

ИКА Р12-4  
115235



115235



Informe Descriptivo Sobre el  
Proyecto de Riego de Arroz  
en la Cuenca  
del Río Tacuarembó

DOCUMENTO  
MICROFILMADO

Fecha: .....

X

INFORME DESCRIPTIVO SOBRE EL PROYECTO DE RIEGO DE ARROZ  
EN LA CUENCA DEL RIO TACUAREMBO

-----

Convenio MAP-IICA  
"Fondo Simón Bolívar"

Montevideo, Junio 1980



00007475



Informe descriptivo sobre el Proyecto de Riego de Arroz en  
la Cuenca del Río Tacuarembó.

1. Introducción.

En el marco del Proyecto de Desarrollo Agrícola-Integrado para la Región Noreste del Uruguay, el equipo del Convenio MAP-IICA (Fondo Simón Bolívar) realizó un estudio tendiente a determinar la factibilidad de la expansión de la producción de arroz en la cuenca del Río Tacuarembó. Teniendo en cuenta que en la actualidad, la principal limitante para el incremento del área arrocera en la Región, es la disponibilidad de agua para riego, y que la utilización de agua para ese fin es competitiva con la generación de energía eléctrica en el complejo Terra-Baygorria-Palmar, el referido estudio propone la realización de inversiones en infraestructura física. Esto permitiría disponer de agua para el riego de 15.000 hectáreas de suelos identificados como aptos para la producción de arroz, paralelamente con la generación de energía y el control de crecidas de la cuenca del Arroyo Cuñapirú.

2. Objetivo del Informe.

El objetivo de este informe es presentar a las autoridades competentes, los antecedentes y datos más relevantes del Sub-Proyecto "Sistema Cuñapirú", elaborado por el Convenio MAP-IICA, con el fin de conocer su posición en lo que se refiere a la viabilidad técnica de las alternativas planteadas.

3. Antecedentes.

3.1. Ubicación de la Zona de Riego.

La zona donde se propone llevar a cabo el sistema de producción

arroz-carne se encuentra delimitada al Norte por el Paso de los Cunha sobre el arroyo Cuñapirú, al Sur por la confluencia del Río Tacuarembó con el arroyo Yaguarí, al Noreste por la Ruta 28 y al Suroeste por el arroyo Tacuarembó Chico (Mapa 1).

3.2. El cultivo de arroz inundado en la cuenca del río Tacuarembó en la actualidad.

Con excepción de las cuencas contribuyentes de los arroyos Malo y Clara localizados en el extremo Sur del Departamento y las cuencas menores contiguas al Río Negro, toda la superficie del Departamento de Tacuarembó forma parte de la cuenca hidrográfica del río Tacuarembó. En el Departamento de Rivera se presenta una situación similar con excepción de las cuencas del Arroyo del Hospital localizada al Noreste del Departamento y de algunos arroyos menores que descargan directamente al Río Negro.

La localización de las áreas cultivadas con arroz en esta cuenca, ha sido hecha por medio de encuestas a los productores realizadas por la Jefatura Regional de la Dirección de Hidrografía y por Liesegang <sup>1/</sup>, quién utilizó bandas rojas de imágenes del satélite Landsat 2 tomadas en febrero y diciembre de 1975. Estas informaciones que aparecen resumidas en el Mapa 2, coinciden en indicar que la producción de arroz se concentra en los suelos aluviales que acompañan al río Tacuarembó entre las afluencias de los arroyos Cuñapirú por el Norte y Yaguarí por el Sur, o sea que precisamente coincide con el área que se proyecta irrigar y que aparece delimitada en el numeral 3.1 de este informe.

Las encuestas realizadas para la temporada 1977-78 por la Dirección de Hidrografía en esta región, individualizan las áreas cultivadas con arroz y caracterizan algunas prácticas de su cultivo. Así, por ejemplo, en esa temporada fueron controladas 5.970 hectáreas irrigadas por bombeo y se constató la existencia de otras 530 irrigadas por represas o arroyos pequeños. Con respecto al riego por bombeo, el Cuadro 1 presenta los resultados de una encuesta hecha a 14 productores.

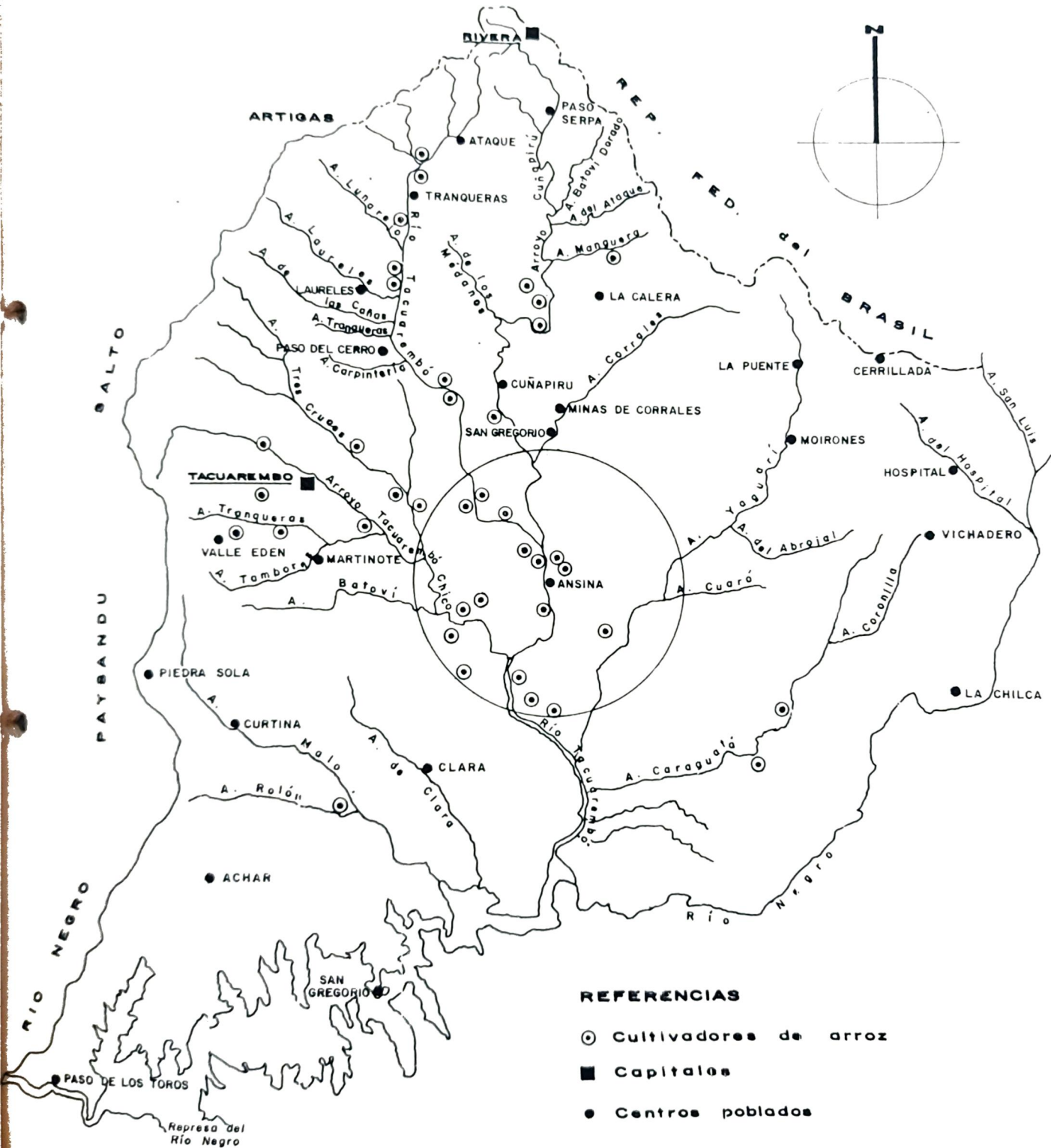
1/ Juan Liesegang. "Localización y determinación de áreas bajo cultivo de arroz mediante utilización de imágenes de Landsat 1 en la cuenca del río Tacuarembó. DS., 1977.





MAPA 2

CONCENTRACION DEL CULTIVO DE ARROZ EN LOS DEPARTAMENTOS DE RIVERA Y TACUAREMBO.



REFERENCIAS

- ⊙ Cultivadores de arroz
- Capitales
- Centros poblados

Escala en kms.

0 10 20

Cuadro 1

Resumen de encuesta sobre riego por bombeo realizado por la Regional Tacuarembó de Hidrografía-Zafrá 77-78

Productores	Toma o levante	Altura de succión (metros)	Altura total (metros)	Tamaño bomba (cms)	RPM motor	HP motor	RPM bomba	Horario bombeo		Número días inundar (días)	Hectáreas sembradas	Consumo de gasoil Kgs/hora 1/	
								Durante de Inundación (horas)	Después inundación (horas)			Por motor	Por propiedad
1	Toma	3	6,5	30	1400	100	875	16	12	-	100	25	50
	Levante	2	8,5	30	1800	100	900	24	16	20	-	25	-
2	Unico	4-5	7	25	1600	110	800	-	13	30	40	27,5	27,5
	Toma levante	2	11	35	2000	110	714	24	13,5	-	91	27,5	55,0
3	Unico	4	8	40	1600	Perkins	400	24	24	-	190	-	-
	Toma levante	1,5	2	35	1700	75	915	24	-	13,5	153	16,7	26,2
5	Unico	6	9	35	1500	75	536	23	23	-	130	16,7	16,7
	Toma levante	1,5	4	40	850	108	510	23	12	30	150	27,0	43,7
6	Toma levante	1,5	5	35	1200	-	514	24	14	-	120	27,0	-
	Toma levante	3	10	35	1200	75	450	24	8	-	123	15,0	31,7
7	Toma levante	0	6	40	-	-	-	24-12	-	-	-	-	-
	Toma levante	3	8,5	30	-	-	-	24	24	No llegó	100	-	-
8	Unico	4	6	40	-	75	-	24	-	Falta agua	120	16,7	16,7
	Toma levante	5	7	30	2000	85	3000	24	24	30	70	21,25	21,25
9	Toma levante	2	9,5	20	1600	37	914	24	24	-	80	9,25	23,25
	Unico	2,6	5,6	25	1600	56	1600	24	24	-	45	14,00	15,00
10	Toma levante	3	6	25	-	-	-	24	24	-	-	-	-
	Unico	4	6	40	-	75	-	24	-	-	-	-	-
11	Toma levante	5	7	30	2000	85	3000	24	24	30	70	21,25	21,25
	Toma levante	2	9,5	20	1600	56	1600	24	24	-	80	9,25	23,25
12	Unico	2,6	5,6	25	-	60	-	24	-	-	45	15,00	15,00
	Toma levante	3	8,5	30	-	-	-	24	24	-	-	-	-
13	Toma levante	5	9	35	1600	37	914	24	24	-	80	9,25	23,25
	Unico	2	9,5	20	1600	56	1600	24	24	-	45	14,00	15,00
14	Toma levante	3	8,5	30	-	-	-	24	24	-	-	-	-
	Unico	4	6	40	-	75	-	24	-	-	-	-	-
15	Toma levante	5	7	30	2000	85	3000	24	24	30	70	21,25	21,25
	Toma levante	2	9,5	20	1600	56	1600	24	24	-	80	9,25	23,25
16	Unico	2,6	5,6	25	-	60	-	24	-	-	45	15,00	15,00
	Toma levante	3	8,5	30	-	-	-	24	24	-	-	-	-

Fuente: Convenio MAP-IICA (FSB).

1/ Basado en un consumo de 250 gramos de gasoil por HP hora.

mvj.



Haciendo un análisis de este Cuadro y eliminando tres productores que presentaron información incompleta, se puede tipificar en forma aproximada la unidad productora de arroz en esta región, que puede caracterizarse así: tiene 100 hectáreas de superficie cultivada, extrae del río un gasto de 190 litros por segundo que eleva en dos etapas, con una altura total de 11 metros y consume 30 litros de gas-oil por hora de bombeo. Si suponemos 90 días de bombeo con 20 horas diarias, tendremos un total de 1.800 horas de trabajo al año; un consumo de gas-oil de 54 toneladas y una extracción de agua del río de 1.231.200 metros cúbicos para 100 hectáreas por temporada.

Los datos más recientes sobre la superficie cultivada con arroz resultan de la Primera Declaración Jurada Agrícola de Febrero de 1979<sup>1/</sup>, que indica un total de 6.195 hectáreas en el Departamento de Tacuarembó y 2.362 en Rivera, lo que daría un total de 8.557 hectáreas para la cuenca del Río Tacuarembó en la zafra 1978-79.

Finalmente, y basándonos en unas 8.000 hectáreas irrigadas por bombeo, en la temporada 78-79 llegamos en forma aproximada a un consumo de 4.320 toneladas de gas-oil y una extracción de agua del río de 98,5 millones de metros cúbicos de agua para el riego de arroz en la cuenca del Río Tacuarembó, por temporada.

#### 4. Resultados Agrícolas Generales Previstos en el Proyecto.

##### 4.1. Producción Agrícola y Pecuaria Proyectada.

De acuerdo a la capacidad de uso de los suelos del área del Sub-Proyecto, se propone una rotación integrada por dos años de cultivo de arroz, seguidos por cuatro años de pradera sembrada en cobertura. De esta forma, a partir de la estabilización del sistema, de las 45.000 hectáreas consideradas se destinarían anualmente 15.000 al cultivo de

---

1/ DI.NA.CO.SE. Revista Año IV, N°8, Septiembre 1979.

arroz y 30.000 se mantendrían bajo pastoreo. Las 45.000 hectáreas discriminadas por zonas se presentan en el Mapa I. Las zonas se definieron en base a estudios realizados sobre fotoplanos, considerando siete canales principales de irrigación, actitud de los suelos y altura relativa de los mismos.

En el Cuadro 2 se muestra la producción proyectada para las 45.000 hectáreas consideradas, comparadas con la producción actual del área. Como puede verse, la implementación del subproyecto determinaría un incremento del 516 por ciento en la producción de arroz y del 348 por ciento en la producción de carne.

Los rendimientos proyectados para las producciones de arroz seco y carne en pie son de 5.250 y 247 kilos por hectárea respectivamente, lo que corresponde al 88 y 71 por ciento de la producción potencial de la zona, de acuerdo a estimaciones basadas en ensayos realizados por la Estación Experimental del Este del Centro de Investigaciones Agrícolas "Alberto Boerger" del MAP.

#### 4.2. Incremento de la Ocupación de Mano de Obra.

La expansión del área arrocera y el aumento del nivel tecnológico de la producción ganadera generan un sensible aumento de la demanda de mano de obra en el área considerada, a lo que debe agregarse la creación de empleos determinada por la operación y mantenimiento de las represas y obras de riego.

En el Cuadro 3 se presentan la demanda actual y proyectada de mano de obra en el área del Sub-Proyecto. El aumento de la ocupación de mano de obra en la situación proyectada respecto a la actual es del 142 por ciento.

#### 5. Necesidades de Agua del Cultivo del Arroz en Tacuarembó y Rivera.

En 1977 Rogberg, Ferrari y Pérez<sup>1/</sup>, basándose en informaciones de

---

1/ Rogberg, Ferrari y Pérez. Riego por bombeo y por gravedad. Estudio comparativo de costos en cultivo de arroz. Boletín Informativo. Asociación de Cultivadores de Arroz N°22. Montevideo, Agosto 1977.

Cuadro 2  
Producción actual y proyectada de arroz  
y carne bovina

	<u>Arroz seco <sup>1/</sup></u>		<u>Carne bovina en pie <sup>2/</sup></u>	
	(Toneladas)	(Nuevos Pesos)	(Toneladas)	(Nuevos Pesos)
Producción actual	12.775	15:300.000	1.660	4:316.000
Producción proyectada	78.750	94:500.000	7.435	17:331.000

Fuente: Convenio MAP-IICA (FSB).

1/ Se consideró un precio de N\$ 1.200 por tonelada.

2/ Se consideró un precio de N\$ 2.600 por tonelada.

mvj.



Cuadro 3

Demanda actual y proyectada de mano de obra  
(En equivalentes hombre anuales) 1/

	Situación Actual	Situación Proyectada
Producción agropecuaria	329	753
Operación y mantenimiento de represas y canales	-	44
Total	329	797

Fuente: Convenio MAP-IICA (FSB).

1/ Representa un empleo permanente o sea 300 jornadas de trabajo al año.

mvj.

la Estación Experimental del Este (EEE) disponibles a esa fecha, estimaron en 15.000 metros cúbicos por hectárea, las necesidades netas de agua del cultivo de arroz. Al descontar de esta cifra 340 milímetros de lluvia media acumulada que cae de diciembre a marzo, fue determinada una demanda de riego neta en estanque de 11.600 metros cúbicos por hectárea. Adicionando pérdidas que ellos determinaron en 2.050 metros cúbicos por hectárea (17,7 por ciento) en canales internos de la chacra, resultó una demanda de 13.650 metros cúbicos por hectárea en la toma granja, que al ser finalmente distribuída en forma de caudal continuo durante 120 días, daría una tasa de riego en toma granja para arroz de 1,3165 l/segundo por hectárea.

En 1979 la E.E.E. inició una evaluación de dos sistemas intensivos de producción en suelos arroceros en unidades de 5 hectáreas, manejadas en escala semi-comercial. Los resultados con respecto a riego del primer año de esta experiencia, dados a conocer el Día de Campo realizado en esa Estación Experimental el 8 de abril del presente año, aparecen resumidos en el Cuadro 4 del que pueden ser extractadas interesantes observaciones.

En primer lugar la demanda neta de 9.317 metros cúbicos por hectárea determinada, está integrada por 3.360 metros cúbicos por hectárea provenientes de lluvias caídas entre el 17/11/79 y el 20/3/80 y por 5.957 metros cúbicos por hectárea aplicados como riego.

El manejo del riego en estanque fue bastante eficiente registrándose pérdidas medias de sólo 15,7 por ciento del agua aplicada.

Tratándose de resultados del primer año de experimentación, sus valores no pueden ser conclusivos, principalmente por el hecho de tratarse de un verano un poco más lluvioso que lo normal; sin embargo, se tratará a continuación de aprovechar esta información para obtener tasas de riego que sirvan para dimensionar el Proyecto.

Como sabemos, la demanda neta de agua de un cultivo determinado (evapotranspiración) es función de factores climáticos como temperatura y estado higrométrico del aire, intensidad de la radiación solar y velocidad del viento principalmente. Como estos factores, considerando una

Cuadro 4  
Resultados Experimentales de Riego de Arroz  
en la Estación Experimental del Este 1/

	Noviembre desde 17/11/79	Diciem- bre	Enero	Febrero	Marzo hasta 20/3/80	Suma
Lluvia caída m <sup>3</sup> /Há	674	372	482	944	1.314	3.786
Pérdida m <sup>3</sup> /Há	-	-	13	210	203	426
Lluvia efectiva m <sup>3</sup> /Há	674	372	470	734	1.111	3.360
Riego aplicado m <sup>3</sup> /Há	-	653	3.909	1.806	704	7.072
Pérdida en m <sup>3</sup> /Há	-	261	830	21	3	1.115
Pérdidas del manejo riego en porcentaje	-	39,9	21,2	1,16	0,43	$\bar{x}$ 15,7 <sup>2/</sup>
Riego efectivo m <sup>3</sup> /Há	-	392	3.079	1.785	701	5.957
Aporte hídrico bruto m <sup>3</sup> /Há	674	1.025	4.391	2.750	2.018	10.858
Suma de pérdidas m <sup>3</sup> /Há	-	261	843	231	206	1.541
Demanda neta en m <sup>3</sup> /Há	674	764	3.548	2.519	1.812	9.317

Fuente: Convenio MAP-IIICA (FSB).

1/ Temporada 1979-1980.

Fecha de siembra 20/11/79.

Fecha de último riego 20/3/80.

Duración del período de riego 123 días 17/11/79 al 20/3/80.

2/ Media ponderada.

mvj.



misma estación del año tienen valores más o menos constantes, resulta que la demanda neta de agua de un cultivo determinado es también una cifra más o menos constante.

Por esta razón tomaremos para el cultivo de arroz la cifra de 9.317 metros cúbicos por hectáreas, medidas en la E.E.E. como demanda hídrica neta de agua en los estanques donde se cultiva este cereal. Este valor, como fue expuesto, está integrado por los aportes netos de las lluvias y del riego.

Resulta lógico pensar que en una experiencia de este tipo sólo se regó cuando las lluvias no satisfacían las necesidades del cultivo, o sea que si la demanda neta o evapotranspiración es constante, la tasa de riego viene a ser función de la pluviometría de los meses de verano. De aquí resulta la conveniencia de conocer una pluviometría mínima confiable que ocurra en 8 de cada 10 años. Este valor que resultará bastante inferior a la pluviometría media, permitirá calcular una tasa de riego más alta y satisfacer las variaciones normales de la demanda. La mayor parte del tiempo, las precipitaciones con 80 por ciento de seguridad (que ocurren en 8 de cada 10 años), que se producen en la Región entre los meses de diciembre y marzo, son según la Dirección de Hidrografía del Ministerio de Transporte y Obras Públicas, de 184.70 milímetros; este valor al ser deducido de la demanda hídrica neta nos dará las necesidades netas de riego en estanque, que en éste caso, resultan ser de 7.470 metros cúbicos por hectárea.

Para obtener la tasa de riego en la entrada del predio ó toma granja debemos adicionar a este valor las pérdidas que ocurren dentro del predio que son de 15,76 por ciento, en el manejo del riego (según la E.E.E.), y de 17,7 por ciento en los canales internos de la propiedad (según Rogberg y otros). Si adicionamos las pérdidas en la red de distribución del Proyecto -estimadas en 40 por ciento- tendremos las tasas de riego a la salida del embalse. Estos cálculos aparecen resumidos en el Cuadro 5.

## 6. Alternativas Propuestas para el Desarrollo del Proyecto.

Para realizar el análisis de las disponibilidades y demandas de agua

Cuadro 5

Demanda y tasas de riego para cultivo de arroz <sup>1/</sup>

	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Total
Demanda neta en m <sup>3</sup> /Há	674	764	3.548	2.519	1.812	9.317
Pluviometría en m <sup>3</sup> /Há <sup>3/</sup>	315	227	397	358	550	1.847
Demanda neta de riego m <sup>3</sup> /Há	359	537	3.151	2.161	1.262	7.470
Período de riego-días	10	30	30	30	20	120
<u>Demanda en toma granja</u>						
Pérdidas internas porcentaje	17,7	57,6	38,9	18,8	18,8	$\bar{x}$ 29,87 <sup>2/</sup>
Tasa en m <sup>3</sup> /Há	423	846	4.377	2.567	1.489	9.702
Tasa en l/seg/Há	0,49	0,33	1,69	0,99	0,86	$\bar{x}$ 0,94
<u>Demanda en embalse</u>						
Pérdidas en la distribución porcentaje	40	40	40	40	40	40
Tasa en m <sup>3</sup> /Há	592	1.184	6.128	3.594	2.085	13.582
Tasa en l/seg/Há	0,69	0,46	2,37	1,39	0,80	$\bar{x}$ 1,32 <sup>2/</sup>

Fuente: Convenio MAP-IIICA (FSB).

<sup>1/</sup> En toma granja y en las compuertas del embalse.<sup>2/</sup> Promedio ponderado.<sup>3/</sup> Precipitaciones con 80 por ciento de probabilidad de ocurrencia.  
mvj.

para riego y la generación de energía en la zona involucrada en el Sub-Proyecto, se consideraron dos alternativas: la primera de ellas consiste en la construcción en el lugar denominado "Los Cunha" de un embalse con fines de riego exclusivamente. La segunda alternativa considera la construcción de una represa para generación hidroeléctrica y control de crecidas conjuntamente con el embalse antes mencionado, cuyo fin en este caso se reduciría a acumular agua para el período de inundación del cultivo de arroz. A la segunda alternativa se le denomina "Sistema Cuñapirú".

6.1. Primera alternativa: el embalse Los Cunha (para riego únicamente).

6.1.1. Superficie a ser regada.

Este embalse estaría ubicado sobre el Arroyo Cuñapirú y sería creado por un dique a construirse en el emplazamiento de Los Cunha (Mapa 3).

El dimensionamiento de esta obra fue realizado por Harza<sup>1/</sup>, en el año 1962 a pedido del Ministerio de Obras Públicas. Según dicho informe, este embalse tendría una superficie de cuenca colectora de 3.434 kilómetros cuadrados, con una capacidad de embalse de 0,750 kilómetros cúbicos y con una cantidad disponible de agua para riego de 0,260 kilómetros cúbicos. Al distribuir este volumen en los 120 días que sería la duración máxima del período de riego en la Región, resulta una disponibilidad de agua para riego durante este período de 25.077 metros cúbicos por segundo.

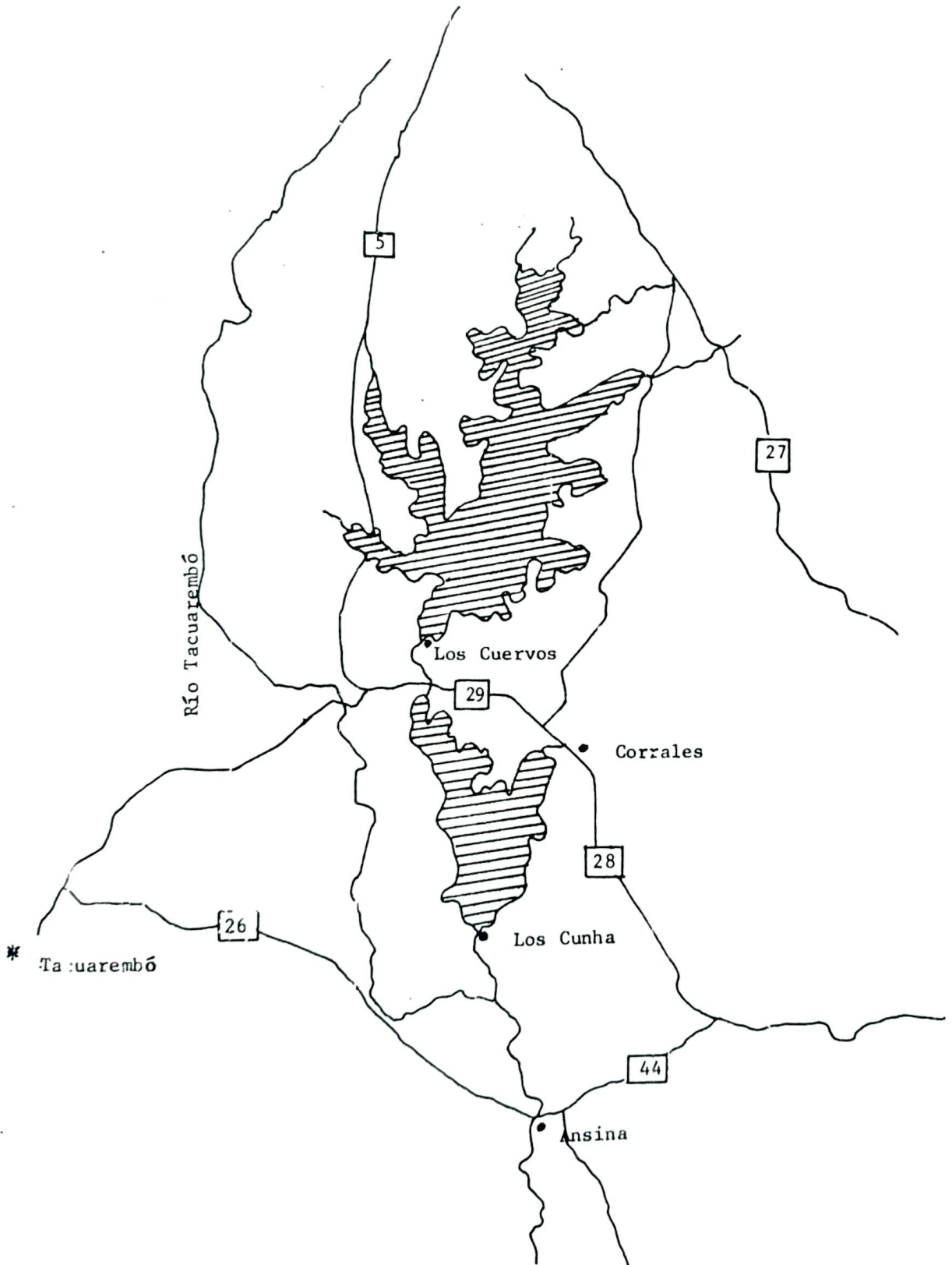
Como se desprende del Cuadro 5, las necesidades de riego del cultivo del arroz en la Región durante un período máximo de 120 días medidas en la salida del embalse, son:

	<u>1 Hectárea</u>	<u>15.000 Hectáreas</u>
Demanda para 120 días de riego	13.582 mts. <sup>3</sup>	203:730.000 mts. <sup>3</sup>
Tasa media de riego para igual período	1.32 l/seg.	19.8 mts. <sup>3</sup> /seg.
Tasa máxima (período de inundación).	2,37 l/seg.	35.55 mts. <sup>3</sup> /seg.

1/ Harza Engineering Company International: "Región Tacuarembó-Rivera, Recursos y Desarrollo, Ministerio de Obras Públicas, Montevideo, 1962.

Mapa 3

Ubicación de los embalses



Fuente: UTE-Departamento de obras hidráulicas (29-1-63). Escala 1:500.000



Resulta fácil observar que teniendo 260 millones de metros cúbicos de agua embalsada, es posible utilizar 204 millones para riego, quedando un excedente de 56 millones como reserva. Naturalmente, todas las estructuras del Proyecto deberán dimensionarse para la demanda pico de 2,37 litros por segundo y por hectárea destinada al período de inundación del arroz.

6.1.2. Volumen real anual de agua de riego utilizado por el Proyecto.

Este volumen puede determinarse considerando que:

a) El riego gravitacional proyectado incluye las 8.557 hectáreas que actualmente se cultivan con arroz en el área del Proyecto, que -como fue calculado en 3.2- extraen 98.5 millones de metros cúbicos de agua por temporada.

b) Parte del agua utilizada en riego retorna al río que actúa como un colector de excedentes. En un cálculo anterior, este retorno fue determinado en 46,12 por ciento del agua aplicada. Con el fin de dar mayor seguridad a este cálculo, en este caso sólo se considerará como retorno el agua de percolación determinada por la Estación Experimental del Este en 149,8 milímetros en la temporada y el drenaje final del arrozal que representa una lámina mínima de 100 milímetros, lo que en total representa un 11,03 por ciento del agua aplicada en riego.

c) Estos cálculos aparecen ordenados en el Cuadro 6 y permiten anticipar que la implantación del Proyecto de Riego significará un consumo de agua de 82,76 millones de metros cúbicos de agua por temporada.

6.1.3. Balance energético de la alternativa de riego únicamente.

a) Energía no generada. Los 82,76 millones de metros cúbicos que se proyectan utilizar en riego representan una disminución de alrededor

Cuadro 6

Volumen anual de agua que utilizará  
el Proyecto de Riego  
(en millones de metros cúbicos)

	Consumo actual	Consumo con el Proyecto
Consumo total proyectado para 15.000 hectáreas		203,73
Consumo que hacen los rizicultores en la Región actualmente (ver 3.2.)	98,50	
Retorno de una lámina de agua de 149,8 mms x 15.000 hectáreas		22,47
<b>Totales</b>	<b>98,50</b>	<b>181,26</b>
Consumo real anual del Proyecto de Riego:		
- Consumo de agua con el Proyecto	181,26	
- Consumo de agua sin el Proyecto	98,50	
- Consumo real del Proyecto	82,76	

Fuente: Convenio MAP-IICA (FSB).

de 13.51 <sup>1/</sup> millones de KWh anuales en el Sistema Terra-Baygorria-Palmar.

b) Eliminación de consumo de petróleo en plantas privadas de elevación mecánica del agua de riego para arroz.

La construcción del embalse de esta alternativa permite -según la información disponible- regar por gravedad las 15.000 hectáreas del Proyecto, eliminando así unas 200 plantas particulares de bombeo cuyo consumo fue calculado (ver 3.2.) en aproximadamente 4.320 toneladas de gas-oil por año. Este combustible al ser utilizado en la generación eléctrica representa 18.95 millones de KWh. <sup>2/</sup>

c) De este modo, el balance energético de esta alternativa puede presentarse así:

- Energía que se puede generar con el combustible que consumen actualmente las plantas particulares de bombeo (18.95 millones de KWh al año, 2.163 KW).
- Energía que se deja de generar por el consumo de agua del Proyecto de riego (13.51 millones de KWh al año, 1.542 KW).
- Energía que se gana con la implantación del Proyecto de Riego (5.44 millones de KWh al año, 621 KW).

#### 6.1.4. Factibilidad de la alternativa de riego solamente.

No existiendo limitantes energéticas ni hídricas para esta alternativa, su factibilidad dependerá solamente del análisis de sus índices económicos propios.

---

1/ Calculado según la relación  $E = 60 \text{ grV} / 3,6 \times 10^6$  donde  
 $E = \text{energía en millones de KWh}; g = 9,82 \text{ m/seg.}^2; r = 1.000 \text{ Kg/m}^3;$   
 $V = \text{agua en millones de metros cúbicos.}$

2/ Calculado en base a un rendimiento de 227,88 grs. de combustible por KWh.

6.2. Segunda alternativa: El Sistema Cuñapirú.

La filosofía de esta alternativa es proyectar una obra de uso múltiple que permitiría el control de crecidas, la generación de energía eléctrica y el riego de 15.000 hectáreas de arroz.

6.2.1. El embalse "Los Cuervos".

Esta obra, según el informe de Harza ya referido, incluiría la construcción de un embalse para 2.850 millones de metros cúbicos y una planta hidroeléctrica sobre el arroyo Cuñapirú en un lugar situado a unos 4 kilómetros aguas arriba de la antigua planta hidroeléctrica localizada cerca de Paso de la Balsa. Esta planta fue operada por UTE hasta 1961, época en que el estribo izquierdo cedió, debido a una creciente y fue abandonado.

Según Arduino<sup>1/</sup>, si se desea dar a este embalse una capacidad de recibir una crecida de 300 milímetros y considerando que la cuenca contribuyente tiene 1.934 kilómetros cuadrados de superficie, será necesario destinar a este objeto una capacidad de almacenaje de 580 millones de metros cúbicos, quedando para regulación un saldo de 2.270 millones de metros cúbicos.

Según el mismo informe, en las condiciones del análisis, con este volumen de regulación se podrá disponer de un gasto asegurado de 21,22 metros cúbicos por segundo a la salida del embalse.

La regulación de crecidas beneficiaría la Región de varias maneras, entre las principales están el control de inundaciones y la recuperación de bañados en tierras aluviales contiguas al río, la conservación de las vías de transporte, la estabilización de los cauces de los ríos y el aumento de la capacidad de generación del Sistema Terra-Baygorria-Palmar.

---

1/ Arduino G., Ing.Hidr. Informe de Ingeniería Sistema Cuñapirú, Convenio MAP-IICA, Octubre 1978.



De acuerdo con Arduino, informe ya citado, "El Sistema Cuñapirú introduce una reducción en el pico como en el volumen de las crecidas de la Represa Gabriel Terra. Esto permitiría una operación del sistema del Río Negro más ajustada a los requerimientos energéticos, lo que agregará una mayor producción de energía".

Por otro lado, los vertimientos del volumen de crecida hechos desde el embalse "Los Cuervos" si se hacen de acuerdo con la operación del resto de los embalses aguas abajo, permitirán usinar en el Sistema Terra-Baygorria-Palmar parte de este volumen de crecida, que de otra forma se perdería".

"En resumidas cuentas, dependiendo de la superposición o no de crecidas en la cuenca del arroyo Cuñapirú con los del resto de la cuenca del Río Negro y aún más exactamente con la disponibilidad de agua en Gabriel Terra, se podrá aprovechar o no las crecientes controladas y luego vertidas por "Los Cuervos".

"Aquí se ve la importancia que tiene la operación de un sistema de embalses. Se deben establecer reglas o normas de servicio bastante estrictas que permitan atender propósitos múltiples (generación hidroeléctrica aguas abajo, generación en "Los Cuervos", riego y control de crecidas).

"La capacidad de generación de energía está ligada a la regularización que se haga de la cuenca. En el caso del Sistema Cuñapirú, se logra tanto una regularización de los caudales como un control de crecidas.

El Sistema Cuñapirú incidirá en la producción de energía eléctrica de tres maneras:

1. Aumento de la producción energética por la central "Los Cuervos".
2. Eliminación del consumo de combustible que hacen actualmente las plantas privadas de bombeo.
3. Aumento de la producción energética en el Sistema Terra-Baygorria-

Palmar por un mayor control de la cuenca del Río Negro, particularmente en el "manejo de las crecidas".

6.2.2. La generación de energía eléctrica en la Central "Los Cuervos".

Según el mismo informe de Harza ya referido, la utilización del caudal regulado permite disponer de una potencia firme (disponible el 100 por ciento del tiempo) de 3.196 KW ó lo que es lo mismo de una energía firme de 28 millones de KWh por año.

Si se desea maximizar la generación de energía -según Harza- será necesario instalar una capacidad de 13.000 KW o sea cuatro veces mayor que sólo podrá funcionar durante algunos meses del año. Esta capacidad instalada permitiría producir unos 50 millones de KWh al año, de los cuales 28 millones serían permanentes y 22 millones adicionales disponibles durante un período cuya duración dependerá de las disponibilidades de agua de cada año.

6.2.3. Efecto del control de crecidas.

Resulta difícil evaluar el aprovechamiento en el Sistema del Río Negro del volumen de crecida de la cuenca aguas arriba de "Los Cuervos" que tiene una media anual de 280 millones de metros cúbicos que no se controlan actualmente.

Sin embargo, en base a estimaciones se puede tomar para el cálculo del aumento de la capacidad de generación eléctrica, el equivalente a un 30 por ciento del volumen medio anual de crecida no controlada actualmente aguas arriba de "Los Cuervos".

Este volumen alcanza a 84 millones de metros cúbicos y se tomará como aporte al Sistema Terra-Baygorria-Palmar representando en energía 13,717 millones de Kwh por año o sea 1.566 KW.

6.2.4. El uso del gasto regulado de Los Cuervos para riego.

Como se vió en 6.2.1. este gasto regulado o asegurado del embalse Los Cuervos alcanzaría a 21,22 metros cúbicos por segundo durante los 12 meses del año.

En conformidad a lo expuesto en el Cuadro 5 las demandas de agua mensuales en la salida del embalse serán los indicados en el Cuadro 6. Ello significa que con esta alternativa no será necesario construir el embalse Los Cunha con las dimensiones previstas en la primera alternativa y bastará que el operador de Los Cuervos entregue durante 5 meses del año los volúmenes indicados en el Cuadro 7, al sistema de riego del Proyecto, descargando el resto del agua al Río Tacuarembó para ser utilizada más abajo en el Sistema Terra-Baygorria-Palmar. Durante los 7 meses restantes toda el agua turbinada o vertida en Los Cuervos irá al sistema referido.

Durante el mes de enero se procede a inundar los arrozales y ello provoca una demanda máxima que fue calculada en 2,37 litros por segundo por hectárea durante ese mes. Este hecho aumenta a 35,55 metros cúbicos por segundo el gasto necesario para el riego de las 15.000 hectáreas proyectadas, creándose así un déficit de 14,43 metros cúbicos por segundo, sobre el volumen regulado que entregaría la Central Los Cuervos. Este déficit significa un volumen acumulado de unos 37 millones de metros cúbicos que deberían ser almacenados en el Embalse Los Cunha, el cual en esta segunda alternativa, deberá tener esa capacidad.

6.2.5. Impacto sobre la generación de energía en el Sistema Río Negro por el riego de 6.443 hectáreas adicionales de arroz.

Según se vió en el punto 3.2. del presente informe, la superficie

Cuadro 7

Demanda de riego y déficit para un caudal regulado de  $21,22 \text{ m}^3/\text{s}$

	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Total
Para 1 Há en l/seg	0,69	0,46	2,37	1,39	0,80	$\bar{x}$ 1,32
Para 15.000 Há en $\text{m}^3/\text{seg}$	10,35	6,90	35,55	20,85	12,00	$\bar{x}$ 19,80
Para los 120 días de riego en millones de $\text{m}^3$	8,94	17,88	92,15	54,04	20,74	193,8
Déficit que se producirá para un caudal regulado de $21,22 \text{ m}^3/\text{seg}$ en $\text{m}^3/\text{seg}$	-	-	14,43	-	-	
En millones de $\text{m}^3$	-	-	37,4	-	-	

Fuente: Convenio MAP-IICA (FSB).

mvj.



cultivada de arroz en los departamentos de Rivera y Tacuarembó alcanzó a 8.557 hectáreas en la zafra 1978/79.

En el año meta del sub-proyecto se regarían 15.000 hectáreas de arroz lo que significaría regar 6.443 hectáreas adicionales.

En base a esta premisa se determinó el impacto que podría tener el riego de estas hectáreas sobre el Sistema de Generación de Energía del Río Negro (Terra-Baygorria-Palmar) y su relación con la energía generada por usinas diesel en Rivera y Tacuarembó.

En base a los datos presentados en el Cuadro 5 se determinó el volumen de agua necesario para regar 6.443 hectáreas durante 120 días y que no serían vertidos al Sistema Río Negro en ese período. Este valor alcanza a la cifra de 83 millones de metros cúbicos de agua, lo que traducido a energía representan 4.718 KW (Cuadro 8).

En los siete meses que no se riega (de abril a octubre), durante 11 días de marzo y 20 de noviembre, toda el agua turbinada o vertida en "Los Cuervos" tendrá como destino el Sistema Río Negro. Esta agua vertida alcanza a un valor de 449 millones de metros cúbicos de agua, o sea 12.475 KW (Cuadro 9).

Además, a nivel del sistema analizado, hay que tener en cuenta el agua que se recupera después del período de riego que ha sido estimada en un 11,03 por ciento del total de agua utilizada.

En términos energéticos el agua recuperada significarían 521 KW (Cuadro 10).

#### 6.2.6. Balance energético en la zona del Sub-Proyecto.

Teniendo en cuenta la generación de energía en Los Cuervos y en el Sistema Río Negro y lo que se perdería por el riego de 6.443 hectáreas adicionales de arroz, el balance sería de una generación de 13.040 KW (Cuadro 11).

Cuadro 8

Demanda de agua para riego de 6.443 hectáreas adicionales  
de arroz.

	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Total
Demanda en el embalse						
- Para 1 Há de riego en l/seg	0,69	0,46	2,37	1,39	0,80	-
- Para 6.443 Há en m <sup>3</sup> /seg	4,45	2,96	15,27	8,96	5,15	-
Días de riego	10	30	30	30	20	120
En millones de m <sup>3</sup>	3,84	7,67	39,58	23,22	8,90	83,21

Fuente: Convenio MAP-IICA (FSB).

mvj.

Cuadro 9

Agua vertida en los meses que no se  
riega.

Concepto	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Total
Caudal regulado de los Cuervos m <sup>3</sup> /seg	21,22	21,22	21,22	21,22	21,22	21,22	21,22	21,22	21,22	-
Días que no se riega	11	30	31	30	31	31	30	31	20	245
Millones de m <sup>3</sup>	20,17	55,00	56,84	55,00	56,84	56,84	55,00	56,84	36,67	449,20

Fuente: Convenio MAP-IICA (FSB).

mvj.

Cuadro 10

Agua recuperada después de 120 días de riego.

Concepto	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Total
Agua necesaria para riego en millones de m <sup>3</sup>	3,84	7,67	39,58	23,22	8,90	83,21
Agua recuperada después del riego (11,03 %) en millones de m <sup>3</sup>	0,42	0,85	4,37	2,56	0,98	9,18

Fuente: Convenio MAP-IICA (FSB).

mvj.



Cuadro 11

Energía generada en los Sistemas Cuñapirú y Río Negro  
regando 6.443 hectáreas adicionales de arroz

Concepto	Energía (KW)
<u>Energía generada</u>	
- En la central "Los Cuervos"	3.196
- En el Sistema Río Negro por control de crecidas	1.566
- En el Sistema Río Negro en los meses que no se riega	12.475
- En el Sistema Río Negro por agua recuperada después del riego	521
Subtotal	17.758
<u>Energía no generada</u>	
- En el Sistema Río Negro por la utilización del agua para riego	4.718
Subtotal	4.718
<b>Balance</b>	<b>13.040</b>

Fuente: Convenio MAP-IICA (FSB).

mvj.

Cuadro 11

Energía generada en los Sistemas Cuñapirú y Río Negro  
regando 6.443 hectáreas adicionales de arroz

<u>Concepto</u>	<u>Energía (KW)</u>
<u>Energía generada</u>	
- En la central "Los Cuervos"	3.196
- En el Sistema Río Negro por control de crecidas	1.566
- En el Sistema Río Negro en los meses que no se riega	12.475
- En el Sistema Río Negro por agua recuperada después del riego	521
Subtotal	17.758
<u>Energía no generada</u>	
- En el Sistema Río Negro por la utilización del agua para riego	4.718
Subtotal	4.718
<b>Balance</b>	<b>13.040</b>

Fuente: Convenio MAP-IICA (FSB).

mvj.

Cuadro 12  
 Servicios eléctricos - Zona Tacuarembó - Rivera  
 Situación Febrero 1980

Usina Diesel	Potencia (KW)	
	Instalada	Efectiva
Tacuarembó	6.400	4.730
Rivera	4.200	3.050
Cuñapirú	250	200
Ansina	148	105
Vichadero	300	215
<b>Total</b>	<b>11.298</b>	<b>8.300</b>

Fuente: UTE, División Planificación y Desarrollo,  
 Ministerio de Industria y Energía, Febrero 1980.

mvj.

Esta generación de energía cubriría la energía efectiva generada por usinas diesel en Tacuarembó, Rivera, Cuñapirú, Ansina y Vichadero, de acuerdo con información de UTE<sup>1/</sup> (8.300 KW), quedando un excedente de 4.740 KW (Cuadro 12).

El "Plan Nacional de Energía Eléctrica, período 1975/1983", aprobado por Decreto 655/75 del 25 de agosto de 1975, expresa en su inciso 4.1.: "Objetivos del programa estudiado" párrafo III que se plantea la "Investigación de la factibilidad económica del aprovechamiento de los recursos hidráulicos remanentes y aún del sobre-equipamiento de las plantas ya existentes".

En el párrafo IV expresa "Progresiva supresión de plantas diesel autónomas ya sea incorporando los servicios a su cargo al sistema interconectado cuando ello lo justifique de inmediato o conectándolas en una primera etapa en subsistemas diesel atendidos por plantas mayores (de operación más económica), de modo de crear las condiciones de mercado que luego harán factibles la integración al sistema nacional".

El Sistema Cuñapirú cumpliría los objetivos que se explicitan más arriba en el Plan Nacional de Energía Eléctrica.

La factibilidad de esta segunda alternativa dependerá del balance entre su mayor costo y los beneficios derivados, tanto de la producción de los potenciales energéticos referidos como del control de crecidas aguas abajo de "Los Cuervos".

---

1/ UTE, División Planificación y Desarrollo.  
Ministerio de Industria y Energía, Febrero 1980.



