

**VERSION PRELIMINAR
SUJETA A CORRECCION**

DEMANDA Y DISTRIBUCION DE AGUA PARA RIEGO

Area: FIAMBALA

(Provincia de Catamarca)

1236

PROYECTO NCA HIDRICO
SEGUNDA FASE

Realizado por: Hector Pacifico Paoli
Ingeniero Agrónomo

H. 1112
H. 110

AÑO 1981

Catamarca

INDICE GENERAL

	<u>Pag. N°</u>
-	1
1.	2
2.	2
3.	3
3.1	3
3.1.1	3
3.1.2	4
3.1.3	4
3.2	5
3.2.1	5
3.2.2	5
3.3	7
3.3.1	7
3.3.2	7
3.4	7
4.	8
4.1	8
4.1.1	8
4.1.2	8
4.2	8
4.3	9
5.	9
5.1	9
5.2	10
5.2.1	10
5.2.2	10
5.3	10
5.4	16
5.5	16
5.6	16

6.	Cálculo de los parámetros para diseño	16
6.1	Lámina de reposición	16
6.2	Infiltración	20
6.2.1	Valores utilizados	20
6.3	Caudal de infiltración	20
6.4	Tiempo de infiltración de la lámina de reposición	21
6.5	Tiempo de escurrimiento de la lámina de reposición	21
7.	Caudal máximo no erosivo	22
8.	Dimensiones de las unidades de riego	22
9.	Método propuesto	23
10.	Frecuencia de riego	23
11.	Esquema de distribución de agua	23
12.	Conclusiones	24
13.	Recomendaciones	25
14.	Bibliografía	26

INDICE DE CUADROS

		<u>Pág. N°</u>
CUADRO N° 1	Río Guanchin - Caudales medios mensuales (l/s) (en Guanchincito).	5
CUADRO N° 2	Análisis en diferentes tomas de muestras.	6
CUADRO N° 3	Relación porcentual propuesta	9
CUADRO N° 4	Evapotranspiración potencial - Método de Blaney y Criddle	11
CUADROS N° 5, 6, 7, 8, 9 y 10	Evapotranspiración de los cultivos	12-13-14
CUADRO N° 11	Precipitación efectiva	15
CUADRO N° 12	Necesidad de riego neta	17
CUADRO N° 13	Necesidad de riego neta ponderada	18
CUADRO N° 14	Frecuencia de riego	23
CUADRO N° 15	Esquema de distribución	24

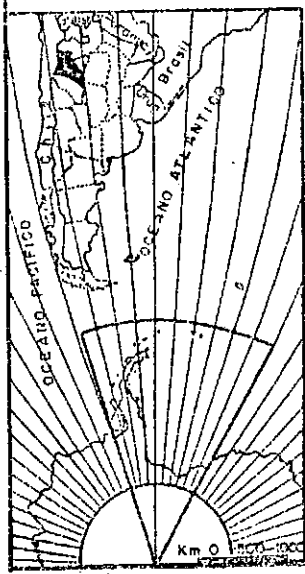
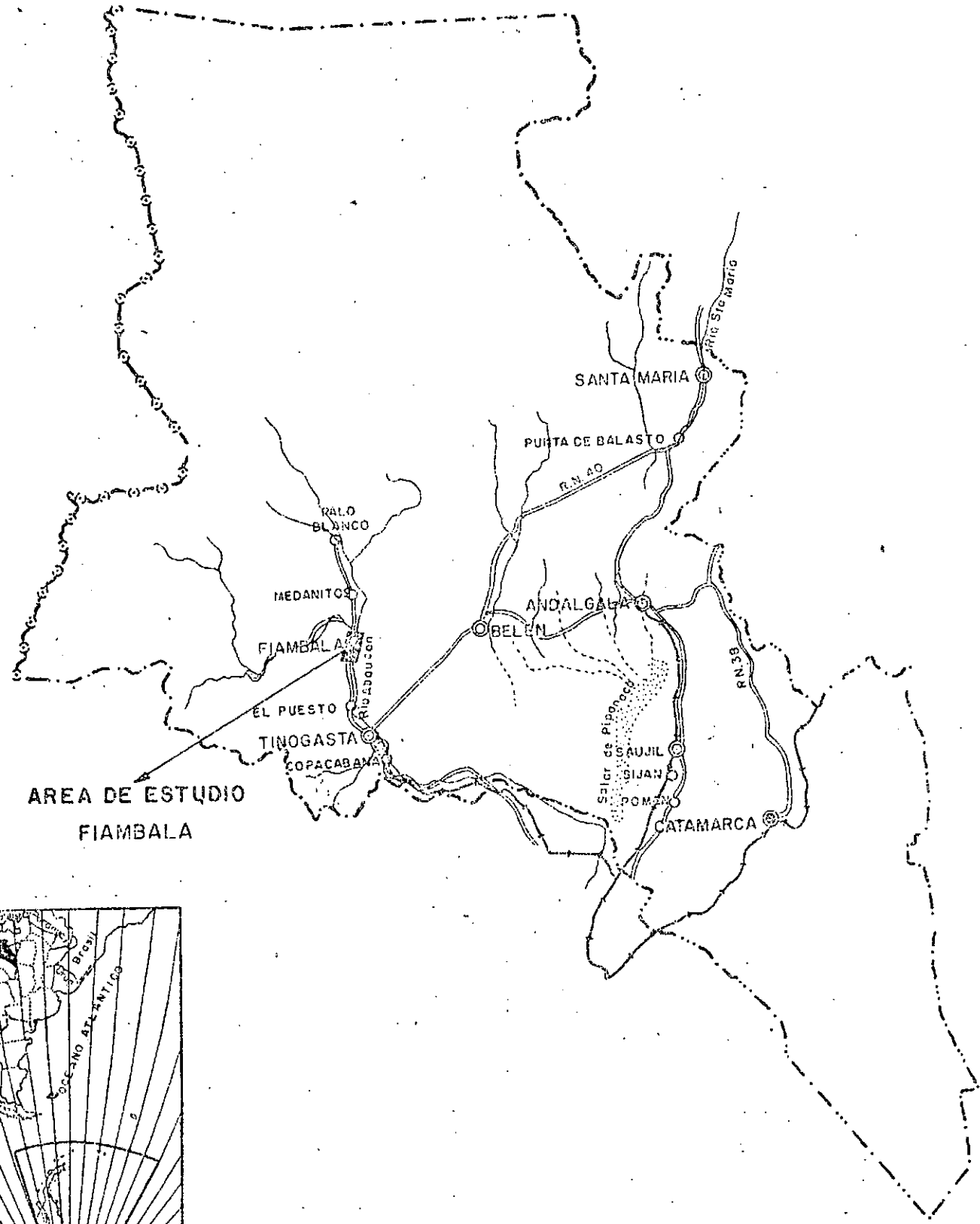
INDICE DE GRAFICO

GRAFICO N° 1	Curva de demanda	19
--------------	------------------	----

MAPA DE UBICACION

AREA FIAMBALA

ESCALA 1:2.500.000



1. Introducción

El área actualmente regada de Fiambalá cubre una superficie aproximada de 600 Ha. Se ubica en el departamento Tinogasta, al oeste de la Provincia de Catamarca; distante 50 Km. al norte de la ciudad cabecera de departamento (Mapa de Ubicación - Pág. 1).

El distrito se sirve actualmente mediante la captación de agua a través de una toma libre ubicada sobre el Río Guanchín. La conducción se realiza por medio de un canal matriz hasta llegar a un partidor; de éste, surgen dos canales principales por donde se conduce agua hacia el área cultivada.

La ejecución de la obra de toma sobre el Río Guanchín, la construcción del canal matriz revestido y el pedido de Anteproyecto y Proyecto de reestructuración de la red de riego realizado por las autoridades provinciales al Proyecto NOA HIDRICO son hechos indicativos que demuestran el interés provincial en solucionar los problemas que afectan el área y en especial los relacionados con el riego; ocasionados principalmente por la falta de infraestructura en obras que permitan realizar una adecuada captación, conducción y racional distribución de agua.

2. Objetivo

El objetivo de este trabajo es determinar la demanda de agua para la nueva estructura de cultivos, otorgando simultáneamente una orientación hacia el conocimiento de los parámetros de riego, método de aplicación y sistema de distribución o turnado; elementos necesarios para el logro de un adecuado manejo del agua para riego. Estos podrán ser determinados concretamente cuando se disponga del estudio de suelos y ensayos de infiltración realizados con mayor detalle.

3. Análisis de antecedentes y estudios básicos

3.1 Clima - Parámetros meteorológicos

3.1.1 Precipitación

Los registros de lluvias oficiales existentes en el área de estudio y localidades vecinas, son escasos y no han sido tomados en forma consecutiva a través de una serie de años. Medanitos, Saujil, Fiambalá y Guanchincito cuentan con estaciones pluviométricas cuyos registros son ejemplos de tal situación.

Más al sur, en San José de Tinogasta se encuentra instalada una estación pluviométrica cuyos registros fueron tomados desde el año 1903 hasta el 1974.

La localidad de Tinogasta cuenta con una estación meteorológica con registros realizados y publicados por el Servicio Meteorológico Nacional, además, existen estimaciones locales que fueron realizadas por la empresa Tecnoagro S.R.L. para la localidad de Fiambalá, calculados por De Fina en base a la información disponible de localidades vecinas y el comportamiento general de la zona.

Los valores de precipitación registrados en la localidad de Tinogasta para el período 1941-1950, serán utilizados posteriormente para calcular la necesidad de riego de la relación de cultivos propuesta.

Precipitación media mensual en mm. de lámina

Meses	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	AÑO
Localidad													
Tinogasta (1941-50)	45,3	38,0	16,9	3,0	1,0	1,1	1,8	1,0	3,2	4,1	17,2	12,7	145,3

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional

3.1.2 Temperatura

La estación meteorológica más cercana a Fiambalá, que cuenta con registro de temperatura media mensual, es Tinogasta, para los períodos 1941-1950 y 1951-1960.

A los fines del cálculo de la evapotranspiración potencial, para el área de estudio se adoptaron los valores calculados por Tecnoagro S.R.L. mediante el método del gradiente vertical medio, ya que la diferencia de altura entre Tinogasta y Fiambalá produce variaciones de temperatura.

Valores medios mensuales de temperatura en °C.

Meses													
Localidad	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	AÑO
Tinogasta (1941-50)	25,1	24,1	21,3	17,5	12,6	9,1	8,9	12,8	15,9	19,7	22,5	15,5	17,9
Fiambalá (Calculad.)	21,2	20,6	18,5	15,6	12,2	9,6	9	11,3	14,2	17,3	19,0	23,0	16,0

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional

En lo concerniente a heladas, con la información recogida en la zona y según el estudio "Las Heladas en la República Argentina" de J.J. Burgos, el período libre de heladas supera los 200 días (entre 15 de setiembre y 15 de mayo).

3.1.3 Vientos

Los vientos soplan predominantemente del sur, sud-este durante el verano, aunque en invierno prevalecen los vientos del sector norte. La estación meteorológica de Tinogasta cuenta con registro de frecuencia de dirección y velocidad de los vientos, no obstante, dichos valores no pueden ser extrapolados hacia el área de estudio, ya que en esta zona soplan con mayor velocidad y frecuencia.

3.2 Recurso hídrico superficial

3.2.1 Disponibilidad

La disponibilidad del recurso se ha analizado en el informe producido por el Proyecto NOA HÍDRICO en el mes de Diciembre de 1979 (*). Los valores obtenidos se detallan en el Cuadro N°1.

Cuadro N°1

Río Guanchín - Caudales medios mensuales (l/s) en Guanchincito

Período meses	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1940-60*	2.153	1.905	1.563	1.176	1.146	1.170	1.170	1.169	1.139	1.107	1.136	1.212
1972-73**	870	1.140	1.150	1.640	1.750	1.800			870	910	870	920

(*) Valores resultantes de la correlación efectuada con el Río Abaucán en Tingo - gasta. Coeficiente de correlación: 0,557

(**) Valores de campaña de aforo. Periodo Setiembre 1972-Junio 1973

3.2.2 Calidad del agua para riego

- Peligro de salinidad

La conductividad eléctrica del agua de superficie, oscila entre 1.200 - 1.500 micromhos por cm. a 25°C.

De acuerdo al criterio de la clasificación Reverside, modificado por Thorne y Peterson, el análisis de las muestras estudiadas se encuadran dentro de los términos $C_3 S_1$ que significa:

AGUA ALTAMENTE SALINA (C_3): "No puede usarse en suelos cuyo drenaje sea deficiente. Aún con drenaje adecuado se pueden necesitar

(*) Cálculo de la Disponibilidad del Recurso Hídrico, Consumo Actual y Potencial.

prácticas especiales de control de la salinidad, debiendo por lo tanto, seleccionar únicamente aquellas especies vegetales muy tolerantes a sales" * .

- Peligro de sodio

La relación absorción de sodio (R.A.S.) alcanza valores entre 3-8, indicando aguas con bajo contenido de sodio, factible de ser utilizada para el riego en la mayoría de los suelos, con escasa probabilidad de alcanzar niveles peligrosos de sodio intercambiable. El Cuadro N°2 indica los valores de análisis para diferentes tomas de muestras.

Cuadro N°2

Análisis en diferentes tomas de muestras

Muestras	Canal Principal Sector Norte (Fiambalá)	Canal Principal Sector Sur (Fiambalá)	Acequia área Regada (Fiambalá)
C.E a 25°C	1.280 ⁴ mhos/cm	1.280 ⁴ mhos/cm	1.452 ⁴ mhos/cm
pH	8,60	8,25	8,30
Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺	4,49	4,61	5,76
Na ⁺ + K ⁺	6,0	5,77	12,92
CO ₃ ⁻	-	-	-
CO ₃ H ⁻	142,16	200,12	360,62
SO ₄ ⁻	97,26	99,66	100,86
Cl ⁻	162,66	161,70	274,72
R.A.S.	3,77	3,60	7,36
Boro	-	-	-
Clasificación s/Reverside Mod. Thorne-Peterson	C ₃ -S ₁	C ₃ -S ₁	C ₃ -S ₁

Fuente: Toma de muestras efectuadas por el Proyecto NOA HIDRICO.

Análisis químicos realizados por la Dirección General Agropecuaria-Salta.

(*) Diagnóstico y Rehabilitación de Suelos Salinos y Sódicos. México. 1977.

3.3 Suelos

3.3.1 Generalidades

El estudio de suelos fue realizado por "Tecnoagro S.R.L. y abarca una superficie aproximada de 3.150 Ha.

La situación actual muestra una gran heterogeneidad de suelos, pudiendo variar en el futuro debido al aporte de materiales nuevos, en muchos casos por efecto de las crecidas.

3.3.2 Clasificación

Los suelos están clasificados de acuerdo a once perfiles representativos, distinguiéndose los grados de aptitud II y IV.

Los perfiles que representan a los suelos de grado I son de textura A - AF (arenosa-areno franca) en superficie a (arenosa) A en profundidad, infiltración moderadamente rápida, con baja a muy baja capacidad de retención hídrica.

Los suelos de grado IV se caracterizan por su escaso valor para el riego, en general de texturas extremadamente gruesas y presencia de grava.

Dada la heterogeneidad de los suelos presentes en el área de trabajo, para nivel de proyecto será necesario realizar un estudio a mayor detalle, determinando textura y realizando paralelamente los ensayos de infiltración correspondientes.

En esta etapa de estudio, los valores de las constantes hídricas e infiltración promedio son estimados: posteriormente deberán ser corroborados con los respectivos ensayos de campo.

3.4 Pendiente media

El relevamiento topográfico indica para Fiambalá una pendiente media de 0,86% para el sector norte y de 1% para el sector sur (sentido longitudinal norte-sur).

En el sentido transversal O-E la pendiente media es de 0,003 a 0,004 para la sección norte y de 0,001 a 0,002 para la parte sur.

4. Desarrollo agrícola actual

4.1 Cultivos actuales

Actualmente más del 95% de la superficie regada se encuentra implantada con viñedos, el porcentaje restante se diversifica en cultivos tales como: alfalfa, cereales de invierno y en menor proporción olivo.

En cuanto a rendimiento, la vid rinde en promedio unos 20.000 Kg/Ha., aunque viñedos bien manejados pueden alcanzar rendimientos promedios de 30.000 a 35.000 Kg/Ha (Según datos recogidos en la zona).

4.1.1 Tecnificación y prácticas de cultivos

En general las labores culturales son realizadas en forma manual, sólo algunos productores que poseen equipo mecánico propio realizan las labores en forma mecánica.

La aplicación de abono natural y pulverizaciones con productos químicos (funguicidas y/o insecticidas) se realizan con relativa frecuencia.

4.1.2 Método de riego empleado

La aplicación de agua a nivel parcelario se realiza por gravedad en piletas o bateas de inundación, por melgas en pendiente y en raras ocasiones por surcos

4.2 Cultivos posibles

En base al estudio realizado por el Ing. Armando L. de Fina, en su publicación denominada "Cultivos Posibles en las Diversas Areas de la República Argentina", surge para el área de Fiambalá una lista de cultivos factibles comprendidos dentro de los rubros: Hortalizas, Cereales, Forrajeras, Cultivos industriales y Frutales.

En frutales, la vid europea (*Vitis vinifera*), el olivo (*Olea europaea*), Higuera (*Ficus carica*) y Membrillo (*Cydonia oblonga*), tienen las condiciones agroecológicas adecuadas para su desarrollo.

En el grupo de especies forestales, el Alamo piramidal (*Populus nigra*) con riego, el Eucalipto (*Eucalyptus rostrata*), algunos Pinos de zonas áridas y el Tamarix sp. pueden desarrollarse en el área, pudiendo ser utilizados en la implantación de cortinas forestales o formación de nequeños bosquecillos.

4.3 Relación de cultivos Propuesta

La estructura de los planes de cultivo ha sido conformada sobre la base de los estudios de caracterización productiva y el análisis de colocación de productos en diferentes mercados.

En el Cuadro N°3 figuran los porcentajes correspondientes.

CUADRO N°3
Relación Porcentual Propuesta

Cultivos	%
Vid	30
Olivo	7
Alfalfa	7
Cereales de Invierno (para abono verde)	6
Hortalizas de Primavera	
Total	100

5. Estimación del consumo de agua por los cultivos

5.1 Evapotranspiración potencial

Utilizando los registros de precipitación suministrados por el Servicio Meteorológico Nacional para la localidad de Tinogasta (período 1941-1950) y datos de temperatura media mensual "calculados" para la localidad de Fiambalá, se aplicó el método de Blaney y Criddle desarrollado para zonas áridas y semiáridas.

En el Cuadro N°4 se muestran los valores de evapotranspiración diaria y mensual.

5.2 Uso consuntivo (Etc)

5.2.1 Coefficiente de cultivo (Kc)

Para cultivos plurianuales, tales como vid, olivo y alfalfa, los valores de Kc corresponden a los detallados en el estudio de FAO N°24 (*) tomando situaciones de climas similares al área de estudio. En cultivos anuales, el coeficiente de cultivo (Kc) se determinó mediante la aplicación de la curva de coeficiente que relaciona las diferentes fases de cultivo. (Cuadros Nos. 5, 6, 7, 8 y 9).

5.2.2 Evapotranspiración de los cultivos

Ajustando los valores de evapotranspiración diaria (Etc), con los Kc mensuales se obtienen los milímetros de evapotranspiración de cultivo o uso consuntivo correspondiente a cada cultivo. Cuadro N°10.

5.3 Precipitación efectiva

Con el propósito de calcular la necesidad de riego, se ha tomado como lluvia efectiva el 80% de los valores medios mensuales de registro. Debido a que existen años en que la lluvia caída resulta muy inferior a la media normal, es conveniente realizar los cálculos de la demanda, utilizando el 80% de los valores de registro en años normales y el 50% de éste para años de lluvias escasas. Cuadro N°11.

(*) Publicación N°24 "Las Necesidades de Agua de los Cultivos".

CUADRO N° 4

EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL

METODO DE BLANEY-CRIDDLE

Altura: 1.450 mts.

Latitud: ~ 30°

Longitud: ~ 68°

Localidad: FIAMBALA (Catamarca)

Periodo: (*)

MESES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	AÑO
Temperatura media(*) mensual en °C	21.2	20.6	18.5	15.6	12.2	9.6	9.0	11.3	14.2	17.3	19.0	23.0	16.0
P	0.31	0.30	0.28	0.26	0.24	0.23	0.24	0.25	0.27	0.29	0.31	0.32	
f= Px (0.46t + 8.13) E.T.P mm/día	5.5	5.3	4.6	3.9	3.3	2.8	2.9	3.3	3.9	4.6	5.2	6.0	
D _{Tp} (mm/mes)	171.8	148.4	142.6	117.0	102.3	86.0	91.2	102.3	117.0	142.6	156.8	186.0	1.564.0

(*) Temperatura calculada por TECNOAGRO S.R.L. para la localidad de FIAMBALA.-

PROYECTO NOA HIDRICO
Segunda Fase

CUADRO N° 5

Area: FIANBALA

Cultivo: V I D

Meses	S	O	N	D	E	F	M	A
E.V.T.P mm/día	3.9	4.6	5.2	6.0	5.5	5.3	4.6	3.9
K	0.30	0.50	0.65	0.75	0.75	0.70	0.60	0.50
E _{Pc} mm/día	1.2	2.3	3.4	4.5	4.1	3.7	2.8	1.9
E _{Pc} mm/mes	36.0	71.3	102.0	139.5	127.1	103.6	86.8	57.0
E _{Pc} mm/año	723.3 mm							

CUADRO N° 6

Cultivo: OLIVO

Meses	J	A	S	O	N	D	E	F	Mayo
E.V.T.P mm/día	2.9	3.3	3.9	4.6	5.2	6.0	5.5	5.3	3.3
K	0.25	0.35	0.60	0.80	0.85	0.75	0.55	0.35	0.30
E _{Pc} mm/día	0.7	1.1	2.3	3.7	4.4	4.5	3.0	1.8	0.9
E _{Pc} mm/mes	21.7	34.1	69.0	114.7	132.0	139.5	93.0	50.4	27.0
E _{Pc} (año) mm/año	681.4 mm								

CUADRO Nº 7Cultivo: ALFALFA

MESES	S	O	N	D	E	F	M	A	M
EVTP mm/día	3.9	4.6	5.2	6.0	5.5	5.3	4.6	3.9	3.3
K	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
ETC mm/día	3.7	4.4	4.9	5.7	5.2	5.0	4.4	3.7	3.1
ETC mm/mes	111.0	136.4	147.0	176.7	161.2	140.0	136.4	117.0	93.0
ETC (año) mm/año	1218.7 mm.								

CUADRO Nº 8Cultivo: HORTALIZAS DE PRIMAVERA

MESES	S	O	N	D	E	F	M
EVTP. mm/día	3.9	4.6	5.2	6.0	5.5	5.3	4.6
K	0.40	0.60	0.99	1.00	0.70	0.60	0.35
ETC mm/día	1.6	2.8	5.1	6.0	3.8	3.2	1.6
ETC mm/mes	48.0	86.8	153.0	186.0	117.8	89.6	50.0
ETC (año) mm./año	731.2 mm.						

CUADRO Nº 9Cultivo: CEREALES DE INVIERNO
(Abono Verde)

MESES	M	J	J
EVTP. mm/día	3.3	2.8	2.9
K	0.50	0.75	0.90
ETC mm/día	1.6	2.1	2.6
ETC mm/mes	49.6	63.0	80.6
ETC (año) mm/año	193.2 mm.		

CUADRO N° 10

VALORES DE USO CONSUNTIVO

(en mm. de lámina)

Meses	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	AÑO
<u>Cultivos</u>													
<u>Vid</u>			36.0	71.3	102.0	139.5	127.1	103.6	86.8	57.0			723.3
<u>Olivo</u>	21.7	34.1	69.0	114.7	132.0	139.5	93.0	50.4			27.0		681.4
<u>Alfalfa</u>			111.0	136.4	147.0	176.7	161.2	140.0	136.4	117.0	93.0		1218.7
<u>Cereales de Invierno (para Abono Verde)</u>	80.6										49.6	63.0	193.2
<u>Hortalizas menores de primavera</u>			48.0	86.8	153.0	186.0	117.8	89.6	50.0				731.2

Fuente: Elaboración propia

PROYECTO NOA HIDRICO
Segunda Fase

CUADRO Nº 11

PRECIPITACION UTILIZADA EN EL CALCULO

Precipitación registrada (mm) Período: 1.941-50 Localidad: TINOGASTA (1)		Precipitación Efectiva	
		Años de lluvias normal 80% (de 1) (2)	Años de lluvias escasas 50% (de 2) (3)
ENERO	45.3	36.2	18.1
FEBRERO	38.0	30.4	15.2
MARZO	16.9	13.5	6.7
ABRIL	3.0	2.4	1.2
MAYO	1.0 *	-	-
JUNIO	1.1 *	-	-
JULIO	1.8 *	-	-
AGOSTO	1.0 *	-	-
SEPTIEMBRE	3.2	2.5	1.2
OCTUBRE	4.1	3.3	1.6
NOVIEMBRE	17.2	13.8	6.9
DICIEMBRE	12.7	10.1	5.0
ANUAL	145.3	112.2	55.9

(*) Los valores \leq a 2 mm. no fueron considerados en el cálculo de los requerimientos de riego.

FUENTE: Servicio Meteorológico Nacional.
Elaboración propia.-

5.4 Necesidad de riego neta de los cultivos

Es la cantidad de agua neta que hay que reponer al suelo mediante el riego para satisfacer los requerimientos de los diferentes cultivos (diferencia entre Uso Consuntivo y Precipitación Efectiva). El Cuadro N°12 muestra los valores respectivos en mm. de lámina.

5.5 Necesidad de riego neta ponderada

Ponderando el requerimiento de riego neto, en base a la conformación de la estructura de cultivos, se obtienen los valores demandados por la relación porcentual establecida para el área regada (Cuadro N°13).

Se hace necesario además, incorporar los valores de lámina requeridos para algunas prácticas de cultivos, tales como: riego presiembrado.

5.6 Análisis de la demanda de agua

De acuerdo con la estructura de cultivos propuesta, para años de precipitaciones normales, el período activo de riego comienza en el mes de setiembre, alcanza su pico máximo en diciembre, descendiendo en enero, febrero y marzo, hasta alcanzar valores mínimos en mayo, junio, julio y agosto.

En años de lluvias escasas el pico se alcanza en diciembre con una dotación máxima de 0,87 l/s/ha. (Gráfico N°1).

6. Cálculo de los parámetros para diseño

6.1 Lámina de reposición

Para calcular la lámina de reposición será necesario disponer de un estudio de suelos realizado con mayor detalle, sobre todo teniendo en cuenta la gran heterogeneidad que presentan los diferentes perfiles. No obstante, con el conocimiento de las clases texturales determinados mediante el estudio realizado por Tecnoagro S.R.L., se puede

PROYECTO NOA HIDRICO
SEGUNDA FASE

CUADRO Nº 12

NECESIDAD DE RIEGO NETA DE LOS CULTIVOS
(en mm. de lámina)

CULTIVOS	MESES	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	AÑO
	PREF.(N)		36.2	30.4	13.5	2.4					2.5	3.3	13.8	10.1
PREF.(E)		18.1	15.2	6.7	1.2					1.2	1.6	6.9	5.0	55.9
VID		90.9 109.0	73.2 88.4	73.3 80.1						33.5 34.8	68.0 69.7	88.2 95.1	129.4 134.5	556.5 611.6
OLIVO		56.8 74.9	20.0 35.2			27.0 27.0		21.7 21.7	34.1 34.1	66.5 67.8	111.4 113.1	118.2 125.1	129.4 134.5	585.1 633.4
ALFALFA		125.0 143.1	109.6 124.8	122.9 129.7	114.6 115.8	93.0 93.0				108.5 109.8	133.1 134.8	133.2 140.1	166.6 171.7	1106.5 1162.8
Cereales de invierno p/ abono verde						49.6 49.6	63.0 63.0	80.6 80.6						193.2 193.2
Hortalizas menores de primavera		81.6 99.7	59.2 74.4	36.5 43.3						45.5 46.8	83.5 85.2	139.2 146.1	175.9 181.0	621.4 676.5

FUENTE DE ELABORACION PROPIA

Las cifras superiores de cada cuadro corresponden a valores de años con precipitaciones normales, las inferiores a precipitaciones escasas.

PROYECTO NOA HIDRICO
SEGUNDA FASE

CUADRO Nº 13

NECESIDAD DE RIEGO NETA PONDERADA EN BASE A LA ESTRUCTURA DE CULTIVO

MESES CULTIVOS	%	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	AÑO
VID	30	72.7 87.2	58.6 70.7	58.6 64.0						26.8 27.8	54.4 55.7	70.5 76.0	103.5 107.6	445.1 489.0
OLIVO	7	4.0 5.2	1.4 2.5			1.9 1.9		1.5 1.5	2.4 2.4	4.6 4.7	7.8 7.9	8.3 8.7	9.0 9.4	40.9 44.2
ALFALFA (Henificación)	7	8.7 10.0	7.7 8.7	8.6 9.0	8.0 8.1	6.5 6.5				7.6 7.7	9.3 9.4	9.3 9.8	11.6 12.0	77.3 81.2
Cereales de invierno p./abono verde	6				3.6 3.6	3.0 3.0	3.8 3.8	4.8 4.8						15.2 15.2
Hortalizas menores en primavera	6	4.9 6.0	3.5 4.5	2.2 2.6						2.7 2.8	5.0 5.1	8.3 8.7	10.5 10.8	37.1 40.5
Requerimiento mensual neto en mm. de lámina	100	90.3 108.4	71.2 86.4	69.4 75.6	11.6 11.7	11.4 11.4	3.8 3.8	6.3 6.3	2.4 2.4	41.7 43.0	76.5 78.1	96.4 103.2	134.6 139.8	615.6 670.1
Req. neto en m ³ /Ha./mes.		903 1084	712 864	694 756	116 117	114 114	38 38	63 63	24 24	417 430	765 781	964 1032	1346 1398	6156 6701
Req. bruto en m ³ /Ha./mes		1505 1806	1187 1440	1156 1260	193 195	190 190	63 63	105 105	40 40	695 717	1275 1301	1606 1720	2243 2330	10258 11167
Dotación neta en l/s/Ha.		0.33 0.40	0.29 0.36	0.26 0.28	0.04 0.04	0.04 0.04	0.02 0.02	0.02 0.02	0.008 0.008	0.16 0.16	0.28 0.29	0.38 0.40	0.50 0.52	0.20 0.21
Dotación bruta en l/s/Ha.(Ej. de apt.060)		0.55 0.67	0.48 0.60	0.43 0.46	0.06 0.06	0.06 0.06	0.04 0.04	0.04 0.04	0.01 0.01	0.28 0.28	0.47 0.48	0.63 0.67	0.83 0.87	0.33 0.35

⊙ RIEGO PRESIEMBRA

FUENTE: ELABORACION PROPIA

Las cifras superiores de cada cuadro corresponden a valores de años con precipitaciones normales, las inferiores a precipitaciones escasas

CURVAS DE DOTACION
(EF. DE APLICACION 0.60)

DOTACION
l/s/ha.

1.00

0.90

0.80

0.70

0.60

0.50

0.40

0.30

0.20

0.10

0.00

J

A

S

O

N

D

E

F

M

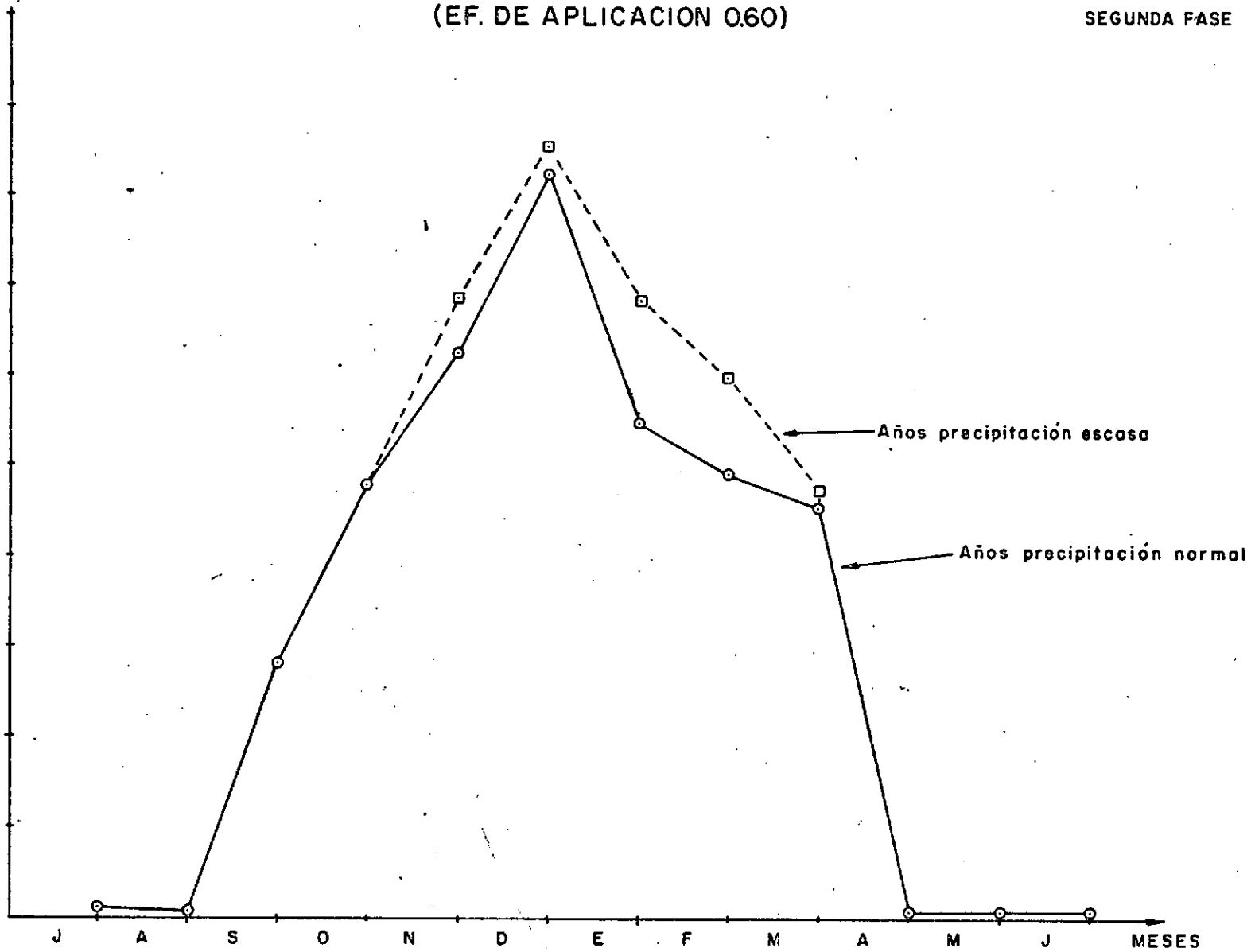
A

M

J

J

MESES



Años precipitación escasa

Años precipitación normal

estimar la capacidad de almacenaje (W_u), que para éstos suelos, de textura liviana puede alcanzar 120 mm. por metro de profundidad, si tomamos el 50% de la capacidad de almacenaje, la lámina de aplicación será de 60 mm, valor considerado como "mínimo" para ser aplicado en riego por gravedad.

6.2 Infiltración

En el área de riego de Fiambalá no se han realizado ensayos de infiltración. Para esta etapa de estudio se tomó valores de infiltración promedio especificados en tablas de acuerdo a textura de suelos y pendiente del terreno (*), de esta forma los valores obtenidos en el dimensionamiento de las unidades de riego son aproximados, debiendo ser corroborados posteriormente con los ensayos de campo correspondientes.

6.2.1 Valores utilizados

En Fiambalá los suelos en general son de texturas muy liviana, la infiltración promedio puede alcanzar y/o superar los 250 mm/hora (**), valor que será tomado como orientación y utilizado para el cálculo de los parámetros para diseño.

6.3 Caudal de infiltración

$$q(i) = \frac{I_p}{3.600} = \frac{\text{mm} / \text{hora}}{3.600 \text{ seg}} = 1/\text{seg. m}^2$$

$$q(i) = \frac{250 \text{ mm/hora}}{3.600 \text{ seg.}} = 0,069 1/\text{seg. m}^2$$

(*) Pendiente indicada en el estudio topográfico, realizado por el Proyecto NOA HIDRICO. Puede tener variaciones a nivel parcelario tratándose de un área cultivada con especies pluri- anuales que requieren para su implantación nivelación previa de los terrenos.

(**) Según tablas. Suelo Arenoso. Sistematización de tierras para riego por superficie- Ing. C.Romanella.

6.4 Tiempo de infiltración de la lámina de reposición

Tomando una infiltración promedio de 250 mm/hora (según tablas para suelos arenosos), el tiempo de infiltración para una lámina de aplicación estimada en 60 mm para los suelos de Fiambalá, será del orden de:

$$\begin{aligned} \text{Tiempo de infiltración} &= \frac{\text{Lámina mm.}}{\text{Ip mm / hora}} = \\ \text{Ti} &= \frac{dr \text{ mm}}{\text{Ip mm / hora}} = \\ &= \frac{60 \text{ mm}}{250 \text{ mm / hora}} = 0,24 \text{ horas} \end{aligned}$$

6.5 Tiempo de escurrimiento de la lámina de reposición

Para lograr una eficiencia entre un 70 y 80% el tiempo de escurrimiento deberá ser $\approx 0,6$ del tiempo de infiltración.

$$\text{Si } R = \frac{t_i}{t_e}$$

$$\text{Ef(a)} = \frac{2R + 100}{2R + 1}$$

$$\text{Ef(a)} = \frac{2 \times 1,66 \times 100}{2 \times 1,66 + 1} = \frac{332}{4,32} = 77\%$$

Siendo $t_e = 0,6 t_i \therefore t_e$ de la lámina ~~net~~ $\approx 13'$ por unidad de riego.

t_i = tiempo de infiltración

t_e = tiempo de escurrimiento

R = relación entre los tiempos

7. Caudal máximo no erosivo

Riego por melgas:

$$\begin{aligned} Q \text{ (nem)} &= 5,5 ; (i)^{-0,75} \\ &= 5,57 \cdot 0,8^{-0,75} \\ &= 5,57 \times 1,082 = 6 \text{ l/s} \times \text{m. ancho de melga} \\ &= 6 \text{ a } 7 \text{ l/s.} \times \text{m. ancho de melga} \end{aligned}$$

8. Dimensiones de las unidades de riego

Melgas

a) Ancho máximo

$$\begin{aligned} A_m &= \frac{\text{tolerancia}}{\text{gradiente}} \\ &= \frac{0,035 \text{ m}}{0,008 \text{ m}} = 4,3 \text{ m} \approx 5 \text{ m.} \end{aligned}$$

b) Area máxima

$$\begin{aligned} A_{ir} &= \frac{\text{Caudal máximo no erosivo}}{\text{Caudal de infiltración}} \\ &= \frac{Q_{ne}}{q(i)} = \frac{35 \text{ l/s}}{0,069 \text{ l/s m}^2} = 507 \text{ m}^2 \\ &\approx 500 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

c) Largo máximo

$$\begin{aligned} \text{Largo} &= \frac{\text{Area}}{\text{Ancho}} = \frac{500 \text{ m}^2}{5 \text{ m}} = 100 \text{ m} \\ &= 100 \text{ m} \end{aligned}$$

9. Método propuesto

Por los sedimentos que transporta el agua de riego, es necesario descartar la posibilidad de utilizar riego por goteo o aspersión. Riego y Agricultura -James Wolf- Abril 1981.)

Dentro de los métodos de aplicación por gravedad o superficie, se propone regar por bateas de inundación (método aplicado en la actualidad), ajustando las dimensiones de las unidades de riego.

La aplicación de agua por surcos, es otro de los métodos de riego que podría ser utilizado en el área de estudio.

10. Frecuencia de Riego

La frecuencia de riego se determina mediante la relación entre la lámina aplicada y la necesidad de riego diaria o mensual. Cuadro N°14

Cuadro N° 14
Frecuencia de Riego

MESES		J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J
Número de Riegos	PN	1.3	0.56	1.8	2.2	2.3	2.9	2.0	1.8	2.0	1.9	1.5	1.0
	PF	1.3	0.56	1.8	2.3	2.4	3.0	2.0	2.0	2.1	1.9	1.5	1.0
Frec.de Riego.Prom Ponderado	PN	2952	775.2	431	243	186	138	206	236	268	1551	1631	4736
	PF	2952	775.2	418	238	174	133	171	194	246	1538	1631	4736
Frec.de Riego.(cultivo más exigente)	PN	230	54.5	165	139	129	105	148	153	151	157	199	285
	PF	230	54.5	163	137	123	102	129	134	143	155	199	285

Fuente: Elaboración Propia.

11. Esquema de Distribución de Agua

El agua se entregará a nivel de parcelas que surjan del remodelamiento del área, mediante la aplicación de turnos pre-establecidos.

El suministro debe efectuarse en forma ordenada y progresiva, cumpliendo el intervalo de riego fijado por la relación existente entre la lámina aplicada y el consumo diario o mensual.

Basando el cuadro de distribución en la frecuencia de riego obtenida para años con escasa precipitación y teniendo en cuenta el cultivo más exigente, el número de riego variará de acuerdo al período considerado. Cuadro N°15

Cuadro N° 15

PERIODO	UNIDAD	NOV-DIC-ENE	SET-OCT-FEB MAR - ABR	MAY-JUN JUL-AGO
Caudal máximo no erosivo		35 - 40	35 - 40	35 - 40
Número de riegos mensuales		3	2	1
Tiempo de riego neto (Lám.aplic. 60 mm.)	Por elemento Por hectárea	13' 260'	13' 260'	13' 260'
Tiempo de riego real (Lám.de aplic.100 mm.Ef. 0,60)	Por elemento Por hectárea	21.6' 7 h.10'	21.6' 7 h.10'	21.6' 7 h.10'

Fuente: Elaboración propia

12. Conclusiones

- La demanda de agua fue calculada en base a la estructura de cultivos propuesta para las nuevas condiciones de proyecto. El pico máximo de consumo ocurre en el mes de diciembre con 0,87 l/s/ha. para años de precipitación escasa y 60% de eficiencia de aplicación en finca.

- Los valores de lámina de reposición e infiltración promedio, han sido estimados en base a las clases texturales que componen los diferentes perfiles de los suelos estudiados.

Para suelos de textura arenosa liviana:

Lámina de aplicación: 60 mm.

Infiltración promedio: 250 mm./hora.

- Los parámetros de manejo que surgen de las estimaciones anteriores arrojan los siguientes valores:

Caudal máximo no erosivo -
(Riego en pilotas de inundación) 35 - 40 l/s

Area ocupada por la unidad de riego 500 m².

Tiempo neto de escurrimiento por elemento de riego 13'

- La frecuencia de riego basada en el cultivo más exigente y años de precipitación escasa, es de un riego cada 10 días en el mes de diciembre.
- No existen registros periódicos de caudales sobre el río Guanchin. No obstante comparando los valores obtenidos en la campaña de aforos puntuales realizados por Tecnoagro S.R.L, se tiene, para el mes crítico de demanda (diciembre) un escurrimiento de 920 l/s que permitirían el riego de aproximadamente 1.000 Has., tomando como dotación la calculada para la nueva estructura de cultivos.

13. Recomendaciones

- Dado que en el área de estudio, no existen registros climáticos confiables, será necesario instalar una estación agrometeorológica de primera categoría, tal que permita obtener valores de precipitación, temperatura, evaporación, régimen de vientos, etc..
Sobre este último parámetro es de suma importancia instalar instrumental de medición en diferentes puntos a efectos de determinar velocidad, régimen y frecuencia de dirección; valores que posteriormente podrán ser utilizados para caracterizar el fenómeno de erosión eólica.
- En el cálculo de los volúmenes demandados (dotación bruta) no han sido contemplados los requerimientos por lixiviación; en consecuencia será necesario determinar los volúmenes de agua requeridos para lixiviación por medio de ensayos "in situ", o ensayos de laboratorio con la toma de muestras de suelo y agua.
Posteriormente, en caso de ser necesario, será conveniente realizar los riegos de lavados en el período invernal.
- Controlar los niveles de salinidad en agua -(conductividad, cationes, aniones, y oligoelementos tales como boro y fluor).
- El estudio de suelos y los ensayos de infiltración realizados con mayor detalle, permitirá calcular la lámina de reposición y los valores de infiltración promedio, con ello se podrán ajustar los parámetros correspondientes.
- Los ensayos de campo son necesarios para corregir y/o ajustar los valores teóricos calculados.

- La implantación de cortinas de protección, cortando perpendicularmente la dirección de los vientos, con una separación del orden de 100-150 mts. es imprescindible.

La fracción de superficie física utilizada será recuperada con los beneficios obtenidos posteriormente. El "álamo piramidal" (con riego), el eucalipto (*Eucalyptus rostrata*) con riego en los primeros años de plantación son especies que pueden adoptarse como "cortina alta".

14. Bibliografía

- AYERS, R.S. y WESTCOT, D.W.; Calidad del Agua para Agricultura. Estudio FAO-Riego y Drenaje, Roma 1976.
- DOORENEOS, J. y PRUITT, W.O.; Las Necesidades de Agua de los Cultivos. Estudio FAO-Riego y Drenaje, Roma 1976.
- GRASSI, C.J.; Estimación de los Usos Consuntivos de Agua y Requerimientos de Riego con Fines de Formulación y Diseño de Proyecto. Publicación Técnica del Centro Interamericano de Desarrollo Integral de Aguas y Tierras. Mérida, Venezuela.
- ISRAELSEN, O.W. y HANSEN, V.; Principios y Aplicación del Riego. Editorial Reverté. España 1973.
- LUCUE, J.A. y PAOLONI, J.D.; Manual de Operación de Riego. Editorial Riagro. Buenos Aires. 1974.
- ROMANELLA, C.A.; Sistematización de Tierras para Riego por Superficie.
- HIDALGO GRANADOS, A.; Métodos Modernos de Riego por Superficie. Editorial Aguilar S.A. Madrid (España 1971).
- DELOYE, M. y RFOUR, H.; El Riego. Editorial Mundi-Prensa. Madrid. España.
- DE LA PEÑA, I.; Planeación y Diseño de Riego. Memorandum Técnico N°381. México. 1978.

PROYECTO NOA HIDRICO, Mayo de 1981.-