



V Seminario Latinoamericano de Irrigación

III Jornadas Venezolanas de Riego

Caracas, 20 al 31 de Octubre de 1968
COLEGIO DE INGENIEROS DE VENEZUELA

Tema III
Doc. Nº 15

NORMAS PARA LA ELABORACION DE UN PROYECTO DE CANALES
Y SUS ESTRUCTURAS PARA IRRIGACION.

PROYECTO SISTEMA DE RIEGO COLONIA MOLINELLI
PROYECTO DEL PRIMER DISTRITO DE RIEGO EN EL URUGUAY
PROYECTO DEL SISTEMA DE RIEGO COLONIA TOMAS BERRETA

Trabajo presentado por:
Ing. Carlos A. Avallone
URUGUAY

C O N T E N I D O

- I. NORMAS PARA LA ELABORACION DE UN PROYECTO DE CANALES Y SUS ESTRUCTURAS PARA IRRIGACION.
- II. PROYECTO DEL PRIMER DISTRITO DE RIEGO EN EL URUGUAY.
- III. PROYECTO SISTEMA DE RIEGO COLONIA MOLINELLI.
- IV. PROYECTO SISTEMA DE RIEGO COLONIA TOMAS BERRETA.

Autor: Ing. Civil. Carlos A. Avallone
U r u g u a y

TITULO DEL TRABAJO: Normas para la elaboración de
un proyecto de canales y sus
estructuras, para irrigación

AUTOR: INGº CIVIL CARLOS A. AVALLONE
Jefe Departamento Obras Hidráulicas de la Dirección de Hidrografía del Ministerio de Obras Públicas

CONTENIDO:

A) - Definiciones y Clasificaciones

- Canales
- Estructuras

B) - Canal Principal

- Localización
- Capacidad
- Dimensionado
- Ubicación Tomas Laterales
- Ubicación de Represas

C) - Canales Laterales y Sub-Laterales

- Localización
- Capacidad
- Pecho de Agua y Fondo
- Dimensionado
- Curvatura máxima
- Localización Tomas-Granjas
- Localización de Caídas

EXPOSICION:

El trabajo ha recopilado normas de aplicación para el diseño y dimensionado de un sistema de riego:

Es un primer intento hacia la formación de una metodología para el diseño, dimensionado y especificación de un proyecto de canales y estructuras, destinada a la construcción de sistemas de riego y de drenajes que se irá ajustando y ampliando a medida que progrese la investigación en los sistemas de riego en operación.

En el primer sistema de riego en Uruguay para Colonia España, construido bajo proyecto del autor (1964), fueron aplicadas estas normas y luego de ordenadas se han utilizado dentro del Departamento Obras Hidráulicas - Hidrografía - Ministerio de Obras Públicas, para 2 sistemas de riego más: Colonia Tomás Berreta (1966) y Colonia Ing^o Juan C. Molinelli (1968), con un total de 5,500 Hás. propiedad del Instituto Nacional de Colonización.-

INSTRUCCIONES GENERALES PARA LA ELABORACION DE UN
PROYECTO DE CANALES DE REGADIO Y SUS ESTRUCTURAS
LOCALIZACION Y DISEÑO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION

A - DEFINICIONES Y CLASIFICACIONES. - El sistema de distribución de un proyecto de regadío consta de los canales y las estructuras que se requieren para conducir el agua desde las fuentes de abastecimiento a todos los puntos de la zona a regar.-

C A N A L E S: Una clasificación universalmente aceptada es la siguiente:

- a) Principales
 - b) Laterales de los que se derivan sublaterales y ramales
 - c) Cauces naturales o arroyos.
-
- a) El canal principal domina toda el área regable y abastece a los canales laterales. Su localización se desarrolla a lo largo de curva de nivel que dominen la mayor superficie posible de tierras.-
 - b) Los canales laterales forman una red que se compone de :
 - 1o) Laterales que son los que dominan las divisiones principales del área a regar y abastecen a los sublaterales.
 - 2o) Sublaterales, que son ramificaciones de los laterales en dos o más canales.-
 - 3o) Ramales que son abastecidos por los sublaterales y que a su vez abastecen a las regaderas últimas ramificaciones de la red de distribución
 - c) Los cauces naturales o arroyos se utilizan a veces como canales de conducción de agua para regadío, invirtiendo la función básica de servir para desagüe sea de pluviales o de excedentes de riego. No es frecuente que se haga.-

ESTRUCTURAS: Las estructuras se clasifican en dos grupos :

- a) Estructuras para la distribución, control y manejo de agua
 - b) Estructura de protección.
-
- a) Las estructuras para la distribución, control y manejo del agua son las siguientes :
 - 1o) REPRESAS : que sirven para elevar el nivel del agua en los canales de alimentación, con el objeto de abastecer a los canales derivados o a las tomas directas a predios, así como para aislar tramos de canal para efectuar reparaciones.
 - 2o.) TOMAS LATERALES : que se usan para derivar las aguas del canal principal a los laterales, o de éstos a los sublaterales y de éstos últimos a los ramales.-

- 3o) TOMAS GRANJAS : que sirven para entregar el agua a cada uno de los predios en que se divide la zona de riego.
- b) Las estructuras de protección son las siguientes :
- 1o) VERTIDORES : que sirven para eliminar los excedentes de agua que puedan entrar a los canales o para vaciar totalmente un canal por falta de demanda o por reparaciones.- Los de excedencia limitan el tirante de agua al valor proyectado; pueden ser de cresta libre o sifones laterales.- Los totales vacían totalmente un canal hacia algún dren o caudal.
- 2o) SIFONES, ALCANTARILLAS Y PUENTES-CANALES : que sirven para cruzar arroyos, canales o drenes y para evitar el daño de las aguas pluviales de cuencas de drenaje interceptados.- Su elección depende de la magnitud del curso de agua a cruzar y de sus condiciones topográficas y geológicas.-
- 3o) CAIDAS Y RAPIDAS : que sirven para evitar pendientes excesivas en el canal producidas cuando la pendiente del terreno es mayor que la de la restante del canal.-
- 4o) ENTRADAS DE AGUA : que se usan para permitir la entrada de agua proveniente de arroyos que cruzan el canal.
- Son revestimiento del talud o tuberías de descarga
- 5o) CAUCES : que son puentes, sifones o alcantarillas para cruces de caminos o de ferrocarriles.

B - CANAL PRINCIPAL .

- 1o) LOCALIZACION : Se pueden presentar dos casos generales :
- X) - En zona de topografía plana o ligeramente ondulada y
- Y) - En zona de topografía movida o abrupta
- X) En zona de topografía plana o ligeramente ondulada :
- 1o) Con pendiente transversal suave :
- El nivel de la superficie libre de agua, a tirante normal del proyecto (N.T.N.), es función del área regable por canal (A), en la siguiente forma :

(N.T.N.) Nivel tirante normal sobre el terreno natural.	(A) área regable.
	Mts. Has
1.50	$< A < 100.000$
1.25	$60.000 < A < 100.000$
1.00	$20.000 < A < 60.000$
0.75	$5.000 < A < 20.000$
Convencional	$A \leq 5.000$

2o) Con pendiente transversal fuerte :

No se cumplirán las condiciones anteriores.-

El tirante de agua se enterrará en terreno firme, para seguridad del canal dejándose una banquina de 3 mts. de ancho como mínimo, del lado de abajo de la ladera, alojado en material firme, no deteriorado y cuyo coronamiento estará, como mínimo, un metro por encima del nivel del tirante normal.

Metodología de localización y de trazado :

Se pueden presentar dos casos : cuando se dispone o cuando no se dispone de planos topográficos de precisión.

- a) Si se poseen planos topográficos adecuados la metodología debe ser la siguiente :
 - 1o) Selección de la pendiente, con la condición que permita dominar el mayor área regable, sin causar erosión o sedimentación en el canal.-
 - 2o) Trazado del andamio planimétrico sobre los planos altimétricos a escala 1: 20.000.-
 - 3o) Indicación de las estructuras de cruces con arroyos o depresiones, adoptando el desnivel necesario para el fondo del canal, a fin de dar la pérdida de carga prevista para el correcto funcionamiento de la estructura.-
 - 4o) Graficado del trazado del canal en los planos alti-planimétricos, a escala 1: 5.000 correspondientes al estudio de campo.
Se afinará la localización con la fijación de vértices, radios de curvatura, longitud de tangentes y de curvas y se referirán los vértices a los balizamientos hechos en el campo
 - 5o) Replanteo sobre el terreno del trazado hecho a escala 1:5.000 y nivelación de la línea trazada, a fin de obtener el perfil longitudinal del canal.
- b) Si no se poseen planos topográficos adecuados, conviene localizar el canal principal directamente sobre el terreno, de acuerdo con la siguiente metodología :
 - 1o) Con el nivel se irán marcando puntos en el terreno que estén por debajo del nivel del tirante normal de agua del proyecto en acuerdo a lo establecido en el cuadro 1-, e inciso siguiente, y teniendo en cuenta la pendiente seleccionada.-
 - 2o) Se ligarán los puntos localizados en el terreno, por medio de una poligonal medida a teodolito y cinta, midiendo las deflexiones en cada vértice de la poligonal.-
 - 3o) Si la distancia entre puntos localizados es larga, estos pueden ser los vértices de la poligonal.- Si es corta, se seleccionará para vértices los convenientes y los demás se ligarán por procedimiento topográfico aceptable.-
 - 4o) Se nivelará cuidadosamente la poligonal y se relevará una franja a lo largo de la misma por secciones transversales por ejemplo, cada 25 mts.-
 - 5o) Se dibujará la franja relevada y sobre el dibujo se proyectará el trazado definitivo del canal principal
 - 6o) Se harán en el campo los ajustes del perfil longitudinal del canal, tomando en cuenta la conveniencia del menor número posible de vértices, de que los movimientos de tierra resulten económicos,

de que la ubicación de tomas laterales y tomas granjas sean correctas atento a los niveles de los predios circundantes así como se harán los ajustes de todas las estructuras proyectadas.-

Y) En zona de topografía movida o abrupta.-

- 1o) En los planos topográficos a escalas 1: 10.000, 1:20.000 ó 1:50.000 se trazarán varios andamios planimétricos por donde pueda localizarse el canal.
- 2o) Se recorrerán esos trazados en el campo, marcando con nivel los puntos obligados del canal como son depresiones, cerros, cursos de agua etc.
- 3o) Se tomará en cuenta las condiciones geológicas de los terrenos, inspeccionadas; estabilidad de laderas y en las condiciones de saturación de agua que va a ser el funcionamiento normal.- Además se harán pozos de prueba para tener clasificados los materiales a excavar.
- 4o) Se irán eliminando trazados, hasta quedar con uno al cual se estacarán todos los puntos notables citados.
- 5o) En planos a escala 1:2.000 ó 1 : 1.000 se graficará la ubicación de los puntos notables señalados en el terreno. Puede hacerse, en caso de topografía muy abrupta en planos a escala 1: 5.000.
- 6o) Se hará con todos los trabajos hechos un esbozo preliminar de andamio planimétrico del canal.
- 7o) Se completará plani-altimétricamente, relevando una franja aceptable alrededor de esa línea y se obtendrán datos geológicos más precisos, por medio de pozos, hasta por debajo de la rasante, del canal, a razón de 4 a 5 kmts. como mínimo.
- 8o) Del resultado obtenido topográfico y geológico, se decidirá si se acepta o se modifica el trazado hecho.
- 9o) Se hará la localización detallada por tramos cortos, comprendidos entre 100 y 500 mts.-
- 10o) Se deberá construir a distancias no mayores de 200 mts. del eje y espaciados aprox. un kilómetro entre sí, mojones con botones de control de nivelación, siempre del lado donde el terreno es más alto y de preferencia frente a estacas que marcan el kilometraje entero en el eje.-
Luego se nivelará con precisión el eje del tramo del canal en cuestión, promediándose los resultados de por lo menos 3 recorridas de nivel.-

2o) C A P A C I D A D : Depende de los siguientes factores :

- a) Área que se va a regar (área regable)
 - b) Consumo de agua por unidad de superficie(dotación /Ha.)
 - c) Pérdidas por conducción, tanto en el canal principal como en los laterales.
- a) Área regable : Una vez terminada la localización del canal principal, se puede definir el área regable, la cual quedará graficada y metrada en los planos topográficos de los relevamientos hechos. Esta área es bruta, dejándose como factor de seguridad el área ocupada por canales, caminos, drenes y construcciones que no reciban riego.

- b) Dotación por Ha.: En primera aproximación, se utiliza un coeficiente general promedio de 1 lt/seg./ha. para superficies mayores de 10.00 Has.
 Pero en todos los casos, será necesario el dato preciso, en función de la clase de cultivos, de terrenos, de la calidad del agua, del clima etc., y se deberá comparar áreas cercanas que tengan productos semejantes.-
- c) Pérdidas por conducción : Esencialmente consisten en pérdidas por filtración o por evaporación, aunque éstas últimas no tienen gran importancia y no se considerarán.
 Para expresar las pérdidas por filtración, parece conveniente usar la unidad m³/seg./ ha. de canal.
 La fórmula de Meritz (USA), es bastante aceptable en sus resultados para estimar las pérdidas por filtración:-

$$P = 0,0375 \quad C \quad \frac{Q^{\frac{1}{2}}}{V^{\frac{2}{3}}} \quad \text{en la cual :}$$

P = pérdida por filtración en m³/seg./km. de canal.

Q = gasto en el canal en m³ por seg.

V = a velocidad en m. /seg.

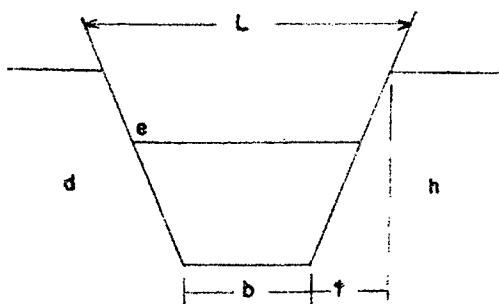
C = coeficiente que depende del material en que se aloje el canal y cuyos valores son :

Para arcillas	0,08 - 0,11
Para arcillas semipermeables	0,11 - 0,15
Para arcilloso ordinario	0,15 - 0,23
Para arcilloso arenoso	0,23 - 0,30
Areno-arcilloso	0,30 - 0,45
Para granoso suelto	0,45 - 0,55
Para arenoso con grava	0,55, - 0,75
Para roca desintegrada o/grava	0,75 - 0,90
Para suelo con mucha grava	0,90 - 1,80

A la capacidad teórica del canal obtenida en función de la superficie a regar y de la dotación por Ha., será necesario agregarle el gasto que resulte de las pérdidas por filtración totales.-

El resultado así obtenido nos dará la capacidad total del canal.

3o) DIMENSIONADO :



Una vez fijada la capacidad del canal principal, es necesario elegir su forma geométrica. En general, los canales tendrán una sección trapezoidal, en la que intervienen los cinco elementos de diseño que se enumeran :

- Ancho de la base (b)
 Tirante de agua (t)

Coefficiente de rugosidad (n) :

Para canales alojados en tierra

0,25 - cuando las aguas son turbias

0,30 - cuando las aguas son claras

Para canales alojados en otros materiales, el valor de "n" es convencional.

Ya se ha dicho, seleccionando de modo que permita la mayor área regable, sin causar erosión o sedimentación en el canal.

Pendiente (S) -

Taludes ($\frac{t}{h}$) -

En la relación de la distancia horizontal al desnivel en las paredes inclinadas y se fijarán en función de la consistencia del material en que se aloja el canal, de acuerdo a los siguientes valores :

Arena, tierras arenosas 2:1

Areno-arcillosas-areniscas blandas.....1,5:1

Rocas descompuestas, arcilla... 1:1

Roca algo descompuesta $\frac{1}{2}$:1

Roca sana $\frac{1}{4}$:1

Método de diseño : 1 -

La sección debe satisfacer la condición fundamental :

$Q = A \times V$ donde : Q = gasto en m³/seg

A = área hidráulica en M.2

V = velocidad media en Mts/seg.

2 -

La velocidad media V se determina por medio de la fórmula de Manning

$V = \frac{1}{n} R S^{\frac{1}{2}}$ donde V = velocidad media en mts/seg.

n = coeficiente de rugosidad

R = radio hidráulico = $\frac{A}{P}$ en mts.

P = perímetro regado en mts.

S = pendiente en $\frac{\text{cms}}{\text{mts}}$

Para que no haya depósito de materiales sólidos en suspensión ni erosión en las paredes del canal deberá estar comprendida entre 50 y 80 cms./seg. cuando el canal está alojado en tierra. Si el canal está alojado en materiales de mayor consistencia que la tierra, tales como arcillas impermeables o toscas podrán considerarse velocidades hasta de 1.20m/seg. - En caso de que los canales estén alojados en roca sana y compacta podrán aceptarse mayores velocidades.

- 3o) El radio hidráulico R. se puede hacer variar, una vez determinada la pendiente y el coeficiente de rugosidad, y con ello se varía la velocidad, si es necesario.

Como R es igual a $\frac{A}{P}$ al variar V, D, o los taludes automáticamente varía el valor de R.p

- 4o) El borde libre "e" es el desnivel entre la superficie libre del agua tirante normal y el coronamiento de los bordes, y se construye con el fin de tener margen de seguridad en la operación de los canales. Se dan algunos valores promediales :

b	c
mts	mts
0,80	0,40
0,80 - 1 50	0,50
1 50 a 3	0 60
3 a 20	1,00
20	convencional

- 5o) Para el dimensionado de la sección del canal se cuentan como datos : gasto (Q) ; pendiente (S); taludes (Tg.); material en que se encuentra alojado (n) y se puede fijar, en principio, además la velocidad media adecuada (V). Es decir que no erosione ni sedimente.-

A este fin puede aplicarse la fórmula de Kennedy que es la siguiente:

$$v = a d^{0,64}$$

Siendo v = velocidad del agua en mts./seg.

d = tirante de agua en metros

a = coeficiente que varía de acuerdo con el material.

arena liviana ----- a = 0,535

suelo arenoso ----- a = 0,587

margas o arcillo arenoso ----- a = 0,641

En general puede aplicarse en la práctica :

$$v = 0.584 d^{0.64}$$

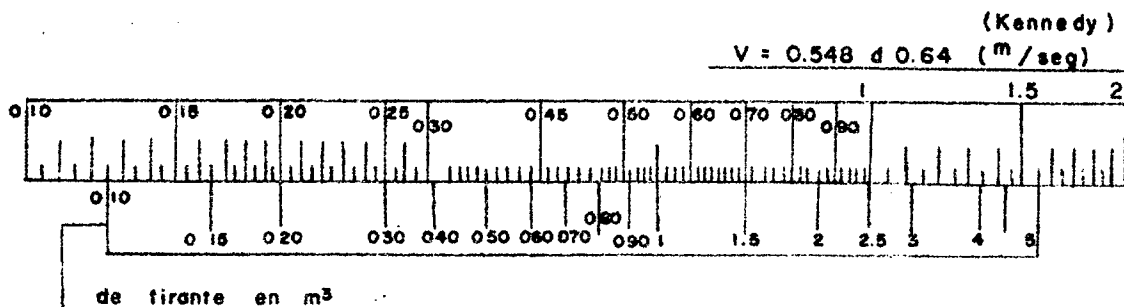
Se establece a continuación una tabla con velocidades medias máximas

que no erosionan :

CLASE DE SUELOS	V (mts./seg.)
Tierra arenosa muy fina o limo suelto	0,15
Arena fina	0,30
Tierras arenosa con 15% arcilla	0,37
Tierra arenosa con 40% arcilla	0,55 a 0,60
Arena gruesa	0,45 a 0,60
Tierra suelta con grava	0,75
Arcilla 65%	0,90
Arcillas estables	1,20
Arcilla con grava, compactas	1,50 a 2,10
Arcillas compactas	1,80
Esquistos, pizarras	2,00
Rocas extra-tificadas	2,45
Canto rodado, chico	2,45 a 4,50
Roca dura	4,10
Hormigón	4,50 a 6,10

A continuación se establecieron escalas adyacentes que en función del tirante, permite obtener las velocidades medias que no provocan erosión ni sedimentos en el canal según la fórmula de Kennedy

$$V = 0,584 \cdot d^{0,64}$$



Por aplicación de la fórmula de Manning :

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} \quad (1)$$

Se deduce un valor para el radio hidráulico (R)

$$\text{Se calcula el área hidráulica } A = \frac{Q}{V} \quad (2)$$

$$\text{Se determina el perímetro mojado } p = \frac{A}{R} \quad (3)$$

y de la fórmula trapezoidal del canal se deduce :

$$p = b + \frac{2d}{\text{sen}} \quad (4)$$

$$A = \left(\frac{b + d}{\text{tg.}} \right) d \quad (5)$$

Dos ecuaciones con dos incógnitas "b y d" que, por lo tanto quedan de terminadas.-

Se puede variar "b y d" por ejemplo a fin de obtener formas constructivas standar y controlar los valores que se obtienen, en cada caso, para la velocidad media "v" manteniendo los siempre dentro del límite que ni produzca erosión ni sedimentación.-

UBICACION DE TOMAS LATERALES Y REPRESAS :

Tomas laterales :

La localización de tomas para canales laterales queda definida al hacer el planeto de la red de distribución.-

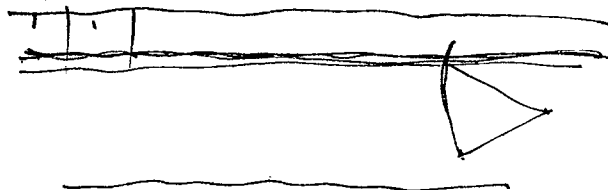
Los niveles de las rasantes y pele de agua en los canales laterales quedan determinados por la condición de cumplir que el nivel de agua a la salida de las tomas granjas quede como mínimo 20 cms. por encima del terreno natural.-

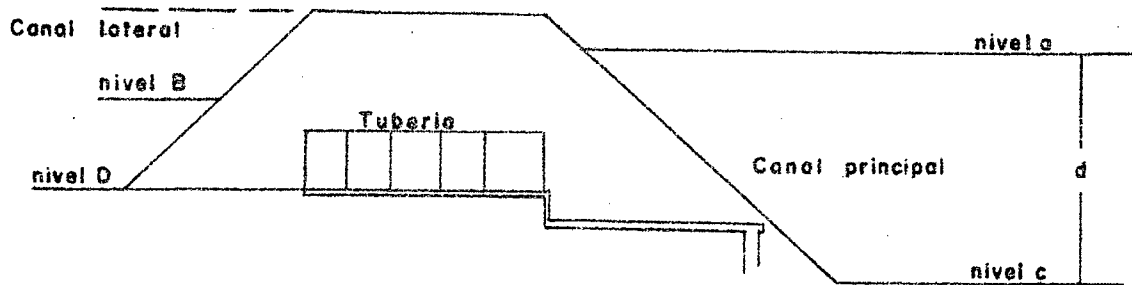
Represas :

Como el canal principal no trabaja todo el tiempo a plena capacidad, es necesario construir dentro de él, una serie de represar para elevar el tirante de agua lo suficiente para alimentar los canales laterales a toda capacidad.

La distancia que debe existir entre represas depende de varios factores, pero debe satisfacer en todos los casos las siguientes condiciones :

- Para cualquier gasto en el canal principal se debe abastecer a total capacidad a los laterales sin invadir el borde libre del canal principal.
- La distancia entre represas debe ser tal que cada una de éstas sirva de mayor número de tomas, sin invadir el borde libre del canal principal.-





Para que se cumplan las dos condiciones anteriores deberán seguirse las siguientes normas :

Diferencias de niveles :

$$A - B = \frac{1}{2} d + h \quad (\text{mínimo}) \quad (1)$$

$$D - C = (0,4 d \quad (\text{máximo}) \\ 0,50 \quad (\text{mínimo}) \quad (2)$$

A = nivel del pelo de agua en el canal principal, aguas arriba de la represa.

B = nivel del pelo de agua con el canal lateral a la salida de la toma

d = tirante normal en el canal principal

H = pérdida de carga total en la toma

C = nivel del fondo del canal principal

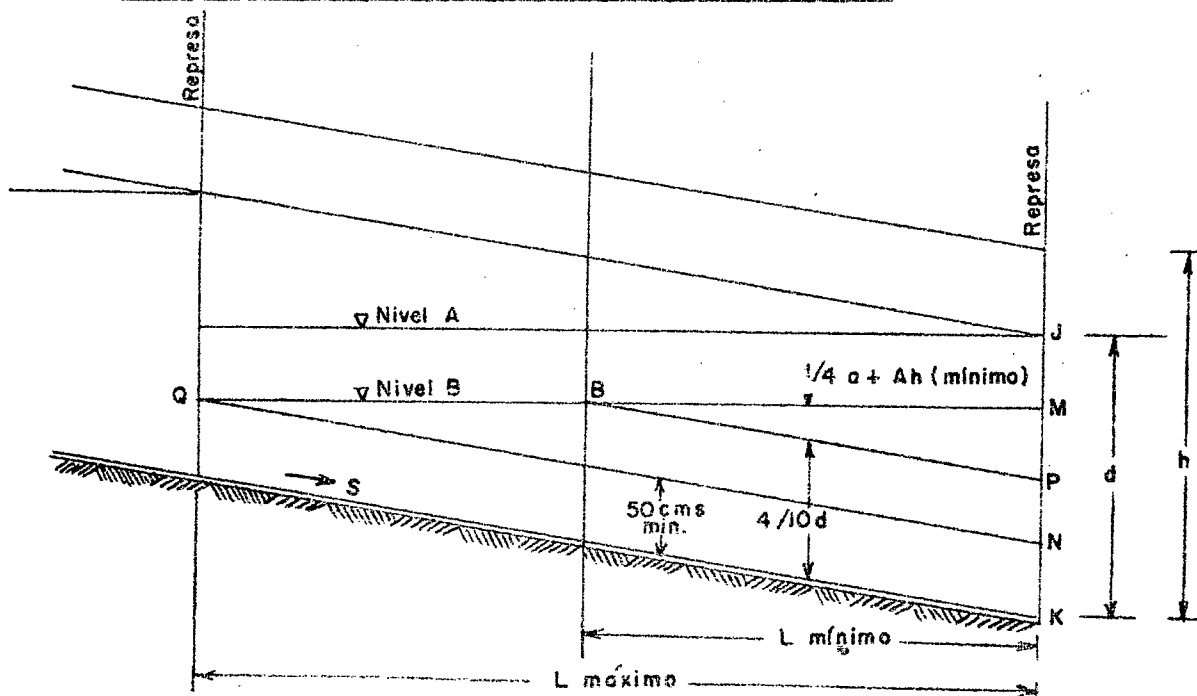
D = nivel del fondo del canal lateral a la salida de la toma

El cumplimiento de la condición (1) tiene como objeto el abastecimiento a total capacidad de los canales laterales, aún con tirantes de agua inferiores al normal en el canal principal, lo que hace más flexible la operación del mismo.

El cumplimiento de la condición (2) tiene como objeto evitar que el fondo de los canales laterales quede muy alto respecto al del principal, lo que impediría su abastecimiento, a tirantes inferiores al normal en el principal.

Por otra parte se fija un mínimo de 50 cms. entre los fondos de los laterales y el principales a fin de impedir la obstrucción que para el escurrimiento hacia la entrada de los laterales significa la formación de depósitos y vegetación acuática que generalmente se desarrolla en el fondo del canal principal.-

PROCEDIMIENTO A UTILIZAR PARA UBICAR LAS REPRESAS.



- A = Nivel de agua con el cual debe abastecerse el gasto máximo de la terales.
 B = Nivel máximo de los canales laterales, a la salida de la toma.
 L = Distancia entre dos represas (L Máxima o L Mínima).
 h = Altura de bordo.

Sobre el perfil de la rasante de fondo de canal principal, se toma un punto notable (X) donde se proyecta una estructura prevista, p.ejem. toma, caída, puente, sifón, etc. y se le adiciona la construcción de una represa, marcándose una línea vertical ; sobre ella, a la distancia d (tirante de agua normal) se marca el punto j.- (nivel A.).-

Por debajo de la j. y a una distancia igual a $\frac{1}{2} d$, se marca el punto M. trazándose una línea horizontal hacia aguas arriba, la cual identifica el nivel B, pelo de agua de las tomas y con el cual debe abastecerse el gasto máxima de las mismas.-

En la misma vertical de la ubicación de la represa se marca los puntos N y P a 50 mts d $\frac{4}{10} d$ respectivamente por encima del fondo y por ello se llevan líneas paralelas a la rasante del canal.-

En la intersección Q de la paralela a la rasante por N y de la horizontal a nivel B, puede situarse una represa distanciada de aguas abajo el valor L máximo.-

En la intersección R de la paralela a la rasante por P, y de la horizontal a nivel B, puede situarse una represa distanciada de las de aguas abajo el valor L mínimo.

En esa forma de ubicación, responde al hecho de que los gastos-

máximos de las tomas deben ser abastecidos con el agua al nivel B.- Cuando estos no satisfacen esa condición sea a la distancia máxima en Q, o a la distancia mínima en R, será necesario construir una represa.-

CAIDAS Y RAPIDAS :

Ubicación :

Cuando la pendiente longitudinal del terreno es mayor que la pendiente que puede admitirse en el canal, será necesario construir caídas, para cuya ubicación se deberá seguir las siguientes normas :

Determinar la altura de caída económica, en función de los costos de excavaciones, préstamos, caída propiamente dicha y represa frecuentemente adicionada a ésta, a fin de que el costo total por metro lineal de canal sea mínimo.-

Su altura mínima será de 1 metro.- Su ubicación se hará, en general, inmediatamente aguas abajo de tomas.

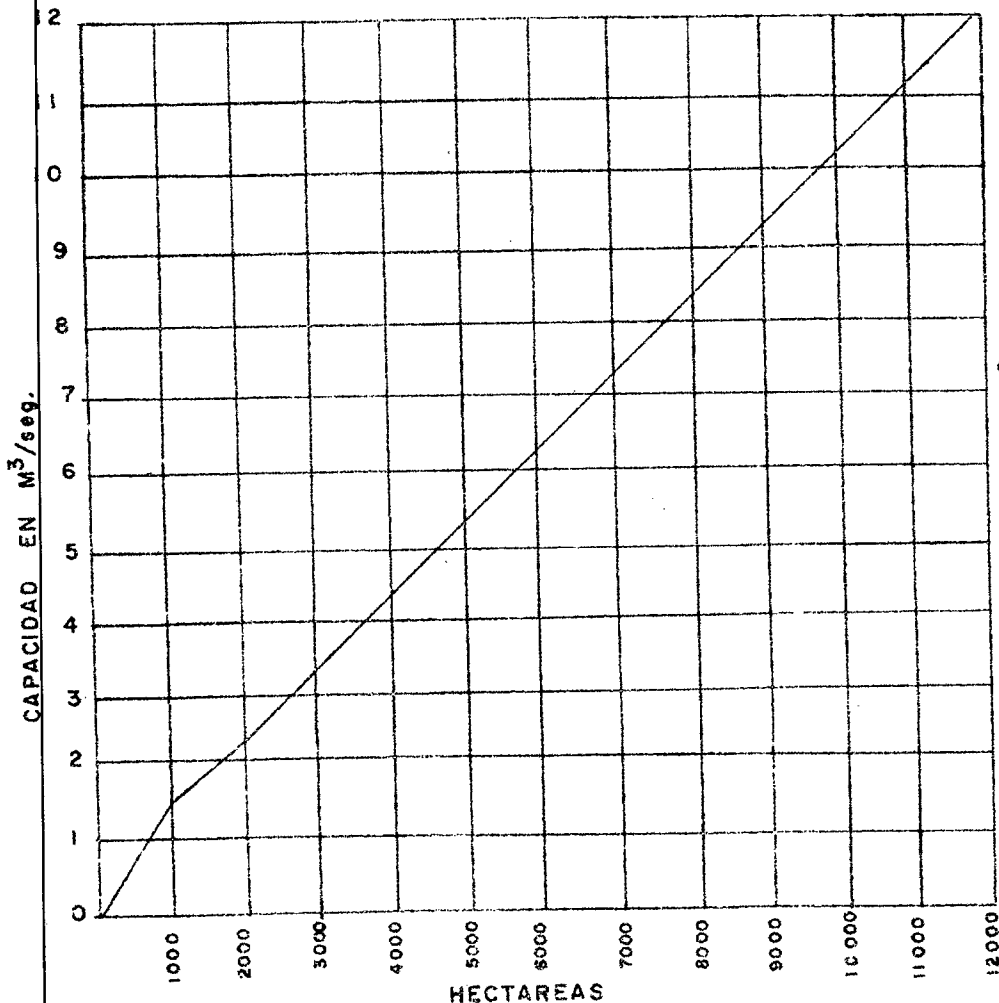
Cuando el desnivel a salvar es de consideración y ocurre en una distancia relativamente corta o cuando el perfil del terreno tiene muy fuerte pendiente, una rápida resulta, en general, más económica que la serie de caídas en altura económica a que se hace referencia.-

C) CANALES LATERALES Y SUBLATERALES :

1o) Capacidad:

Se determina en función de la superficie a regar dominada por esos canales y de la dotación unitaria de agua en condiciones normales.

Se establece en la gráfica valores primarios a adoptar según la especificación de la S.R.H. (Mexico) Tales datos deben ser depurados y concretados en forma precisa para cada caso, teniendo en cuenta las condiciones locales agro-hidrologicas y topográficas, a fin de obtener un correcto dimensionado.-



2o) Localización :

Para el trazado de los canales laterales, debe tenerse en cuenta la topografía del terreno, los predios con cultivos si los hay, y la obtención de predios en forma regular en lo posible.

Siguiendo las divisorias de aguas, se obtendrá el dominio del terreno a ambos lados del canal, pero el fraccionamiento resultante se compondrá de predios de forma irregular.- La red de laterales resulta lo más corta, pero su operación y conservación no es fácil.

En zonas de poca pendiente y de terrenos sin cultivar, puede utilizarse en el trazado de los canales, trayectorias que den predios de formas regulares, de lo cual se bien resultan redes más largas y con mayor número de estructuras se facilita, no obstante, la operación y conservación del sistema.-

Si existen en la zona a servir, propiedades privadas con cultivos, el trazado de laterales debe respetarse en lo posible, siguiendo la trayectoria de los linderos, lo que obliga a veces a desplazamientos no siempre convenientes.-

En general, el trazado de laterales se hace siguiendo una combinación de los procedimientos expuestos, esbozándose en primer término sobre planos a escala 1: 20.000, para afinarlo posteriormente sobre planos a escala 1:5.000.

Finalmente, se replanteará y ajustará en el terreno, marcando con precisión los puntos donde sea necesario construir tomas, ya sea para sublaterales o para granjas.-

Se nivelará el trazado y se dibujarán los perfiles longitudinales y transversales resultantes.-

3o) Pelo de agua y fondo :

El proyecto de rasante para pelo de agua en un canal lateral tomará en cuenta que esa superficie libre de agua debe dominar todos los puntos del terreno servidos por ese canal donde se deriven tomas ya sean para sublaterales o para granjas.-

A tal fin, sobre el perfil del terreno del canal lateral, se marcarán los puntos en que sea necesario construir tomas, para sublaterales o para granjas y en todos esos puntos el nivel del agua en el canal deberá estar como mínimo, 30 cms. por encima del terreno natural.

Uniendo todos esos puntos de control y haciendo las ratificaciones y ajustes necesarios para adaptarse a la topografía del terreno se obtendrá un perfil de rasante para el pelo de agua y llevado la paralela a este perfil a una distancia igual a la del tirante de agua adoptado para el canal, se obtendrá el perfil de fondo del canal.-

4o) Dimensionado :

Puede seguirse para ello el desarrollo del cálculo descrito en el inciso 3o. para el canal principal.-

No obstante ello, y en el caso que los datos que se posean lo permitan, puede utilizarse la siguiente tabla establecida en las especificaciones

de la S.R.H. (Mexico) referente a secciones tipo para canales laterales.

Se conoce la superficie que va a servir el canal lateral, el perfil y la calidad del terreno, así como el caudal del consumo.

Se selecciona la velocidad y se obtiene la sección del canal necesaria y la pendiente que debe también corresponder a la adecuada para evitar tanto la erosión como la sedimentación.

Con el objeto de tener uniformidad en las secciones, se hará la selección, en lo posible, entre algunas de las que aparecen en la tabla.

Si no coincide exactamente la sección que de el gasto requerido, se elegirá la inmediata superior.

5o) Curvatura Máxima :

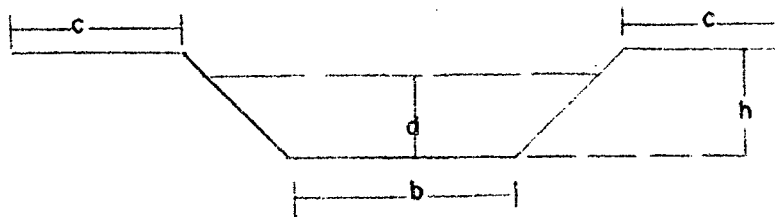
Límite de curvaturas :

Respecto a la curvatura máxima para los canales laterales, depende desde luego, de la clase de terreno en que se aloje y la magnitud del canal, por lo que generalmente las curvaturas máximas se especifican en cada caso.-

Generalmente en terrenos que se pueden considerar como tierras agrícolas y para canales con anchos de la base entre 3 y 20 mts. se consideran como curvaturas máximas las siguientes :

- a) - Curvas deflexionando hacia dentro
de la ladera ----- 30°
- b) - Curvas deflexionando hacia afuera
de la ladera ----- 0°

En general, puede decirse que el radio mínimo de curvatura debe ser, por lo menos, igual a 15 veces el ancho de la base del canal. En terrenos rocosos y para canales chicos pueden usarse radio de curvatura mucho menores, llegándose a ocasiones especialmente en terreno escarpado, a suprimir las curvas y hacer quiebres en el canal, cuidando únicamente de redondear las aristas.-



v = mts./seg.

Q = m³/seg.

DATOS	TIPO 1		TIPO 2		TIPO 3		TIPO 4		TIPO 5		TIPO 6	
b	1.00		1.40		1.80		2.00		2.50		3.00	
d	0.55		0.85		0.71		0.90		0.96		1.11	
A	1.004		1.543		2.034		3.015		3.782		5.178	
P	2.983		3.744		4.360		5.245		5.961		7.002	
r	0.337		0.412		0.467		0.575		0.634		0.740	
n	0.035		0.035		0.030		0.30		0.30		0.30	
h	1.00		1.20		1.30		1.50		1.60		1.80	
c	1.00		1.20		1.40		1.50		2.00		2.00	
S	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q
0.00020	0.20	0.196	0.22	0.345	0.28	0.576	0.33	0.981	0.35	1.315	0.39	1.997
0.00025	0.22	0.220	0.25	0.386	0.32	0.644	0.36	1.098	0.39	1.471	0.43	2.232
0.00030	0.24	0.240	0.27	0.425	0.35	0.706	0.40	1.203	0.43	1.612	0.47	2.446
0.00035	0.26	0.260	0.30	0.457	0.37	0.762	0.43	1.299	0.46	1.741	0.51	2.642
0.00040	0.28	0.278	0.32	0.489	0.40	0.815	0.46	1.389	0.49	1.861	0.55	2.824
0.00045	0.29	0.294	0.34	0.518	0.42	0.864	0.49	1.473	0.52	1.973	0.58	2.995
0.0005	0.31	0.310	0.35	0.546	0.45	0.911	0.51	1.553	0.55	2.080	0.61	3.158
0.0006	0.34	0.340	0.39	0.598	0.49	0.998	0.56	1.700	0.60	2.279	0.67	3.458
0.0007	0.37	0.367	0.42	0.646	0.53	1.078	0.61	1.837	0.65	2.462	0.72	3.736
0.0008	0.39	0.393	0.45	0.691	0.57	1.152	0.65	1.964	0.70	2.631	0.77	3.993
0.0009	0.41	0.417	0.47	0.733	0.60	1.222	0.69	2.083	0.74	2.791	0.82	4.236
0.0010	0.44	0.439	0.50	0.772	0.63	1.288	0.73	2.196	0.78	2.942	0.86	4.465
0.0011	0.46	0.461	0.53	0.810	0.66	1.351	0.76	2.303	0.82	3.086	0.90	4.684
0.0012	0.48	0.481	0.55	0.846	0.69	1.411	0.80	2.405	0.85	3.223	0.94	4.891
0.0013	0.49	0.501	0.57	0.881	0.72	1.469	0.83	2.504	0.89	3.355	0.98	5.092
0.0014	0.52	0.520	0.59	0.91	0.75	1.524	0.86	2.598	0.92	3.481	1.02	5.284
0.0015	0.54	0.538	0.61	0.946	0.78	1.578	0.89	2.689	0.95	3.603	1.06	5.469
0.0016	0.55	0.555	0.63	0.977	0.80	1.630	0.92	2.777	0.98	3.721	1.09	5.648
0.0017	0.57	0.572	0.65	1.007	0.83	1.680	0.95	2.863	1.01	3.836	1.12	5.822
0.0018	0.59	0.589	0.67	1.036	0.85	1.729	0.98	2.946	1.04	3.948	1.16	5.991
0.0019	0.60	0.605	0.69	1.065	0.87	1.776	1.00	3.027	1.07	4.055	1.19	6.155
0.0020	0.62	0.621	0.71	1.092	0.90	1.822	1.03	3.105	1.10	4.161	1.22	6.315
0.0021	0.63	0.636	0.73	1.119	0.92	1.867	1.06	3.182	1.13	4.264	1.25	6.471
0.0022	0.65	0.651	0.74	1.146	0.94	1.911	1.08	3.257	1.15	4.363	1.28	6.623
0.0023	0.66	0.666	0.76	1.171	0.96	1.954	1.10	3.330	1.18	4.462	1.31	6.772
0.0024	0.68	0.680	0.78	1.197	0.98	1.996	1.13	3.402	1.21	4.558	1.34	6.918
0.0025	0.69	0.694	0.79	1.221	1.00	2.037	1.15	3.472	1.23	4.652	1.36	7.060
0.0026	0.71	0.708	0.81	1.246	1.02	2.077	1.17	3.541	1.25	4.744	1.39	7.200
0.0027	0.72	0.721	0.82	1.269	1.04	2.117	1.20	3.608	1.28	4.834	1.42	7.337
0.0028	0.73	0.735	0.84	1.293	1.06	2.156	1.22	3.674	1.30	4.923	1.44	7.472
0.0029	0.74	0.748	0.85	1.315	1.08	2.194	1.24	3.739	1.32	5.010	1.47	7.604
0.0030	0.76	0.761	0.87	1.338	1.10	2.231	1.26	3.803	1.35	5.095	1.49	7.734

Para ello deben seguirse las siguientes normas :

- 1o) La rasante de la acequia a la salida de la toma deberá ser tal que, sin elevar el nivel del pelo de agua normal en el lateral, permita colocar el agua en el terreno a regar.
- 2o) El desnivel entre el pelo del agua en el canal lateral y el de la acequia debe ser de 10 mts. como mínimo (pérdida de carga)
- 3o) El pelo de agua a la salida del toma-granja deberá estar como mínimo 20 cmts. por encima de la superficie del terreno natural.
- 4o) El pelo de agua del canal lateral deberá estar, como mínimo 30cms. por encima de la superficie del terreno, a la salida del toma-granja.--
- 5o) Para garantizar que la toma siempre trabaje ahogada a fin de evitar cavitaciones o filtraciones en la tubería, se procurará bajar el fondo de la misma para que trabaje como sifón, con una carga mínima de 30 cmts.

Las normas generales a seguirse pueden sintetizarse en tres puntos :

- 1o) Se localizarán, de preferencia, en los sitios en que sea necesario construir represas o tomas.
- 2o) Deberá procurarse uniformar la altura de caída en cada proyecto.
- 3o) El costo por metro lineal, incluyendo excavaciones, préstamos, el costo de las caídas, el de las represas adicionales, etc, deberá ser mínimo.-

/erb.-

Como se mide la cantidad de agua al usuario.

TITULO DEL TRABAJO: Proyecto de Primer Distrito de Riego
en Uruguay.

Autor: Ing. Civil Carlos A. Avallone
Jefe del Departamento Obras Hidráulicas
de la Dirección de Hidrografía del
Ministerio de Obras Públicas.
URUGUAY.-

CONTENIDO

- 1 - Definiciones
- 2 - Ubicación
- 3 - Clima
- 4 - Topografía y Suelos
- 5 - Drenajes y Avenidas
- 6 - Suministro de agua - Calidad
- 7 - Tenencia de la tierra y modelo parcela
- 8 - Cultivos
- 9 - Descripción General del Proyecto

1a. Etapa: Sistema de Riego

- Grupos y Categorías de obra
- Obra de toma y Bombeo
- Canales
- Caminos
- Estructuras
- Plantas de Bombeo
- Costo

2a. Etapa: Adecuación de Tierras, Caminos y Centro Poblado

Primer Período

- Grupos y Categorías de Obras
- Caminos
- Colectores de Drenajes
- Edificios
- Abastecimiento Agua Potable y Energía Eléctrica
- Costo

Segundo Período

- Descripción General
- Costo

- 10 - COSTO TOTAL DEL PROYECTO
- 11 - BENEFICIO DEL PROYECTO

EXPOSICION

El Uruguay tiene un área cultivada igual al 9,62% del área cultivable de su territorio y el área regable es de 1,67% del área cultivada.

Se observa falta de seguridad de una útil educación y de oportunidades en el medio rural y por tanto, erradicaciones de su población hacia la capital y centros poblados, ampliamente burocratizados.

No existe un fuerte y estable mercado interno consumidor.

Es necesario poner gradualmente en producción las extensiones de territorio que están al margen de ser útiles a la comunidad y poblarlo.

La seguridad de contar, en tiempo y forma, con el 100% de agua necesaria para los cultivos, es la primera base firme para proceder a efectuar los racionales refraccionamientos de tierras que esa meta demanda para su consecución. Este es el objetivo de la construcción de un sistema de riego.

El proceso debe continuar con el desarrollo, investigación, extensión, mecanización, cooperativización, caminos, viviendas, servicios de urbanización, públicos, socio-económicos en las tierras beneficiadas por el riego, para constituir lo que se identifica con el nombre de Distrito de Riego.

Porque era conveniente comenzar la construcción de un Distrito de Riego, mediante inversiones que resultasen al más bajo costo, compatible con la siempre no abundante disponibilidad de recursos para este tipo de obras y para obtener resultados a corto plazo, las tierras estatales del Instituto Nacional de Colonización brindaron una buena oportunidad para su selección prioritaria.

Estudios agro-económicos e hidráulicos previos indicaron que, dentro de ellas, era conveniente comenzar con colonias litorales del río Uruguay.

Mejores tierras para agricultura, mesetas libres de inundaciones, buenos mercados para los cultivos. Asimismo, los grandes caudales superficiales y también subterráneos existentes en la cuenca del río Uruguay, liberaría de la necesidad de construirlos, en este país, frecuentemente anti-económicos almacenamientos superficiales, cuando su destino es para irrigación.

Dentro del Litoral del río Uruguay, la expansión del cultivo de la caña de azúcar en la zona adyacente a la ciudad de Bella Unión, por causa de la próxima instalación de un tercer Ingenio Azucarero en construcción, para una capacidad de molienda de hasta 3.000 Ton/día, fué la razón determinante para comenzar la política de formación de Distritos de Riego en la Colonia España, situada a 13 Kms. al Sur de Bella Unión y con el ingenio dentro de sus predios.

Actualmente se ha terminado la construcción del sistema de riego para 2.000 Has. y se está comenzando las obras de adecuación de tierras, drenajes, caminos en su zona rural, edificios y servicios de urbanización

en el centro poblado y de la eficiencia en la operación, mantenimiento, desarrollo, investigación, asistencia técnica, surgirá un buen ejemplo para su generalización a las demás colonias estatales.

PRIMER DISTRITO DE RIEGO EN URUGUAY

DEFINICIONES

En las 2.233 Has. de la Colonia España del Instituto Nacional de Colonización, el Ministerio de Obras Públicas planificó y construye el Primer Distrito de Riego, proyectado racionalmente de acuerdo a las más modernas especificaciones sobre la materia.

Cuando el Ministerio de Obras Públicas se planteó la necesidad de construir obras de regadío, llegó a la conclusión que, poseyendo el Estado cerca de 300.000 Has., a través del Instituto Nacional de Colonización, lo más apropiado era elaborar planes conjuntos que beneficiaran esas tierras y por ende a los colonos actuales y futuros que las usufructúen.

De ese planteo, surgió el Proyecto presentado por su Dirección de Hidrografía, el primero en su historial preparado con el objeto de construir la totalidad de las obras que exige un sistema de riego, como una primera base para la formación de un Distrito de Riego, verdadera área piloto que sirviese de modelo para su aplicación en las demás colonias estatales.

El Proyecto se dividió para su construcción en dos etapas:

1a. Etapa: Construcción de un sistema de riego para 2.000 Has. con sus obras de captación, conducción y distribución hasta el nivel parcelario, destinado a servir los 70 predios proyectados en el re-fraccionamiento. Esta etapa ya ha sido terminada para las 2.000 Has. y se encuentra en operación parcial para 600 Has.

2a. Etapa: Construcción de las obras de adecuación de tierras, drenajes, y caminos en la zona rural y de edificios en el predio 37, destinado a ~~asiento~~ del centro poblado, para ubicar la Administración, Jefaturas, viviendas, servicios sociales y educacionales, almacenes, parque de maquinarias, combustibles, etc., todo con sus servicios de urbanización: agua, saneamiento, energía eléctrica, pavimentos.

Esta etapa se subdividió en dos períodos: 1) Construcción de las mencionadas obras para servir a 600 Has. ya en producción, adjudicadas por el I. N. Colonización a 28 familias. Este período será licitado antes de fin de año 1968, sobre proyecto ya aprobado. 2) Ampliación del mismo tipo de obras hasta completar el servicio de las 2.000 Has., una vez adjudicadas las 1.400 Has., restantes a 42 familias más.

UBICACION

La Colonia España está ubicada en la 7a. sección judicial del Departamento de Artigas. Su límite Oeste lo constituye el río Uruguay y su límite Sur, el arroyo Itacumbú. Su límite Este es la Ruta 3 que le conecta con el Litoral del río Uruguay y con Montevideo hacia el Sur y con la ciudad de Bella Unión en la frontera con el Brasil, situada a 13 Kms. hacia el Norte. Sus coordenadas geográficas son: 32°25' Latitud Sur y 58°40' Latitud Oeste.

CLIMA

Puede definirse como sub-tropical húmedo. En registros de 50 años se observan precipitaciones mensuales comprendidas entre 60 y 150 mms. La precipitación media anual es de 1.200 mms. La estación más lluviosa es el otoño y la menos lluviosa es el invierno. La temperatura media está comprendida entre 13° y 30° (invierno y verano) con máximas de 45° y mínimas de 0°.

La humedad se sitúa entre 60% y 80%, valores medios de mínimas y máximas.

La duración de las horas de sol está comprendida entre 11 y 14 hs. en invierno y verano respectivamente.

La evaporación se sitúa entre 53% y 16% de la precipitación media anual media y concentrada entre Setiembre y Marzo.

En general se constatan sequías cortas de verano que hacen fracasar los cultivos de estación, pero también se han observado períodos de sequías que han comenzado en primavera y duraron 9 meses.

TOPOGRAFIA Y SUELOS

Planos altos al Norte, descendiendo lentamente hacia el Arroyo Itacumbú, con pendiente del 0,5 al 24%. En general la Costa Oeste es barrancosa, en la que se alternan depresiones y playas; buen drenaje. Sobre la costa del arroyo Itacumbú, se presentan terrenos bajos inundables, con drenajes pobres.

Predominan los suelos de textura franco arcillo-arenoso (Sandy-clay-loam) sobre suelos más consistentes con un contenido algo mayor de arcilla coloidal. Textura algo pesada con bajo contenido de materias orgánicas, aumentando a mediana, sobre la costa del arroyo Itacumbú. Existen cantidades importantes de cantos rodados en partes altas y medias sobre los bordes y caídas de las barrancas de la costa Oeste.

Valores bajos de reserva en nitrógeno, fósforo, potasio y calcio, Acidez moderada: pH = 6,6.

La profundidad útil del suelo está limitada por la presencia de piedras, pero la buena proporción de arena gruesa hace pensar que las prácticas de drenaje favorecerán la penetración de raíces y la circulación del agua. Los suelos son físicamente aptos para el regadío, pero tienen actualmente bajo índice de fertilidad, salvo en las partes cultivadas y en el subsuelo. Se observa acción de lavado y exhaustivo uso.

Se han hecho análisis físicos y químicos completos, de los suelos y subsuelos de la colonia. Se considera que el 69% del área total posee aptitudes agrícola, pero a niveles de fertilidad medio y bajo, abundando suelos de textura algo pesada por cultivos continuados sin reposición de materia orgánica y elementos nutritivos así como falta de protección contra la erosión.

El 14% son suelos bajos de capacidad intermedia que pueden ser cultivados ocasionalmente. El 9% tiene aptitud ganadera y el 8% restante tiene aptitud forestal.

DRENAJES Y AVENIDAS

El drenaje de la zona alta Oeste está resuelto por la presencia de cañadas cortas y de gran pendiente, habiéndose proyectado los canales de distribución en curvas de nivel, caminos con cunetas y obras de arte accesorias.

Sobre la costa del arroyo Itacumbú, se encuentran terrenos inundables (557 Has.) en los que se deberán hacer drenajes y diques de contención, que tienden a limitar la inundación, solamente al caso de crecientes excepcionales.

La Zona costera de la colonia sobre el Río Uruguay, no estará afectada por la máxima creciente aun suponiendo construída la represa en Salto Grande.

SUMINISTRO DE AGUA PARA LA IRRIGACION. CALIDAD.

La fuente es el Río Uruguay, cuyo gasto medio es del orden de 4.500 M3/seg. El agua puede considerarse apta para su empleo en irrigación.

La concentración total de sales solubles es de 80 ppm.; la proporción de calcio es de 10 ppm. y la de magnesio 3 ppm.; no existen elementos tóxicos.

TENENCIA DE LA TIERRA Y MODELO DE PARCELA

La tierra es de propiedad del Instituto Nacional de Colonización, ente estatal con dependencia del Poder Ejecutivo en materia de recursos.

Actualmente la colonia está poblada con 12 familias de colonos, en régimen de arrendatarios.

De las canalizaciones de distribución proyectadas, han surgido la posibilidad de un reparcelamiento que pretende a la vez que asegurar explotación de las tierras, dar ocupación y prosperidad a 70 familias de colonos, mejorando considerablemente el bajo standard de vida de los actuales 12 arrendatarios.

La configuración topográfica del terreno obligó a dividir el fraccionamiento en 2 grandes grupos: a) tierras inundables susceptibles de ser explotadas con ciertas porciones de tierras alta y b) tierras netamente altas.

El Instituto Nacional de Colonización ha considerado conveniente que las áreas de las parcelas familiares no sean inferiores a 10 Has. tal cual se establece en el proyecto de refraccionamiento, atendiendo a las razones que se expresan en su informe y en las que se incluyen: Baja fertilidad actuales de los suelos; escasa cultura agraria; constituir el primer intento de colonia con regadío; plazas comerciales de receptividad no muy amplia.

CULTIVOS

El cultivo básico será el de la caña de azúcar, porque para ello las tierras y el clima son los más aptos dentro del país y se contará con el sistema de riego ya terminado y porque además de encontrarse ya en la zona 2 ingenios azucareros, se está construyendo uno nuevo, dentro de 3 predios de la colonia adquiridos por el Ingenio CALNU, cuya capacidad de molienda será hasta 3.000 ton/día. Sin perjuicio de ello, se alternará el cultivo de la caña de azúcar con sus rotaciones de forrajes para leche-ría y se destinarán áreas menores a producción horti-frutícola.

DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO

la. Etapa: Sistema de Riego

Se ilustra la red de canales para la distribución del agua a las 70 fracciones.

Las aguas se elevan desde el Río Uruguay, hasta el canal de alimentación principal mediante un equipo de 3 motobombas con capacidad total de 2.100 litros por segundo, corriendo luego por gravedad a lo largo de los canales, estructuras, efectuándose posteriormente 2 bombeos adicionales para regar terrenos situados a mayor altura al norte y sur de la colonia.

Las obras de toma y las de distribución se clasificaron en 2 grupos: a) Obras de Ingeniería Hidráulica y b) Suministro y colocación de los 6 equipos motobombas.

El grupo a) se dividió en 3 categorías de obras:

CATEGORIA I

Se refiere a todos los movimientos de tierra que fué necesario ejecutar para la obtención de la red de canales, que comprenden las 3 secciones del canal principal y las de 13 canales laterales, con un total de 23 Kms. 673 metros.

CATEGORIA II

Se refiere a las obras de construcción de las estructuras que permiten el funcionamiento de los canales y comprenden: 11 tomas para laterales; 51 tomas granjas; 19 tomas granjas con represas; 12 caídas; 2 puentes; 6 vertederos; y 265 metros lineales de tuberías de hormigón de $\phi + 40c$; 517 ml. de $\phi = 80 c.$ y 578 ml. de $\phi = 100c.$ para cruzar depresiones y para la conducción desde las plantas de bombeo.

CATEGORIA III

Se refiere a las obras de construcción de las estructuras principales y accesorias que permiten el funcionamiento de las 3 plantas de bombeo; la # 1, de toma de agua desde el río Uruguay y la # 2 y la # 3 al Norte y al Sur de la colonia respectivamente, para regar tierras más altas.

El grupo b) se ha dividido en 2 categorías:

CATEGORIA IV

Se refiere a las especificaciones que cumplieron el suministro de 6 equipos motobombas en las 3 plantas de bombeo: 3 en la # 1 y 2 en la # 2 y 1 en la # 3 instaladas.

CATEGORIA V

Se refiere a los trabajos cumplidos para la colocación de los 6 grupos motobombas en los emplazamientos previstos, dentro de las 3 plantas de bombeo.

OBRAS DE TOMA Y BOMBEO

a) Para la obra de toma del Río Uruguay y planta de primer bombeo se seleccionó una barranca a cota + 47,20 por su menor distancia planialtimétrica al curso y poseer amplia mesa superior.

Además, está a corta longitud de los emplazamientos previstos para el segundo y tercer bombeo.

El desnivel máximo a superarse en el primer bombeo es de 17 metros 87 para el caso de encontrarse el nivel del río en la cota de la mínima bajante conocida; el caudal a extraer se estima necesario de 2.100 lts/seg; la cota de salida de fondo de la cámara difusora y del canal de alimentación es de + 46,31, el pelo de agua se situará a cota + 47.56 y el coronamiento del borde a + 48.01.

Así se dominan y riegan 1.136 hectáreas y se lleva el agua hasta aproximadamente 3 kms. al Norte, siguiendo de cerca la curva + 47, derivando agua a los canales laterales I, II, III y IV.

b) Con el segundo bombeo y cañería de conducción de aproximadamente 250 m. de longitud se supera un desnivel de 10 mts. 13 llevando el agua desde la cota de fondo + 45.71 de la llegada de la primera sección del canal principal a la cota + 55.84 de la cámara de la tubería y comienzo de la segunda sección principal, con un caudal de 800 lts/seg.; aguas arriba de este segundo bombeo, el canal de alimentación tiene una longitud de 5 kms. y riega aproximadamente 700 Has. derivando agua a los canales V, VI, VII, VIII, IX, X y XI.

c) Se riega además 151 Has. suplementarias con un tercer pequeño bombeo auxiliar que supera un desnivel de 3 Mt. con un caudal de 75 lts/seg., elevando el agua desde el ramal Este, para servir 3 fracciones.

CANALES

El canal principal y el canal IV tienen una pendiente de 20 cms/Km. el canal I con una pendiente de 30 cms/Km.; los canales ramal Oeste y Este; II, V, VI, VII, VIII y IX con pendiente de 40 cms/Km.; las velocidades de cálculo oscilan entre 40 cms/seg. y 20 cms/seg.; taludes de 1.5: 1 excavados en tierra; hay revestimientos en parte que así lo exige el terreno. La longitud total de principales y laterales es de 23 Kms. 673 mts.

CAMINOS

Se hicieron bordos de 2 mts. de ancho, según se ilustra en las láminas de perfiles longitudinales, con coronamiento apto para tránsito y se dejó una faja lateral completando 20 mts. de ancho total, para la construcción de caminos futuros.

ESTRUCTURAS DE LOS CANALES

Se ilustran las estructuras que consisten en 70 tomas granjas; 11 tomas para canales laterales; 19 represas; 12 caídas; puentes para camiones y de paso; 260 M.L. de tuberías de hormigón de ϕ 30 cms. 95 M.L. de ϕ 40 cms.; 27 M.L. de ϕ 45 cms. para las tomas granjas y laterales; 65 M.L. de ϕ 40 cms. para conducción de la tercera planta de bombeo; 517 M.L. de ϕ 80 cms. para cruzar depresión entre segunda y tercera sección principal; y 578 M.L. de ϕ 100 cms. para conducción de la segunda planta de bombeo y para cruzar depresión en canal IV; y 5 vertederos.

Las estructuras se hicieron de hormigón armado en sitio y de mampostería de piedra: las cañerías son de hormigón armado.

PLANTAS DE BOMBEO

Primer Bombeo: 3 bombas de 700 Lts/seg. c/u. = 2.100 Lts/seg.
Segundo Bombeo: 2 bombas de 400 lts/seg. c/u. = 800 Lts/seg.
Tercer Bombeo: 1 bomba de 75 Lts/seg. c/u. = 75 Lts/seg.

Bombas propulsoras a hélice del tipo "flujo mixto".

Para la primera planta de bombeo la columna tiene una inclinación de 45° y las otras dos son verticales.

Motores Diesel de las siguientes características:

3 de 250 HP. c/u. para la primera estación de bombeo. (GM: 8 en V)
2 de 100 HP. c/u. para la segunda estación de bombeo. (GM: 6 verticales)
1 de 10 HP. para la tercera estación de bombeo. (ONAN).

Los motores se suministraron con enfriamiento por intercambiador de calor embrague y toma de fuerza, arranque eléctrico de 12 volts. que incluye motores de arranque, generador para cargar baterías y todo equipo Standard.

COSTO

El costo de la construcción del sistema de riego para 2.000 Has. ascendió a la suma de US\$ 300.000 (rd), resultando un costo unitario de US\$ 150/Ha.

El valor venal de la tierra, que es propiedad del Instituto Nacional de Colonización, es del orden de US\$ 180/Ha.

2a. Etapa: Adecuación de tierras, caminos y centro poblado

I) En el primer período de habilitación de la segunda etapa de construcción del Distrito de Riego, ya en operación parcial su sistema de riego por adecuación de tierras, se abordará de inmediato bajo proyecto ya aprobado, obras de drenajes y caminos en zonas rural para poner en producción 600 Has. ya adjudicadas a 28 familias, derivadas de los primitivos colonos arrendatarios.

Asimismo, se comenzará la construcción del centro poblado con la edificación de la Administración casas para Jefaturas y viviendas - tipo, dotados de los servicios de urbanización, agua, saneamiento, energía eléctrica y pavimentos.

Las obras de este período se han dividido en tres grupos:

A) Movimiento de tierra y estructuras para la construcción de caminos y colectores de drenaje: B) Edificios y C) Abastecimiento de agua potable y energía eléctrica.

El proyecto para este primer período comprende la construcción de:

a) 7 Kms. de caminos de primera, para circulación interna, adyacentes a los canales: primera sección canal principal y Lateral II, con sus estructuras de puentes y drenajes y con carpeta de revestimiento bituminoso.

b) 5 Kms. de colectores de drenaje, para desagüe del remanente del riego de los canales: primera sección principal y Laterales II y VI y para pluviales, con sus estructuras propias y para pasaje de las del sistema de riego.

c) Un edificio para Administración y 2 Viviendas-Tipo para Jefaturas.

d) Alumbramiento de agua subterránea y distribución para abastecimiento de un mínimo de 1 M3/hora, al centro poblado.

e) Instalación de un grupo electrógeno de 25 KW y líneas de transmisión, para una primera etapa de electrificación del centro poblado, iluminación y maniobras.

COSTO

El costo de este primer período de la segunda etapa se estima en US\$ 170.000, resultando un costo unitario de US\$ 85/Ha.

II) En el segundo período de habilitación, de la segunda etapa de construcción del Distrito de Riego y bajo proyecto en ajuste, se abordará la construcción de las ampliaciones de obra correspondientes a los tres Grupos mencionados: Caminos y Drenajes, Edificios, y Abastecimiento de Agua potable y energía eléctrica, que demanda la puesta en servicio de las 1.400 Has. restantes, una vez adjudicadas esas tierras a las 42 nuevas familias previstas y adecuadas sus tierras.

El proyecto para el segundo período comprende la construcción de: 15 Kms. de caminos y sus estructuras; 10 Kms. de colectores de drenaje y sus estructuras; 42 viviendas-tipo; 3 locales para salud e instrucción públicas; Un local para policía y para agencia bancaria; Un almacén para la cooperativa; Un local para deportes; un parque de maquinarias agrícola y vial y para combustibles y derivados, todo ello dotado de los servicios de urbanización correspondientes.

COSTO

El costo estimativo de este segundo período de la segunda etapa se sitúa en US\$ 430.000, resultando un costo unitario de US\$ 215/Ha.

COSTO TOTAL DEL PROYECTO

El costo total del Proyecto, para la construcción del Distrito de Riego Colina España en sus 2.000 Has. beneficiadas, incluido la construcción de su sistema de riego, de drenaje, caminos y adecuación de tierras en su zona rural y de los edificios y servicios de urbanización en su centro poblado, para la correcta instalación de 70 familias en el área, ascenderá a la suma de US\$ 900.000.

El costo unitario resultante será de US\$ 450/Ha.

El valor venal de la tierra, que es propiedad del Instituto Nacional de Colonización, es del orden de US\$ 180/Ha.

El costo total del proyecto resulta 2,5 veces el valor venal de las tierras beneficiadas.

El costo total que resulta de adicionar el valor de la tierra y el costo del Proyecto, es de US\$ 630/Ha.

BENEFICIO DEL PROYECTO

1.- Entrada bruta

El cultivo básico a implantarse es el de la caña de azúcar y el precio oficial que liquidan los ingenios de la zona es de US\$ 13,60 por tonelada puesta en el ingenio.

El rendimiento mínimo obtenido en esa zona azucarera es de 60 toneladas de caña por hectárea y por año.

Cada hectárea proporciona US\$ 816 brutos, por año.

2.- Gastos

a) Se establecerá una cuota por compensación de tierras y por las obras del Proyecto, que incluye su amortización e intereses, supuesto un plazo de 15 años.

Asimismo, se establecerá una cuota por servicio de riego, para cubrir los gastos de operación, mantenimiento y desarrollo del Distrito de Riego.

Ambas cuotas serán anuales y su monto se estima del orden de US\$ 110 por hectárea y por año.

b) Los gastos que por concepto de mano de obra, manutención familiar, adquisiciones varias destinadas a la producción, servicios de maquinarias agrícolas, de cooperativización de insumos y consumos varios, se estima ascenderá a US\$ 300 por hectárea y por año.

Por lo tanto, se estima que cada hectárea demandará un gasto total del orden de US\$ 410 por año.

3.- Beneficio Neto

El proyecto rendirá un beneficio mínimo neto del orden de US\$ 400 por hectárea y por año, lo que da idea de su solidez económica.

Ing. Carlos A. Avallone
U r u g u a y

ANTE-PROYECTO DE LAS OBRAS DE RIEGO A REALIZARSE EN LA COLONIA
INGENIERO JUAN C. MOLINELLI DEL INSTITUTO NAL. DE COLONIZACION

por Ing. Civil Carlos A. Avallone
- Uruguay -

En el Plan de Obras Públicas del año 1963, se incluyó una partida de \$ 1.000.000.00 con el objeto de ejecutar un sistema de riego en dicha Colonia para servir un área estimada en 400 Has. aproximadamente.

Actualmente se gestiona un aumento considerable de la misma a los efectos de poder llevar a cabo la totalidad de la obra que se proyecta. La colonia se encuentra situada sobre la Ruta 7, aproximadamente a 57 Kms. de Montevideo, en la 14a. Sección Judicial del Departamento de Canelones y tiene un área de 1.275 Has. aproximadamente. En el Plano N° 1 se muestra la ubicación de la Colonia.

La mayor parte del predio está subdividido en fracciones o parcelas, ocupadas por familias colonicas, con superficie variables entre 18 y 47 Hás. cada una.

Los rubros principales son cultivos como remolacha, maíz, girasol, lino, trigo y algún cultivo de huerta generalmente en pequeña escala. Los rendimientos son variables de acuerdo a las alternativas climáticas.

En años normales, se ha llegado a recoger de 30.000 a 40.000 kgs. de remolacha por hectárea, cultivo que ocupa los mejores suelos, siendo este el único cultivo donde se usa fertilización; este rendimiento puede considerarse bueno. En cuanto al maíz y girasol, el primero se planta en buena proporción por todos los colonos con rendimiento promedio de 700 a 1.000 kgs. en años normales, lo que puede considerarse bajo, el segundo se planta poco y sus rendimientos son muy variables.

El trigo es objeto de siembra por parte de algunos colonos así como el lino y otros cereales siendo también muy variables los rendimientos.

En general, puede decirse, que observando un mismo año es posible constatar gran diversidad en los rendimientos de un mismo cultivo, entre colonos que siguen métodos similares.

Dicha variabilidad debe preferentemente ser computada a los suelos ya que existen suelos de baja fertilidad y otros de media a buena fertilidad.

Los rendimientos promedios en los primeros pueden llegar a un 50% ó 60% por debajo de los segundos, tratándose especialmente del trigo por haber sido este un cultivo que se siembra en muy diversos suelos.

La parte bajo labranza ocupa la mayor área de cada fracción habiendo sido cultivados todos los suelos arables de la colonia.

La unidad familiar está representada por explotaciones del tipo chacarero, alternando cultivos de invierno y verano, completados con cerdos, aves, etc. Con el trigo se tiene el propósito de realizar una explotación intensiva de cultivos hortícolas y frutales.

CARACTERISTICA DEL TERRENO

a) GEOLOGICAS

Los materiales generadores de los suelos de la colonia pertenecen a dos formaciones diferentes, que corresponden respectivamente al cretácico y al pampeano. La formación cretácica está representada por areniscas compactas generalmente de colores claros, a veces de granulación irregular. Estos materiales ocupan las partes medias y bajas del relieve de la colonia.

En pequeñas áreas situadas al norte de la colonia se encuentra una marga fina de color anaranjado brillante, apareciendo asimismo una variación arenosa, también calcárea.

El pampeano está representado por dos fases, la más generalizada consiste en materiales arcillo-limosos cuya coloración predominante, en la colonia, es el pardo claro y que presenta concreciones calcáreas. Estos depósitos ocupan niveles topográficos generalmente superiores a los materiales cretácicos.

La otra fase que tiende a ocupar niveles más altos que la fase anterior, se caracteriza por materiales arcillo-limosos de coloración pardo anaranjado con frecuentes masas blancas.

b) AGROLOGICAS

Los técnicos del Instituto Nacional de Colonización realizaron una clasificación de los suelos de la colonia observando las características generales de los suelos y abriendo pozos en determinados lugares.

De cada perfil se han separado los horizontes describiendo las siguientes características: espesor, color, textura, consistencia, estructura, reacción y efervescencia, concreciones y otras formaciones especiales.

Además fueron reconocidas características asociadas, principalmente erosión y pendiente a los efectos de realizar mapas interpretativos de uso y manejo de suelos.

El resultado de ese estudio se resume en el siguiente cuadro:

AREAS OCUPADAS POR DIFERENTES CONDICIONES DE PENDIENTE Y EROSION

PENDIENTES	A	B				C				F
Erosión	0 1	0	1	2	3	0	1	2	3	1
Areas (Has.)	264,5	155,5	510	44	10	18	169,5	91	4	4,5

Las normas seguidas para la determinación de pendientes y de erosión fueron las siguientes:

PENDIENTE	A	0	a	1%
	B	1	a	3%
	C	3	a	8%
	I	8	a	12%
	E	12	a	18%
	F	18	a	25%

- 0 - Ninguna erosión.
- 1 - Erosión ligera. No se ha perdido aún el 25% del suelo superficial.
- 2 - Erosión moderada. Se perdió de un 24 a un 75% del horizonte superficial o tiene zanjas superficiales.
- 3 - Erosión severa. Se perdió todo o casi todo el horizonte superficial.
- 4 - Erosión muy severa. Destruído el perfil, excepto una pequeña área, presentando zanjas medianas y profundas. No puede cultivarse.

Los suelos son en general de baja infiltración, lo que los hace muy susceptibles a la erosión y bastante húmedos en invierno. Su productividad potencial varía mucho (de alta a algo baja) aunque predominan los de media alta.

El sistema de manejo usado ha hecho que los suelos se erosionarán, en algunos lugares severamente, que descendiera su materia orgánica y su fertilidad. Han perdido su aptitud de laboreo, tienden a apretarse o encostrarse y la infiltración ha descendido. El uso y manejo de los suelos deberán realizarse con el contralor de la erosión para preservarlos y con la conservación de la humedad y la mejora de la fertilidad para una mayor producción. Los suelos, según los factores que limitan su uso, se han agrupado en clase de aptitud. Cada clase tiene una capacidad de uso y debe estar sujeta a medidas de conservación que se indica a continuación:

- CLASE I - Apta para cultivos intensivos, con pocas limitaciones.
- CLASE II - Apta para cultivos intensivos, usando medidas moderadas de conservación.
- CLASE III - Debe cultivarse con moderación, usando medidas intensivas de conservación.
- CLASE IV - Debe cultivarse accidentalmente.
- CLASE V - Apto para pastoreo intensivo o bosques.
- CLASE VI - Apta para pastos o bosques, que debe usarse con moderación.
- CLASE VII - Apta para pastos con uso muy limitado o para plantaciones de árboles con muchos cuidados.
- CLASE VIII - No apropiada para pastos o bosques.

En lo que tiene que ver con los productos obtenidos en la colonia, tienen colocación inmediata en MONTEVIDEO dada su proximidad y en el Departamento de Canelones.

c) TOPOGRAFICAS

La topografía del predio, en líneas generales, se circunscribe a tres principales elevaciones o lomas, de dirección NE a SW, que dejan entre

sí estrechas planicies aluviales, por donde corre el Arroyo COCHENGO GRANDE y su afluente del Arroyo COCHENGO CHICO.

La Colina está enclavada dentro de la cuenca del Arroyo COCHENGO afluente del Arroyo PANDO.

Tiene tres vías de drenaje principales: la más importante es el Arroyo COCHENGO GRANDE, que atraviesa cerca del tercio de la parte norte en dirección NE - SW; le sigue el Arroyo COCHENGO CHICO, que naciendo en las inmediaciones de la Colonia la atraviesa en su tercio Sur y en dirección NE - SW, describiendo un semicírculo fuera de la misma en dirección NW, para entrar nuevamente en la Colonia donde desemboca en el COCHENGO GRANDE y recibiendo a lo largo de su curso el aporte de varias cañadas. Por último, el ángulo NW de la Colonia es cortado por el Arroyo TOTORAL, afluente del COCHENGO GRANDE, que en su corto recorrido dentro del predio recibe el aporte de varias cañadas que nacen dentro de esa área.

d) VEGETACION

La vegetación natural constatada se compone de praderas naturales mixta con gramíneas altas y bajas y leguminosas.

e) CLIMATOLOGICAS

Por carecer de datos sobre el área correspondiente a la Colonia, se transcribe la información perteneciente a SAN RAMON, situada a menos de 50 Kms. en línea recta.

El clima es mesotérmico subhúmedo, con veranos calurosos e inviernos suaves, la temperatura al abrigo arroja un promedio anual de 16° siendo el más frío, Julio con 11°4 y el más caluroso Enero con 22°4; la máxima absoluta es de 42°8 y la mínima absoluta de 3°.

El promedio por estaciones es el siguiente:

Otoño	14°
Invierno	11°4
Primavera	17°9
Verano	21°6

Las precipitaciones alcanzan una marca anual aproximada de 1.000 m/m., siendo en general menos lluviosos los meses calurosos, en los que hay déficit de humedad. La insolación alcanza al 48% de las horas posibles en los años más bajos y 68% en los años más soleados.

EL PROBLEMA HIDRAULICO

El abastecimiento de agua para riego comprende tres problemas parciales:

a) El estudio o la habilitación de una fuente de agua capaz de administrarla en la cantidad y oportunidad exigida por los cultivos.

b) La conducción de agua desde la fuente hasta el lugar de su empleo.

c) Su distribución controlada en las tierras a regar.

Para resolver el abastecimiento de agua se estudió la posibilidad de utilizar aguas subterráneas; requeridas extraoficialmente la información necesaria al Instituto Geológico del URUGUAY los caudales de las perforaciones realizadas en la Colonia y en sus aproximidades son muy bajos.

El caudal mayor se obtuvo en la perforación practicada en la fracción 1; con una profundidad de 37 metros se obtuvieron 1,4 lts/seg.

Los valores de los caudales de las perforaciones realizadas en las restantes fracciones son aún mucho más bajos. Se recurrió por eso a resolver este problema con las aguas superficiales. Del estudio del plano de curva de nivel (Plano # 2) y de los elementos recogidos en el lugar, la ubicación que se señalan en el mismo resultó reunir las características más favorables para emplazar la presa.

Se embalsarán las aguas del Arroyo COCHENGO GRANDE, afluente del Arroyo PANDO, que es el curso más importante de la zona a regar y de sus proximidades.

Se hizo entonces la nivelación del perfil de presa elegido y el relevamiento taquimétrico del embalse; se calcularon las áreas encerradas por cada cota hasta la presa y los correspondientes volúmenes embalsados para dibujar las curvas características del embalse.

Posteriormente se calculó el volumen que es posible se pueda embalsar a partir de los datos de precipitación y de las características de la cuenca de alimentación que tiene un área de 1.075 Has.

Los valores de las precipitaciones registradas en el Departamento de CANELONES, proporcionados por la Dirección de Meteorología dan un total medio anual de 954 mms.

Se calculó entonces el volumen escurrido medio anual con un coeficiente de escurrimiento de 0,20 teniendo en cuenta la vegetación, el área de la cuenca y la precipitación, se obtuvo un valor de 2.060.000 M3, valor que en la curva de volúmenes embalsados corresponde a la cota + 54,73 con un área de embalse de 94 Has. aproximadamente.

Restamos a esta cota las pérdidas por evaporación correspondientes al período de tiempo en el que el embalse no tendrá reposición.

Las pérdidas por filtración no son generalmente de importancia y se van anulando con el tiempo.

El período de sequía considerado es de 5 meses (150 días), desde mediados de Noviembre a mediados de Abril y estimamos las pérdidas por evaporación en ese período en 75 cms. de altura de agua (5 mms./día).

Llegamos entonces a la cota:

$$54,73 - 0,75 = + 53,98$$

Suponiendo una vida útil de 25 años para el almacenamiento calculamos la capacidad de azolves y se obtuvo un valor de 76.000 M3. que en la curva de volúmenes corresponde al volumen embalsado entre las cotas + 49 y + 50,20. Queda entonces disponible para el riego el volumen embalsado entre las cotas + 50,20 y + 53,98 o sea:

$$1.525.000 - 76.000 = \underline{1.449.000} \text{ M3}$$

En un mes con una dotación de 0,6 lts/seg/Ha. se necesitan 1.560 M3/Ha. y en todo el período de sequía (5 meses) 7.800 M3/Ha.

En este caso se podrían regar efectivamente:

$$\frac{1.449.000}{7.800} = \text{Has.}$$

Teniendo en cuenta que el área que se desea regar las 2/3 partes están bajo cultivos y la 1/3 parte restante bajo cosecha o tierra movida, tendremos que con ese volumen disponible se podrán atender:

$$186 \times 3/2 = 279 \text{ Has.}$$

Con esta dotación de riego se podría regar la margen izquierda del Arroyo COCHENGO comprendida entre el Canal Principal y el Arroyo (232 Has.) y parte del área comprendida entre el Canal Principal y el Arroyo COCHENGO CHICO (47 Has.).

En este caso la primera sería regable por gravedad luego de un primer levante hasta la cota + 65,60 y la segunda necesita de un segundo levante.

Bajando la dotación a 0,5 lts/seg/Ha. se necesitarían 6.500 M3/Ha. en los 5 meses de sequía. Podríamos regar efectivamente en este caso:

$$\frac{1.448.000}{6.500} = 223 \text{ Has.}$$

Y podríamos atender teniendo en cuenta lo antedicho:

$$223 \times 3/2 = 334 \text{ Has.}$$

En ese caso se regaría toda la parte de la Colonia comprendida entre la margen izquierda del Arroyo COCHENGO GRANDE y la margen derecha del COCHENGO CHICO, que totaliza 320 Has.

Eventualmente, en este caso, podrían regarse algunas hectáreas de terreno linderos a la colonia comprendidos entre el límite de la Colonia y el Canal Principal.

De estas 334 Has. podríamos regar por gravedad, luego del primer levante hasta la cota + 65,60, 219 Has. en la primavera y 115 Has. en la segunda zona que necesita de un segundo levante a la cota + 67.

Nos inclinamos a resolver el riego por esta última solución que nos permite servir un área mucho mayor con una dotación de riego aceptable para el tipo de cultivos que se van hacer.

El riego de la margen derecha del Arroyo COCHENGO GRANDE lo hemos descartado porque la margen izquierda posee tierras de mejores aptitudes agrológicas.

De este modo regamos 320 Has. de las 1.275 Has. de la Colonia o sea que ponemos bajo riego un 25% del área total.

Para embalsar el agua necesaria para el riego se deberá inundar un área de 94 Has. aproximadamente de las cuales 80 Has. son de tierras que no pertenecen a la Colonia y que por lo tanto deberá expropiarse.

La solución aceptada es la de embalsar el Arroyo COCHENGO GRANDE a la cota + 54,73 por medio de una presa de tierra cuyo coronamiento está a la cota + 56,50 con un evacuador de crecidas lateral.

El evacuador se emplazará en la margen derecha; será de sección rectangular, y para ello se desmontará dicha margen que es de naturaleza rocosa.

Una vez ubicada planimétricamente el perfil de la presa se realiza en pozos de cateo en la línea de presa y en la zona del embalse próxima a la misma a los efectos de determinar la profundidad del firme así como también de poder tener una idea del volumen y calidad de la tierra disponible para la construcción de la presa.

Las carpetas de protección de la presa, la protección del pie de la misma y el filtro pueden observarse en el Plano N° 3.

El volumen de la presa es de 24.000 M3. aproximadamente, con un ancho de coronamiento de 4,5 m. y taludes de 1:2.

El agua destinada al riego será necesario elevarla por bombeo a través de una tubería de impulsión de 40 cms. de diámetro hasta la entrada del canal principal, cuyo zampeado es + 65,60 la tubería de impulsión tiene una longitud aproximada a los 350 m., y es de hormigón.

El canal principal sigue sensiblemente la curva de nivel de cota 65,60 dominando la mayor parte del área regable, con una pendiente de 0,35%, tiene una longitud de 3,120 Kms. aproximadamente y en su desarrollo sale en parte de la colonia; por tal motivo deberá gestionarse una servidumbre de acueducto.

El caudal del primer levante será el necesario para regar 223 Has. netas de riego con la dotación de 0,5 lts/seg/Ha. Se deberá disponer de 113 lts/seg. en el arranque del canal principal. El segundo levante tiene por objeto regar 76 Has. netas de riego con la misma dotación por lo tanto el caudal será de 38 lts/seg. El trazado del canal principal así como el de los laterales I, II (con su ramal norte), III y IV puede observarse en el Plano N° 2, Planialtimetría general.

TITULO DEL TRABAJO: Proyecto del Sistema de Riego
en Colonia Tomás Berreta

AUTOR: Ing. Civil Carlos A. Avallone
Jefe Departamento Obras Hidráulicas de la
Dirección de Hidrografía del Ministerio de
Obras Públicas.

U R U G U A Y

CONTENIDO

- 1 - Definiciones
- 2 - Ubicación
- 3 - Clima
- 4 - Topografía y Suelos
- 5 - Drenajes y Avenidas
- 6 - Suministro de Agua
- 7 - Cultivos
- 8 - Descripción General del Proyecto

1a. Etapa: Sistema de Riego para 900 Has.

- Grupos y Categorías de Obra
- Canales
- Caminos
- Estructuras
- Plantas de Bombeo
- Costo

2a. Etapa: Ampliación del Sistema de Riego en

1.900 hectáreas más.

- Estado actual
- Costo

* * * * *

EXPOSICION

La Colonia Tomás Berreta, ribereña del río Uruguay, próxima a la ciudad de Fray Bentos, capital del Departamento de Río Negro, propiedad del Instituto Nacional de Colonización, fué seleccionada para continuar la política de construcción de sistema de riego y formación de Distritos Agrícolas, comenzada con buen éxito en el Primer Distrito de Riego de Uruguay "Colonia España", porque en base a los estudios hidráulicos y agro-económicos hechos oportunamente para Colonia España, extendidos a esta otra zona del Litoral del río Uruguay, presentaron las mismas ventajas hidro-agrícolas y económicas que en la Colonia España, para planificar su desarrollo, con base de irrigación.

Una cuarta parte del área de la colonia Berreta ya estaba dedicada a la agricultura de temporal y el resto a la ganadería, por lo que dentro de ella, se definieron las 2.800 Has. agrícolas, para llevarles el beneficio del regadío.

La próxima instalación de un Ingenio azucarero de remolacha en construcción sobre el río Negro a 30 Kms. por carretera de primera de la colonia, próximo a la ciudad de Mercedes, capital del Departamento de Soriano, y con capacidad de industrialización de 2.000 toneladas diarias, así como la proximidad de Frigorífico Anglo en la ciudad de Fray Bentos, a 5 Kms. de la colonia que con orientación adecuada podrá efectuar el tratamiento y envasado de vegetales, determinaron los cultivos a implantarse y la solidez económica del Proyecto.

Actualmente está en construcción la primera etapa del sistema de riego para 900 Has. y próximamente se llamará a licitación para la construcción de la segunda etapa para las 1.900 Has. restantes, en el proyecto definitivo.

En el total del área que recibirá el beneficio del regadío, es decir las 2.800 Has. agrícolas, tendrán cabida 99 familias de colonos.

Puede expresarse que con este nuevo ejemplo, se va formando conciencia de la necesidad de impulsar la subdivisión de la tierra por medio de la instalación previa de la irrigación, y que, comienza un período de generalización de formación de Distritos de Riego integrados en colonias estatales del Instituto Nacional de Colonización, bajo proyecto y construcción a cargo de la Dirección de Hidrografía del Ministerio de Obras Públicas.

SISTEMA DE RIEGO DE COLONIA BERRETA

DEFINICIONES

El Instituto Nacional de Colonización seleccionó su Colonia Berreta, para implantar un sistema de riego para 2.800 Has., con el objetivo de continuar la política iniciada con la formación del Primer Distrito de Riego en Colonia España, en operación parcial.

En planificación conjunta con la Dirección de Hidrografía del Ministerio de Obras Públicas, se efectuaron los estudios agro-económicos e hidráulicos necesarios para la elaboración del Proyecto, cuya construcción se dividió en dos etapas: la primera servirá un área de 900 Has. y la segunda cubrirá 1.900 Has. restantes.

El área total de la Colonia es de 11,281 Has.

El total del área que servirá el sistema de riego, ya había sido subdividido en tiempo atrás y en ella se asentaron 99 familias, en regimen de arrendatarios, las que en su mayor parte han constituido sus viviendas, en cada parcela adjudicada.

Las áreas de cada parcela están comprendidas entre 15 y 50 Has. y todas tienen salida a caminos de circulación interna de tercera categoría.

En el área a servir con riego, la colonia es agrícola, en el resto es ganadera.

Está en construcción la primera etapa del sistema de riego.

UBICACION

La Colonia Berreta está situada en la 1a. Sección Judicial del Departamento de Río Negro. Tiene como límite Oeste, el río Uruguay; su límite Norte se encuentra situado a 5 Kms. de la ciudad de Fray Bentes, capital del Departamento de Río Negro. Su límite Este lo determina la Ruta 2, que la conecta a Fray Bentes hacia NO. y a Mercedes y Montevideo hacia al Sur. Su límite Sur, lo constituyen 2 arroyos que desembocan en el río Negro y en el río Uruguay. Sus coordenadas geográficas son: 33°10' latitud Sur y 58°25' longitud Oeste.

CLIMA

Puede definirse como templado húmedo. Se observan precipitaciones mensuales comprendidas entre 80 y 130 mm.- media anual de 1.000 mms. La estación lluviosa es el otoño y la menos lluviosa es el invierno. La temperatura media oscila entre 12° y 25° (invierno y verano), con máxima de 35° y mínima de - 4°C. La humedad está comprendida entre 70 y 85% valores medios de mínimas y máximas. La duración del sol es de 11 horas a 14 horas, en invierno y verano respectivamente. La evaporación está comprendida entre 45 y 25% de la precipitación anual media y concentrada entre Noviembre y Febrero.

Se constatan sequías cortas en verano, pero se han acusado periodos de sequías que han hecho fracasar los cultivos de estación.

TOPOGRAFIA Y SUELOS

Topografía movida, donde se alternan lomas y depresiones; en la zona central de la colonia; con pendientes fuertes de hasta 20%. La costa es barrancosa, en la que se alterna depresiones y playas; buenos drenajes.

Predominan los suelos denominados "areniscas de Fray Bentos".

Sobre las areniscas, cuyo grado de cementación aumenta en profundidad, se observan suelos de textura areno-arcillosa liviano, con mediano contenido de materia orgánica, en las depresiones. En las partes altas las texturas son algo pesadas, con bajo contenido de finos.

La profundidad útil del suelo no está limitada por áridos pesados y la buena proporción de arenas hace que las prácticas de drenaje favorecerán la penetración de raíces y la circulación de agua.

Los suelos son aptos para regadío, con un mediano índice de fertilidad, salvo en las partes cultivadas y en ciertas zonas de subsuelo de textura algo pesada por cultivos continuados sin reposición de materia orgánica y elementos nutritivos.

DRENAJES Y AVENIDAS

El drenaje de la zona ribereña del río Uruguay está resuelto por la presencia de cañadas cortas, de buena pendiente.

En la zona central y sur, la existencia de varias cañadas con vertientes hacia el río Uruguay y río Negro, requerirán canalizaciones para permitir el desagüe de colectores de drenaje y pluviales.

La zona costera de la colonia sobre el río Uruguay no está afectada por la máxima corriente registrada.

SUMINISTRO DE AGUA

La fuente es el río Uruguay, cuyo gasto medio es del orden de 5.500 M3/seg. a esa altura. El agua puede considerarse apta para su empleo de irrigación.

CULTIVOS

Se estima el cultivo básico de la colonia será el de la remolacha azucarera, porque sobre el río Negro aguas abajo de la ciudad de Mercedes, situada a 30 Kms. por tierra de la colonia, se está instalando un Ingenio remolachero con capacidad de industrialización de 2.000 Ton. por día.

Sin perjuicio de ello, y de las rotaciones debidas, puede estimarse que buena parte del área será cubierta con cultivos hortífrutícolas, puesto que existe en Fray Bentos, un Frigorífico con buena capacidad de cámaras, aunque aún sin expansión en el tratamiento y envasado vegetales.

DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO

1a. Etapa: Sistema de Riego para 900 Has.

La fuente de abastecimiento del sistema de riego, será el río Uruguay, elevándose el agua por bombeo.

Se ilustra la red de canales de distribución del agua, hasta el nivel parcelario.

El agua será elevada desde el río Uruguay hasta el canal de alimentación principal, mediante dos plantas de electrobombeo, cada una con capacidad de 400 lts/seg., construídas en las dos elevaciones en que se divide la barranca en Punta Diamante, seleccionada entre tres posible.

La capacidad final de las dos plantas electrobombeo, a fin de servir las 2.800 Has. de las dos etapas del Proyecto, será de 1.200 lts/seg.

La Planta Nº 1 se ubicó en el primer replano y con sus obras de toma desde el río Uruguay deberá salvar un desnivel máximo de 22,48 mts.

La Planta Nº 2, ubicada en el segundo replano, deberá elevar el agua aportada por la Planta Nº 1, hasta una altura de 11,24 mts.

Los 400 lts/seg. elevados por ambas plantas, se distribuyen por gravedad a través de los canales y estructuras del sistema, para servir a las 900 Has. de la primera etapa, corriendo el canal principal de alimentación en dirección Oeste - Este hasta llegar al punto 5 Kms., donde se hace necesario instalar una nueva planta de bombeo, la Nº 3, con capacidad de 1.200 lts/seg. para servir a las 1.900 Has. restantes de la segunda etapa, hacia el sur de la colonia y para llenar un embalse regulador.

A 800 mts. de la planta Nº 3 y en una loma a cota no reglable, se construirá un embalse de regulación con capacidad de 50.000 M3. este estanque se llenará diariamente mediante el bombeo a capacidad plena de las tres plantas de bombeo (1.200 Lts/seg.) durante las 12 horas diarias en que no se riega.

La potencia eléctrica necesaria para la primera etapa es de 320 HP y la total: 950 HP.

Las obras que componen el Proyecto de esta primera etapa se dividieron en dos grupos: A) Obras de Ingeniería Hidráulica y B) Suministro y colocación de los equipos de electro-bombas a instalarse en las dos plantas del sistema.

Las del grupo A) se dividieron en tres categorías:

CATEGORIA I

Se refiere a todos los movimientos de tierra que fueron necesarios ejecutar para la construcción de la red de canales, que comprende: Canal entre planta de bombeo Nº 1 y Nº 2, Canal Principal, 5 Laterales y 4 ramales, con un total de 9 Kms. 891 mts.

CATEGORIA II

Se refiere a las obras de construcción de las estructuras que permiten el funcionamiento de los canales y que comprenden: 5 Tomas-Laterales; 36 Tomas-Granjas; 11 Represas; 4 Caídas; 3 Vertederos de fondo; 9 Vertederos de excedencias; 9 Puentes para tractores; 19 Alcantarillas; 1.071 metros lineales de tubería de hormigón y 46 metros lineales de tubería de fibrocemento, cuyo diámetro son desde 15 cms. a 100 cms.

CATEGORIA III

Se refiere a las obras de construcción de las estructuras principales y accesorios que permiten el funcionamiento de las dos plantas de bombeo.

Las obras del grupo B) se dividieron en dos categorías:

CATEGORIAS IV y V

Se refieren a las especificaciones que cumplieron los suministros e instalaciones de los equipos de electro-bombeo en sus dos plantas respectivas.

En la Planta N° 1, se instalaron 2 electro-bombas con capacidad de 200 Lts/seg. cada una, con columnas apoyadas sobre la barranca cortada a 45°. Bombas de tipo helicoidal, 2 etapas, flujo mixto, Motor eléctrico de 85 HP. para cada una, 3 fases, 50 ciclos, 220 Volts. Acoplamiento directo con un régimen normal de 1.400 r.p.m.

En la Planta N° 2 se instalaron 2 electrobombas con capacidad de 200 Lts/seg. cada una, con columnas verticales. Bombas de tipo helicoidal, 1 etapa, flujo mixto, Motor eléctrico de 40 HP. para cada una, 3 fases, 50 ciclos, 220 Volts. Acoplamiento directo, con un régimen normal de 1.400 r.p.m.

CANALES

Se han utilizado para el dimensionado y construcción de canales y estructuras, las normas y especificaciones aplicadas en el primer sistema de riego construido, en Colonia España.

El canal de aducción desde el río Uruguay hasta la cámara de carga de la Planta N° 1, el canal principal de alimentación y sus cámaras, se han dimensionado para hacer frente al caudal final de 1.200 lts/seg. que exige el total del Proyecto para 2.800 Has.

El canal principal de alimentación tiene una pendiente de 35 cms/Kms. y los canales laterales y ramales, una pendiente de 40 cms/Kms. Las velocidades de cálculo oscilaron entre 30 y 50 cms/seg. Secciones trapeciales con taludes 1,5:1. Excavación en tierra. Revestimientos en partes permeables. La longitud total de principal y laterales es de 9 Kms. 891 mts.

CAMINOS

Se hicieron bordos de 2 mts. de ancho, con coronamiento apto para el tránsito y se dejó una franja lateral de 15 mts. de ancho total, para la construcción de futuros caminos.

ESTRUCTURAS DE LOS CANALES

Se construyen las estructuras de funcionamiento de canales en hormigón armado y revestimiento de mampostería de piedra rejuntada. Comprenden: 5 Tomas-Laterales; 36 Tomas-Granjas; 11 Represas; 4 Caídas; 3 Vertederos de fondo; 8 Vertederos de excedencias; 9 Puentes para tractores; 19 Alcantarillas; 1.071 ML. de tubería de hormigón y 46 ML de tubería de fibrocemento, cuyos diámetros van desde 15 a 100 cmts.

PLANTAS DE BOMBEO

Bombas

Planta N° 1: 2 bombas de 200 lts/seg. c/u = 400 lts/seg.

Planta N° 2: 2 bombas de 200 lts/seg. c/u = 400 lts/seg.

Bombas helicoidal, tipo flujo mixto, 3 etapas y todos sus accesorios.

Para la primera planta de bombeo, las columnas tienen una inclinación de 45° y en la segunda son verticales.

Motores Eléctricos

Planta N° 1 : 2 motores de 85 HP c/u. 3 fases, 50 ciclos, 220 Volts, preparados para operar a 45°.

Planta N° 2 : 2 motores de 40 HP c/u, 3 fases, 50 ciclos, 200 Volts, en posición vertical.

Eje hueco, tipo inducción, jaula de ardilla, para operar a la interperie. Con factor de servicio de 1.15, rinden las potencias indicadas operando a una temperatura ambiente de 40° C. Provistos de los arranadores en baño de aceite, tipo estrella-triángulo, con protección de sobrecarga y botones de arranque y parada en la cubierta.

COSTO

El costo de la construcción de esta primera etapa del sistema de riego para 900 Has. ascendió a US\$ 252.000, con un costo unitario resultante de US\$ 280/Ha.

El valor venal actual de la tierra, sin la bonificación por este sistema de riego, se estima en US\$ 220/Ha.

2a. Etapa: Ampliación del sistema de riego para las 1.900 Has. restantes

Cumplidos los estudios, formulado el anteproyecto y hechos los relevamientos y replanteos de ajuste, se está elaborando el proyecto definitivo.

Las obras que componen el proyecto de la segunda etapa se dividirán en 2 Grupos: A) Obras de Ingeniería Hidráulica y B) Suministro y colocación de un equipo de electrobombeo a instalarse en la Planta N° 3.

Las Obras del Grupo A) se dividirán en 3 categorías:

CATEGORIA I

Se referirán a todos los movimientos de tierras que sean necesarios ejecutar para la construcción de la red de canales; que comprende: Canal Principal, 8 Laterales y 5 Ramales, con un total de 18 Kms. de longitud. Incluye la construcción del estanque de almacenamiento para 50.000 M3.

CATEGORIA II

Se referirán a las obras de construcción de las estructuras que permiten el funcionamiento de los canales; y que comprenden: 8 Tomas-Laterales; 70 Tomas-Granjas; 21 Represas; 8 Caídas; 6 Vertederos de fondo; 16 Vertederos de excedencias; 15 Puentes para tractores; 28 Alcantarillas; 2.200 ML. de tubería de hormigón y 100 ML. de tubería de fibrocemento, cuyos diámetros van desde 15 a 100 cmts. Incluye los revestimientos del embalse regulador.

CATEGORIA III

Se referirán a las obras de construcción de las estructuras principales y accesorias que permitan el funcionamiento de la planta de bombeo.

CATEGORIAS IV y V

Se referirán al suministro y colocación del equipo de electrobombeo en la Planta N° 3.

Bombas

3 Bombas de 400 lts/seg. c/u.; H = 11 mts. Total 1.200 lts/seg. Bombas helicoidales, tipo flujo mixto, 3 etapas y todos sus acoplamientos y accesorios.

Motores Eléctricos

3 Motores de 85 HP c/u., 3 fases, 50 ciclos, 220 Volts en posición vertical; del mismo tipo de los que se instalan para la primera etapa.

COSTO

Se estima el costo de la construcción de la segunda etapa del sistema de riego, para 1.900 Has. a US\$ 600.000 (rd)., con un costo estimativo unitario resultante de US\$ 320/Ha. (rd).

El Valor venal actual de la tierra, sin bonificación por este sistema de riego, se estima en US\$ 220/Ha.

Ing. Carlos A. Avallone
U r u g u a y