

Rev. FCA UNCuyo. Tomo XXXIII. N° 2. Año 2001



PÉRDIDAS DE AGUA EN CAUCES DE DISTRIBUCIÓN MENDOZA (ARGENTINA)

INTERNAL WATER CHANNEL LOSS MENDOZA (ARGENTINA)

Gonzalo Ortiz Maldonado ^{1,3}
Carlos F. Tapia ²
Gustavo Cerutti ¹

Originales
Recepción: 18/09/2000
Aceptación: 7/06/2001

RESUMEN

Mendoza (Argentina) es una zona árida que se abastece de agua de los deshielos en las altas cuencas de los Andes. Su distribución se efectúa por una red semipública de 12 270 km de canales, de los cuales sólo 660 están impermeabilizados. La responsabilidad para mejorar dicha infraestructura -desde el dique hasta bocatoma de finca- recae sobre el Dpto. Gral. de Irrigación en la red primaria y las Inspecciones de Cauces, en la red secundaria y derivados.

La distribución dentro de las fincas se realiza por cauces en tierra con pérdidas del 5 al 13 % en función de la textura de los suelos y el contenido de sedimentos de las aguas. Las aguas claras, cuando provengan del dique Potrerillos, incrementarán las pérdidas.

Con el objeto de mejorar la eficiencia interna se determinó la relación entre longitud del cauce distribuidor y la superficie cultivada. Posteriormente se calcularon las pérdidas anuales de agua infiltrada por metro lineal. Para paliar estas pérdidas se confeccionaron tablas de uso práctico para revestimientos de pequeños cauces para las secciones rectangular y trapecial y para di-

SUMMARY

The water distribution is done by means of an important semipublic net of ditches which are 12 270 km. long. Only 660 of them are lined. Two sectors are responsible for carrying out the improvements in the understructures of the distribution net from the dam to the farm inlet gate. The official sector which is represented by the Gral. Dept. of Irrigation in the main net, and the Water Users Association in the secondary and derived nets. Both sectors are nowadays constructing and modernizing the irrigation nets.

Land channels do the internal distribution of the water, the distance between the inlet gate and the head of the irrigation units. There are conveyance losses that can vary from the 5 % to the 13 % according to the land texture and the quality of the water.

The aim of this work is to improve the internal efficiency. For this purpose the relation between the length of the distribution ditch and the cultivated area was determined. After that the annual losses of intake water by each lineal meter were calculated. In order to avoid the water losses practical dimension tables were made for different kinds of flow rates, slopes and materials.

1 Departamento General de Irrigación. Mendoza.

2 Facultad de Ingeniería. UNCuyo.

3 Cátedra Hidrología Agrícola. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo. Almirante Brown N° 500. Casilla de Correo 7. M5528AHB Chacras de Coria. Mendoza. Argentina. e-mail: ccea@fca.uncu.edu.ar

ferentes caudales, pendientes y materiales. Complementan esta acción la factibilidad de construcción de aforadores que posibiliten la recepción volumétrica, la reducción de jornales para riego y mantenimiento y el menor costo de mantenimiento de la red pública y privada de colectores de drenajes.

The complementary justification for this is: the feasibility of the construction of flume that permit the volume reception, reduction of wages for irrigation time and a saving in the cost of maintenance of the public and private net of the collecting drains.

Palabras clave

revestimiento • eficiencia interna • sección trapecial • sección rectangular • costos

Key words

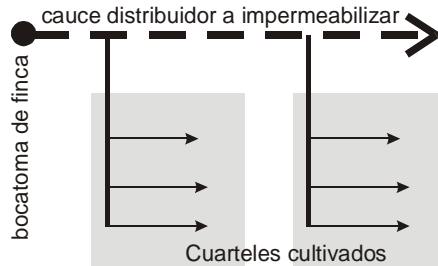
lining • internal efficiency • trapezium section • rectangular section • costs

INTRODUCCIÓN

Mendoza, ubicada en la zona árida del O de la Argentina, se abastece de agua de los deshielos en las altas cuencas de los Andes. Los mismos originan un sistema hidrográfico compuesto por seis ríos. Cinco de ellos: Mendoza, Tunuyán, Diamante, Atuel y Malargüe se aprovechan; no así el Grande. El total de la oferta hídrica es: 288 m³/s de los cuales se utilizan 174. Estos valores son la sumatoria de caudales medidos en las estaciones de aforos ubicadas aguas arriba de las zonas de recarga de los acuíferos. Por tanto, la oferta incluye los volúmenes de aguas subterráneas que se encuentran en tránsito en los respectivos acuíferos. Se distribuyen las aguas por una red de canales: principales, secundarios o ramas, terciarios o hijuelas y cuaternarios o ramos. Esta red, de 12 270 km de los cuales 660 están impermeabilizados, es semipública. El caudal de entrega a cada parcela se realiza a través de orificios o compuertas de ingreso, denominadas bocatoma, cuyas dimensiones son determinadas por el Dpto. Gral. de Irrigación. Se calculan en función de la superficie con derecho de riego de cada parcela.

La distribución interna del agua en las parcelas se hace por acequias a cielo abierto, en su mayoría sin impermeabilizar, con pérdidas del 5 al 13 % según investigaciones en 83 fincas del área regada por el río Tunuyán Inferior (1). Las demandas brutas de los cultivos en Mendoza son de 12 000 a 20 000 m³/ha/año (4). Dado la gran competencia de usos y el incremento de población es necesario aumentar la eficiencia y disminuir pérdidas desde el dique hasta los destinos finales. En Mendoza la responsabilidad de llevar a cabo las mejoras en la infraestructura de la red distributiva corresponde a dos sectores: el oficial (Dpto. Gral. de Irrigación en la red primaria) y el privado (asociaciones de usuarios en la red secundaria y derivados). Ambos se encuentran abocados a la impermeabilización. Los agricultores están en un proceso de tecnificación para la aplicación del agua a los cultivos: instalación de riegos presurizados, goteo, microaspersión, cinta, semiautomatizados por gravedad (riego por pulsos). Se carece de cuidado del agua en la conducción interna, fundamentalmente para aquellos agricultores que riegan por gravedad. Gran parte de los usuarios agrícolas no han adoptado los sistemas presurizados por baja rentabilidad de sus empresas, tarifas de energía eléctrica y en menor medida desconfianza a la eficacia de estos sistemas.

Ubicación del cauce interno a impermeabilizar



En consecuencia, conviene analizar otras posibilidades de mejoras en la eficiencia de distribución interna, complementarias de las descritas y referidas a la longitud de cauces distribuidores desde bocatoma hasta la cabecera de la reguera del cuarteel cultivado. No se contempla el tramo que abastece a los surcos -o melgas- porque, cuando son atravesados por tractores destruirían el revestimiento. La distribución externa (desde dique hasta bocatoma) comprende una extensa red de canales a cielo abierto. La recepción a nivel de finca también lo es, condicionando la distribución interna y eliminando la alternativa de tuberías a presión.

Por este motivo no se trata la distribución por tuberías que implicaría terrenos con fuertes pendientes o, en su defecto la instalación de estaciones de bombeo. Muchos usuarios desconocen los volúmenes perdidos por infiltración en la conducción interna y, por ello, son remisos a ejecutar impermeabilizaciones. Este trabajo brinda tablas de uso práctico con las dimensiones de secciones rectangular y trapecial acordes a los caudales y pendientes del terreno.

A nivel local y regional no se encontraron antecedentes respecto a dimensiones de cauces y sus costos de construcción, posiblemente por tratarse de obras pequeñas que no implican cálculos para su dimensionamiento y se construyen a pala en terreno natural, estimándose aprox. los caudales. Los costos varían en función de los valores del cemento, áridos, mano de obra, etc., diferentes en cada lugar.

Objetivos

- Determinar la relación entre la longitud de cauces de distribución versus superficie cultivada.
- Incrementar la eficiencia de distribución interna, dando a conocer los volúmenes de pérdidas por infiltración por metro lineal y año.
- Confeccionar tablas de uso práctico con las dimensiones de acequias para diferentes secciones, caudales y pendientes, y orden de costos de revestimiento.
- Inducir al cambio de mentalidad de los regantes ya que los revestimientos favorecerán la construcción de aforadores y éstos harán posible y confiable la entrega volumétrica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se seleccionaron 18 fincas en el área del río Mendoza:

Tramo superior: 2 fincas regantes de la hijuela Lunlunta, 2 de la hijuela Gil y 2 de la hijuela Corvalán.

Tramo medio: 2 fincas regantes de la Rama Moyano-CI. Chachingo, 2 de la hijuela Mercery y 2 de la hijuela Algarrobal.

Tramo inferior: 1 finca regante del ramo Segura-CI. San Esteban, 2 de la hijuela Santos Lugares, 1 del CI. San Pedro y San Pablo y 2 del CI. Natalio Estrella.

Se midieron las longitudes de las hijuelas distribuidoras y se obtuvo información testimonial de las superficies cultivadas. Luego se calculó el promedio con la fórmula de Manning:

$$v = 1/n R^{2/3} S^{1/2}$$

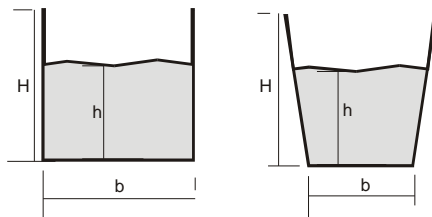
Se adoptó el coeficiente de rugosidad de Horton: $n = 0,014$ para canales de hormigón en buenas condiciones. Se utilizó el programa de computación desarrollado por el Dpto. Gral. de Irrigación, para los proyectos de obras hidráulicas, cuyos datos finales son corroborados con el programa Flow Master.

Valores referenciales. Octubre 99

Rubros	Precios (\$)
Limpieza (m l)	1,00
Perfilado (m ³)	2,50
Hormigón armado 300 kg/m ³	150,00*
Hormigón sin armar 250 kg/m ³	90,00*
Hormigón limpieza 120 kg/m ³	108,00*
Hierro (kg)	1,90
Ladrillos (x 1 000)	120,00
Membrana A. D. 800 μ /m	4,50
Gasoil (l)	0,49

* obra terminada: hormigón elaborado, encofrado, mano de obra, impuestos y obras sociales.

Secciones rectangular y trapecial



Se calculó las dimensiones de las secciones rectangular y la trapecial teniendo en cuenta pendiente y factor de rozamiento. Las pendientes fluctúan entre el 0,05 al 0,5 %, abarcando fundamentalmente a propiedades ubicadas en el tramo medio e inferior del río, correspondientes a la zona de llanura y a las del tramo superior (zona pedemontana) en menor medida por existir la alternativa de las tuberías. La construcción del revestimiento incluye juntas transversales cada 3 m que, en pequeños cauces, consiste en la marcación de una pequeña hendidura donde eventualmente se producirá la fractura.

A las secciones en hormigón y mampostería se les fijó una vida útil de 20 años, duración que las acequias en hormigón armado pueden superar con facilidad. También se ha considerado como alternativa de revestimiento a la membrana de polietileno de alta densidad (800 μ) debido a: fácil colocación, disponibilidad comercial y economía. Su vida útil -dependiendo del cuidado y los factores climáticos extremos- es del orden de 6 años. Para una correcta instalación y a los fines del cálculo de costos se ha previsto un adicional de 1,2 m de ancho (0,6 m a cada lado del cauce), para la fijación y anclaje de ambos extremos. El revestimiento con mem-

Los precios por metro lineal para los cauces revestidos en hormigón armado, sin armar y mampostería tienen un adicional del 10 % para gastos generales no incluidos en la obra de construcción: transporte, seguros de carga, valor de las chapas, instalación de moldes y administración.

Para cauces en membrana, el adicional sobre el costo es 12 % por igual concepto incluyendo gastos administrativos, colocación de la membrana, unión entre tramos, zanqueo y tapado de los anclajes laterales.

Se eligió un caudal inicial de 20 l/s, considerado el de mínima entrega, equivalente a una perforación pequeña de 4" de salida. Alcanza, en términos generales, para regar 4 surcos grandes de cultivos perennes (por ej. viña) o 10 surcos pequeños de cultivos anuales (por ej. ajo y cebolla). Se fijó 300 l/s como caudal máximo -de entrega administrativa elevada- equivalente a 6 perforaciones de 10" que erogarán 180 000 l/h cada una.

brana plástica se ha estimado únicamente en sección trapezoidal por las dificultades que presenta en la sección rectangular debido a la inestabilidad de las paredes verticales y de adaptación de la membrana al talud sin quedar oquedades.

RESULTADOS

Para la cuenca del río Mendoza, por cada hectárea cultivada se necesitan aprox. 42 m de acequias de distribución. Fijando como pérdidas de distribución una media del 8 % y teniendo en cuenta que los requerimientos brutos de los cultivos varían de 12 000 a 20 000 m³/ha cultivada/año, se pierden de 960 a 1 600 m³/ha cultivada/año. Es decir, por cada metro de acequias de distribución se desaprovechan entre 22 000 y 38 000 l/año. Se confeccionaron tablas con dimensiones de acequias revestidas para riego en función del caudal, pendiente, rugosidad y costos de impermeabilización para Mendoza.

Recomendaciones

La impermeabilización de cauces debe orientarse principalmente a los ubicados en la red terciaria, cuaternaria y a nivel de finca por cuanto, por su densidad, son los que más alimentan a la napa freática. Con aguas claras la situación tenderá a empeorar.

En caso de forestaciones, muy arraigadas en Mendoza, conviene dejar no menos de un metro desde los bordes del cauce para ambos lados. Así se evitará el deterioro de las estructuras provocado por las raíces. Las derivaciones se pueden efectuar a través de pequeños vertederos practicados en los bordes, distanciados a espacios regulares, procediendo al riego por un surco efectuado al pie de los árboles.

Otra alternativa son las cintas plásticas con microorificios o con goteros incluidos; en ambos casos, el requerimiento de carga es bajo (del orden de 0,5 m).

Los cauces revestidos en parcelas agrícolas requieren la utilización forzosa de puentes resistentes, que soporten el peso de tractores y accesorios agrícolas. Pueden ser caños de hormigón teniendo la precaución de construir transiciones en los extremos.

CONCLUSIONES

- La sección de mayor costo inicial es la rectangular de mampostería, seguidas por la trapezoidal de hormigón simple y luego, la rectangular de hormigón armado. La más económica es la trapezoidal de membrana de polietileno.
- La sección trapezoidal con membrana de polietileno de alta densidad (800 μ) tiene menor costo inicial pero, teniendo en cuenta su vida útil, el costo final es elevado.
- La sección rectangular de hormigón armado es la de menor costo final, atendiendo a su duración.
- En los cauces impermeabilizados se reducen los jornales para riego, limpieza y mantenimiento.

- En cauces revestidos es más factible la construcción y calibración de aforadores que posibiliten la recepción y distribución volumétrica.
- Conocidos los caudales en bocatoma se puede acceder a la práctica de la fertirrigación, con dosificadores de fertilizantes líquidos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Chambouleyron, J. et al. 1985. Eficiencia de Riego en Vid y Frutales y Eficiencia de Riego en Cultivos Hortícolas. INCYTH-CRA. Mendoza
2. King, H. y Brater. Manual de Hidráulica.
3. Pereyra, Gerardo; Luján, Hugo. 1999. Estadística Hídrica de los Ríos de la Provincia de Mendoza. Dpto.Gral de Irrigación. Mendoza. Argentina.
4. Satlari, G. 1998. Proyecciones de la Demanda. Dpto.Gral de Irrigación. Mendoza. Argentina.
5. Satlari, Gustavo; Antonietti, Gerónimo y Molina, Jorge. 1996. Análisis de los usos hortícolas en la zona irrigada del oasis norte de Mendoza. Departamento General de Irrigación.
6. Ven Te Chow. Open Channel Hydraulics.

A continuación se insertan diez tablas de dimensiones de acequias revestidas para riego en función de la pendiente, caudal, rugosidad y costo de obra por metro lineal en Mendoza (Argentina).

Símbolos y unidades

i	pendiente
Q	caudal (l/s)
b	ancho de la base (cm)
h	tirante (cm)
H	altura de la obra (cm)
V	velocidad (m/s)

Pérdidas de agua en cauces de distribución

i = 0,05 %

RECTANGULAR HORMIGÓN ARMADO						RECTANGULAR MAMPOSTERÍA REVOQ.					
Espesor = 6 cm. n=0,014						Espesor = 14 cm. N=0,014					
Q	b	h	H	V	\$	Q	B	H	H	V	\$
20	30	21	35	0,32	22	20	30	21	35	0,32	32
25	30	25	39	0,33	24	25	30	25	39	0,33	36
30	40	21	36	0,35	24	30	40	21	36	0,35	36
40	40	27	41	0,38	26	40	40	27	41	0,38	37
50	40	32	46	0,39	28	50	40	32	46	0,39	37
60	40	37	51	0,41	30	60	40	37	51	0,41	38
70	40	42	56	0,42	32	70	40	42	56	0,42	41
80	50	36	50	0,45	32	80	50	36	50	0,45	43
90	50	39	54	0,46	33	90	50	39	54	0,46	43
100	60	35	49	0,47	33	100	60	35	49	0,49	47
120	60	40	55	0,49	35	120	60	40	55	0,49	47
150	60	48	63	0,52	38	150	60	48	63	0,52	48
200	60	61	75	0,55	43	200	60	61	75	0,55	50
300	60	85	100	0,59	53	300	60	85	100	0,59	53

TRAPEZIAL HORMIGÓN SIMPLE						TRAPEZIAL MEMBRANA..					
Espesor = 8 cm. Talud 1:1 n=0,014						Espesor = nulo . Talud 1.2 : 1 n=0,010					
Q	b	h	H	V	\$	Q	b	H	H	V	\$
20	30	14	28	0,32	32	20	30	11	26	0,40	17
25	30	16	30	0,34	33	25	30	13	27	0,43	17
30	40	15	30	0,35	35	30	40	12	27	0,44	18
40	40	18	32	0,38	36	40	40	15	29	0,48	18
50	40	21	35	0,40	38	50	40	17	31	0,51	18
60	40	23	37	0,42	39	60	40	18	32	0,53	19
70	40	25	39	0,44	41	70	40	20	34	0,56	19
80	50	24	38	0,45	43	80	50	19	34	0,57	19
90	50	26	40	0,47	44	90	50	21	35	0,59	20
100	60	25	39	0,47	45	100	60	20	34	0,59	20
120	60	27	42	0,50	47	120	60	22	36	0,63	20
150	60	31	45	0,53	50	150	60	25	39	0,67	21
200	60	36	36	0,57	53	200	60	36	51	0,57	22
300	60	45	59	0,64	59	300	60	32	46	0,79	25

i = 0,10 %

RECTANGULAR HORMIGÓN ARMADO						RECTANGULAR MAMPOSTERÍA REVOQ.					
Espesor = 6 cm. n=0,014						espesor = 14 cm. n=0,014					
Q	b	h	H	V	\$	Q	b	h	H	V	\$
20	30	16	30	0,41	20	20	30	16	30	0,41	32
25	30	19	33	0,43	21	25	30	19	33	0,43	32
30	40	16	31	0,45	22	30	40	16	31	0,31	36
40	40	20	3	0,49	23	40	40	20	35	0,49	36
50	40	24	38	0,52	25	50	40	24	38	0,51	37
60	40	28	42	0,54	27	60	40	28	42	0,53	37
70	40	31	46	0,56	28	70	40	31	46	0,46	37
80	50	27	42	0,58	28	80	50	27	42	0,58	42
90	50	30	44	0,60	29	90	50	30	44	0,44	42
100	60	27	41	0,62	29	100	60	27	41	0,62	43
120	60	31	45	0,64	31	120	60	31	45	0,64	46
150	60	37	51	0,68	33	150	60	37	51	0,68	47
200	60	46	60	0,72	37	200	60	46	60	0,72	48
300	60	64	78	0,78	45	300	60	64	78	0,78	50

TRAPEZIAL HORMIGÓN SIMPLE						TRAPEZIAL MEMBRANA..					
Espesor = 8 cm. Talud 1:1 n=0,014						espesor = nulo . Talud 1.2 : 1					
Q	b	h	H	V	\$	Q	b	h	H	V	\$
20	30	12	26	0,41	20	20	30	9	24	0,51	17
25	30	13	27	0,44	31	25	30	11	25	0,55	17
30	40	13	27	0,45	34	30	40	10	24	0,56	17
40	40	15	29	0,49	35	40	40	12	26	0,51	18
50	40	17	31	0,52	36	50	40	14	28	0,65	18
60	40	19	33	0,54	37	60	40	15	29	0,68	18
70	40	20	35	0,57	38	70	40	16	31	0,71	18
80	50	20	34	0,58	39	80	50	16	30	0,73	19
90	50	21	37	0,60	41	90	50	17	31	0,75	19
100	60	20	35	0,61	43	100	60	16	31	0,76	20
120	60	23	37	0,64	45	120	60	18	37	0,80	20
150	60	26	40	0,69	46	150	60	21	35	0,86	20
200	60	30	44	0,74	49	200	60	24	38	0,92	21
300	60	37	52	0,82	53	300	60	30	45	1,04	22

i=0,15 %

RECTANGULAR HORMIGÓN ARMADO						RECTANGULAR MAMPOSTERÍA REVOQ.					
Espesor = 6 cm. n=0,014						espesor = 14 cm. N=0,014					
Q	b	h	H	V	\$	Q	b	h	H	V	\$
20	30	14	28	0,48	19	20	30	14	28	0,48	31
25	30	16	31	0,51	20	25	30	16	31	0,51	32
30	40	14	28	0,53	21	30	40	14	28	0,53	35
40	40	18	32	0,58	22	40	40	18	32	0,57	36
50	40	21	35	0,60	24	50	40	21	35	0,60	36
60	40	33	47	0,61	25	60	40	33	47	0,61	37
70	40	27	41	0,65	26	70	40	27	41	0,65	40
80	50	24	38	0,68	27	80	50	24	38	0,68	42
90	50	26	40	0,70	28	90	50	26	40	0,70	42
100	60	23	38	0,71	28	100	60	23	37	0,71	45
120	60	27	41	0,75	29	120	60	27	41	0,75	46
150	60	31	46	0,79	31	150	60	32	46	0,79	46
200	60	39	54	0,85	35	200	60	39	54	0,85	47
300	60	54	69	0,92	40	300	60	54	69	0,92	49

TRAPEZIAL HORMIGÓN SIMPLE						TRAPEZIAL MEMBRANA..					
Espesor = 8 cm. Talud 1:1 n=0,014						espesor = nulo Talud 1.2 : 1 n=0,010					
Q	b	h	H	V	\$	Q	b	h	H	V	\$
20	30	10	25	0,47	29	20	30	8	23	0,59	17
25	30	12	26	0,51	30	25	30	10	24	0,63	17
30	40	11	26	0,52	33	30	40	9	23	0,64	17
40	40	13	28	0,56	34	40	40	11	25	0,11	17
50	40	15	29	0,60	35	50	40	12	26	0,75	18
60	40	17	31	0,63	36	60	40	13	28	0,79	18
70	40	18	32	0,67	36	70	40	14	29	0,84	18
80	50	18	32	0,67	39	80	50	14	28	0,84	19
90	50	19	33	0,69	39	90	50	15	29	0,87	19
100	60	18	32	0,70	42	100	60	15	29	0,88	19
120	60	20	34	0,74	43	120	60	16	30	0,92	19
150	60	23	37	0,79	45	150	60	18	33	0,99	20
200	60	27	41	0,86	47	200	60	22	36	1,07	20
300	60	34	48	0,95	52	300	60	27	41	1,20	21

I = 0,20 %

RECTANGULAR HORMIGÓN ARMADO						RECTANGULAR MAMPOSTERÍA REVOQ.					
Espesor = 6 cm. n=0,014						espesor = 14 cm. N=0,014					
Q	b	h	H	V	\$	Q	b	h	H	V	\$
20	30	13	27	0,53	19	20	30	13	27	0,53	31
25	30	15	29	0,56	19	25	30	15	29	0,56	32
30	40	13	27	0,58	20	30	40	13	27	0,58	35
40	40	16	30	0,63	21	40	40	16	30	0,63	36
50	40	19	33	0,67	23	50	40	19	33	0,67	36
60	40	21	36	0,70	24	60	40	21	36	0,70	36
70	40	24	38	0,73	25	70	40	24	38	0,73	37
80	50	21	35	0,75	26	80	50	21	35	0,75	41
90	50	23	37	0,78	26	90	50	23	37	0,78	41
100	60	21	35	0,79	27	100	60	21	35	0,79	45
120	60	24	38	0,83	28	120	60	24	38	0,83	46
150	60	28	43	0,88	30	150	60	28	43	0,88	46
200	60	35	50	0,95	33	200	60	35	50	0,95	47
300	60	48	63	1,04	38	300	60	48	63	1,04	48

TRAPEZIAL HORMIGÓN SIMPLE						TRAPEZIAL MEMBRANA.					
Espesor = 8 cm. Talud 1:1 n=0,014						espesor = nulo Talud 1.2 : 1 n=0,010					
Q	b	h	H	V	\$	Q	b	h	H	V	\$
20	30	10	24	0,52	29	20	30	8	22	0,66	16
25	30	11	5	0,56	30	25	30	8	23	0,70	17
30	40	10	25	0,57	32	30	40	8	23	0,71	17
40	40	12	26	0,62	33	40	40	10	24	0,78	17
50	40	14	28	0,66	34	50	40	11	25	0,83	17
60	40	15	30	0,70	35	60	40	12	27	0,88	17
70	40	15	30	0,70	36	70	40	12	27	0,88	17
80	50	16	30	0,74	38	80	50	13	27	0,83	18
90	50	17	32	0,77	38	90	50	14	28	0,96	19
100	60	17	31	0,78	41	100	60	14	28	0,97	19
120	60	19	33	0,82	42	120	60	15	29	1,02	19
150	60	21	35	0,87	44	150	60	17	31	1,09	19
200	60	25	39	0,95	45	200	60	20	34	1,19	19
300	60	31	46	1,06	50	300	60	25	39	1,34	21

Pérdidas de agua en cauces de distribución

I = 0,25 %

RECTANGULAR HORMIGÓN ARMADO						RECTANGULAR MAMPOSTERÍA REVOQ.					
Espesor = 6 cm. n=0,014						espesor = 14 cm. n=0,014					
Q	b	h	H	V	\$	Q	b	h	H	V	\$
20	30	12	58	0,26	19	20	30	12	26	0,58	31
25	30	14	28	0,61	19	25	30	14	28	0,61	31
30	40	10	25	0,60	20	30	40	10	25	0,60	35
40	40	15	29	0,69	21	40	40	15	69	0,29	35
50	40	17	31	0,73	22	50	40	17	31	0,73	36
60	40	20	34	0,78	23	60	40	20	34	0,76	36
70	40	22	36	0,79	24	70	40	22	36	0,79	36
80	50	20	34	0,82	25	80	50	20	34	0,82	41
90	50	21	36	0,84	26	90	50	21	36	0,84	41
100	60	19	34	0,86	27	100	60	19	34	0,86	45
120	60	22	36	0,90	28	120	60	22	36	0,90	45
150	60	26	40	0,96	29	150	60	26	40	0,96	46
200	60	32	47	1,03	31	200	60	32	47	1,03	47
300	60	44	59	1,13	36	300	60	44	59	1,13	48

TRAPEZIAL HORMIGÓN SIMPLE						TRAPEZIAL MEMBRANA.					
Espesor = 8 cm. Talud 1:1 n=0,014						espesor = nulo . Talud 1.2 : 1 n =0,010					
Q	b	h	H	V	\$	Q	b	h	H	V	\$
20	30	9	23	0,57	28	20	30	7	21	0,71	16
25	30	10	24	0,61	29	25	30	8	22	0,76	16
30	40	9	23	0,58	32	30	40	7	21	0,73	17
40	40	12	26	0,67	33	40	40	9	23	0,84	17
50	40	13	27	0,72	34	50	40	11	25	0,90	17
60	40	15	29	0,78	35	60	40	12	26	0,75	17
70	40	16	30	0,79	36	70	40	13	27	0,99	17
80	50	15	29	0,80	37	80	50	12	27	1,00	18
90	50	16	31	0,83	28	90	50	13	27	1,04	18
100	60	16	30	0,84	40	100	60	19	27	1,05	19
120	60	17	32	0,89	41	120	60	14	28	1,10	19
150	60	20	34	0,95	43	150	60	16	30	1,18	19
200	60	23	38	1,03	46	200	60	19	33	1,29	20
300	60	29	44	1,15	49	300	60	24	38	1,45	21

I = 0,30 %

RECTANGULAR HORMIGÓN ARMADO						RECTANGULAR MAMPOSTERÍA REVOQ.					
Espesor = 6 cm. n=0,014						espesor = 14 cm. n=0,014					
Q	b	h	H	V	\$	Q	b	h	H	V	\$
20	30	11	25	0,62	17	20	30	11	25	0,62	31
25	30	13	27	0,66	18	25	30	13	27	0,66	31
30	40	11	25	0,67	19	30	40	11	25	0,67	35
40	40	14	28	0,73	20	40	40	14	28	0,73	35
50	40	16	30	0,78	22	50	40	16	30	0,78	36
60	40	18	33	0,82	23	60	40	18	33	0,82	36
70	40	21	35	0,85	24	70	40	21	35	0,85	36
80	50	18	33	0,87	24	80	50	18	33	0,87	41
90	50	20	34	0,80	25	90	50	20	34	0,80	41
100	60	18	32	0,92	26	100	60	18	32	0,92	45
120	60	21	35	0,97	27	120	60	21	35	0,97	45
150	60	24	39	1,03	28	150	60	24	39	1,03	46
200	60	30	45	1,11	30	200	60	30	45	1,11	46
300	60	41	56	1,32	35	300	60	41	56	1,32	48

TRAPEZIAL HORMIGÓN SIMPLE						TRAPEZIAL MEMBRANA.					
Espesor = 8 cm. Talud 1:1 n=0,014						espesor = nulo . Talud 1.2 : 1 n =0,010					
Q	b	h	H	V	\$	Q	b	h	H	V	\$
20	30	9	23	0,61	28	20	30	7	21	0,76	16
25	30	10	24	0,65	29	25	30	8	22	0,81	16
30	40	9	23	0,66	31	30	40	7	22	0,82	17
40	40	11	25	0,72	32	40	40	9	23	0,90	17
50	40	12	27	0,96	33	50	40	10	24	0,96	17
60	40	14	28	0,81	34	60	40	11	25	1,01	17
70	40	15	29	0,84	35	70	40	12	26	1,06	17
80	50	14	29	0,86	36	80	50	12	26	1,07	18
90	50	15	30	0,89	37	90	50	12	27	1,11	18
100	60	15	29	0,89	40	100	60	12	26	1,12	19
120	60	17	31	0,85	41	120	60	13	28	1,18	19
150	60	19	33	1,01	42	150	60	15	30	1,26	19
200	60	22	37	1,10	46	200	60	18	32	1,37	20
300	60	28	42	1,23	48	300	60	22	37	1,54	21

I = 0,35 %

RECTANGULAR HORMIGÓN ARMADO						RECTANGULAR MAMPOSTERÍA REVOQ.					
Espesor = 6 cm. n=0,014						espesor = 14 cm. n=0,014					
Q	b	h	H	V	\$	Q	b	h	H	V	\$
20	30	10	24	0,65	17	20	30	10	24	0,65	35
25	30	12	26	0,69	18	25	30	12	26	0,69	35
30	40	11	25	0,71	19	30	40	11	25	0,71	40
40	40	13	27	0,77	20	40	40	13	27	0,77	40
50	40	15	29	0,82	21	50	40	15	29	0,82	41
60	40	17	32	0,87	22	60	40	17	32	0,87	41
70	40	19	34	0,90	23	70	40	19	34	0,90	42
80	50	17	32	0,92	24	80	50	17	32	0,92	46
90	50	19	33	0,96	25	90	50	19	33	0,96	46
100	60	17	31	0,97	26	100	60	17	31	0,97	51
120	60	20	34	1,02	27	120	60	20	34	1,02	51
150	60	23	37	1,09	28	150	60	23	37	1,09	51
200	60	28	43	1,17	30	200	60	28	43	1,17	52
300	60	39	53	1,29	34	300	60	39	53	1,29	53

TRAPEZIAL HORMIGÓN SIMPLE						TRAPEZIAL MEMBRANA.					
Espesor = 8 cm. Talud 1:1 n=0,014						espesor = nulo . Talud 1.2 : 1 n =0,010					
Q	b	h	H	V	\$	Q	b	h	H	V	\$
20	30	8	22	0,64	28	20	30	7	21	0,80	16
25	30	9	23	0,68	29	25	30	8	22	0,85	16
30	40	9	23	0,69	31	30	40	7	21	0,86	17
40	40	10	25	0,76	32	40	40	8	23	0,94	17
50	40	12	26	0,81	33	50	40	10	24	1,01	17
60	40	13	27	0,85	34	60	40	11	25	1,07	17
70	40	14	29	0,89	35	70	40	12	26	1,12	18
80	50	14	28	0,91	36	80	50	11	25	1,13	18
90	50	15	29	0,94	37	90	50	12	26	1,17	18
100	60	14	29	0,95	39	100	60	13	27	1,24	19
120	60	16	30	1,00	40	120	60	13	27	1,24	19
150	60	18	32	1,07	42	150	60	15	29	1,33	19
200	60	21	36	1,16	44	200	60	17	31	1,45	20
300	60	27	41	1,30	47	300	60	21	36	1,63	20

I = 0,4 %

RECTANGULAR HORMIGÓN ARMADO						RECTANGULAR MAMPOSTERÍA REVOQ.					
Espesor = 6 cm. n=0,014						espesor = 14 cm. n=0,014					
Q	b	h	H	V	\$	Q	b	h	H	V	\$
20	30	10	24	0,68	17	20	30	10	24	0,68	31
25	30	11	26	0,73	18	25	30	11	26	0,73	31
30	40	10	24	0,74	19	30	40	10	24	0,74	35
40	40	12	27	0,81	20	40	40	12	27	0,81	35
50	40	14	29	0,87	21	50	40	14	29	0,87	35
60	40	16	31	0,91	22	60	40	16	31	0,91	36
70	40	18	33	0,50	23	70	40	18	33	0,50	36
80	50	17	31	0,97	23	80	50	17	31	0,97	41
90	50	18	32	1,00	24	90	50	18	32	1,00	41
100	60	16	31	1,01	25	100	60	16	31	1,01	45
120	60	19	33	1,07	26	120	60	19	33	1,07	45
150	60	22	36	1,14	28	150	60	22	36	1,14	45
200	60	27	41	1,23	29	200	60	27	41	1,23	46
300	60	37	51	1,36	34	300	60	37	51	1,36	47

TRAPEZIAL HORMIGÓN SIMPLE						TRAPEZIAL MEMBRANA.					
Espesor = 8 cm. Talud 1:1 n=0,014						espesor = nulo . Talud 1.2 : 1 n =0,010					
Q	b	h	H	V	\$	Q	b	h	H	V	\$
20	30	8	22	0,67	28	20	30	6	21	0,84	16
25	30	9	23	0,72	28	25	30	7	21	0,89	16
30	40	9	23	0,73	31	30	40	7	21	0,90	17
40	40	10	24	0,79	32	40	40	8	22	0,99	17
50	40	11	26	0,85	33	50	40	9	23	1,06	17
60	40	13	27	0,90	34	60	40	10	24	1,12	17
70	40	14	28	0,94	34	70	40	11	25	1,17	17
80	50	13	28	0,95	36	80	50	11	25	1,18	18
90	50	14	29	0,98	36	90	50	12	26	1,23	18
100	60	14	28	0,99	38	100	60	11	25	1,23	19
120	60	15	30	1,05	40	120	60	12	27	1,30	19
150	60	17	32	1,12	41	150	60	14	28	1,40	19
200	60	20	35	1,22	43	200	60	16	31	1,52	20
300	60	26	40	1,36	46	300	60	21	35	1,71	20

Pérdidas de agua en cauces de distribución

I = 0,45 %

RECTANGULAR HORMIGÓN ARMADO						RECTANGULAR MAMPOSTERÍA REVOQ.					
Espesor = 6 cm. n=0,014						espesor = 14 cm. n=0,014					
Q	b	h	H	V	\$	Q	b	h	H	V	\$
20	30	9	24	0,71	17	20	30	9	24	0,71	30
25	30	11	25	0,76	17	25	30	11	25	0,76	31
30	40	10	24	0,78	19	30	40	10	24	0,78	35
40	40	12	26	0,85	20	40	40	12	26	0,85	35
50	40	14	28	0,90	21	50	40	14	28	0,90	35
60	40	16	30	0,95	21	60	40	16	30	0,95	36
70	40	18	32	0,99	22	70	40	18	32	0,99	36
80	50	16	30	1,01	23	80	50	16	30	1,01	41
90	50	17	31	1,05	24	90	50	17	31	1,05	41
100	60	16	30	1,06	25	100	60	16	30	1,06	45
120	60	18	32	1,12	26	120	60	18	32	1,12	45
150	60	21	35	1,19	27	150	60	21	35	1,19	45
200	60	26	40	1,29	29	200	60	26	40	1,29	46
300	60	35	50	1,42	33	300	60	35	50	1,42	47

TRAPEZIAL HORMIGÓN SIMPLE						TRAPEZIAL MEMBRANA.					
Espesor = 8 cm. Talud 1:1 n=0,014						espesor = nulo . Talud 1.2 : 1 n=0,010					
Q	b	h	H	V	\$	Q	b	h	H	V	\$
20	30	8	22	0,70	28	20	30	6	20	0,87	16
25	30	9	23	0,75	28	25	30	7	21	0,93	16
30	40	8	22	0,76	31	30	40	7	21	0,94	16
40	40	10	24	0,83	32	40	40	8	22	1,03	17
50	40	11	25	0,88	32	50	40	9	23	1,10	17
60	40	12	27	0,92	33	60	40	10	24	1,17	17
70	40	13	28	0,98	34	70	40	11	25	1,17	17
80	50	13	27	0,99	36	80	50	10	25	1,23	18
90	50	14	28	1,02	36	90	50	11	25	1,28	18
100	60	13	28	1,03	38	100	60	11	25	1,28	19
120	60	15	29	1,09	39	120	60	12	26	1,36	19
150	60	17	31	1,16	41	150	60	14	28	1,45	19
200	60	20	34	1,27	43	200	60	16	30	1,59	19
300	60	25	39	1,42	46	300	60	20	34	1,78	20

I = 0,5 %

RECTANGULAR HORMIGÓN ARMADO						RECTANGULAR MAMPOSTERÍA REVOQ.					
Espesor = 6 cm. n=0,014						espesor = nulo . Talud 1.2 : 1 n=0,010					
Q	b	h	H	V	\$	Q	b	h	H	V	\$
20	30	9	23	0,74	17	20	30	9	23	0,74	31
25	30	11	25	0,79	17	25	30	11	25	0,79	35
30	40	9	24	0,80	19	30	40	9	24	0,80	35
40	40	11	26	0,88	19	40	40	11	26	0,88	35
50	40	13	28	0,94	20	50	40	13	28	0,94	35
60	40	15	29	0,99	21	60	40	15	29	0,99	36
70	40	17	31	1,03	22	70	40	17	31	1,03	36
80	50	15	29	1,06	23	80	50	15	29	1,06	41
90	50	17	31	1,09	24	90	50	17	31	1,09	41
100	60	15	29	1,10	25	100	60	15	29	1,10	45
120	60	20	35	1,18	26	120	60	20	35	1,18	45
150	60	20	35	1,23	27	150	60	20	35	1,23	45
200	60	25	39	1,34	28	200	60	25	39	1,34	46
300	60	24	48	1,48	28	300	60	24	48	1,48	46

TRAPEZIAL HORMIGÓN SIMPLE						TRAPEZIAL MEMBRANA.					
Espesor = 8 cm. Talud 1:1 n=0,014						espesor = nulo . Talud 1.2 : 1 n=0,010					
Q	b	h	H	V	\$	Q	b	h	H	V	\$
20	30	7	22	0,72	28	20	30	6	20	0,90	16
25	30	8	23	0,77	28	25	30	7	21	0,97	16
30	40	8	22	0,76	30	30	40	6	21	0,97	17
40	40	9	24	0,86	31	40	40	8	22	1,07	17
50	40	11	25	0,92	32	50	40	9	23	1,14	17
60	40	12	26	0,97	33	60	40	10	24	1,21	17
70	40	13	27	1,01	34	70	40	11	25	1,27	17
80	50	12	27	1,03	36	80	50	10	24	1,28	18
90	50	13	28	1,06	36	90	50	11	25	1,33	18
100	60	13	27	1,07	39	100	60	10	25	1,33	18
120	60	16	30	1,16	39	120	60	13	27	1,45	19
150	60	16	31	1,21	40	150	60	13	27	1,51	19
200	60	19	34	1,32	43	200	60	15	30	1,65	19
300	60	24	39	1,45	43	300	60	19	34	1,85	20



Seminario Internacional

Enología hacia el tercer milenio

En la Facultad de Ciencias Agrarias se llevó a cabo -entre el 14 y el 18 de mayo de 2001- un seminario que contó con la participación de instituciones académicas y tecnológicas, organismos gubernamentales y organizaciones empresariales.

Temario

Tecnología de la estabilización, crianza y maduración de vinos
Normas y controles de calidad
Legislación, comercialización, logística, e-commerce y marketing

Principales conferencias

- Oxigenación y micro-oxigenación
Dr. Patrick Ducournau
- Crianza, añejamiento y estabilización
Dr. Jean Claude Boulet
- Tecnología para la producción de vinos de calidad
Dr. Claude Flanzly
- Tecnologías comerciales y comercio electrónico
Lic. Marina García González
- Tendencias de producción y consumo de vinos de calidad
Dr. Anthony Spawton
- Misión y funciones de la OIV
Lic. Félix Aguinaga

Curso

- Marketing: estrategias interna e internacional
Dr. Anthony Spawton