nuevas experiencias para consolidar las recomendaciones definitivas de riego que se pueden dar a los cultivos en la X Región, sobre todo en la provincia de Valdivia y Osorno.

De los resultados y cultivos presentados, es posible concluir que el uso del riego en la X Región del país constituye una práctica mediante la cual se obtienen respuestas notorias en los rendimientos de los cultivos y su aplicación definitiva debe justificarla al estudio económico específico para cada caso.

BIBLIOGRAFIA

LUCHSINGER, W. 1988. Lixiviación de nitrógeno, potasio y balance hidrológico en remolacha azucarera en un suelo trumao de la provincia de Valdivia. Tesis Licenciado en Agronomía. Valdivia UACH, Facultad de Ciencias Agrarias.

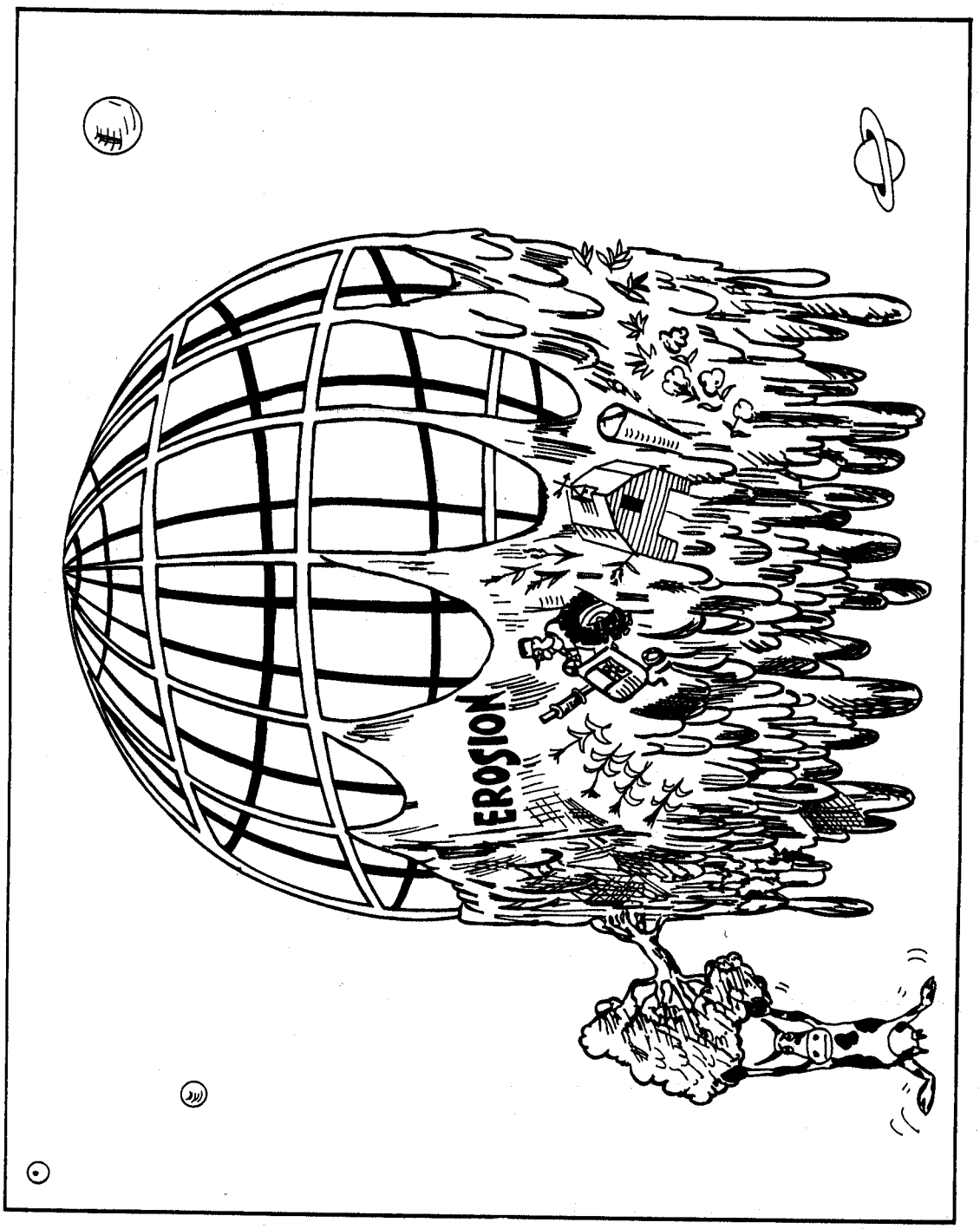
NISSEN, J., ACUÑA, J. y DAROCH, R. 1985. AGRO-SUR 13 (1).

NISSEN, J., WEIL, G. y DAROCH, R. 1986. AGRO-SUR 14 (2)

NISSEN, J., VARGAS, H. y DAROCH, R. 1987. AGRO-SUR 15 (1).

NISSEN, J., BORTOLAMEOLLI, G., BARRIGA, P. y DAROCH, R. 1988. AGRO SUR 16 (1).

WOERNER, G. 1982. Efectos de la frecuencia de riego y el manejo de corte sobre una pradera natural mejorada en la provincia de Valdivia. tesis Ings. Agrs. - Valdivia. Universidad Austral , Facultad de Ciencias Agrarias.


EROSION

EFECTO DEL SISTEMA DE LABRANZA SOBRE LA EROSION DEL SUELO

Roberto Daroch P.
Ing.Agr. M.S.
Univ. Austral de Chile

La superficie agrícola que se erosiona anualmente en el mundo es enorme. Esto se debe a que el efecto de la erosión no es lo suficientemente espectacular, en la mayoría de los casos, para que el común de las personas se percate de la gravedad del problema. En otros casos, se agrega una evidente condición de ignorancia del agricultor respecto al fenómeno y, por último, aunque éste se percate y esté conciente del daño futuro de la erosión provocada por el sistema de cultivo aplicado, su falta de recursos le impide adoptar las medidas adecuadas a su control. En Chile se postula que sobre un 70% de los suelos agrícolas están afectados por diversos grados de erosión, los cuales van de ligera a severa.

Considerando que aproximadamente el 95% del suelo se erosiona a causa del impacto de la gota de lluvia, es razonable pensar que técnicas agrícolas que mantengan una cubierta vegetal parcial, a través del año, permitirán disminuir, en gran medida, la erodabilidad del suelo. Es asi que, desde un punto de vista conservacionista, lo más adecuado sería manejar el suelo bajo una cubierta vegetal contínua. Esta cubierta interceptaría la gota de lluvia en su trayectoria hacia el suelo, disipando su energia cinética, permitiéndole alcanzar el suelo en forma suave.

En la evolución de las prácticas de cultivos la labranza del suelo llegó a ser el método único y aceptado para el control de la vegetación no deseada (para eliminar asi la competencia por humedad, luz

y nutrientes) pero, con el inconveniente que el suelo permanece descubierto y expuesto a la erosión por un período prolongado. Sin embargo, desde hace un tiempo a esta parte, el desarrollo de herbicidas de efecto residual corto ha permitido reducir los requerimientos de labranza en los cultivos, como método de control de malezas.

Es así que la técnica de eliminación del laboreo del suelo pudo ser aplicada en su máxima expresión, dando como resultado, la práctica denominada cero labranza. Indudablemente que este método presenta connotaciones extraordinarias en relación a sus resultados relativos a los rendimientos y eficiencia de la nutrición de los cultivos, competencia de las malezas y la economía y oportunidad de las operaciones mecanizadas. Todos temas, que serán analizados por otros colegas, en mi caso se me ha invitado a presentar a Uds. resultados obtenidos de una investigación desarrollada hace unos años en la Universidad Austral, referente al efecto de esta técnica sobre la erodabilidad de un suelo Trumao.

El estudio se desarrolló en el predio Experimental Santa Rosa, de la Universidad Austral, ubicado a 1,5 km al Norte de Valdivia, se seleccionó un suelo de la serie Valdivia con textura franco-limoso, profundidad de 1.8 m, densidad aparente de 0,65 q/cc, estructura granular y 76% de estabilidad de agregados. El sector donde se ubicó el ensayo tenía una pendiente de 18% como promedio, con exposición Norte. El suelo presentaba una cubierta de pradera natural constituída principalmente por Hypochoeris radicata , Plantago lanceolata , Holcus lanatus grostis tenuis lolium sp., Trifolium filiformis , Trifolium repens y Trifolium pratense . Estos últimos, los trifolium aumentaban al disminuir la cota del terreno.

Los tratamientos ensayados fueron los siguientes ;

Sistema Tradicional (T 1) . Consideró el laboreo habitual consistente en roturar, invertir y mullir el suelo.

Sistema de Labranza Mínima (T 2). Consideró un laboreo minimizado, basado sólo en la roturación del suelo sin incorporar los residuos vegetales. Se aplicó Paraquat para eliminar las malezas.

Sistema Cero Labranza (T 3). Sólo consultó la aplicación de Paraquat.

Sobre las parcelas asi separadas se sembró trigo en surcos perpendiculares a la pendiente.

RESULTADOS

Cuadro 1. Pluviometría registrada durante el ensayo

	Rangos de intensidad (mm/h)					Total	Precip. por día	días lluvia
	0 a 2	a 4	a 6	a 8	+de 8	(mm)	llovido	por día
24/06-03/07	25,3	41,5	47,8	19,7	17,1	151,4	15,4	08/10
04/07-08/07	13,8	10,4	17,1	18,6	37,7	97,6	19,5	05/05
09/07-14/07	12,3	16,8	15,0	4,9	24,9	73,9	14,8	05/06
15/07-04/08	32,6	26,3	20,3	26,8	13,4	119,4	9,9	12/20
05/08-25/08	22,9	24,6	28,6	19,8	17,2	113,1	8,7	13/19
26/08-26/09	45,3	49,5	37,2	11,5	10,0	153,5	9,0	17/19
27/09-21/10	29,2	43,6	32,5	19,5	11,3	136,1	11,4	12/20
22/10-18/11	28,0	18,7	24,2	25,1	17,1	113,1	9,4	12/25

Cuadro 2. Total de agua escurrida por parcela (1) para cada tratamiento

Tratamientos	T1	T2	T3
TOTAL ESCURRIDO	165,25 a	31,63 b	14,46 b

Valores con distinta letra, dentro de un periodo de muestreo, indican diferencia significativa según prueba de Tukey (P = 0,05).

Cuadro 3. Pluviometría por parcela (m) y porcentaje de escurrimiento superficial para cada tratamiento

	Pluviometría por parcela	Tratamientos T1	T2	T3
Períodos				
24/06-03/07	1,79	1,12	0,37	0,04
04/07-08/07	1,16	1,80	0,35	0,18
09/07-14/07	8,76	7,95	0,34	0,20
15/07-04/08	1,42	1,32	0,35	0,18
05/08-15/08	1,34	0,87	0,32	0,18
26/08-26/09	1,82	0,33	0,10	0,12
27/09-21/10	1,62	0,57	0,08	0,08
22/10-18/11	1,34	0,34	0,13	0,06

Cuadro 4. Resumen de suelo erosionado por tratamiento, expresado en gramos por parcela para cada periodo de muestreo, y cantidad total

	Tratamientos		
	T1	T2	T3
Periodos			
24/06-03/07	47,93 a	4,05 b	0,66 b
04/07-08/07	88,72 a	4,06 b	1,27 b
09/07-14/07	298,83 a	1,90 b	0,87 b
15/07-04/08	27,27 a	4,03 b	1,53 b
05/08-25/08	17,82 a	3,98 b	1,35 b
26/08-26/09	11,67 a	3,67 a	0,98 a
27/09-21/10	12,27 a	1,13 b	1,01 b
22/10-18/11	3,07 a	1,72 a	0,37 a
TOTAL	513,49 a	28,59 b	8,40 b

Valores con distinta letra, dentro de un periodo de muestreo, indican diferencia significativa según prueba de Tukey (P = 0,05).

Cuadro 5. Resumen de algunos cationes perdidos, expresados en meg/parcela

Catión	T1	T2	T3
Sodio	20,64	7,51	3,07
Potasio	5,96	3,43	1,58
Calcio	9,68	3,89	2,32

CONCLUSIONES

De los resultados del presente trabajo, bajo las condiciones en que se efectuó, y tomando como base sus objetivos, se concluye que :

- La pluviometría total por periodo, no refleja la erosibidad de las lluvias.

- Existen dos tipos de lluvias erosivas : moderada intensidad, larga duración e interrumpidos por corto tiempo; gran intensidad y corta a moderada duración.

- Los sistemas de cultivo que proveen una continua cubierta de residuos vegetales (labranza mínima y sin labranza), aumentan la infiltración.

- Los sistemas sin labranza y labranza mínima desarrollan similar escurrimiento superficial de agua, siendo éste muy inferior al que observa el sistema tradicional de cultivo.

- Existe una alta correlación entre escurrimiento superficial de agua y suelo erosionado.

- El sistema tradicional de cultivo incrementa la erodabilidad del suelo en relación a los sistemas con labranza mínima y sin labranza . Estos, por su parte, no difieren en la cantidad del suelo erosionado.

- La pérdida de elementos nutritivos estudiados, observó la siguiente tendencia : Na > Ca > K.

- En los tratamientos, las pérdidas relacionadas a un mismo elemento nutricional observaron la siguiente tendencia : labranza tradional > labranza mínima > sin labranza.

BIBLIOGRAFIA

DAROCH, R., et al. 1986. Comparación de varios sistemas de cero labranza sobre un cultivo de trigo (Triticum aestivum L.) en la IX Región. Agro-Ciencia 2(1):19-26.

HUGUES, K.A. y BAKER, C.J. 1977. The effects of tillaje and zero tillage systems on soil aggregates in a silt loam. J.Agric. Eng.Res. 22(3) : 291-301.

INOSTROZA, J. et al. 1986. Efecto de varios sistemas de cero labranza sobre el control de malezas en un cultivo de trigo (Triticum aestivum L.) en la IX Región. Agro-Ciencia 2(2):123-128.

LAFLEN, J.M. y TABATABAI, M.A. 1984. Nitrogen and phosphorus losses from corn-soybean rotation as afected by tillage practices. Transactions of the ASAE. 27(1):58-63.

LEAVITT, R.C. 1980. Influencing the action of herbicides; soil, chemical pH. Crops and soil magazine. April-May : 13-15.

MUELLER, D.H., WENDT, R.C. y DANIEL, T.C. 1984. Soil and water losses as affected by tillage an manure application. Soil Sci. Soc. Am. J. 48(4) : 896-900.

NEUMANN, M. 1977. Influencia de tres sistemas de labranza en la erodabilidad de un suelo. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. Valdivia. Tesis mimeografiada. 87 p.

NISSEN, J. 1974. Estudio Agrológico del Predio Experimental "Santa Rosa ". Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. Instituto de Suelos y Abonos. Valdivia. 46 p.

FUNDAMENTOS DE FERTILIDAD EN LABRANZA CONVERSIONALISTA Y CONVENCIONAL

Carlos Sierra B.
Ing.Agr., M.S.
Est.Exp. Remehue - INIA

La labranza tradicional del suelo con el uso del arado convencional es tan antigua como la agricultura misma y se remonta a tiempos inmemoriables (A. de C.). Sin embargo, la labranza tradicional ha venido ocupando suelos con pendientes mayores a las recomendadas debido por una parte a la presión por obtener alimentos a partir de grandes extensiones de suelos que presentan una aptitud ganadera. Además, en muchos casos, pequeños agricultores se han visto en la necesidad de roturar suelos con fuertes pendientes, originando grandes pérdidas de suelos por erosión. Según Peralta (1974) el 60% de los suelos de Chile, presentarían un cierto grado de erosión.

La erosión produce una pérdida de fertilidad química, física y biológica de los suelos. En la primera se pierden minerales disponibles como calcio, magnesio, potasio, fósforo y azufre, etc., mientras que la segunda produce pérdidas de propiedades favorables como estructura, aireación y retención de humedad aprovechable. Toda esta situación genera una pérdida de actividad biológica del suelo, disminución de la microflora y la mesofauna del suelo. El gran centro activo de la fertilidad del suelo es la materia orgánica activa del suelo y esto significa contenido de carbono y nitrógeno activo del suelo. Para comprender mejor la cero labranza y su dinámica de fertilidad es necesario conocer y comprender la dinámica de la labranza convencional.

Labranza Convencional

Este tipo de labranza altera el suelo mediante el arado y sucesivos rastrajes. Esto permite incorporar los residuos de cosechas o restos de praderas, raíces y parte aérea, lo cual favorece su descomposición al ser atacada por la biomasa microbiana del suelo (hongos , bacterias y actynomicetes). En muchos casos esta práctica de inicio de rotura se hace 6 o más meses antes de sembrar, lo que se conoce como barbechar el suelo. Durante este tiempo (generalmente verano) en el suelo se produce una gran actividad microbiana, por descomposición de los residuos, sin ambargo, agronómicamente el barbecho presenta otras características muy favorables para el establecimiento posterior de un cultivo y que son :

- Control de malezas
- Control de plagas, larvas del suelo
- Aporte de nitrógeno, fósforo, azufre por mineralización de los residuos vegetales.
- Pérdida de efectos alelopáticos por descomposición de los residuos.

Sin embargo, el barbecho del suelo presenta también desventajas, entre las cuales se pueden destacar :

- Aumentan las posibilidades de producirse erosión principalmente en suelos con pendientes.
- Pérdida de condiciones físicas favorables del suelo como , estructura y por consiguiente aireación lo cual afecta considerablemente la retención de humedad aprovechable por el suelo.
- Además como consecuencia de la mantención del suelo descubierto durante cierta época del año, aumentan las posibilidades de pérdida por lixiviación de nutrientes.

- Finalmente en muchos casos el agricultor mediante el barbecho extrae nutrimentos del suelo, que son restituídos, principalmente nitrógeno.

De esta forma la labranza tradicional produce un desgaste de carbono y nitrógeno del suelo importante. Este desgaste se puede acelerar con la quema contínua de rastrojos. El evitar la quema permitiría recuperar el carbono perdido por erosión y oxidación por labranza, se estima que la mayor pérdida de carbono se produce por erosión.

En general se puede señalar que la labranza tradicional es un sistema " abierto " que permite aumentar las posibilidades de pérdida de nutrimentos minerales por erosión, lixiviación y además, disminuye el tenor de carbono y nitrógeno orgánico, lo cual hace decrecer la actividad microbiana del suelo.

Labranza Conservacionista

Este tipo de prácticas se refiere fundamentalmente a cero y mínima labranza. La principal característica de ésta es que corresponde a un sistema más " cerrado " lo cual minimiza las pérdidas por erosión y lixiviación, especialmente en las condiciones de la Décima Región . Las ventajas del sistema se señalan. (Cuadro 1).

Cuadro 1. Ventajas de labranza conservacionista

a) Se reduce el grado de **erosión** de los suelos ya sea por agua o viento.

b) Permite incrementar el área de suelos cultivables.

c) Se reducen los requerimientos de **energía**

d) Se reduce inversión en maquinaria

e) Se mejora la oportunidad y rapidez de las siembras

f) Mejoran características físicas del suelo mayor permeabilidad y retención de humedad muy importante en condición de secano

Cuadro 2. Desventajas de la labranza conservacionista.

a) Se requiere un adecuado conocimiento del manejo de residuos

b) Mayor uso inicialmente de herbicidas y fertilizantes (principalmente nitrógeno).

c) Se requiere de maquinaria especializada.

La siembra directa sobre residuos del cultivo anterior plantea problemas de tipo físico, químico y biológico en el suelo. El primero es fácilmente solucionado con las máquinas especializadas (Semeato u otras) que cortan el rastrojo y permiten sembrar en forma adecuada . El segundo aspecto es de tipo químico. El mantener una gran cantidad de residuos por ejemplo paja de cereal, determina una gran inmovilización de nutrientes minerales, principalmente nitrógeno, por la biomasa microbiana (hongos y bacterias) que se desarrollan con facilidad al existir una gran cantidad de carbono orgánico, este crecimiento de la biomasa no deja disponible para las raíces de las nuevas plantas los nutrientes que requieren inicialmente en gran cantidad, así se produce el llamado " Hambre de nitrógeno ", este fenómeno puede afectar 1 o 2 meses a las plantas, pero que son decisivos para lograr un buen cultivo.

Desde el punto de vista de la dinámica del fósforo la cero o mínima labranza presenta grandes perspectivas para los suelos trumaos de la zona sur, dado que la no inversión del suelo permite acumular el fósforo en los primeros centímetros de suelo en una zona de alta actividad biológica que evitaría o más bien disminuiría la fijación del fósforo por el suelo.

Además, la acumulación de materia orgánica debería favorecer la inactivación del aluminio libre del suelo, además de mejorar las características de retención de humedad del suelo, factor de gran importancia especialmente en suelos rojos arcillosos.

Finalmente, este mayor contenido de materia orgánica activa y con un suelo siempre cubierto por residuos vegetales favorecería el desarrollo de una biomasa microbiana de mayor tamaño y más activa que permitiría mantener un suelo con un estado de fertilidad más alto y menos susceptible a perder nutrientes por erosión y lixiviación. Ahora bien el " paso " de un suelo erosionado con manejo tradicional a un manejo con cero o mínima labranza requiere posiblemente de un reordenamiento e incremento del nivel de nitrógeno y carbono del suelo en los primeros años, que normalmente determina niveles de rendimiento no tan altos.

Sin embargo, esta última tesis no está claramente dilucidada a la luz de los resultados experimentales obtenidos a la fecha. Otro factor que en nuestra región puede afectar la práctica de la cero labranza es la fuerte acidez de los suelos, lo cual determinaría una menor actividad de la biomasa microbiana para descomponer estos residuos.

El desarrollo de la labranza conservacionista en los suelos de la zona sur es un desafío para agricultores y agrónomos que piensan en el suelo como recurso natural básico que debe ser recuperado, conservado y utilizado pero racionalmente para beneficio del hombre.

LA CERO LABRANZA EN SIEMBRAS DE TRIGO Y SU INFLUENCIA EN EL MEDIO EDAFICO EN SUELOS EROSIONADOS DE LA CORDILLERA DE LA COSTA DE CHILE CENTRAL

Carlos Crovetto
Agricultor VIII Región

I. INTRODUCCION

La Cero Labranza (C.L.) es una nueva práctica agrónomica de manejo de suelo que permite sembrar sin arar, rastrear o cultivar, efectuándose la siembra sobre los rastrojos precedentes. Se ha desarrollado esta práctica, considerando que es un sistema de manejo de suelos capaz de evitar la erosión hídrica, clásico problema ya endémico en la mayoría de los suelos agrícolas de la cordillera de la costa y andina.

Se introdujo en un suelo granítico de la cordillera de la costa de Chile Central, como una forma agronómica de producir trigo sin deteriorar la estructura del suelo y sus parámetros productivos.

II. ANTECEDENTES EXPERIMENTALES

Desde hace casi siglos los suelos observados fueron sometidos a un agudo proceso erosivo, debido a las siembras de trigo y fuertes lluvias invernales (780 mm). Las siembras experimentales se efectuaron sobre suelos erosionados sin mayor manejo conservacionista tradicionales del área y sobre pradera de 15 años.

En la siembra tradicional los equipos fueron arado de punta de tracción animal y rastra de disco. Los rastrojos de trigo fueron deja

dos en todas las experiencias hasta 3 ton/ha. El exceso de rastrojo fue removido por ganado Hereford. Los rastrojos fueron tratados directamente en el terreno con melaza y urea en dosis de 100 l y 5 Kg respectivamente, disuelto en 100 l de agua por tonelada de paja tratada. Se diseñó un carro estanque con dos aspersores de ángulo parcial ubicados en la parte posterior sobre una barra retráctil que los separó a 8 m. La presión se logró con una bomba acoplada a la toma de fuerza del tractor. Previamente la paja fue picada y desparramada con una cortadora rotativa horizontal. Los rastrojos de maíz fueron picados con chopper modificada y no fue necesario extraer parcialmente la caña, ni agregar la mezcla de estanque ya señalada.

Se usó una sembradora abonadora C.L. Semeato (Brasil). En ambas situaciones experimentales se usaron aplicadores de fertilizante y herbicidas post siembra. La cosecha se efectuó por medio de trilladora combinada.

En las siembras de trigo sobre rastrojo de maíz no se usaron herbicidas de pre siembra.

Se establecieron parcelas experimentales de 1 ha.

La semilla de trigo fue desinfectada con Vitavax T (Carboxin + Thiram) en dosis de 150 g/100 Kg de semilla.

En todas las parcelas experimentales se usaron variedades de trigo precoz, sembrados en otoño : Sipa, Onda, Millaleu y Novo INIA. las dosis para ambas variedades fueron 160 Kg/ha para las siembras tradicionales y 175 Kg/ha para C.L. Las siembras se efectuaron a las seis semanas iniciadas las lluvias de otoño.

Dos sucesiones de cultivo fueron consideradas durante el período experimental de siete años :

1) Siembra de trigo sobre rastrojo de trigo

2) Siembra de trigo sobre rastrojo de maíz

1) Trigo sobre Trigo

Los herbicidas pre siembra fueron aplicados después de 30 días de la primera lluvia de otoño. Esto mejoró el control de malezas en emergencia, Cuadro 1.

Se aplicaron en C.L. 46 unidades/año de fósforo con la sembradora en forma de fosfato de amonio durante los tres primeros períodos. En siembras tradicionales las cantidades se mantuvieron hasta el final del ensayo. Se aplicó urea durante los primeros cinco años, posteriormente se usó salitre sódico en las dosis descritas en el Cuadro 2.

Cuadro 1. Herbicidas usados en el control de malezas en trigo sobre trigo en siembras tradicionales y cero labranza

Nombre Comercial	Nombre Técnico	Epoca Aplicación	Dosis p.c./ha	Observaciones
Tradicional[1]				
Iloxán	Diclofop Metil	Malezas 2-4 Hjs	2.00 l	-
Banvel D	Dicamba	Macolla	0.25 l	m/e
M.C.P.A. 750	M.C.P.A. 750	Macolla	1.00 l	m/e
Cero Labranza				
Roundup	Glifosato	Pre-siembra	2.00 l[2]	m/e
2,4-D 480	2,4-D	Pre-siembra	1.50 l	m/e

p.c. = Producto comercial
m/e = Mezcla estanque

[1] También fueron usados post emergente en C.L.

[2] Se aplicó 2-3 semanas previo a la siembra con equipos (C.D.A) de gota controlada. En los tres últimos períodos se uso equipo convencional.

Cuadro 2. Fertilización empleada en siembra de trigo sobre rastrojo de trigo

Año	Cultivo	Variedad	Tratamiento Tradicional		Tratamiento Cero Labranza	
			N	P	N	P ***
1982	Trigo	Sipa INIA	180 *	46	180	46
1983	Trigo	Sipa INIA	215 *	46	215	46
1984	Trigo	Onda INIA	220 *	46	220	46
1985	Trigo	Onda INIA	240 *	46	240	-
1986	Trigo	Millaleu INIA	240 *	46	240	-
1987	Trigo	Millaleu INIA	200 **	46	200	-
1988	Trigo	Novo INIA	180 **	46	180	-

* Urea

** Nitrato de Sodio (Salitre)

*** Fosfato de Amonio

2. Trigo sobre Rastrojo de Maíz

No fue necesario aplicar herbicidas de pre siembra. las malezas de post siembra fueron fácilmente controladas con los herbicidas ya descritos en el Cuadro 3.

Sólo se aplicó urea como fertilizante post emergencia en dos dosis. A partir de 1986 no se aplicó fósforo en las siembras de trigo, Cuadro 4.

Cuadro 3. Herbicidas usados en el control de malezas en trigo sobre maíz en siembras tradicionales y cero labranza

Nombre Comercial	Nombre Técnico	Epoca Aplicación	Dosis p.c./ha	Observaciones
Tradicional y Cero Labranza				
M.C.P.A. 750	M.C.P.A. 750	Macolla	1.00 l	m/e
Banvel D	Dicamba	Macolla	0.25 l	m/e

p.c. = Producto comercial

m/e = Mezcla estanque

Cuadro 4. Fertilización empleada en siembra de trigo sobre rastrojo de maíz

Año	Cultivo	Variedad	Tratamiento Tradicional		Tratamiento Cero Labranza	
			N	P	N	P
1982	Trigo	Sipa INIA	180 (1)	46	180 (1)	46 (3)
1983	Maíz	Pioneer 3747	260 (1)	92	260 (1)	92 (3)
1984	Trigo	Onda INIA	220 (1)	46	220 (1)	46 (3)
1985	Maíz	Pioneer 3747	320 (1)	92	320 (1)	92 (4)
1986	Trigo	Millaleu	240 (1)	46	240 (1)	-
1987	Maíz	Pioneer 3540	340 (2)	46	340 (2)	64 (4)
1988	trigo	Novo INIA	180 (2)	46	180 (2)	-

(1) Urea
(2) Nitrato de Sodio (Salitre)
(3) Fosfato de Amonio
(4) Hiperfosfato (32% P_2O_5)

El uso de la urea en C.L. durante los cinco primeros años acidificó el suelo, llegando a pH 5.77. A partir de 1987 se aplicó sólo salitre sódico subiendo el pH a 5.84, conjuntamente se apreció una mejor respuesta en los rendimientos y disminución de las dosis de nitrógeno total.

III. RESULTADOS Y DISCUSION

Se observó una menor densidad de plantas en C.L. comparativamente con siembra tradicional, esto debido a que en suelos arcillosos la sembradora tiende a dejar el surco abierto. Al final del periodo mejoró la densidad poblacional, por mejor estructura del suelo.

No se detectaron problemas sanitarios en las parcelas sometidas a C.L., comparativamente con las de uso tradicional.

Tanto en siembra tradicional como en C.L. se observó un mejoramiento gradual de los rendimientos de trigo. La aplicación de urea con la sembradora fue importante en el vigor inicial de las plantas . Dosis superiores a 60 unidades de N (urea) retardaron el desarrollo de las plantas.

La rotación de los cultivos favorece el control de malezas y mejora los rendimientos. Se observó un regular funcionamiento de los herbicidas residuales en C.L. en siembras de trigo y maíz. Se atribuyó esta menor efectividad a la retención física que ejerce el rastrojo, lo que impide el contacto con el suelo y las semillas de malezas. Quizás este sea un problema de vital importancia en el manejo de los herbicidas llamados residuales, por cuanto el control de malezas post emergente en C.L. tiene la mayor significación en el manejo agronómico de los cultivos.

Las lluvias estimulan la generación de aleloquimicos que inhiben la germinación de malezas y aún de la semilla y plantas de trigo. Esta intolerancia a excesos de rastrojos se debe probablemente a efectos alelopáticos (PUTMAN, 1983). Por esta razón las siembras se efectuaron a seis semanas de originadas las primeras lluvias de otoño (Elliot et al., 1978).

La paja de trigo en siembras de otoño, presenta problemas alelopáticos si los rastrojos exeden 3 ton/ha. Las siembras se efectuaron extrayendo los excesos con ganado Hereford. Las siembras se iniciaron a las cinco semanas de originada la primera lluvia de otoño (20 mm) (Elliot et al., 1978).

La fitotoxicidad producida por la paja de trigo es mayor durante los procesos iniciales de su descomposición (otoño). Después de cuatro semanas de exposición de la paja a la lluvia, se ha encontrado la mayor actividad fitotóxica sobre trigo en germinación, con efecto residual de hasta ocho semanas (Guenzi, 1967).

McCalla (1963) identificó el agente de descomposición del rastrojo, la Patulina. Esta puede afectar el desarrollo de las plantas en cualquier estado de crecimiento.

En Australia, Kimber (1967) observó que los rendimientos de trigo eran más bajo cuando el otoño era seco y cuando las primeras lluvias coincidían con la siembra sobre rastrojo de trigo. Esto es concordante con los resultados de Guenzi (op. cit) y McCalla (op.cit).

Kimber (op.cit) estudió la producción de toxinas en varios rastrojos de cereales y leguminosas, determinando que los extractos eran más fitotóxicos en estado verde que en residuos maduros o secos.

No se observó efecto alelopático en las siembras experimentales, lo que indica que un correcto manejo del rastrojo parece ayudar a una buena sementera C.L. (Crovetto, 1983).

Es fácil confundir el efecto de aleloquímicos en siembras de trigo, con deficiencia de nitrógeno, especialmente en los primeros 60 días de desarrollo. La deficiencia de nitrógeno que ocasionan los rastrojos es uno de los aspectos más importantes en el manejo de la C.L. Generalmente ocurre si no se rectifica el desbalance en la relación

C/N. En las siembras experimentales se agregaron 20 Kg de N por tonelada de rastrojo de trigo presente. Sobre rastrojo de maíz no se usó N.

Se estima adecuada la fertilización en bandas, promueve un mejor desarrollo radicular y evita la inmovilización de nitrógeno por parte del rastrojo superficial.

Se detecta frecuentemente en siembras de trigo en sucesión una enfermedad radicular llamada mal del pié, causada por el hongo Gaeumannomyces graminis var. tritici (Ggt). Este hongo daña la raíz de las plantas y la base de los tallos (Apablaza, 1985). Por este motivo, los agricultores practican la rotación con avena, raps, leguminosas , praderas, etc.

El hongo del mal del pie es endémico en la mayoria de los suelos agrícolas de Chile y generalmente se le encuentra en plantas gramíneas, la cual le sirve de hospedero. En suelos virgenes o de reciente cultivo, este patógeno se encuentra sólo latente y no produce daño a las gramíneas existentes. Sin embargo, el uso constante del arado y rastras disemina las esporas del hongo y a la vez, disminuye la resistencia microbiológica natural del suelo.

En las parcelas bajo cultivo la infestación por Ggt dañó durante todo el periodo experimental un promedio de 18% de las plantas respecto de la siembra C.L., mostrando espigas blancas erectas y grano chupado, lo que evidenció madurez forzada por muerte prematura de la planta. El porcentaje para los dos primeros años fue de 22% disminuyendo al final del periodo a 14% (Cuadro 7 y 8).

En los siete años que tiene el ensayo de trigo sobre trigo en C.L. no se ha detectado la presencia del mal del pie más allá de un 2% de plantas dañadas, lo que indicaría que la C.L. está restituyendo el natural ordenamiento biológico y ecológico del suelo. La nueva población bacteriana genera microorganismos que tienen capacidad bacterió-

faga, bacteriolitica, la que compite directamente con el patógeno (Demolón, 1965).

Se observó que las siembras hechas a fin de año fueron menos sensibles al ataque del Ggt, como también la aplicación de nitrógeno amoniacal hasta 1986 (urea) y la rotación de trigo-maíz ayudaron a su control (Bockus, 1983).

Cuadro 5. Análisis de micorriza vesiculo arbuscular (M.V.A.) *

	Profundidad cm	N° Esporas x 100 g suelo		Micelio	Infección raíces %
		1986	1988**	1986	1986
Cero Labranza	0 - 20	216	460	1	27
Pradera	0 - 20	75	***	2	13
Convencional (arado)	0 - 20	56	***	3	19

[1] Abundante [2] Regular [3] Escaso

* F. Borie, 1988

** Muestra 0 - 5 cm 753 esporas x 100 g suelo

*** No analizada

Simultáneamente la C.L. junto con estimular la proliferación de agentes biológicos que actúan en el saneamiento del suelo, se ha podido detectar una actividación de la Micorriza Vesiculo Arbuscular (M.V.A.) endotrófica, lo que demuestra una mayor población comparativa, esto es concordante con un aumento en el fósforo soluble o disponible (Borie, 1981). Este micoorganismo simbionte es capaz de promover una mejor nutrición vegetal ya que las raíces del hospedero se ven aumentadas en su eficacia por lograr más humedad y nutrientes debido a la presencia de

Cuadro 6. Caracterización química por tratamiento

Prof. (cm)	M.O.(%)	pH	N	P	K	meq/100 g					S.B. (%)
			ppm			C.I.C.	Ca	Mg	Na	K	
Tradicional (trigo) 5 años											
0 - 5	1,42	6,14	16	7	185	11	4,75	2,02	0,25	0,49	68,27
5 - 10	1,24	6,03	14	9	185	11	5,50	2,14	0,27	0,47	76,18
10 - 20	1,00	5,86	13	5	168	11	4,88	2,02	0,29	0,45	69,45
Pradera (15 años)											
0 - 5	4,56	6,13	20	32	237	16	9,13	2,59	0,30	0,56	78,63
5 - 10	1,92	6,32	18	19	244	10	5,50	2,06	0,28	0,52	83,60
10 - 20	1,14	6,40	21	15	255	10	4,88	1,93	0,22	0,56	75,90
Cero Labranza (trigo) 5 años											
0 - 5	5,32	5,77	64	51	325	18	12,00	2,43	0,32	0,83	86,56
5 - 10	2,84	5,96	58	46	280	13	7,00	1,67	0,25	0,61	73,31
10 - 20	2,24	5,87	27	5	232	13	7,00	2,06	0,25	0,47	75,23

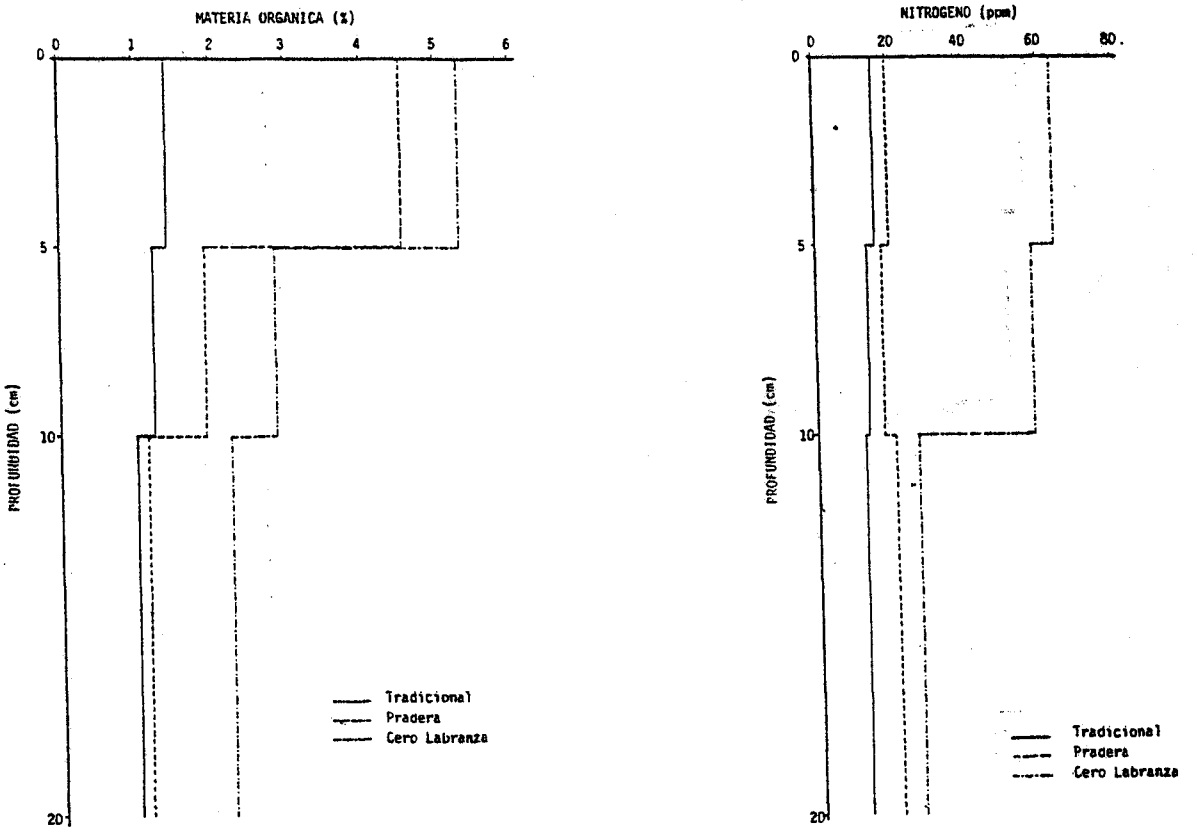


Figura 1. Distribución de la materia orgánica y nitrógeno en el perfil del suelo.

Cuadro 7. Rendimientos en siembras de trigo sobre rastrojo de trigo (1)

Año Siembra	Tradicional ton/ha	Cero Labranza ton/ha
1982	2,6	2,5
1983	2,5	3,2
1984	3,0	3,8
1985	4,8	5,6
1986 (2)	3,7	4,3
1987 (3)	3,0	4,0
1988 (3)	2,8	3,8

(1) Los rastrojos de trigo al momento de la siembra no excedieron de 3 ton/ha.

(2) Siembra tardía por otoño lluvioso.

(3) Malezas de dificil control.

Cuadro 8. Rendimientos en siembras de trigo sobre rastrojo de maíz (1)

Año Siembra	Tradicional ton/ha	Cero Labranza ton/ha
1982	2,4	2,8
1984	3,2	4,0
1986 (2)	3,9	4,5
1987	4,2	5,4
1988	4,8	6,1

(1) Los rastrojos finales de maíz al momento de la siembra fueron superiores a 8 ton/ha.

(2) Siembra tardia por otoño lluvioso.

hifas extra corpóreas. Por otro lado, las hifas pueden lograr formas de fósforo no solubles, debido a su capacidad de generar ácidos orgánicos y enzimas capaces de desdoblar fósforo no disponible regularmente para las plantas. En los primeros cinco años del ensayo el aumento de la población de M.V.A. es similar al del fósforo disponible (Figura la y Cuadro 5).

Debido a este fenómeno de notables proporciones, a partir de 1985 no se usa fósforo en siembras de trigo, hecho que se ratifica por el alto contenido de P disponible en suelos bajos C. L.

En el cultivo del maíz se usó desde 1985 Hiperfosfato como fuente de P (32% P_2O_5).

Este fosfato tricálcico de uso común en Chile en los últimos 20 años, tiene notables ventajas en la acción de la M.V.A. Sieverding (1984), menciona el efecto beneficioso en la gran mayoría de los cultivos, comparativamente con los fosfatos monocalcicos solubles al agua, los cuales además de ser fijados por los suelos con alto contenido de Al y Fe, inhiben la acción beneficiosa de este simbionte.

Durante el periodo experimental se observó que los rastrojos bien manejados evitan los procesos erosivos del suelo, aumenta la capacidad de infiltración y retención de agua lluvia, esto unido a un aumento de los niveles de materia orgánica, mejora la cantidad y distribución de los poros del suelo. La descomposición de los rastrojos estimulan la formación de ácidos orgánicos como el citrico, málico, tartárico, etc. El ácido citrico al combinarse con el amonio existente en el suelo, forma citrato de amonio, compuesto activo en la liberación de fósforo.

La capacidad de retención de bases de un suelo es un fenómeno físico-químico importante en nutrición vegetal. Los suelos bajo experimentación tienen baja capacidad de intercambio de cationes (C.I.C.)

ha subido de 11 meq/100 g a 18 meq/100 g, incidiendo igualmente en una mayor saturación de bases. En suelos frios y de alta pluviometria invernal, el aumento de la C.I.C es importante en el aprovechamiento de los cationes del suelo los cuales son retenidos por la fracción coloidal del suelo hasta que la planta los pueda utilizar.

En las parcelas experimentales se cuantificó la población de lombrices Allolobophora sp. y se pudo constatar para C.L. una población 36 veces superior respecto al cultivo tradicional. Este notable aumento ha sido de gran beneficio para el suelo, en sus aspectos físicos , químicos y biológicos. Las lombrices son importantes en el mejoramiento de la porosidad del suelo, estructura y capacidad de absorción de agua, elevan los niveles nutritivos y enriquecen la microbiología del suelo, especialmente en los canales y laberintos que dejan a su paso . El aumento de los rendimientos de trigo puede deberse también a la mayor actividad de lombrices a las que se les atribuye especial importancia en los procesos edáficos (Phillips et al, 1976).

El aumento de la materia orgánica (Figura 1 a), especialmente en los primeros 5 cm de suelo, ha sido de vital importancia en la proliferación de lombrices y éstas a su vez, cooperan eficientemente en la digestión de rastrojos. Ambos procesos son activadores de la pedogénesis y contribuyen a aumentar la fertilidad del suelo (Cuadro 9).

Cuadro 9. Población de lombriz de tierra en suelos bajo cultivo tradicional, pradera y cero labranza

Profundidad cm.	Tradicional	Pradera unidades por m^2	Cero Labranza
0 - 5	1	28	67
5 - 10	2	12	40
10 - 15	0	1	1

IV. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados experimentales obtenidos se concluye que la Cero Labranza ofrece las siguientes ventajas comparativas.

1. Disminución de la erosión hídrica y mejoramiento de las cualidades físicas del suelo.

2. Permite el uso de suelos que por condiciones topográficas de pendiente y susceptibilidad a la erosión no podrían ser utilizados con los sistemas tradicionales.

3. Mayor cantidad de nutrientes disponibles, especialmente fósforo.

4. Aumento de la población de Micorriza Vesiculo Arbuscular, importante en la disponibilidad de fósforo, azufre, cobre y zinc.

5. Control efectivo del mal del pie (Gaeumannomyces graminis var. tritici).

6. Rotación de cultivos ofrece ventajas comparativas respecto de cultivos sucesivos.

7. El aumento de los niveles de materia orgánica, potencializa todos los niveles bióticos y ecológicos del suelo, con lo que se logra un mejor ordenamiento biológico y de sanidad vegetal.

8. Mejora la capacidad de intercambio de bases.

9. Estimula la proliferación de lombrices en el suelo, hecho que mejora las cualidades físicas, químicas y biológicas del mismo y por ende, la nutrición vegetal.

MECANIZACION PARA LA CONSERVACION DEL SUELO

Jorge Riquelme S.
Ing.Agrónomo
Est. Exp. Quilamapu - INIA

Se entiende por mecanización agrícola el proceso que consulta la incorporación de las máquinas en la agricultura, con un mayor o menor grado, con el objetivo de mejorar la productividad (4).

El país requiere una mecanización apropiada, un nivel de introducción de maquinaria y normas de manejo adecuada a la capacidad técnica y administrativa de nuestros agricultoresya que consiguen un uso óptimo de las fuentes disponibles de energía y puede ser sostenida por los ingresos de la producción agropecuaria (2).

Una mecanización apropiada para la cero labranza, deberá tener como objetivo principal conservar el suelo con el mínimo costo.

Entre las características de la cero labranza, se mencionan por (1 y 3):

- Obtención de una cama de semilla mínima, que puede ser de inferior calidad a la obtenida mediante métodos convencionales, pero que permanece durante todo el ciclo del cultivo.

- Mejor retención del agua en el suelo; la evapotranspiración se reduce mediante el mulch (manto superficial de residuos).

- Controla la erosión tanto eólica como hídrica; los residuos que quedan en la superficie evitan el impacto directo de la lluvia sobre el suelo, reducen la velocidad de escurrimiento e impiden la acción directa del viento sobre la superficie del terreno.

- La siembra se efectúa en el momento oportuno, y al ahorrar el tiempo necesario para la preparación de suelo se puede sembrar una mayor extensión.

De acuerdo al elemento de tracción, subdividiremos en mecanización motriz y en tracción animal.

1. Mecanización motriz para la cero labranza

La unidad de potencia en este caso es el tractor. Se considera que una unidad entre 60 a 80 HP puede arrastrar una sembradora para 8 hileras (5). Nuestras experiencias en suelos trumaos de la precordillera de Ñuble y en suelos graníticos de Cauquenes, indican la necesidad de contar con un tractor en el rango de 90 HP al motor para tirar una sembradora de 15 hileras (SEMEATO TD 220) o una sembradora integral (JD 1550) de 12 hileras.

El tractor debe contar con un buen sistema hidráulico sobre todo si se trata de manejar una sembradora integral la que puede llegar a pesar 2000 kg; o accionar con el control remoto las unidades de siembra en una sembradora de tiro.

Al sembrar se trabaja sobre un suelo sin preparar, por lo tanto, para conseguir tracción, importan las propiedades cohesi-

vas del suelo, las que están directamente relacionada con el área de contacto del tractor. Por lo tanto, la doble tracción o el uso de doble neumático mejora la tracción, más que la adición de peso.

La inversión en un tractor de este tipo, no es baja, pero debe considerarse que la duración del tractor aumenta en este sistema ya que se reducen las operaciones de labranza teniendo un menor uso anual, hasta un 60% menos, como puede apreciarse en el Cuadro 1. De este modo la depreciación será menor.

CUADRO 1- COMPARACION DEL USO DEL TRACTOR EN TRES SISTEMAS DE LABRANZA. PRECORDILLERA DE ÑUBLE Hr/ha.

LABORES	LABRANZA CONVENCIONAL	MINIMA LABRANZA	CERO LABRANZA
1. Aradura	Rastra Off-set 1	Cincel 0,85	-
2. Labor secundaria	Rastra Off-set 0.66	-	-
3. Cama de semilla	Vibrocultivador 0,40	Vibrocultivador 0,40	-
4. Siembra	Convencional 0,7	Convencional 0,7	Cero Labranza 1
5. Rodonado	0,5	-	-
Total Hr T/ha	3,26	1,95	1,3
(%)	100	60	40

Manejo de residuos

Para facilitar la siembra, se requiere de un manejo de residuo. Una solución fácil es la quema, pero ésto en nada contribuye a la conservación del suelo y además trae consigo problemas de encostramiento superficial.

El problema se inicial en la cosecha al no contar la automotríz con un esparcidor de paja. Por lo tanto, el residuo que cae de la cola de la máquina se transforma en un obstáculo para la sembradora y la emergencia del cultivo. Algunos utilizan una enfardadora con beneficios económicos por la demanda del sector frutícola y ganadero.

El residuo se puede manejar apropiadamente en una desmalezadora rotativa ("rana"). Para aumentar la eficiencia en este tipo de trabajo, se debe preferir un equipo ancho, con doble eje de cuchillas. También el uso de una Chopper puede ser conveniente.

Aplicadores de pesticidas

Mucha importancia debe darse a este tipo de equipo, muchas veces los fracasos no se deben a la calidad de los herbicidas, sino a una mala aplicación.

Se recomienda un equipo con depósito de gran volumen para aprovechar mejor el tiempo de aplicación que generalmente es reducido, si se selecciona un equipo de 1000 lts, conviene repartirlo en dos estanques, uno trasero y otro frontal, de este modo se consigue una mejor distribución de peso en el tractor, disminuye también la compactación de suelo.

El uso de caudalímetro eléctrico puede asegurar una aplicación exacta independiente de la variación en la velocidad de avance del tractor.

Marcadores de espuma que eviten los traslapes que en cero labranza son fatales.

Sembradoras

Dentro de los tipos utilizados en el país, podemos dividirlas en dos grupos: Sembradoras de disco cortador pasivo y sembradoras de disco cortador accionado por el TDF del tractor.

El primer grupo de sembradoras se caracterizan por contar con un sistema de triple disco, donde el primer disco es estriado y permite cortar los residuos y abrir un pequeño surco para facilitar la penetración del disco doble.

De acuerdo con (5), presenta las siguientes ventajas:

- Es más versátil en cuanto a la adición de peso y modificaciones necesarias frente a condiciones de siembra variable y diversos anchos de hileras.

- Permite el uso de unidades de siembra para grano pequeño, cereales y leguminosas.

- Penetra bien sobre suelos con residuos

- Trabaja bien en condiciones de humedad

Desventajas:

- En caso de siembra superficial, la cobertura de semilla puede ser difícil sino se realiza un ajuste óptimo.

- Requiere una cuidadosa atención de la coordinación de las unidades sembradoras.

El segundo grupo de sembradoras, posee un dispositivo que consta de una rueda cortadora que es impulsada por el TDF del tractor y corta el suelo al igual que una sierra la madera.

Presenta las siguientes ventajas:

- Siembra más uniforme
- Corta fácilmente todo tipo de residuo
- Opera en una gran diversidad de suelos
- La unidad de plantación puede ser de menor peso.

Desventajas:

- Consume más combustible y energía.
- Tiene un mayor costo por material y reparación
- Presenta problemas en suelos húmedos
- Produce mucho polvo en condiciones de siembras convencionales.

En general, nuestra experiencia nos lleva a inclinarnos por el primer tipo de sembradora para siembras de trigo, avena y lentejas. Encontramos de gran importancia la distancia entre hileras (15,8 cm contra 20 cm) y la posibilidad de poder modificar esta distancia si es necesario.

Es indispensable el uso de controladores de profundidad, para obtener una siembra más uniforme. Estos deben tener ubicado correctamente sus limpiadores al igual que el disco cortador, ya que en condiciones de humedad en los suelos trumaos y graníticos, son bastantes adhesivos.

Se debe tener un buen conocimiento de la consistencia del suelo sobre el que se trabaja, para decidir el momento de la siembra (Figura 1). Al trabajar con una consistencia plástica, se produce una ranura en el suelo con sellamiento de paredes y la semilla queda descubierta. Con el suelo cementado existe mucha resistencia a la penetración y no basta con la adición de peso para cortar el suelo.

Las ruedas compactadoras de semilla tipo cóncava funcionan mejor que las compactadoras fluctuantes, ya que elimina bolsas de aire y mantiene una condición de humedad deseable alrededor de la semilla.

2. Mecanización con tracción animal para la conservación del suelo.

El secano interior y costero de la VII y VIII región, es un área económicamente deprimida y de escasos recursos productivos, se carascteriza por su bajo nivel tecnológico. La metodología de labranza utilizada se caracteriza por

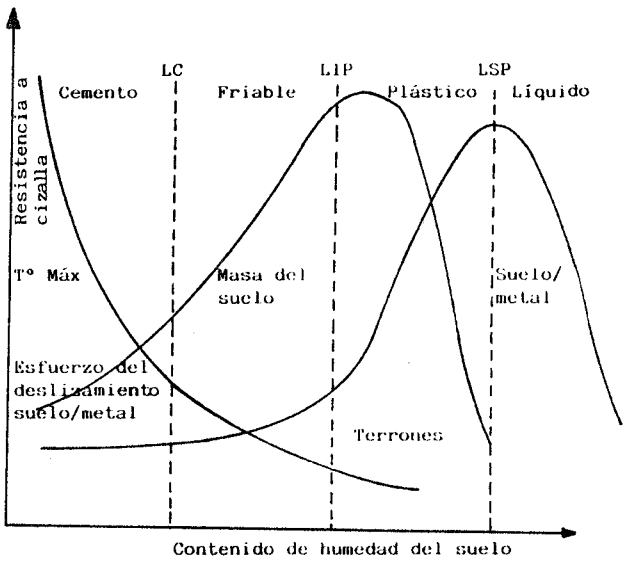


FIGURA 1- RESISTENCIA A CIZALLE DE LOS TERRONES Y LA MASA DEL SUELO COMO FUNCION DE LA HUMEDAD Y EL ESFUERZO DE DESLIZA - MIENTO SUELO/METAL. (ASHBURNER y SIMS, 1984).

CUADRO 2- COMPARACION ENTRE DOS METODOS DE LABRANZA EN EL SECANO INTERIOR. CAUQUENES, CHILE, MAYO 1988. (EQUIPO TIRADO POR UN CABALLO DE 600 kgs).

METODO	Profundidad labor (cm)	Ancho trabajo (m)	Velocidad (km/hr)	Capacidad teórica (ha/hr)	Capacidad efectiva (ha/hr)	Eficiencia (%)	Capacidad efectiva (hr/ha)
ARADO DE VERTEDERA	15	0,225	3,45	0,078	0,057	60	21,3
ARADO CINCEL	8	0,500	4,46	0,223	0,105	47	9,5

labores que incluyen araduras y cruzas con arado de vertedera. Esta acción se traduce en un excesivo movimiento de suelo, provocando serios problemas de erosión. La yunta de bueyes es la fuente de energía animal más utilizada. El caballo y la vaca se emplean pero en menor escala.

En esta gama se practica el barbecho a salida de invierno, con el objetivo de controlar malezas y arar cuando la humedad facilita la penetración de los arados. Luego se espera hasta la temporada siguiente y se siembra tapando con el arado cuando ocurren las primeras lluvias. En la primera etapa de nuestro trabajo, sugerimos evitar el barbecho y utilizar un sistema de labranza que deje más residuos sobre el suelo, para aminorar el impacto de la gota de lluvia.

El Cuadro 2, presenta una comparación de la capacidad de trabajo entre una aradura de inversión convencional y una vertical. Los resultados muestran una amplia ventaja para la labranza vertical, el menor tiempo empleado evita la necesidad del barbecho, ya que en el mismo año se puede arar y sembrar.

En una segunda etapa del trabajo, se ha desarrollado una pulverizadora de tracción animal y una sembradora con elementos abridores de surco tipo cincel. Equipos apropiados para una cero labranza con tracción animal.

BIBLIOGRAFIA

1. ASHBURNER, J. y SIMS, B. 1984. Elementos de diseño del tractor y herramientas de labranza. IICA. San José, Costa Rica, 473p.

2. BELL, R. 1986. The application of appropiate technology to agricultural mechanisation systemas. Paper presented at the International Symposium in Agricultural Engineering CIGR Spring Meeting. Bradford. England. 15p.

3. CAMACHO et al., 1981. Maquinaria agrícola. Manual de asistencia técnica N° 26. ICA Colombia, 219p.

4. IBAÑEZ, M. et al., 1978. Mecanización agrícola en Chile. Departamento de Mecanización Agrícola. Universidad de Concepción, Chillán. 88p.

5. PHILLIPS, S. 1984. Equipment in No-tillage agriculture principles and practices. Van Nostrand Reinhold Company, Inc. New York. USA. pp.254-269.

LABRANZA DE CONSERVACION Y HERBICIDAS

Daniel Alvarez J.
Ing.Agrónomo

I. INTRODUCCION

En Chile, uno de los problemas que los agricultores reconocen como grave es el de la erosión de sus suelos de cultivo. El escurrimiento junto a aguas de lluvias que precipitan regularmente con intensidad en la zona sur es una de sus principales causas. Así, lomajes de precordillera andina y costeros, y suelos con pendientes en los llanos centrales soportan año tras año una considerable pérdida de sus suelos, que embancan esteros, ríos y costas del país. Existe conciencia del problema, y para resolverlo, Universidades y Estaciones Experimentales de INIA han elaborado programas de investigación para desarrollar técnicas de conservación. Una de ellas es la Cero Labranza o Siembra Directa, la cual es una sumatoria de varias disciplinas que constituyen una agricultura que en su filosofía es nueva, exigente, lógica y plenamente conservacionista del recurso suelo.

Uno de los argumentos que soportan la agricultura tradicional, es el control de malezas por medio de barbechos, que incluyen diversos tipos de trabajos primarios y secundarios, con el fin de obtener una " cama de semillas " limpia, mullida, firme, en óptimas condiciones para ser sembrados. En Cero labranza, este aspecto se soluciona por medio de " barbechos químicos ", utilizando herbicidas que controlan las malezas previo a la siembra, complementando esta labor, como regularmente se hace en agricultura tradicional, con aplicaciones de postemergencia. El presente trabajo tiene como objetivos esclarecer el uso,

métodos de aplicación y efectos a nivel de suelo y cultivos de los herbicidas que comunmente se usan en cero labranza, los cuales, por ser en cierta medida desconocidos, podrían limitar la decisión de adoptar este sistema.

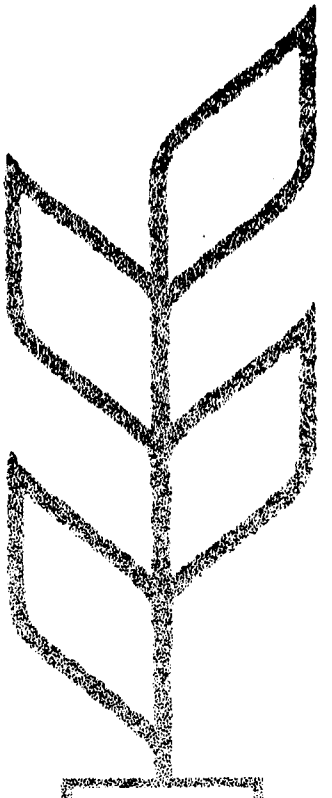
II. TECNICAS DE CONTROL DE MALEZAS EN CERO LABRANZA

Las malezas son en general, competidoras desleales, están mejor adaptadas para ganar espacio, luz, nutrimento y agua al cultivo. Estos últimos, en su mayoría introducidos a ecosistemas distintos a sus ambientes originarios, declinan notoriamente su productividad en presencia de ellas. Su gran capacidad reproductiva, a través de semillas que producen en gran cantidad, y de estructuras vegetativas, que permanecen vivas de una temporada a otra aún en ausencia de parte aerea , hacen que su control se transforme en una tarea dificultosa que en muchos casos el agricultor asume bajo indicaciones poco fundamentadas en el problema real que se le presenta. Ultimamente, ésta situación tiende a mejorar por la implementación de los programas GTT, ligados a INIA en su primera etapa, y al aumento de información y divulgación que hacen las propias empresas químicas de sus productos.

Sin embargo, en el caso específico de la cero labranza, este apoyo divulgativo es notoriamente menor, sea por su reciente adaptación en el país, a su dificultad de implementación física, y en especial, a la ausencia de profesionales que conozcan a cabalidad el sistema, sus objetivos y beneficios directos e indirectos. No es raro, entonces , que no haya un conocimiento amplio sobre el tema de herbicidas en cero labranza. La implementación de programas de cero labranza en Quilamapu y Carillanca, y próximamente en Remehue, será una fuente importante de información que ayudará a comprender mejor este sistema y sus técnicas asociadas.

ANALISIS DE SUELO

MAS ECONOMIA
MAS RENDIMIENTO



DIRIGIRSE A:
ESTACION EXPERIMENTAL REMEHUE
LABORATORIO DE SUELOS
8 KM. NORTE DE OSORNO – RUTA 5

MAYORES INFORMACIONES A:
CASILLA 24-O – FONO 3515 – OSORNO

INSTITUTO DE
INVESTIGACIONES
AGROPECUARIAS

2.1 Cero Labranza y Malezas

Por la información ya entregada, se desprende que el suelo es un reservorio enorme de semillas y estructuras vegetativas de malezas. La labranza tradicional deja en condiciones de germinar aquellas que se encontraban a mayor profundidad, y entierra las provenientes del cultivo anterior, a pesar de la quema de rastrojos, y no cumple el objetivo de un cultivo limpio desde un principio.Lógicamente, hay herbicidas que ayudan desde pre siembra, incorporados como triflualin , pyrazon , lenacil, cicloato y otros, pero que, naturalmente, implican un costo adicional a la preparación de suelos. Por el contrario, la cero labranza, en que no existe movimiento de suelos, las semillas de capas inferiores del suelo permanecen estratificadas, sin poder germinar, o sólo débilmente, y más que nada, la lucha se centra sobre aquellas provenientes del cultivo anterior, y por vías de transporte, sea cual sea éste. En cero labranza, la siembra requiere de un manejo de rastrojos adecuado. La quema es un manejo, aunque no el más adecuado desde un punto de vista conservacionista. En si mismo, la presencia de rastrojos es un factor importante en el control de las malezas, pues actúa como agente alelopático. Los rastrojos de cereales como trigo y centeno son buenos ejemplos de ello. El manejo de rastrojos es un tema que se ha considerado en este seminario.

Así en el caso de una rotación encontraremos suelos medianamente infestado con malezas, previo a la época de siembra. Por otra parte en suelos de praderas que se regenerarán o se iniciará una rotación, se describirán otras condiciones que regulan los pasos a seguir. A continuación, se esbozarán algunas situaciones que pueden sugerir criterios para el control de malezas en pre siembra, en cero labranza.

2.2 Control de malezas con rastrojos del cultivo anterior

Nos referiremos al caso de rastrojos de cereales, en los que estos pueden manejarse con talajeo directo, enfardando, en resumen, reti-

rando un exceso de rastrojos, que permita sembrar sin dificultades. Dada la tardanza con que se cosecha el cereal en el sur, y la premura de épocas de siembra tempranas, puede haber poco tiempo entre ambas fechas. En dicho período deberían germinar o crecer aquellas semillas que maduraron en la temporada, o las que permanecen en el potrero regadas o bajo la línea de corte de la trilladora. Así, sin quemar rastrojos y con un retiro parcial de éstos, nos encontraremos con un suelo medianamente cubierto, y si las hay, con bajo vigor, densidad y crecimiento. El control de estas malezas puede según estas alternativas : **a)** usar paraquat, como desecante, que proporciona un control rápido y visualmente espectacular, pero que no controla efectivamente malezas perennes, ya que no es traslocable a toda la estructura de la planta ; **b)** utilizar glifosato, herbicida sistémico no selectivo, que controla todo tipo de malezas anuales y perennes, incluso inhibiendo el rebrote desde estructuras vegetativas de reproducción. Ambos herbicidas son la base del control de pre siembra en cero labranza, y pueden usarse solos o en mezclas con otros productos para mejorar su eficiencia o espectro de acción. El siguiente cuadro indica situaciones de enmalezamiento, y sugerencias de control.

Cuadro 1. Cero Labranza. Control Químico de Malezas en Pre Siembra.

Situación de Enmalezamiento	Control Recomendado (Expresado en dosis de producto comercial
Sólo Hoja Ancha Anuales	a) Paraquat 2.0 a 3.0 l/ha + surfactante. b) 2,4-D 1.0 l/ha ; luego Paraquat 2.0 l/ha + surfactante
Sólo gramíneas anuales	a) Paraquat 2.0 a 3.0 l pc/ha + surfactante b) Glifosato 1.5 a 2.5 l/ha
Hoja ancha y angosta anuales y perennes	a) Glifosato 1.5 a 2.5 l/ha + 2.4-D 0.8 a 1.0 l/ha. b) Glifosato 1.5 a 2.5 l/ha + dicamba 0.2 a 0.25 l/ha.

Es recomendable el uso de surfactantes para asegurar mejor cobertura y adherencia del producto de contacto. Las dosis de herbicida varían según el grado de enmalezamiento, densidad y vigor. La cantidad de agua a utilizar es de 150 a 250 l/ha, según densidad y cobertura del suelo. En micromax se puede usar 40 a 60 l/ha de agua. Como norma general, no deben bajarse las dosis de herbicidas cuando se asperja con micromax, salvo indicación del fabricante del producto. Paraquat y Glifosato son eficientes para los casos recomendados ; sin embargo, es necesario hacer notar que existe una significativa diferencia en la toxicidad de ellos ; mientras glifosato es prácticamente inocuo en su manejo normal, paraquat requiere de una manipulación muy cuidadosa, pues es altamente tóxico. Es cáutico en la piel, y su ingestión e inhalación produce daños internos de consideración. Debe hacerse una aplicación supervisada, con todas las medidas de precaución posibles. También es necesario aclarar que tanto paraquat como glifosato no tienen efecto residual alguno, siendo degradados rápidamente al caer al suelo. Los mecanismos de degradación de éstos y otros herbicidas se analizarán en un capítulo posterior.

Para el caso de siembras que se realizarán en primavera, en suelos que no se inunden en invierno, deberá tratar de mantenerse con bajo nivel de enmalezamiento por medio de talajeos o cortes de vegetación . las recomendaciones, en general, no varían para este tipo de siembras, y los herbicidas a elegir son los mismos del cuadro 1.

2.3 Control de malezas sin presencia de rastrojos

Las situaciones más corrientes en estos casos son **a)** rastrojos de cultivos que han sido quemados y **b)** la habilitación de praderas para regenerar o ser iniciadas en rotación.

a) Rastrojos quemados. A pesar de que en una agricultura conservacionista, como la Cero Labranza, la quema de rastrojos está señida prácticamente con todos los objetivos que persigue, no puede dejar

de ser considerada como una práctica habitual en nuestra agricultura, hasta que alguna legislación la prohiba o restrinja. Muchos agricultores que hace cero labranza utilizan en su manejo la quema de rastrojos, sea porque el manejo de ellos resulte técnicamente difícil, poco práctico, engorroso o antieconómico, siempre habrá una explicación que lo justifique. En resumen, el suelo queda desnudo, desprotegido, , y aparentemente, limpio y sin malezas.

Si el potrero debe sembrarse temprano, en otoño, se presentará sin malezas, o muy pocas al momento de decidir sobre el control de pre siembra. Se pensará que la aplicación es innecesaria, aunque algunas veces se utilizan rieles que al pasarlos sobre el potrero, emparejan su superficie y arrancan las plántulas de malezas que han aparecido, para luego sembrar. Así las malezas pronto crecerán junto al cultivo, por lo que ya no es posible usar los productos tradicionales de pre siembra. En parte el problema se soluciona con herbicidas de post emergencia temprana, aunque se asumen riesgos de fitotoxicidad, ya que muchas veces la selectividad de un herbicida se relaciona con el vigor del cultivo, y de su capacidad de desintoxicarse.

Cuando estos suelos se ocupen en primavera, el problema es mínimo pues ya habrá suficiente maleza como para tener una base de elección.

b) Suelos provenientes de praderas. Es una situación corriente en la zona sur, donde regularmente se deben regenerar praderas degradadas, naturales o artificiales, cuya composición botánica ha incluído muchas malezas. Si bien el establecimiento de una nueva pradera es importante como manejo, las labores de control de malezas en pre siembra puede depender más de las características del herbicida en relación al nuevo cultivo. En el Cuadro 2 se entregan algunas alternativas de control.

Cuadro 2. Cero Labranza. Control de malezas en pre siembra en suelos provenientes de pradera

	Herbicidas y	Dosis
Sólo hoja angosta, perennes y anuales	Glifosato + surfactante	1.5 - 2.5 l/ha
	Sethoxidin + surfactante o aceite	1.5 - 2.0 l/ha
	Fluazifop butyl + surfactante o aceite	0.75 - 1.25 l/ha
	Quizalofop + surfactante o aceite	0.75 - 1.0 l/ha
	Holoxifop + surfactante o aceite	0.5 - 0.6 l/ha
Hoja angosta y ancha, anuales y perennes	Glifosato	1.5 - 2.5 l pc/ha
	+ dicamba	0.2 - 0.3 l pc/ha
	+ surfactante	

Algunos aspectos de importancia para la elección del control son :

a) Oportunidad de aplicación, la cual en lo posible debe coincidir con períodos de actividad de las plantas, y conseguir un efecto rápido.

b) Efectos residuales, que algunos graminicidas los tienen, y que pueden afectar siembras de futuras gramíneas.

c) Utilización del nuevo cultivo, ya que en casos de regeneraciones para ser pastoreadas o de corte, puede no interesar un acabado con-

trol de malezas.

Paraquat sólo se recomienda cuando existen sólo malezas anuales. No se incluyó en el cuadro ya que probabilidad de una pradera degenerada de esas características es muy baja.

2.4 Cero labranza y controles de post siembra de malezas

Hasta ahora se han explicado los criterios en controles de malezas de pre siembra. Sin embargo, podría inducir a error o creer que este control sería el único que se haga como manejo del cultivo, y no planificar controles de post-siembra. la gran mayoría de los herbicidas, y en especial glifosato y paraquat, no tienen efecto residual, y sólo controlan maleza verde presente en el terreno. Deben programarse, entonces, controles de post emergencia. No se utilizan en cero labranza técnicas de control mecánico, aunque labores manuales pueden ser efectivas en algunos casos. En el Cuadro 3 se entregan, como ejemplo, alternativas de control de malezas en trigo.

Cuadro 3. Cero Labranza. Trigo, control de malezas en post emergencia

Enmalezamiento	Herbicida	Dosis	Epoca de Control
Hoja ancha y angosta control temprano	Clortoluron + terbutrina	3.0 1/ha	4 a 5 hojas del cultivo
Hoja ancha	2.4-D ó MCPA + dicamba	0.8-1.0 1/ha 0.20-0.25 1/ha	5 hojas a fin de macolla
	Metsulfuron	8 gramos/ha	5 hojas adelante
Hoja angosta	Diclofop metil	1.5-2.0 1/ha	
	Grasp	1.8 1/ha	

Estos son sólo algunos de los herbicidas que pueden utilizarse en trigo. Todos ellos tienen alguna característica que los hace elegir, por lo cual es muy recomendable informarse bien sobre ellos, para no tener sorpresas desagradables. No sólo en caso de cero labranza, sino en general, los productos suelen tener comportamientos eficientes para lo que el fabricante recomienda, resultado de ensayos en centros experimentales y largos periodos de estudios previos a su salida a mercado.

2.5 Cero Labranza y Residuos de Herbicidas

Desde el momento de aplicar el herbicida, éste comienza a sufrir muchos procesos físicos y químicos de degradación. Estos incluyen 1) fotodescomposición por luz de sol 2) descomposición por reacciones químicas en el suelo 3) degradación biológica y 4) desintoxicación por las plantas mismas, sean de cultivos o malezas. Otros procesos de transferencia o transporte son : volatilización, absorción, adsorción, escurrimiento de agua en procesos erosivos y percolación hacia capas inferiores del suelo. Todos los procesos anteriores, junto a las características químicas y fisícas del producto, dosis y formas de aplicación, tipo de suelos y condiciones climáticas, regulan la efectividad y longevidad de un herbicida.

Cuando un herbicida se aplica en dosis apropiada, en el cultivo indicado y en condiciones de clima normales, no deben haber efectos adversos sobre el cultivo. Controlará efectivamente las malezas descritas en su etiqueta, y generalmente, no conllevará efectos tóxicos en el cultivo siguiente.

Los residuos fitotóxicos de casi la totalidad de los herbicidas persisten un corto tiempo después de la aplicación; pero los residuos, especialmente en el suelo, no necesariamente son malos. Cuando un herbicida de pre emergencia persiste en el suelo controlando malezas por 4 meses en trigo o maíz, su persistencia es considerada benéfica. Por otra parte, si un herbicida aplicado en primavera y su efecto persiste

a la temporada siguiente, su persistencia es considerada dañina.

Para ser efectivos, los herbicidas de pre emergencia deben exibir un efecto residual suficiente para controlar malezas por 1 a 4 meses, dependiendo del cultivo y la clase de malezas. Los problemas aumentan cuando debido a errores en la aplicación, procedimientos errados, accidentes o combinaciones específicas de condiciones de clima y suelo, los residuos de herbicidas persisten hasta afectar el cultivo siguiente en la rotación.

Ocasionalmente, un problema específico de malezas demanda una aplicación con dosis sobre lo normal como el caso de frifluralima en el control de maicillo. En estas circunstancias, la etiqueta contiene un listado de cultivos que pueden ser sembrados en forma segura, evitando el daño que pueda resultar de dicha sobredosis.

Los suelos difieren en su capacidad de inactivar herbicidas , dependiendo de varios factores que están presentes en él. Las recomendaciones de herbicidas normalmente se basan en el contenido de materia orgánica y textura del suelo (% de arcilla, limo y arena). Debe aplicarse la cantidad correcta del producto, en un suelo dado, no sólo para obtener un control satisfactorio, sino que también para evitar daños al cultivo siguiente.

El pH del suelo también tiene un significativo efecto sobre la actividad de ciertos herbicidas, como la atrazima. El encalado del suelo aumenta la efectividad del control de malezas con atrazina debido a una disminución de la adsorción del producto en los coloides del suelo. La adición de cal también disminuye la degradación química del herbicida y por lo tanto aumenta su longitud en el suelo.

Aunque la mayoría de los herbicidas son fitotóxicos en cierto grado después de su aplicación, el tiempo varía mucho con productos químicos de diferentes estructuras básicas y propiedades. Así, persis-

tencia es un término relativo. Los herbicidas son a menudo denominados como residuales, moderadamente residuales, o no residuales. En el sentido de clasificar los herbicidas de esta manera, el término " residualidad " debe ser definido, como el período que dura en su acción el ingrediente activo. La siguiente tabla (Cuadro 4) entrega una lista con la residualidad media de algunos herbicidas que se comercializan corrientemente en Chile .

Cuadro 4. Residualidad de algunos herbicidas de uso común en Chile

Nombre Común	Nombre Comercial	Congenidad en el suelo
Atrazina	Gesaprin - Atrazina, etc.	4 a 6 meses
Cianazina	Bladex	1 - 2 meses
Cycloato	Ro - neet	2 - 3 meses
Desmefidan	Betanex	1 - 2 meses
Dicamba	Banvel	2 - 3 meses
Diclofop metil	Iloxan	1 - 2 meses
Glifosato	Roundup	no tiene
M.C.P.A.	U 46 M - MCPA	1 mes
Metolador	Dual	2 - 4 meses
Napropamida	Devrinol	4 - 8 meses
Paraquat	Gramoxone super - Paraquat	no tiene
Phenmefidam	Betanal	2 meses
Pyrazan	Piramin	2 - 3 meses
Simazina	Gesatop	6 meses
Trifluralina	Treflan	6 meses
2,4 D	Varios productos	2 semanas
2,4.5-T	Arbustox	1 - 2 meses

Fuente : Florida Weed Control. Florida State University. 1978.

La información del cuadro 4 se entiende como una guia para orientarse en determinar problemas potenciales con herbicidas específicos. Ya que la residualidad depende de varios factores, citados anteriormente, es necesario informarse bien si se desconoce el comportamiento del producto en su suelo en particular.

La mejor manera para evitar residuos dañinos de herbicidas es mantener el equipo de aspersión limpio, controlado, boquillas uniformes en la entrega de caudales, evitar traslapes en la aplicación, repeción de pasadas, paradas con el equipo funcionando, etc. Una técnica útil es cambiar los herbicidas que se usen en un cultivo, de una temporada a otra, especialmente cuando se siembran en un mismo suelo (1).

Todos estos conceptos son valederas en cero labranza, en la cual no existen estudios amplios específicos. Pero no es difícil analizar, pues aquellos factores delimitan la residualidad se repiten al trabajar con rastrojos. Al exitir mayor materia orgánica en superficie, su efecto durara menos que en suelo desnudo. También, si hay descomposición de rastrojos, la actividad microbiana es alta y esa fuente de degradación impide una larga longevidad. Lo mismo sucede con pH bajos (ácidos) que aumenta la destrucción química del herbicida.

Deben hacerse investigaciones acerca de la efectividad de los herbicidas residuales que caen sobre rastrojos, los cuales, al no llegar al suelo, pueden tener una fuente que interfiera su acción. Sin embargo, existen datos sobre la eficiencia de algunos productos en estas condiciones, como atrazina, oxyfenorfen, clortoluron, metsulfuron, entre otros. También podría esperarse una mayor probabilidad de lavado y traslado de residuos hacia corrientes de agua, pero en investigaciones sobre este tema han demostrado reducciones de entre 92 a 98% en cantidad de herbicida lavado en escurrimientos en comparación a sistemas tradicionales.(Estudios realizados con Atrazina).

Es un hecho que los proyectos de investigación en cero labranza hará aumentar considerablemente la información acerca del tema que se ha expuesto. Todo lo que se realice es poco para el enorme caudal de información que necesita el agricultor que desee mejorar su capacidad técnica y empresarial. La Cero Labranza, como se mencionó al principio, es una filosofía para hacer agricultura. Uno de sus principales soportes es la perseverancia en estudiar permanentemente los temas que están involucrados. Como es una tecnología nueva, son innumerables los estudios pendientes, pero la propia experiencia es una fuente muy útil de información.

Esperamos que la experiencia de este Seminario sea motivo de mayor comprensión y acercamiento a la Cero Labranza. El cuidado de nuestros suelos debe ser prioritario. Nada más equivocado que pensar que nada sucederá en el futuro, pues ejemplos de este tipo sobran y están a la vista de todo el mundo. Este país que espera ser " desarrollado " en el Siglo XXI, o mejor dicho, hacia el año 2.000, no puede enorgullecerse de tener comprometido el abastecimiento de sus alimentos para los chilenos del futuro por la irremediable pérdida de suelos. Este país, escaso en este recurso, debe velar por su patrimonio impidiendo su destrucción. Una arma muy útil es la Cero Labranza. Aprenderla, conocer sus conceptos científicos, investigar sus tecnologías, transferir estos conocimientos es nuestra responsabilidad. Querer usarla es sólo vuestra decisión.

RESULTADOS TECNICOS Y ECONOMICOS DE LA LABRANZA CONSERVACIONISTA EN SUELOS TRUMAOS Y GRANITICOS

Pedro Del Canto S.
Alejandro Del Pozo L.
Roberto Velasco H.
Est. Exp. Quilamapu - INIA

En la temporda 1987-1988 se inicio un proyecto de investigación y transferencia de tecnología en la Estación Experimental Quilamapu,del Instituto de Investigaciones Agropecuarias, con el objeto de reunir antecedentes acerca de sistemas de labranza conservacionista que pudiesen ser aplicados por los agricultores de la zona centro sur.

Este estudio se lleva a cabo en tres áreas agroecológicas de las VII y VIII regiones y son Secano Interior, Secano de Precordillera y Valle Longitudinal (Figura 1). En ambas áreas de Secano se pretende dar una solución real y aplicada al serio problema de deterioro del recurso de suelo, producido fundamentalmente por erosión hídrica; en camvio, en suelos regados del Valle Longitudinal se busca maximizar su uso mediante el doble cultivo de cereales y especies leguminosas o gramíneas que puedan ser utilizadas como suplementación de la alimentación animal (trigo-frejol, trigo-maíz silo, trigo-sorgo forrajero, trigo-maravilla, etc.).

En el presente trabajo se presentan algunos resultados logrados en suelos de Secano Interior y de Precordillera de las VII y VIII regiones.

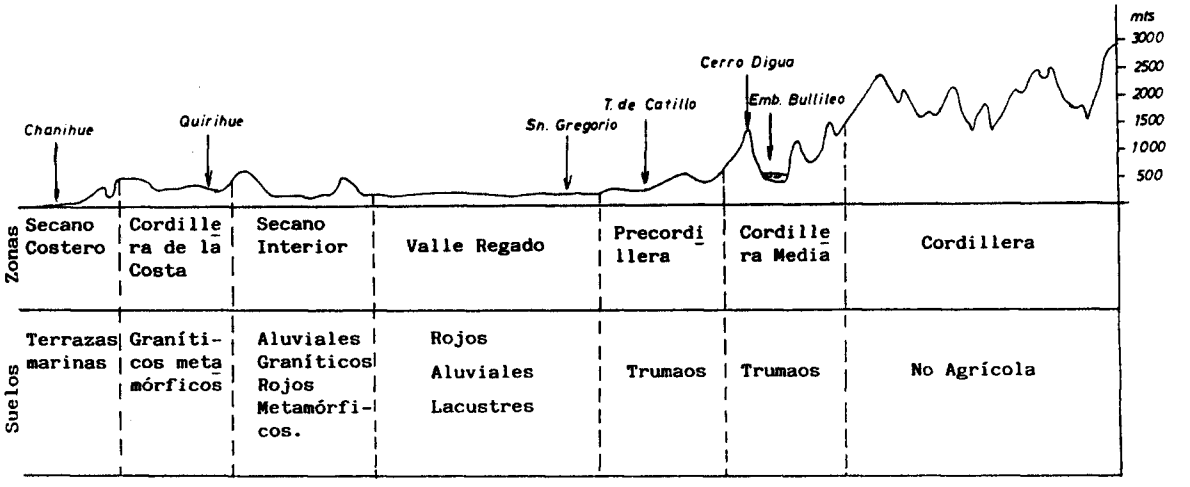


FIGURA 1. ZONAS AGROECOLOGICAS DE LA VII Y VIII REGION. LATITUD 36°18' SUR

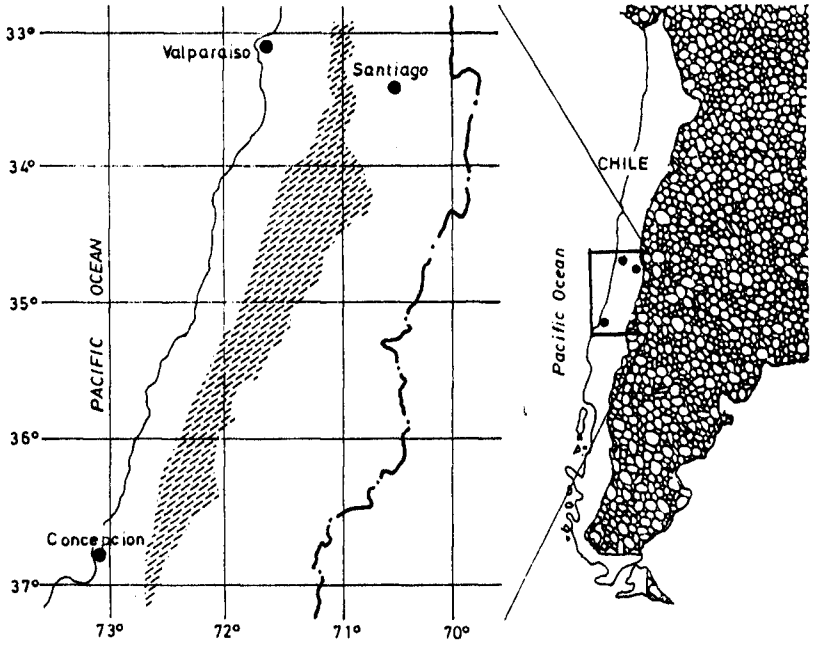


FIGURA 2. SECANO INTERIOR, CHILE.

SECANO INTERIOR

En un vasto sector que se extiende entre los paralelos 35° y 37° latitud sur (Figura 2). Presenta un clima marcadamente mediterráneo con una precipitación que aumenta de norte a sur, y que se concentra en los meses de invierno excediendo la capacidad de retención de agua del suelo, provocando daños severos de erosión (Figura 3). Los suelos son derivados de rocas graníticas y metamorficas, encontrándose hoy en un avanzado estado de destrucción debido a malas técnicas de cultivo heredadas desde la Colonia, lo que a su vez se traduce en una muy baja fertilidad natural (Figura 4).

El cultivo más frecuente sigue siendo, en un sistema productivo de barbecho-trigo-pradera natural con rendimientos inferiores a 700 kg/ha para el cereal y de 1.500 kg/ha de materia seca en las praderas naturales. Con alguna frecuencia se incluyen garbanzos, chicharos y lentejas especialmente en el sector sur del Secano Interior (VIII Región) donde hay mayor pluviometría.

Recientes investigaciones en campos de agricultores (Del Canto y MacMahon, 1986) han demostrado que es posible lograr rendimientos de trigo de 5.000 kg/ha (Figura 5), lo que es superior al promedio del área y muy rentable (Velasco, Del Canto y Manresa, 1988). Asimismo , el actual sistema productivo debiera ser reemplazado por una rotación de trigo-medicago que se ha demostrado como una alternativa muy promisoria (Del Canto y McMahon, 1986 ; Del Canto, Del Pozo y Avendaño, 1987; McMahon y Del Canto, 1987; Del Pozo *et al*, 1989). En el Cuadro 1 se presentan algunos de estos resultados.

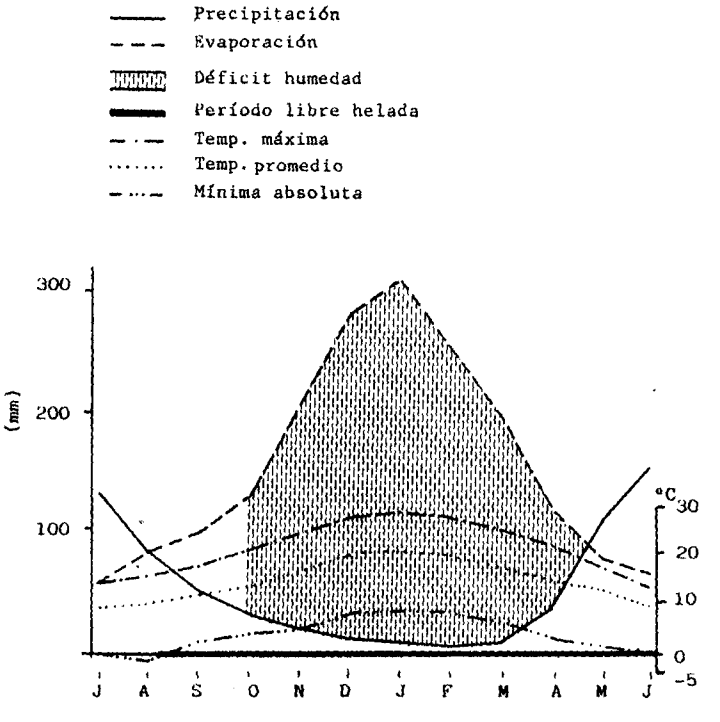


FIGURA 3. CLIMODIAGRAMA. CAUQUENES, CHILE (25 años)

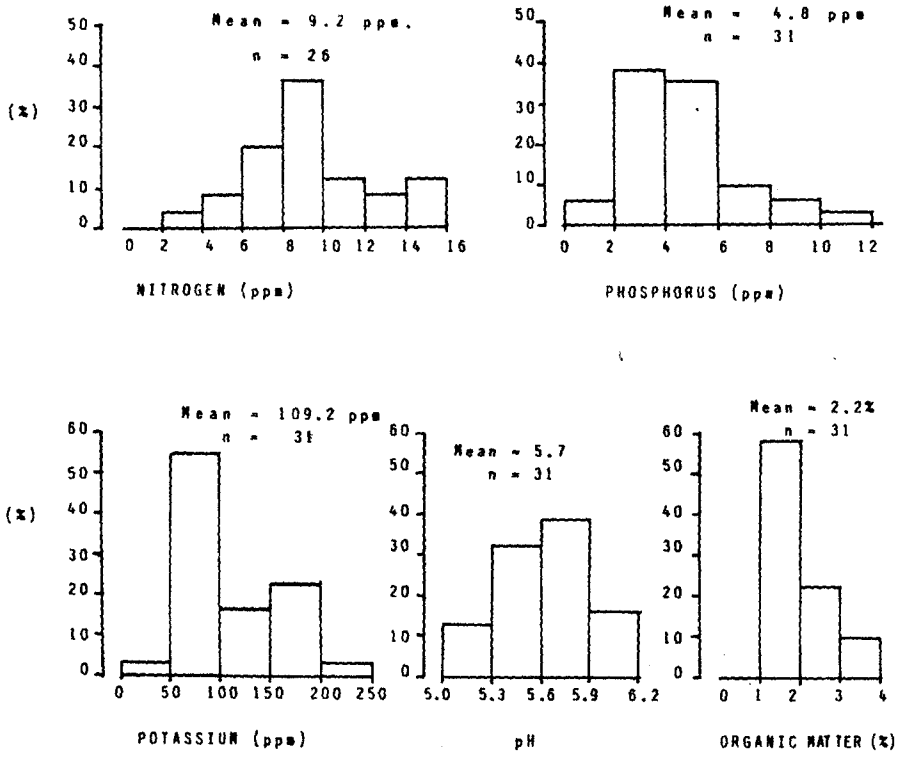


FIGURA 4. PROPIEDADES QUIMICAS DEL SUELO EN SECANO INTERIOR (ADAPTADO DE ACUÑA, AVENDAÑO Y OVALLE , 1983).

Cuadro 1. Rendimiento de Trigo y Hualputra en el Secano Interior de la VII Región. Cauquenes, Chile, 1984-1987.

AÑO	------ Años después de trigo --------			Rendimiento
	1	2	3	Trigo
1984	5.2 (73)	- -	- -	4.5
1985	5.2 (39)	5.3 (37)	- -	3.3
1986	4.6 (74)	6.9 (4)	5.9 (60)	2.8
1987	5.4 (54)	4.2 (3)	8.6 (31)	2.6

( ) Contribución de la hualputra a la pradera (%).

Estos meritorios rendimientos merecen ser difundidos y las nuevas técnicas de producción debieran aplicarse en el Secano Interior , pero es preocupante la futura estabilidad de los mismos dado el intenso proceso erosivo que ocurre en invierno. Sin embargo, el solo cambio de las variedades de trigo antiguas y tardías por genotipos más precoces permiten una mayor cobertura del suelo que disminuye el impacto de las gotas de lluvia, aunque no del todo. Luego, las siembras en Cero Labranza serían la solución definitiva del problema (Crovetto 1988 ; Peña, Vidal y Tapia, 1987) que por lo demás se ajustan en mejor forma al nuevo sistema trigo-medicago que se propone à los agricultores.

En el Cuadro 2 se presentan los resultados logrados en una rotación trigo-lentejas en diferentes sistemas de labranza en el Secano Interior de la VII Región. Estos son bastantes alentadores aunque es necesario realizar las labores de labranza conservacionista con implementos de tracción animal, ya que es dominante en el área (Del Canto y McMahon, 1986 ; Ibáñez, Concha y Philips, 1982). En el Secano Costero de la VI Región, Letelier (1986) desarrolla un método, al que denomina " Cero Labranza Popular " , con excelentes resultados y que también

será experimentado en la zona centro sur.

Cuadro 2. Rendimiento de Trigo y Lenteja en Sistema de Labranza Cero y Convencional. Cauquenes, Chile, 1988-1989.

Cultivo	Cultivar	Sistema de Labranza	
		Cero	Convencional
		---------- Kg ----------	
Trigo	" Dalcahue-INIA"	3.552	3.098
Lenteja	"Araucana-INIA "	1.017	1.278

SECANO DE PRECORDILLERA

Actualmente es el sector cerealero por excelencia de la VIII Región. Se extiende desde el río Perquilauquen hasta la parte sur de la provincia de Bío-Bío. Presenta un clima mediterráneo marino frío (Papadakis, 1973) con una pluviometría que varía entre 1.200 y 2.500 mm anuales, dependiendo de la latitud y la altura sobre el nivel del mar. Nuevamente, el exceso de lluvias invernales causan estragos en los suelos desprotegidos durante el periodo de establecimiento de los cultivos (Figura 6). Los suelos son trumaos, rojos o mezcla de ambos y de acuerdo a Peña (1978), anualmente se pierden 35 ton/ha de suelo en las actuales condiciones de labranza tradicional; en cambio, sólo 4 ton/ha se pierden cuando los cultivos se establecen en cero labranza lo que es menor al nivel máximo de pérdida tolerado por estos trumaos (7 ton/ha/año).

Ante este acelerado proceso erosivo, nadie puede estar ajeno y es un deber buscar alternativas de labranza que protejan el suelo y sean asimismo rentables para el agricultor.

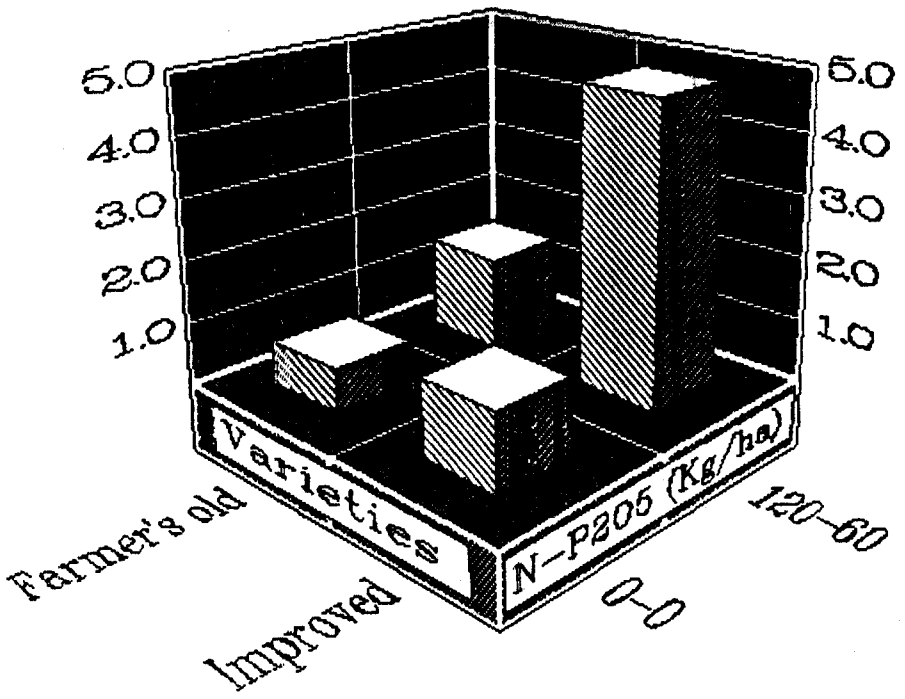


FIGURA 5. EFECTO DEL NITROGENO Y FOSFORO EN EL RENDIMIENTO DE TRIGO MEJORADO. SAN NICOLAS, CHILE, 1982-83.

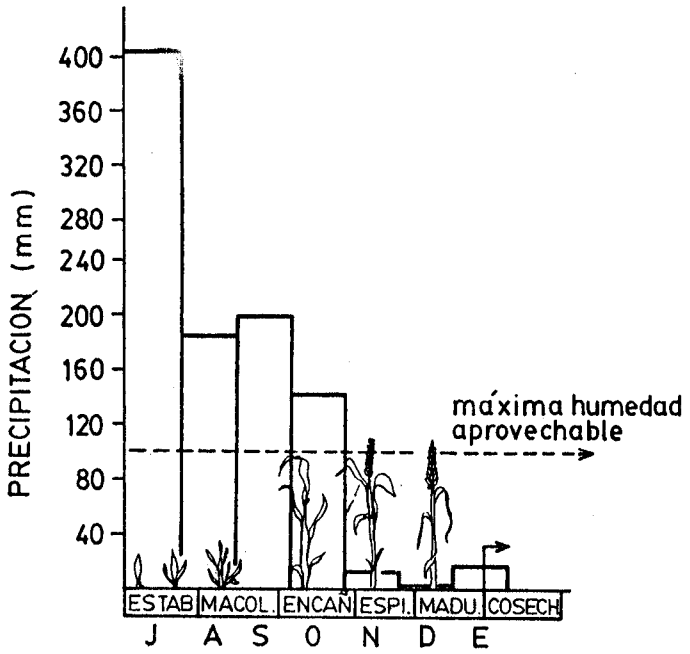


FIGURA 6. DESARROLLO DEL TRIGO EN LA PRECORDILLERA DE ÑUBLE, EN RELACION AL AGUA CAIDA. EL ROSAL, VIII REGION. 1987/1988.

Indiscutiblemente, la gran solución para este creciente deterioro de los suelos, lo constituyen las siembras en cero labranza dejando una cierta cantidad de residuos en superficie. Sin embargo, su uso entre los agricultores es restringido debido a la necesidad de contar con una sembradora especializada, a un gran conocimiento requerido en el uso de herbicidas aplicados correctamente y, porque no decirlo, al temor que genera una práctica que rompe todos los esquemas tradicionales de manejo de suelo alentado por el fracaso inicial de quienes se han atrevido pioneramente a innovar al respecto.

Estudios realizados en suelos trumaos de la VIII Región, muestran que los rendimientos de trigo y avena son al menos iguales en labranza cero, mínima y tradicional (Figuras 7 y 8) siempre y cuando estos cultivos sucedan a una buena siembra de raps. En la medida en que se suceden trigo y avena en cero labranza, los rendimientos aumentan y de acuerdo con ello, la rentabilidad.

En ningun caso es recomendable sembrar trigo en cero labranza a continuación de una pradera natural, debido a un alto costo a usar en herbicidas como a las condiciones de microrelieve del suelo sometido a años de labranza tradicional y pisoteo de animales.

Por otro lado, el constante uso de la cero labranza conduce a una mayor eficiencia del fertilizante fosfatado, el cual se acumula año a año en las estratas superficiales del suelo, donde prosperan las raíces de los cultivos. En el Cuadro 3 se muestran los resultados obtenidos en un predio manejado con cero labranza en la comuna de Mulchén (Provincia de Bío-Bío), destacando el incremento del fósforo del suelo en la medida que aumentan los años de cultivo.

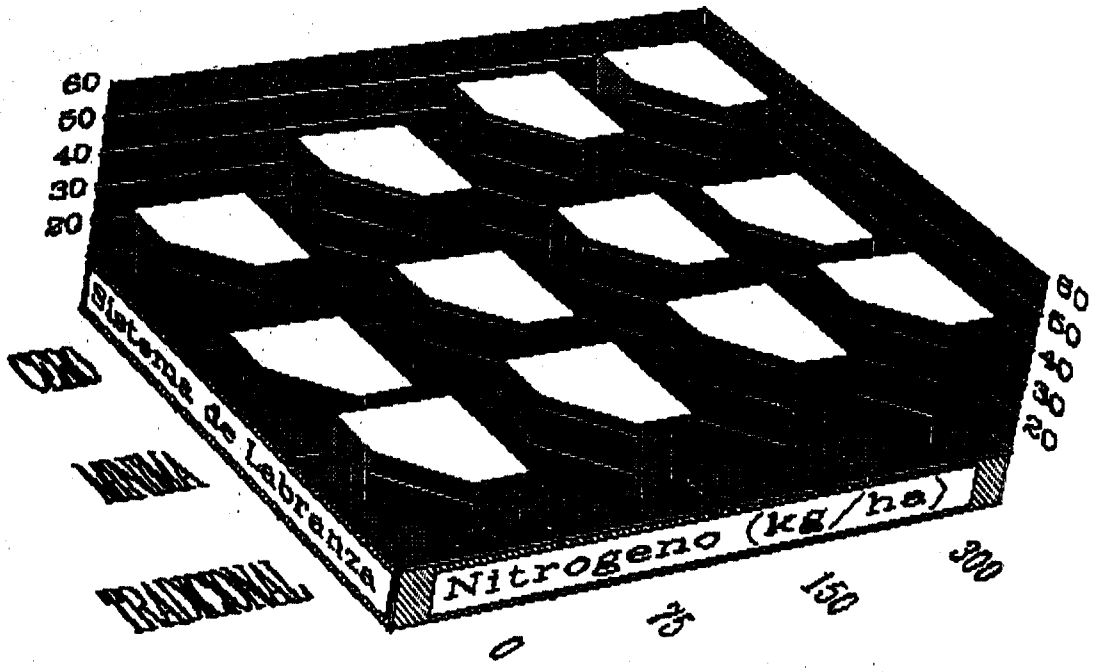


FIGURA 7. EFECTO DEL SISTEMA DE LABRANZA Y EL NITROGENO EN EL RENDIMIENTO DE TRIGO. EL ROSAL, VIII Región, 1988/1989

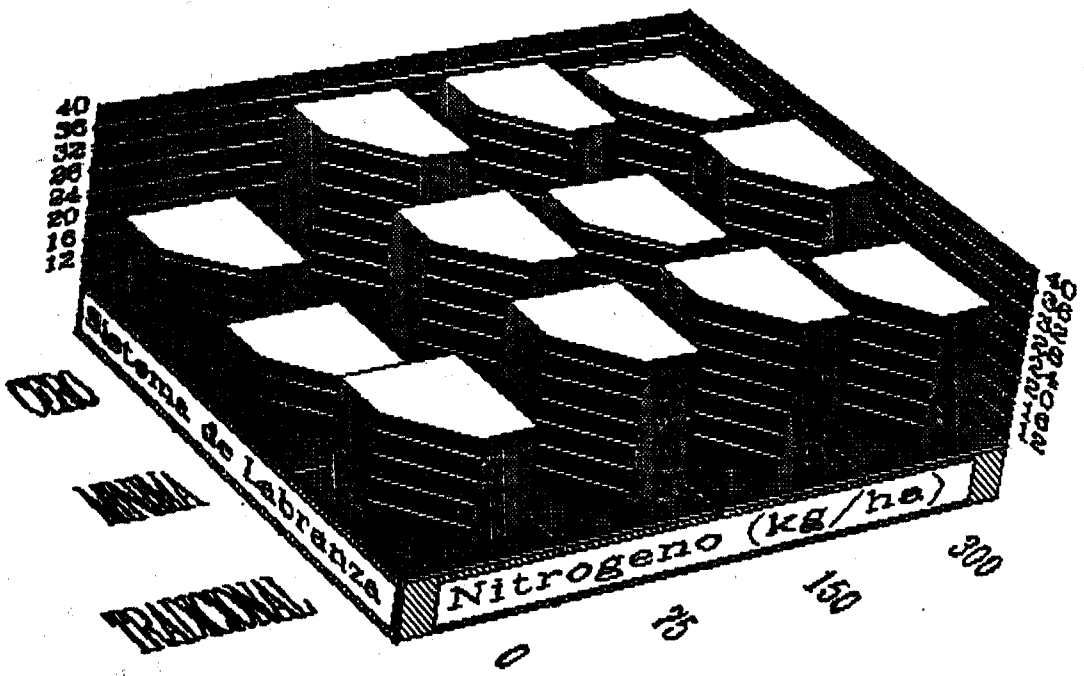


FIGURA 8. EFECTO DEL SISTEMA DE LABRANZA Y EL NITROGENO EN EL RENDIMIENTO DE AVENA. EL ROSAL, VIII REGION. 1988/1989

Cuadro 3. Efecto de los Años de Cero Labranza sobre la Acumulación de Fósforo en el Perfil del Suelo. Fundo Montpellier , VIII Región, 1987/1988.

Profundidad (cm)	Años de Cero Labranza					
	0	1	2	3	4	5
0 - 5	8 (B)	14 (M)	15 (M)	22 (S)	27 (S)	37 (S)
5 - 10	8 (B)	13 (M)	15 (M)	17 (A)	20 (A)	18 (A)
10 - 30	9 (M)	11 (M)	11 (M)	9 (M)	10 (B)	8 (B)

Categorías : MB = Muy Bajo
B = Bajo
M = Medio
A = Alto
S = Suficiente

Paralelamente, una gran humedad aprovechable se logra en suelos trumaos sembrados en cero labranza. Para el Secano de Precordillera esto es muy importante pues el agua para los cultivos se torna escasa en el periodo de espigadura y llenado de grano de los cereales(Cuadro 4).

Analizando económicamente los resultados obtenidos en trigo en la temporada 1988-1989, se puede concluir que es posible adoptar la técnica de cero labranza y hacer de ella una práctica rentable de producción en la Precordillera de Ñuble (Cuadro 5, anexos A, B y C).

2. PROCEDIMIENTO PARA POSTULAR A LOS BENEFICIOS DE LA LEY

La ley radica en la Comisión Nacional de Riego la responsabilidad de su aplicación a nivel nacional y el otorgamiento definitivo de las bonificaciones solicitadas. Sin embargo, y con el objeto de hacer más operativa la ley a nivel regional, se han creado Comisiones Regionales de Riego, integradas por las Secretarías Regionales Ministeriales de Obras Públicas y de Agricultura y por los Directores de Riego y del Servicio Agrícola y Ganadero, las cuales tienen como funciones específicas la:

- Recepción de los proyectos
- La revisión técnica de los proyectos
- La inspección de la ejecución de las obras bonificadas, su recepción definitiva y posterior control.

La Comisión Nacional de Riego llama a un concurso público, con bases de llamado específicas, indicándose el monto fiscal disponible para ese concurso y los lugares y fechas en que deben presentarse los proyectos.

Los proyectos deben ser elaborados y suscritos por profesionales competentes y ceñirse a lo dispuesto en la ley, el reglamento y las bases. Estos proyectos se presentan a las Direcciones Regionales de Riego del Ministerio de Obras Públicas, correspondiente a la Región donde se ubicará la obra que se piense ejecutar.

Las Comisiones Regionales de Riego revisan los proyectos y rechazan los que no se ajustan a la ley.

Los proyectos aprobados técnicamente son enviados a la Comisión Nacional de Riego para su resolución definitiva y la asignación de puntajes que les corresponda a cada uno de ellos.

La ley contempla la apelación de los interesados en caso de rechazo de sus proyectos y los plazos en que se debe resolver dichas apelaciones.

Sin embargo, entre los agricultores persiste la duda de que hacer con los rastrojos especialmente de cereales. Las investigaciones realizadas en la temporada pasada permiten señalar que el buen manejo de ellos (confección de fardos de lo que deja la cosechadora y picado de los rastrojos que permanecen en pie) no afecta, al menos, el rendimiento de la avena (Cuadro 6).

Cuadro 6. Efecto del manejo de Residuos sobre el Rendimiento de Avena " NEHUEN " en Dos Sistemas de Labranza. El Rosal, VIII Región, 1988-1989.

Tratamiento del Residuo *	Sistema de Labranza	
	Convencional	Cero
	--------- qq/ha ----------	
Quemado	34.7	--
Incorporado	33.6	--
Quemado	--	34.2
Enfardado y picado	--	34.6

(*) : Residuo del año anterior : 3.5 ton/ha paja de trigo.

Los antecedentes aquí expuestos son sólo un avance de la investigación actualmente en desarrollo y parecen indicar que tanto en suelos trumaos como graníticos, la gran solución para frenar el acelerado proceso erosivo lo constituye la cero labranza.

BIBLIOGRAFIA

ACUÑA P., HERNAN : AVENDAÑO R., JULIA y OVALLE M., CARLOS. 1983. Caracterización y variabilidad de la pradera natural del Secano Interior de la zona Mediterránea Subhúmeda. Agricultura Técnica (Chile) 43(1): 27-38.

CROVETTO L., CARLOS. 1988. La cero labranza en siembras de trigo y su influencia en el medio edáfico en suelos erosionados de la Cordillera de la Costa de Chile Central. En : Diálogo XXIV. Manejo y Conservación de Suelos; Juan P. Puignau, ed. 150 p. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura . Convenio IICA/BID/PROCISUR, Montevideo, Uruguay. Pp:65-75.

DEL CANTO S., PEDRO y McMAHOM, M.A. 1986. Dryland Wheat Production in Chile's Secano Interior. International Wheat Cnference . May 2-9 , Rabat, Morocco.

DEL CANTO S., PEDRO : DEL POZO L., ALEJANDRO y AVENDAÑO R., JULIA. 1987. Sistema hualputra-trigo : Una alternativa de producción para el secano Interior de las VII y VIII regiones. Investigación y Progreso Agropecuario Quilamapu N° 32: 19-23.

DEL POZO L., ALEJANDRO: OVALLE M., CARLOS : AVENDAÑO R., JULIA y DEL CANTO S., PEDRO. 1989. Adaptation of Medicago polymoroha to the subhumid Mediterranean zone of Chile. (En prensa).

IBAÑEZ C., MARIO ; CONCHA C., LUIS y PHILIPS F., RONIE. 1982 . Situación tecnológica de la labranza en suelos de Secano de la Costa de la Provincia de Ñuble. Agro Sur 10(2):70-74.

LETELIER A., ELIAS. 1986. Labranza Cero en las terrazas marinas. Investigación y progreso Agropecuario La Platina N° 35: 35-39.

McMAHOM, M.A. y DEL CANTO S., PEDRO. 1987. Rotation of Wheat and Medicago spp. in Chile's Secano Interior. En: CIMMYT Research Highlights 1986. México, D.F., CIMMYT Pp: 59-65.

PAPADAKIS, JOHN. 1973. Reconocimiento e investigación de los suelos : Regiones Ecológicas de Chile. Roma, FAO. 49p.

PEÑA Mc-C., LUIS 1978. Control de erosión mediante dos niveles de densidad de paja en un trumao de lomaje. Agricultura Técnica 38(2): 49-53.

PEÑA Mc-C., LUIS; VIDAL P., IVAN y TAPIA C., TOMAS. 1987. Respuesta a fertilización nitrogenada en trigo, bajo el sistema de labranza cero en suelo de origen granítico. Agro-Ciencia 3(1): 19-24.

VELASCO H., ROBERTO; DEL CANTO S., PEDRO y MANRESA M., JOSE . 1988. Trigo en el Secano Interior : Costos de producción de dos alternativas de manejo. Investigación y Progreso Agropecuario Quilamapu N° 37: 25-28.

ANEXO A — EL ROSAL 1988/1989 — INGRESO BRUTO $ 169.400

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
ESTACION EXPERIMENTAL QUILAMAPU

CEDULA DE CULTIVO: TRIGO (CONVENCIONAL)

VARIEDAD: Lanco SUPERFICIE: 1,0 HA

RENDIMIENTO POR HA: 42,35 qq FECHA: 30 marzo 89

Labores	Mes	Jornadas						Insumos			Total Costos Directos $
		Hombre		Tractor c/impl.		Animal					
		Jor.	$	Hr.	$	Jor.	$	Tipo	Unidad	$	
Quema rastrojo	Febrero	0,1	60								
Rastraje off-set	"			1,0	4.000						
Rastraje off-set	Mayo			1,0	4.000						
Vibrocultivador	"			0,6	2.400						
Siembra	"	0,25	150	1,0	5.000	0,2	240	Semilla cert.	160 kg	13.216	
								Baytan 15	0,16 kg	2.252	
								SFT	320 kg	20.480	
Aplicación nitrógeno	Junio	0,1	60	0,2	800			Urea	111 kg	7.215	
" "	Julio	0,1	60	0,2	800			Urea	111 kg	7.215	
Aplicación herbicidas	Julio	0,1	60	0,2	800			Urea	111 kg	7.215	
								Grasp	2,0 lt	9.360	
Aplicación herbicidas	Agosto	0,1	60	0,2	800			Citroliv	2,0 lt	2.360	
								MCPA 750	0,8 lt	1.360	
Cosecha	Febrero	1,0	600					Banvel D	0,2 lt	1.400	
Automotríz					10.000						
Carga a camión	Febrero	0,6	360								
Flete					7.623						
		2,35	1.410		36.223	0,2	240			72.073	109.946
COSTO FINANCIERO											10.123
COSTO TOTAL											$ 120.069

ANEXO B

EL ROSAL 1988/1989

INGRESO BRUTO $167.200 $ 182.200
(Valor 150 fardos) $ 15.000

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
ESTACION EXPERIMENTAL QUILAMAPU

CEDULA DE CULTIVO: TRIGO (MINIMA)

VARIEDAD: Lanco SUPERFICIE: 1,0 HA

RENDIMIENTO POR HA: 41,80 FECHA: 30 marzo 89

Labores	Mes	Jornadas						Insumos			Total Costos Directos $
		Hombre		Tractor c/impl.		Animal					
		Jor.	$	Hr.	$	Jor.	$	Tipo	Unidad	$	
Enfardadura rastrojo	Febrero			1,6	6.400						
Cincel	"			1,0	4.000						
Vibrocultivador	Mayo			0,6	2.400						
Siembra	"	0,25	150	1,0	5.000	0,2	240	Semilla cert.	160 kg.	13.216	
								Baytan 15	0,16 kg	2.252	
								SFT	320 kg	20.480	
								Urea	111 kg	7.215	
Aplicación nitrógeno	Junio	0,1	60	0,2	800			Urea	111 kg	7.215	
" "	Julio	0,1	60	0,2	800			Urea	111 kg	7.215	
Aplicación herbicidas	Julio	0,1	60	0,2	800			Grasp	2,0 lt.	9.360	
								Citroliv	2,0 lt.	2.360	
Aplicación herbiidas	Agosto	0,1	60	0,2	800			MCPA 750	0,8 lt	1.360	
								Banvel D	0,2 lt	1.400	
Cosecha	Febrero	1,0	600								
Automotríz					10.000						
Carga a camión	Febrero	0,6	360								
Flete					7.524						
		2,25	1.350		38.524	0,2	240			72.073	111.947
COSTO FINANCIERO											10.427
COSTO TOTAL											$ 122.374

Serie Remehue N° 9

INGRESO BRUTO $ 204.400

ANEXO C

EL ROSAL 1988/1989

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
ESTACION EXPERIMENTAL QUILAMAPU

CEDULA DE CULTIVO: TRIGO (CERO)

VARIEDAD: Lanco SUPERFICIE: 1,0 HA

RENDIMIENTO POR HA: 51,10 FECHA: 30 marzo 89

Labores	Mes	Jornadas						Insumos			Total Costos Directos $
		Hombre		Tractor c/impl.		Animal					
		Jor.	$	Hr.	$	Jor.	$	Tipo	Unidad	$	
Corte rastrojo	Febrero			0,6	2.400						
Barbecho químico	Abril	0,1	60	0,2	800			Raundup	1.5 lts	7.800	
								Tordon 24K	0,125 lt	1.349	
								Citowett	1,0 lt	1.180	
Siembra	Mayo	0,25	150	1,3	7.800			Semilla cert.	160 kt.	13.216	
								Baytan 15	0,16 kg	2.252	
								SFT	320 kg	20.480	
								Urea	111 kg	7.215	
Aplicación Nitrógeno	Junio	0,1	60	0,2	800			Urea	111 kg	7.215	
" "	Julio	0,1	60	0,2	800			Urea	111 kg	7.215	
Aplicación herbicidas	Julio	0,1	60	0,2	800			Grasp	2,0 lt	9.360	
								Citroliv	2,0 lt	2.360	
Aplicación herbicidas	Agosto	0,1	60	0,2	800			MCPA 750	0,8 lt	1.360	
								Banvel D	0,2 lt	1.400	
Cosecha	Febrero	1,0	600								
Automotríz					10.000						
Carga a camión	Febrero	0,6	360		9.198						
Flete											
		2,35	1.410		33.380					80.420	117.192
COSTO FINANCIERO											10.555
COSTO TOTAL											$ 127.747