

CONVENIO MARNR-CORPOZULIA
PROGRAMA DE DESARROLLO INTEGRAL DE LA PLANICIE DE MARACAIBO

DEMANDAS DE RIEGO EN LA PLANICIE DE MARACAIBO

ING. CIVIL
HAYDEE CAÑAS DE GONZALEZ

RESUMEN

Para el Programa Planicie de Maracaibo, el cual tiene su asiento en el área Nor-Occidental del Estado Zulia, es de vital importancia la cuantificación de las demandas de riego involucradas en cada uno de los proyectos que contempla; dada la escasez relativa del recurso agua en contraposición con la disponibilidad de suelos aptos para el desarrollo de cultivos agrícolas.

Mediante la aplicación del Método del Umbral Optimo de Riego, utilizando para ello la información disponible en cuanto a: Climatología (precipitación y evaporación media mensual); Características Físicas de los Suelos (textura, densidad aparente, capacidad de campo y coeficiente hidrodinámico); Características de los Cultivos (coeficiente de desarrollo foliar, coeficiente de densidad de enraizamiento, profundidad radicular típica, período vegetativo del cultivo); y una Eficiencia de Riego del 50%, se determinaron las demandas brutas de riego.

Los cálculos fueron realizados utilizando el programa de computadora denominado "Modelo para el Cálculo de la Demanda de Riego por el Método del Umbral Optimo", mediante el cual se procesa la información señalada para cada uno de los proyectos previstos en el Programa.

Los resultados señalan en general las mayores demandas para el cultivo de Caña de Azúcar y Pastos, y las menores demandas para el cultivo de Leguminosas y Cereales, de acuerdo a la ubicación de los proyectos las

mayores demandas se ubican, hacia la zona Nor-este del área y las menores demandas hacia la zona Sur-oeste. La aplicación del modelo antes señalado, permitió cuantificar de manera más precisa las demandas de riego y por ende, el redimensionamiento de las superficie de cultivos prevista de acuerdo a la disponibilidad del recurso agua, y la reubicación de algunos cultivos hacia áreas donde sus demandas fueron menores.

PROGRAMA PLANICIE DE MARACAIBO
DETERMINACION DE LAS DEMANDAS DE RIEGO

I N D I C E

1.- INTRODUCCION

2.- PROYECTOS DE RIEGO

3.- METODOLOGIA UTILIZADA

4.- ASPECTOS AGROCLIMATICOS

4.1.- Precipitación y Evaporación

4.2.- Características de los Suelos

4.3.- Cultivos Propuestos

4.4.- Métodos de Riego y Eficiencia Asumida

5.- RESULTADOS

6.- CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFIA

LISTA DE ANEXOS

Anexo Nº 1: Diagrama de Flujo del Modelo

Anexo Nº 2: Histogramas de Precipitación y Evaporación

Anexo Nº 3: Parámetros Estimados para los Cultivos

Anexo Nº 4: Plan de Cultivo por Proyecto

Anexo Nº 5: Salida del Programa

Anexo Nº 6: Gráficos de Ajustes de los Valores de Demandas

PLANOS

1.- INTRODUCCION

La utilización óptima de los Recursos Hidráulicos, dentro del área de la Planicie de Maracaibo, constituye una de las metas fundamentales a cumplir en la implementación de los proyectos dada la escasez relativa del recurso agua, al encontrarse la mayor disponibilidad de ésta, bastante alejada de las áreas potencialmente regables. De allí la necesidad de determinar con precisión las demandas de cada proyecto. Para el cálculo de estas demandas se aplicó el modelo computarizado denominado "Cálculo de la Demanda por el Método del Umbral Optimo de Riego" de Aldo Norero*, el cual toma en cuenta las características del cultivo, suelo, climatología y eficiencia de riego, dando como resultado las demandas brutas de riego.

En el presente informe se presenta una breve descripción de los proyectos específicos considerados, aplicación del modelo de demanda y los resultados obtenidos por proyecto.

Una vez aplicado el modelo, los mayores valores de Demandas de riego observados, corresponden al área central de la Planicie (alrededor de La Paz) siendo los menores valores los obtenidos en el área Suroeste, tal como era de esperarse dado sus características climatológicas.

2.- PROYECTOS DE RIEGO

El Plan Rector de Desarrollo del Programa Planicie de Maracaibo, prevé la implementación de alrededor de quince (15) proyectos diseminados a lo largo y ancho de la vasta extensión que conforma la Planicie. Alrededor de 170.000 ha., se estima que pueden desarrollarse mediante el aprovecha

* Este método estima el Riego Fisiológico

miento de los Recursos Hidráulicos tanto superficiales como subterráneos, existentes en el área e incluyendo el trasvase (a muy largo plazo) de las aguas superficiales provenientes de las fuentes ubicadas hacia el Sur de la Planicie, en la Sierra de Perijá.

Actualmente se estima que existen alrededor de 52.000 ha., bajo riego en el área de la Planicie, correspondiendo la mayor superficie a pastos regados. Sin embargo, gran parte de los suelos están cubiertos por pastos cultivados sin riego, ésto es, dedicados a la actividad agropecuaria, no obstante el uso potencial predominante dentro del área corresponde al uso agrícola vegetal, siempre y cuando sea posible la aplicación de agua.

En el cuadro Nº 2.1 se detallan las características más importantes de cada proyecto (ver plano de ubicación Nº 1). De todos los proyectos señalados, sólo Carrasquero 1, Maracaibo 1 y Boscán 1, se estima que pueden ser desarrollados a muy corto plazo; los proyectos Mara 1, Boscán 2, Maracaibo 3, Mara 3 y Mara 4, se prevé que pueden ser desarrollados a largo plazo ya que éstos requieren de la construcción de infraestructura de captación muy costosa (embalses); y los Proyectos Urdaneta 1, 2, 3, 4, 5 y 6 que se consideren de desarrollo a muy largo plazo ya que implican el trasvase de las aguas provenientes de las Cuencas del Sur.

3.- METODOLOGIA UTILIZADA

Para el cálculo de la demanda de riego en cada uno de los proyectos previstos en el Programa Planicie de Maracaibo, se ha utilizado el programa de computadora denominado "Cálculo de las Demandas de Riego por el Método del Umbral Optimo de Riego"*, el cual toma en cuenta el tipo de cultivo, características del suelo, condiciones de precipitación y evaporación

* Desarrollado por el Ing. Hugo Oré, funcionario del MARNR, basado en el método del Umbral Optimo de Riego de Aldo Norero.

CUADRO N° 2.1

PROGRAMA PLANIFICIE DE MARACAIBO

PROYECTOS DE RIEGO PREVISTOS

PROYECTO	UBICACION	ASPECTOS RESALTANTES	FUENTE DE ABASTECIMIENTO	SUPERFICIE HA.
CARRASQUERO 1*	DTTO. MARA, ALRE- Dedores DE CARRAS- QUERO.	-La infraestructura de captación es una derivación sencilla que transportará el agua por gravedad hasta la zona de riego, utilizando el cauce del caño San Miguel. Dentro del área existe tradición de riego en el cultivo de pastos y hortalizas, con una eficiencia bastante baja. Cultivo: Pastos y hortalizas.	Río Limón	3.000
MARA 1*	DTTO. MARA, ALRE- Dedores DE SIM. CRUZ DE MARA	-Dentro del área existe una tradición mar cada, en el riego de frutales y hortalizas mediante el aprovechamiento de aguas subterráneas, la cual ha venido presentando problemas de calidad y disponibilidad. Para las dos alternativas de fuentes previstas, es necesario utilizar bombeo. Cultivo: Frutales, hortalizas y raíces.	Complejo Manuelote- Tulé ó Aguas Servidas	6.000
MARACAIBO 1*	DTTOS. MARACAIBO Y URDANETA	-El área prevista para este proyecto es propiedad de CORPOZULIA (Proyecto Siderúrgico). En el área existen alrededor de veintisiete (27) pozos construidos, la infraestructura necesaria sería treinta y cuatro (34) pozos y la red de canales de distribución. Cultivo: Cereales (maíz y sorgo)	Aguas Subterráneas	1.200
BOSCAN 1*	DTTO. MARACAIBO ENTRE EL LABERINTO Y CAMPO BOSCAN	-En la actualidad dentro del área el uso predominante del suelo corresponde a pastos cultivados sin riego con una explotación tradicional ganadera. Se estima que existe dentro del área suficientes recursos de agua subterránea para ser aprovechados mediante la construcción de alrededor de 48 pozos. Cultivo: pastos y cereales	Aguas Subterráneas	6.000
BOSCAN 2, MARACAIBO 3*** MARACAIBO 4, MARA 3 Y MARA 4 ****	AREA CENTRAL Y ESTE DEL DTTO. MARACAIBO	-Los proyectos Boscán 2 y Maracaibo 3 que forman un bloque continuo deben ser abastecidos desde El Embalse El Diluvio, Río Palmar (en proyecto). Los proyectos Maracaibo 4, Mara 3 y Mara 4 también conforman un bloque continuo ubicado al Norte del centro poblado La Paz, se prevé que esta área sea regada con las aguas provenientes de los ríos Guasare y Palmar, por gravedad. Comprenden la construcción de dos (2) embalses El Diluvio y Cerro Blanco y una extensa red de canales principales y secundarios. Cultivo: Leguminosas, cereales, raíces, caña de azúcar, oleaginosa y pasto.	Ríos Guasare y Palmar	32.000
URDANETA 1,2,3, 4,5 y 6 ****	DTTO. URDANETA	-Los proyectos Urdaneta, conforman un bloque continuo al Sur de la Planicie, corresponden a un área en la cual existen pastos cultivados sin riego. La fuente de agua prevista corresponde a los ríos del Dto. Paríj, comprende la construcción de alrededor de 5 embalses y un canal principal que transportaría las aguas desde el Sur hasta el área de riego. Cultivo: pastos.	Ríos Apón, Negro, Yasa, Yunyima, Tocuco y Aricaunza	90.000

- * PROYECTO A CORTO PLAZO
- ** PROYECTO A MEDIANO PLAZO
- *** PROYECTO A LARGO PLAZO
- **** PROYECTOS A MUY LARGO PLAZO

del área, además incorpora la característica de la red de distribución, el método de riego, mediante la estimación de una eficiencia global de riego.

El programa señalado, se realiza de acuerdo al diagrama de flujo presentado en el Anexo Nº 1, donde se calculan los siguientes parámetros:

- Profundidad enraizada promedio R, en cms.
- Fracción volumétrica de agua aprovechable A, en cm/cm.
- Lámina aprovechable total por mes LA, en cm.
- Evapotranspiración máxima promedio mensual ETX, en cm/día.
- Umbral de riego U, adimensional.
- Lámina utilizada a la tasa máxima Lr.
- Necesidad neta mensual de agua Dr, cm/mes.
- Número teórico de riegos necesarios en cada mes NR.

Los datos de entrada al programa están dados por la siguiente información:

- Características del suelo:
 - Textura del suelo
 - Densidad aparente del suelo DA
 - Capacidad del campo WA, en %
 - Coefficiente hidrodinámico CH.
- Características del cultivo:
 - Coefficiente de desarrollo foliar (a)
 - Coefficiente de densidad de enraizamiento (r)
 - Profundidad radicular típica (Rx), en cm.
 - Período vegetativo del cultivo
- Datos climatológicos:
 - Precipitación media mensual
 - Evaporación media mensual

- Otros datos:

Mes de siembra, Nº de has., eficiencia de riego asumida, días del mes.

4.- ASPECTOS AGROCLIMATICOS

4.1.- Precipitación y Evaporación

Dentro del área del programa existe una red más o menos densa, de estaciones climatológicas distribuidas en toda la extensión; se ha considerado la información de ocho (8) estaciones de precipitación, ubicadas algunas dentro de las áreas de los proyectos y las otras muy cercanas a ellas. (Ver plano Nº 2).

En el cuadro Nº 4.1.1 de información de precipitación, se observa el nombre de la estación, serial, período de registro utilizado y el método aplicado. El menor registro utilizado, de siete (7) años, corresponde a los proyectos Boscán 1, Boscán 2 y Maracaibo 3, siendo el mayor registro utilizado el correspondiente al proyecto Maracaibo 1 con veinticinco (25) años.

En algunos casos, se consideró la precipitación de manera puntual, en otros casos se utilizó la media aritmética o los Polígonos de Thiessen.

La información de evaporación dentro del área es más escasa, sin embargo, según se aprecia en el cuadro Nº 4.1.2 de información de evaporación, se utilizó la información correspondiente a cuatro (4) estaciones, cuya ubicación se puede observar en el plano Nº 2, En algunos casos se estimó la evaporación de manera puntual y en otros se aplicó la Media Aritmética. Para el Proyecto Carrasquero 1 fue necesario correlacionar las estaciones de evaporación El Loral y Tulé resultando un coeficiente de correlación de 0.84, con lo cual fue posible utilizar la estación Tulé conjuntamente con la estación de Precipitación Carrasquero, lo cual permitió trabajar con un registro de once (11) años.

CUADRO Nº 4.1.1

INFORMACION DE PRECIPITACION

UTILIZADA EN EL MODELO DE DEMANDAS DE RIEGO

PROYECTOS	ESTACION	SERIAL	AÑOS DE REGISTRO	PERIODO UTI- LIZADO AÑOS	METODO UTILIZADO
CARRASQUERO 1	-Carrasquero	1172	1962-1983	11	Puntual
MARA 1	-El Moján -Buena Esperanza -Altos de la Vanega	1089	1954-1982 1963-1982	11 11	Poligonos de Thiessen
MARACAIBO 1	-Campo de Pozos	1022	1951-1982	25	Puntual
BOSCAN 1	-Las Mucuras -Jaquey Grande	1061	1943-1969 1963-1982	07	Media Aritmética
BOSCAN 2 Y MARACAIBO 3	-Jaquey Grande -Las Mucuras	1061	1963-1982 1943-1969	07	Media Aritmética
MARACAIBO 4, MARA 3 Y MARA 4	-Buena Esperanza	1002	1963-1983	11	Puntual
URDANETA 1, 2, 3, 4, 5 y 6.	-Campo de Pozos -Las Mucuras	1022 1061	1952-1982 1943-1969	16	Media Aritmética

INFORMACION DE EVAPORACION

UTILIZADA EN EL MODELO DE DEMANDA DE RIEGO

PROYECTOS	ESTACION	SERIAL	AÑOS DE REGISTRO	PERIODO UTILIZADO	METODO UTILIZADO
CARRASQUERO 1	-Tulé	1093	1972-1983	11	Puntual
MARA 1	-Tulé	1093	1972-1983	11	Media Aritmética
	-Altos de la Vanega	1071	1970-1982		
MARACAIBO 1	-Campos de Pozos	1022	1954-1982	25	Puntual
BOSCAN 1	-Las Mucuras	1061	1943-1969	07	Puntual
BOSCAN 2 y MARACAIBO 3	-Las Mucuras	1061	1943-1969	07	Puntual
MARACAIBO 4, MARA 3 Y MARA 4	-Altos de la Vanega		1970-1982		
	-Tulé	1093	1972-1982	11	Media Aritmética
URDANETA 1, 2, 3, 4, 5, 6.	-Campo de Pozos	1022	1954-1982	16	Media Aritmética
	-Las Mucuras	1061	1943-1969		

En cada una de las áreas de los proyectos, se determinó la precipitación y evaporación Media Anual cuyos resultados se señalan en el cuadro Nº 4.1.3 de condiciones climatológicas, igualmente se elaboraron los histogramas de precipitación y evaporación correspondientes a cada proyecto, los cuales se presentan en el Anexo Nº 2 (gráficos Nos. 1, 2, 3, 4, 5, 6).

4.2.- Características de los Suelos

El factor suelo constituye el mayor potencial existente dentro del área, a tal punto, que de las 556.620 ha. efectivas que conforman la Planicie, 380.000 ha. se distribuyen entre suelos Clase I (24.920 ha.), Clase II (235.918 ha.), Clase III (151.233 ha.) y Clase IV (47.704 ha.), de acuerdo al sistema de Manejo III de COPLANARH. Es importante destacar la uniformidad de los suelos y el hecho de que se presentan en grandes bloques continuos.

Respecto a las características edafotécnicas se señala la presencia de un horizonte argílico a profundidad variable, texturas medias a arcillosas y un relieve predominantemente plano, con presencia de salinidad moderada en algunas áreas localizadas.

Las características de los suelos, referidas a cada proyecto se presentan en el cuadro Nº 4.2.1 donde también se señalan los parámetros de entrada al modelo de demandas de riego correspondientes a Densidad Aparente, Capacidad de Campo, Punto de Marchitez y Coeficiente Hidrodinámico; cuyos valores fueron tomados del trabajo: Propiedades físicas de los suelos Tropicales del Ing. Plácido Galué, Inédito.

Los valores correspondientes al coeficiente hidrodinámico, se determinaron del gráfico Nº- 1 de Relación entre el coeficiente hidrodinámico del suelo y su textura.

CUADRO Nº 4.1.3PROGRAMA PLANICIE DE MARACAIBOCONDICIONES CLIMATOLÓGICAS

PROYECTO	PRECIPITACION	EVAPORACION	
	MEDIA ANUAL (M.M.)	MEDIA ANUAL (M.M.)	DIARIA MM/DIA
CARRASQUERO 1	762.87	2215.20	6.1
MARA 1	561.02	2674.70	7.3
MARACAIBO 1	601.47	2391.47	6.6
BOSCAN 1	882.00	1764.49	4.8
BOSCAN 2 Y MARACAIBO 3	945.64	1764.49	4.8
MARACAIBO 4 MARA 3 Y MARA 4	884.53	2703.20	7.4
URDANETA 1,2,3, 4,5 Y 6	749.50	2126.49	5.8

FUENTE: CALCULOS PROPIOS

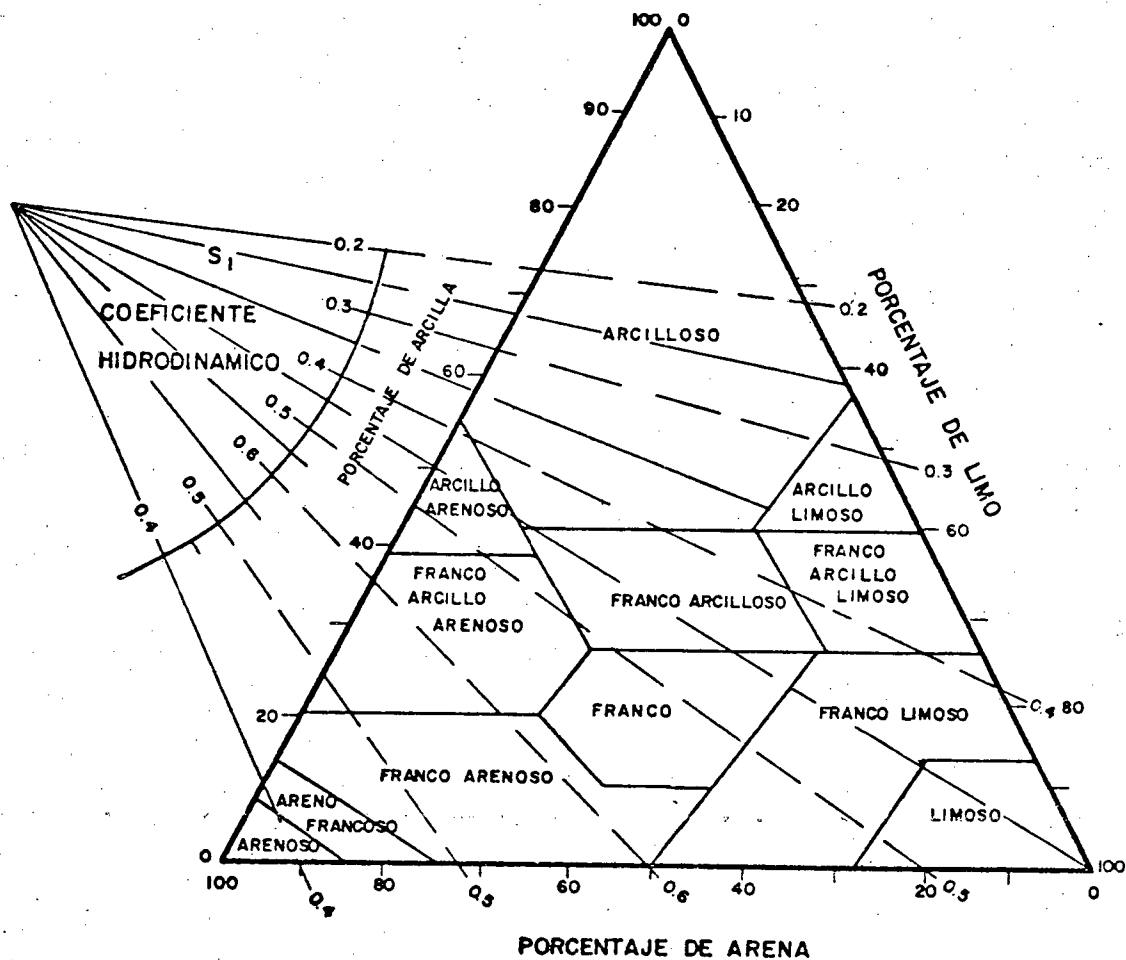
PROYECTO PLANICIE DE MARACAIBO

CAPACIDADES DE LOS SUELOS

PROYECTO	CARACTERISTICAS DE LOS SUELOS (COFLANARH)	APTITUD PARA RIEGO SEGUN SISTEMA DE MANEJO 3	PARAMETROS ESTIMADOS PARA APLICACION DEL MODELO DE DEMANDAS DE RIEGO.
PROYECTO CARRASQUERO 1	Suelos de textura arcillosa. (60% del área), bien drenados, presentan erosión laminar localizada, el pH varia entre 4.3 y 5.8, bien desarrollados con incremento de arcilla en el perfil y se puede encontrar un estrato rocoso o arenoso a una profundidad de 1.20 mts.	VST (a)	Densidad aparente: 1.63 Capacidad de Campo: 31.16 Punto de Marchitez: 18.64 Coef. Hidrodinámico: 0.30 Textura: Arcillosa
PROYECTO MARA 1	Suelos profundos de texturas medias con incremento de arcilla en el perfil, presentando texturas livianas en superficie (0-40 cm). Presentan altas saturaciones con base, el pH (5-5.8), son algo excesivamente drenados.	IIIS (a)	Densidad aparente: 1.75 Capacidad de Campo: 14.79 Punto de Marchitez: 6.19 Coef. Hidrodinámico: 0.55 Textura: Franco-Arenosa
PROYECTO MARACAIBO 1	Suelos profundos de texturas medias, con incremento de arcilla en el perfil, desarrollo moderado de estructuras, buen drenaje, alta saturación con bases, pH fluctua entre (4.5-6.7) en algunos casos se observa un estrato salino a profundidades mayores de 70 cm.	IIS	Densidad aparente: 1.49 Capacidad de Campo: 27.31 Punto de Marchitez: 13.00 Coef. Hidrodinámico: 0.45 Textura: Franco-arcillosa

PROYECTO	CARACTERISTICAS DE LOS SUELOS (COPLANARH)	APTITUD PARA RIEGO SEGUN SISTEMA DE MANEJO 3	PARAMETROS A ESTIMAR EN LA APLICACION DEL MODELO DE DEMANDAS DE RIEGO.
BOSCAN 1	Suelos de texturas medias con incremento de arcilla en el perfil, moderado desarrollo de estructuras bien drenados, pH varia entre 5 y 6 en superficie disminuyendo con la profundidad. No presentan problemas de salinidad.	IIS	Densidad aparente: 1.75 Capacidad de Campo: 14.79 Punto de Marchitez: 6.19 Coef. Hidrodinámico: 0.55 Textura: Franco-Arenoso
BOSCAN 2 y MARACAIBO 3	IDEM al anterior	IIS	Textura Franco Densidad aparente: 1.49 Capacidad de Campo: 23.92 Punto de Marchitez: 9.99 Coef. Hidrodinámico: 0.55
MARACAIBO 4, MARA 3 Y MARA 4	Suelos profundos de texturas medias, moderadamente bien estructuradas y bien drenados con incremento de arcilla en el perfil sin problemas de salinidad, localmente se pueden encontrar texturas arcillosas y arenosas.	IIIT (a)	IDEM. Boscán 2 y Maracaibo 3
URDANETA 1,2,3,4 y 5.	IDEM a Boscán 1	IIS	Textura Franco Densidad aparente: 1.49 Capacidad de Campo: 23.92 Punto de Marchitez: 9.99 Coef. Hidrodinámico: 0.55
URDANETA 6	IDEM a Maracaibo I	IIS	IDEM Urdaneta 1,2,3,4 y 5

FUENTE: COPLANARH; Propiedades físicas de los Suelos Tropicales, Autor: Plácido Galué



RELACION ENTRE EL COEFICIENTE HIDRODINAMICO DEL SUELO Y SU TEXTURA.

GRAFICO # 1

4.3.- Cultivos Propuestos

Según se ha establecido en el Plan Rector de Desarrollo de la Planicie de Maracaibo, los criterios empleados en la selección de los cultivos comprenden:

- Adaptación a los factores del ecosistema del área.
- Uso actual de la tierra, reflejo de la tradición agrícola y experiencia de los productores.
- Prioridad nacional de los rubros.
- Análisis económico simulado de los cultivos, y
- Consideraciones de índole social y de ordenamiento territorial.

Los criterios antes señalados permitieron establecer los cultivos a desarrollar en cada proyecto, tal y como se muestra en el cuadro Nº 4.3.1; los cultivos propuestos corresponden a: Cereales: maíz y sorgo; Hortalizas: pimentón, tomate, melón y patilla; Oleaginosas: soya; Raíces: yuca; Leguminosas: caraotas y frijol; Frutas: uva, níspero, guayaba, guanábana, mango, lechoza, parchita y limón; Caña de Azúcar y Pastos.

En el cuadro Nº 4.3.2 se señalan los parámetros estimados de los cultivos, en la aplicación del Modelo de Demandas de Riego, de acuerdo a los valores tomados de las tablas siguiente: Coeficiente de densidad de enraizamiento r , para el cálculo del umbral óptimo de riego (tabla Nº 1); Zona radicular típica que contribuye la mayor parte del agua aprovechable (tabla Nº 2) y coeficiente de desarrollo foliar para el cálculo de la evapo-transpiración máxima (a) (tabla Nº 3); tomados del Informe "Cálculos Agronómicos relacionados con el riego" de Aldo Norero, Insertos en el Anexo Nº 3; y la duración del ciclo de cultivo en meses. En el Anexo Nº 4, se señala el plan de cultivos previstos en cada proyecto.

PROGRAMA PLANICIE DE MARACAIBO

CULTIVOS PROPUESTOS

PROYECTO	SUPERFICIE PROPUESTA	CULTIVOS	SUPERFICIE POR CULTIVO ha.
CARRASQUERO 1	3.000	Alternativa I	
		Pastos	3.000
MARA 1	6.000	Alternativa II	
		Hortalizas	400
		Cereales	600
		Pasto	2.000
MARACAIBO 1	1.200	Frutales	2.700
		Raíces	1.500
		Cereales	1.500
BOSCAN 1	6.000	Cereales	1.200
		Pastos	4.800
BOSCAN 2 Y MARACAIBO 3	18.000	Cereales	4.100
		Oleaginosas	800
		Caña de Azúcar	1.500
		Raíces	900
		Leguminosas	300
		Pastos	4.000
MARACAIBO 4, MARA 3 Y MARA 4	32.000	Cereales	15.200
		Oleaginosas	1.600
		Caña de Azúcar	4.600
		Leguminosas	2.000
		Yuca	2.200
URDANETA 1,2,3,4,5 y 6	90.000	Pastos	6.400
		Pastos	90.000

CUADRO Nº 4.3.2PROGRAMA PLANICIE DE MARACAIBOPARAMETROS DE LOS CULTIVOS A ESTIMAREN LA APLICACION DEL MODELO DE DEMANDAS DE RIEGO

CULTIVO	COEFICIENTE DE ENRAIZAMIENTO	PROFUNDIDAD TIPICA DE ENRAIZAMIENTO	COEFICIENTE DE DESARROLLO FOLIAR	DURACION DEL CICLO DE CULTIVO (MESES)
MAIZ	0.60	70.0	4.8	4
SORGO	0.60	70.0	4.8	4
SOYA	0.30	50.0	3.4	5
CARACTA	0.30	50.0	3.4	4
FRIJOL	0.30	50.0	3.4	4
YUCA	0.30	80.0	4.8	18
PIMENTON	0.40	40.0	4.0	3
TOMATE	0.60	40.0	3.4	3
PATILLA	0.30	20.0	3.4	3
MELON	0.30	20.0	3.4	3
CAÑA DE AZUCAR	0.40	100.0	6.2	10
UVA	0.40	100.0	3.4	12
MANGO	0.40	100.0	3.4	12
NISPERO	0.40	100.0	3.4	12
GUANABANA	0.40	100.0	3.4	12
GUAYABA	0.40	100.0	3.4	12
LIMON	0.40	100.0	3.4	12
LECHOSA	0.40	100.0	3.4	12
PASTOS	0.85	60.0	5.5	12

NOTA: Para los frutales y el pasto se considera un ciclo permanente, por lo tanto se tomó un período de 12 meses.

Para la yuca se tomó un ciclo de 18 meses ya que es para uso agroindustrial.

FUENTE: Valores tomados de las tablas Nº 1,2,3 del Anexo Nº 3.

4.4.- Métodos de Riego y Eficiencia Asumida

Las experiencias de riego existentes dentro del área de la Planicie, se refieren al riego de pastos, frutales y hortalizas, ubicadas en áreas muy localizadas: De alrededor de 52.000 ha. regadas dentro del área, más del 90% está constituido por pastos; el riego de frutales se hace mediante la aplicación del agua por gravedad, utilizando platones, cuya forma de conducción varía entre explotaciones; en relación al riego de la uva se observa métodos simples como el de surcos, chorritos a través de una tubería, hasta los más sofisticados como los de aspersión y el de goteo; en el riego de hortalizas tradicionalmente los productores riegan en forma manual usando mangueras a las cuales se les acopla una regadera; la yuca y cereales se cultivan bajo la modalidad de secano, haciendo la observación que con la aplicación de riego el rendimiento por hectárea deberá incrementarse considerablemente eliminando el riesgo de pérdida parcial o total del cultivo por falta de agua; para el riego de pastos se utiliza el método de bordas y cajones.

Es de hacer notar que existe poco conocimiento de las necesidades reales de agua de los diferentes cultivos por parte de los productores, así el uso del recurso agua se hace indiscriminadamente.

Los métodos de riego propuestos en el Programa, contemplan el uso de prácticas tradicionales dentro del área, excepto para el riego de pastos, para el cual se propone el riego por aspersión dada la escasez relativa del recurso agua.

La eficiencia de riego actual, se estima en un 30% para el riego de pastos y en un 45 a 50% en el riego de frutales, para los efectos de la aplicación del programa de Demandas de Riego, se ha asumido una eficiencia del 50%, a la cual será posible llegar en la medida que el programa Planicie de Maracaibo brinde la asistencia técnica necesaria y establezca un manejo adecuado del recurso agua.

5.- RESULTADOS

El modelo de Demandas de riego, por el método del Umbral Optimo, se aplicó en cada uno de los proyectos de acuerdo al período de registro climatológico considerado y tomando en cuenta los diferentes parámetros analizados en cuanto a suelo y cultivo. Un ejemplo del formato de salida del programa se presenta en el anexo Nº 5.

De acuerdo a los valores obtenidos en la aplicación del programa, tomando en cuenta el mes de máxima demanda para cada cultivo y ajustando luego una Distribución Gumbel tipo I a dichos valores, se obtuvo el cuadro Nº 5.1 de Demandas de riego al 70% de probabilidades de no ocurrencia en lps/ha., lo cual se refiere a que la demanda de cada mes sea menor o igual que el valor obtenido en dicho porcentaje de no ocurrencia; en el anexo Nº 6 de presentan las curvas de ajustes correspondientes a cada cultivo por proyecto.

Según se aprecia en el cuadro en referencia, los valores de máxima demandas corresponden a: 1.80 lps/ha (pastos) en el proyecto Carrasquero 1; 1.82 lps/ha (yuca) en Mara 1; 1.02 lps/ha (pastos) en Boscán 1; 1.12 lps/ha (caña de azúcar) en Boscán 2 y Maracaibo 3; 2.05 lps/ha (caña de azúcar) en Maracaibo 4, Mara 3 y Mara 4; en los proyectos Maracaibo 1 y Urdaneta 1, 2, 3, 4, 5 y 6 se tiene 1.27 y 1.20 lps/ha correspondientes al cultivo de cereales y pastos respectivamente. En cuanto a los mínimos valores obtenidos resaltan las demandas de todos los cultivos ubicados en los proyectos Boscán 2 y Maracaibo 3, es decir que es en dicha área donde se presentan las menores demandas de riego.

A manera de información general se señalan en el cuadro Nº 5.2 las Demandas Medias Mensuales por cultivo en lps/ha y Miles m^3 /mes/ha para cada proyecto donde puede apreciarse el comportamiento de las demandas durante el ciclo del cultivo de acuerdo a los factores considerados.

CUADRO Nº 5.1PROGRAMA PLANICIE DE MARACAIBODEMANDAS DE RIEGO lps/ha. 70% DE PROBABILIDAD DE NO OCURRENCIA.MES CRITICO

PROYECTO	CULTIVO	DEMANDAS DE RIEGO 70% DE PROBABILIDADES DN		MES CRITICO
		lps/ha.	mm/día	
CARRASQUERO 1	Hortalizas A	1.00	8.64	12
		1.27	10.97	12
	Hortalizas B	1.20	6.21	4
	Cereales	1.47	12.70	6
	Pasto	1.80	15.55	7
MARA 1	Frutales	1.47	12.70	7
	Raíces	1.82	15.72	7
	Cereales	1.65	14.26	6
	Hortalizas B	1.35	11.66	4
MARACAIBO 1	Cereales	1.27	10.97	6
BOSCAN 1	Cereales	0.77	6.65	6
	Pastos	1.02	8.81	3
BOSCAN 2 Y MARACAIBO 3	Cereales	0.77	6.65	7
	Oleaginosas	0.85	7.34	1
	Caña de Azúcar	1.12	9.68	7
	Raíces y Tubérculos	0.90	7.78	3
	Leguminosas	0.57	4.92	3
	Pastos	1.02	8.81	7
MARACAIBO 4, MARA 3 Y MARA 4	Cereales	1.40	12.01	7
Oleaginosas	1.50	12.96	7	
Caña de Azúcar	2.05	17.71	7	
Leguminosas	1.05	9.07	5	
Raíces	1.85	15.98	7	
Pastos	2.00	17.28	7	
URDANETA 1,2,3, 4,5, Y 6	Pastos	1.20	10.36	7

NOTA:

Hortaliza A: tomate y pimentón.

Hortaliza B: melón y patilla.

CUADRO Nº 5.2

DEMANDAS DE RIEGO MEDIAS MENSUALES POR CULTIVO. (LFS/HA) Y $10^3 M^3$ /MES/HA

PROYECTO	CULTIVOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC
CARRASQUEIRO 1	Cereales				0.387	0.577	1.160	1.121		.096	.091	.462	.794
					1.003	1.545	3.006	3.002		.249	.244	1.198	2.117
	Hortalizas A										.022	.342	.795
											.059	.886	2.119
	Hortalizas A										0.024	.308	.883
										.064	.798	2.378	
	Hortalizas B			.648	.897	.543				.022	.259	.795	
				1.735	2.325	1.454				.059	.671	2.129	
	Pastos	.413	.570	.842	.755	.651	1.044	1.601	1.372	.831	.289	.326	.566
		1.070	1.428	2.255	1.957	1.744	2.706	9.288	3.556	2.154	0.774	.244	1.457
MARA 1	Frutales	.480	.617	.785	.699	.618	.853	1.299	1.266	.527	.093	.494	.581
		1.286	1.546	2.102	1.811	1.655	2.210	3.479	3.123	1.366	.249	1.280	1.502
	Cereales				.380	.721	1.236	1.196		.148	.679	.857	.929
					.985	1.931	3.203	3.203		.383	.212	2.221	2.488
	Hortalizas B			.712	1.055	.758					.000	.615	.942
				1.907	2.735	2.030				.600	1.594	2.823	
	Tubérculos	.515	.662	.878	.804	.800	1.095	1.655	1.534	.757	.283	.665	.541
		1.379	1.654	2.352	2.084	2.142	2.838	4.433	4.108	1.962	.758	1.698	1.717
MARACAYO 1	Cereales				.474	.762	.982	.890		.189	.279	.559	.684
					1.229	2.040	2.545	2.383		.489	.747	1.448	1.778
BOSCA 1	Pastos	.285	.402	.651	.298	.162	.303	.544	.537	.432	.312	.201	.387
		.763	1.007	1.743	.772	.433	.785	1.457	1.438	1.119	.835	.581	.902
	Cereales				.055	.130	.377	.252		.099	.113	.332	.562
					.142	.348	.977	.674		.023	.302	.861	1.825
BOSCA 2 Y MARACAYO 3	Cereales				.134	.088	.303	.615		0.000	0.240	.165	.457
					.347	.236	.785	1.647		0.000	.064	.428	1.760
	Oleaginosas	.701			.099	.045	.140	.514	.184	0.000	0	.042	.601
		1.877			.257	.121	.362	1.377	.493	0.000	0.000	.108	1.610
	Tubérculos	.331	.462	.744	.265	.082	.200	.687	.657	.185	.586	.053	.320
		.887	1.163	1.993	.687	.220	.518	1.840	1.760	.479	1.569	.137	.857
	Leguminosa			.534	.274	.107	.104			0.000	.006	.066	.304
Caña de Azúcar	.334	.493	.830	.346	.124	.284	.930	.931	.366	.129	.111	.362	
	.894	1.235	2.223	.897	.332	.736	2.491	2.433	.949	.345	.288	.970	
	Pastos	.332	.479	.787	.805	.102	.242	.808	.794	.264	.097	.078	.341
		.889	1.200	2.108	.790	.273	.627	2.164	2.127	.684	2.325	.202	.713
MARACAYO 4, MARA 2 Y MARA 3	Cereales				.178	.622	1.048	1.156		.058	.210	.962	.793
					.461	1.666	2.716	3.096		.150	.562	2.493	2.660
	Oleaginosa	.962			.178	.365	.732	1.235	.449	.004	.052	.589	1.052
					.407	.978	1.897	3.308	1.203	.010	.139	1.527	2.817
	Tubérculos	.534	.633	.825	.419	.622	.921	1.529	1.297	.664	.488	.543	.594
		1.430	1.580	2.210	1.086	1.666	2.387	4.095	3.233	1.721			
	Leguminosas			.596	.431	.724	.578		.052	.093	.694	.798	
				1.596	1.117	1.939	1.498		.135	.249	1.773	2.137	
	Caña de Azúcar	.498	.666	.916	.525	.788	1.169	1.838	1.560	.961	.693	.808	.872
		1.334	1.664	2.459	1.361	2.110	3.930	4.923	4.178	2.491	1.856	2.094	1.800
	Pastos	.453	.650	.972	.381	.704	1.046	1.703	1.400	.812	.575	.669	.634
		1.213	1.629	2.336	.987	1.856	2.711	4.561	3.750	2.105	1.546	1.734	1.699
UPANETA 1,2, 3,4,5,6	Pastos	.357	.529	.752	.540	.355	.516	1.056	.995	.644	.347	.280	.410
		.956	1.375	2.014	1.400	.951	1.337	.150	2.641	1.609	.970	.726	1.111

NOTA:

Hortalizas A: tomate y pimentón.

Hortalizas B: melón y patilla.

A la luz de los resultados obtenidos, se plantea la reubicación de los cultivos caña de azúcar y yuca, con una demanda de 2.05 y 1.85 lps/ha respectivamente, de las áreas de los proyectos Maracaibo 4, Mara 3 y Mara 4, hacia el área de los proyectos Boscán 2 y Maracaibo 3, donde la demanda para estos cultivos de 1.12 y 0.90 lps/ha son evidentemente menores, lo cual aumentan las posibilidades de optimizar el aprovechamiento del recurso agua, de marcada escasez dentro del área del Programa, así como también el aprovechamiento del recurso suelo ya que se abre la posibilidad de incrementar sustancialmente la superficie de los cultivos.

6.- CONCLUSIONES

- Los valores de máxima demanda corresponden a los cultivos de pastos, caña de azúcar y yuca oscilando dichos valores entre 1.8 lps/ha y 2.05 lpa/ha.
- En los proyectos Maracaibo 4, Mara 3 y Mara 4 (alrededores de La Paz) área central de la Planicie se observan los máximos valores de demanda obtenidos.
- Las demandas mínimas se obtuvieron en los proyectos Boscán 2, Maracaibo 3, ubicados hacia la zona Sur-Oeste de la Planicie, aguas abajo del Embalse El Diluvio (en proyecto).
- Los cultivos caña de azúcar y yuca fueron reubicados del área de los proyectos Maracaibo 4, Mara 3 y Mara 4 hacia el área de los proyectos Boscán 2 y Maracaibo 3 debido a que es en esta área donde se presentan las mínimas demandas.
- El mes crítico, para la mayoría de los cultivos es el mes de julio.

7.- RECOMENDACION

- Se debe profundizar sobre el estudio de las demandas de riego a la luz de las exigencias de cada proyecto específico, afinando lo concerniente fundamentalmente a la eficiencia de riego a asumir y a las características de los suelos.

B I B L I O G R A F I A

DUQUE, ROBERTO A. *Precipitación, Formación, Medición y Análisis de Datos.*
CIDIAT. Mérida. 1980.

GALUE B., PLACIDO. *Propiedades Físicas de los Suelos Tropicales. Trabajo
de Ascenso. Inédito L.U.Z.*

MARNR - CORPOZULIA. *Plan Rector para el Desarrollo Integral de la Planicie
de Maracaibo. 1era. Versión. Maracaibo. 1984.*

MORERO, ALDO. *Cálculos Agronómicos relacionados con el riego. CIDIAT.*
Mérida. 1976.

ORE GUARDIA, HUGO. *Modelo para el Cálculo de la Demanda de Riego por el Mé-
todo del Umbral Optimo. MARNR ZONA 3. Barquisimeto. 1982.*

ORE HUGO, GARCIA MARTIN Y GONZALEZ MANUEL. *Estudio de Operación del Embalse
de Cumaripa. MARNR. Caracas. 1982.*

A N E X O N º 1

DIAGRAMA DE FLUJO DEL MODELO

"CALCULO DE LA DEMANDA POR EL METODO DEL UMBRAL OPTIMO".

METODO DE UMBRAL OPTIMO

DATOS $t_c; r; R_x; DA, W_c$
 $W_m; s, E_v; PM, N$

PROFUNDIDAD ENRAIZADA PROMEDIO

$$R = 1.8 \left(\frac{t}{t_c} \right) \left(1.5 - \frac{t}{t_c} \right) * R_x$$

FRACCION VOLUMETRICA DE AGUA APROVECHABLE

$$A = \frac{(W_e - W_m)}{100} * \rho$$

LAMINA APROVECHABLE TOTAL POR MES

$$LA = A * R$$

EVAPOTRANSPIRACION MAXIMA PROMEDIO MENSUAL

$$ETX = \left[0.3 + a \left(\frac{t}{t_c} \right)^2 \left(1 - \frac{t}{t_c} \right) \right] EV$$

UMBRAL DE RIEGO

$$U = \sqrt[3]{rs (1-ETX)}$$

LAMINA UTILIZADA A LA TASA MAXIMA

$$Lr = U * LA$$

NECESIDAD NETA MENSUAL DE AGUA

~~DR = ETX * LA * N - P~~
 $DR = ETX * N - P$

Nº TEORICO DE RIEGOS NECESARIOS EN C/MES

$$NR = \frac{DR}{Lr}$$

END

y si Permayor que ETX

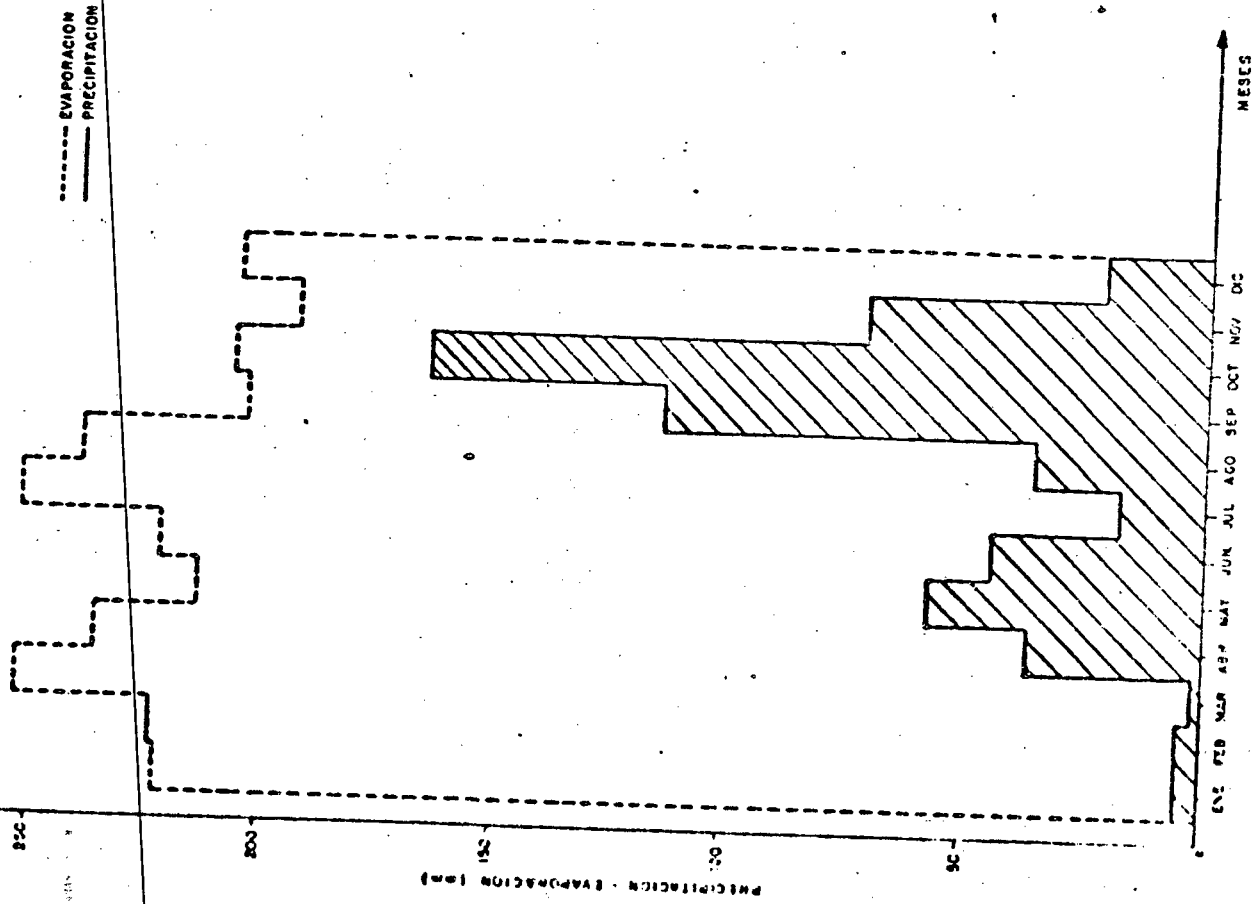
DATOS DE ENTRADA:

- Duración del ciclo cultivo días t_c
- Coeficiente de enraizamiento (Adimensional) (r)
- Profundidad típica de enraizamiento (cm) R_x
- Densidad aparente (Adimensional) ρ
- Capacidad de campo en % W_e
- Punto de marchitez en % W_m
- Coeficiente hidrodinámico del suelo adimensional S
- Evaporación mensual cm/día EV
- Precipitación Mensual cm/día PM
- Duración del Mes (días) N
- Duración del ciclo del cultivo en días, t_c
- Fracción del ciclo de cultivo en días, t

A N E X O Nº 2

HISTOGRAMAS DE PRECIPITACION Y EVAPORACION

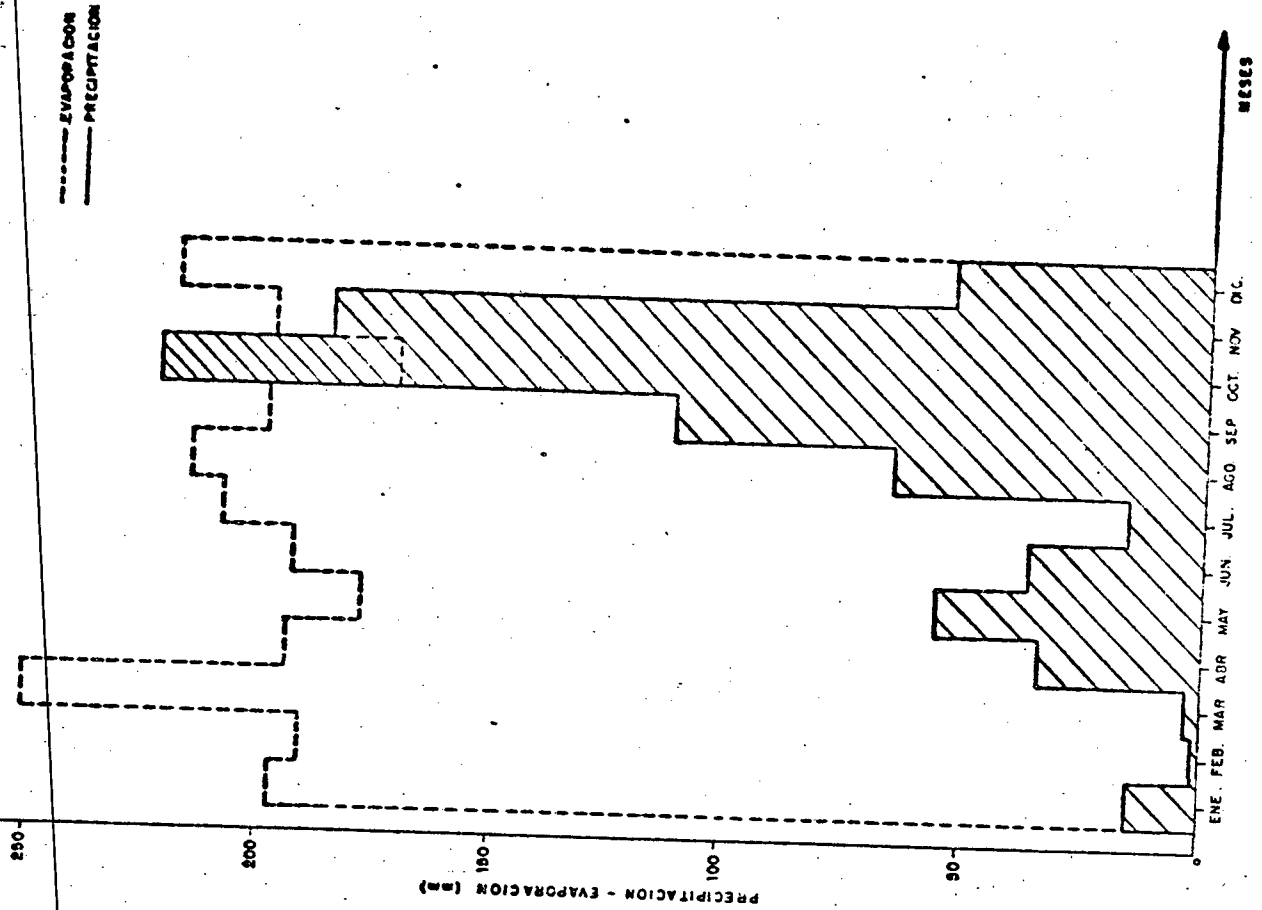
HISTOGRAMAS DE PRECIPITACION - EVAPORACION



PRECIPITACION:
 ESTACION: EL VOLCAN, TULE Y ALTOS
 DE LA VANEGA
 MEDIA ANUAL: 361.02 mm.

EVAPORACION:
 ESTACION: TULE, ALTOS DE LA VANEGA
 MEDIA ANUAL: 2674.70 mm.

HISTOGRAMAS DE PRECIPITACION - EVAPORACION

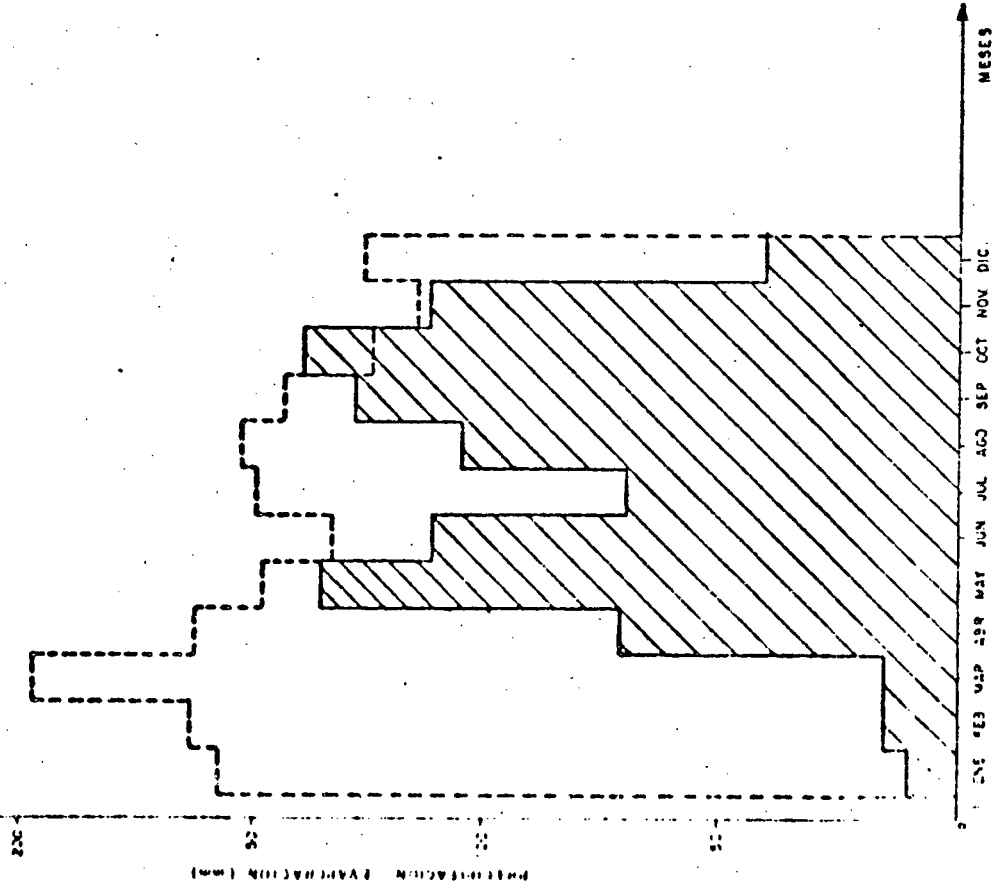


PRECIPITACION:
 ESTACION: CARRASQUERO
 MEDIA ANUAL: 763.87 mm.

EVAPORACION:
 ESTACION: TULE
 MEDIA ANUAL: 2219.20 mm.

HISTOGRAMAS DE PRECIPITACION - EVAPORACION

----- EVAPORACION
 ———— PRECIPITACION

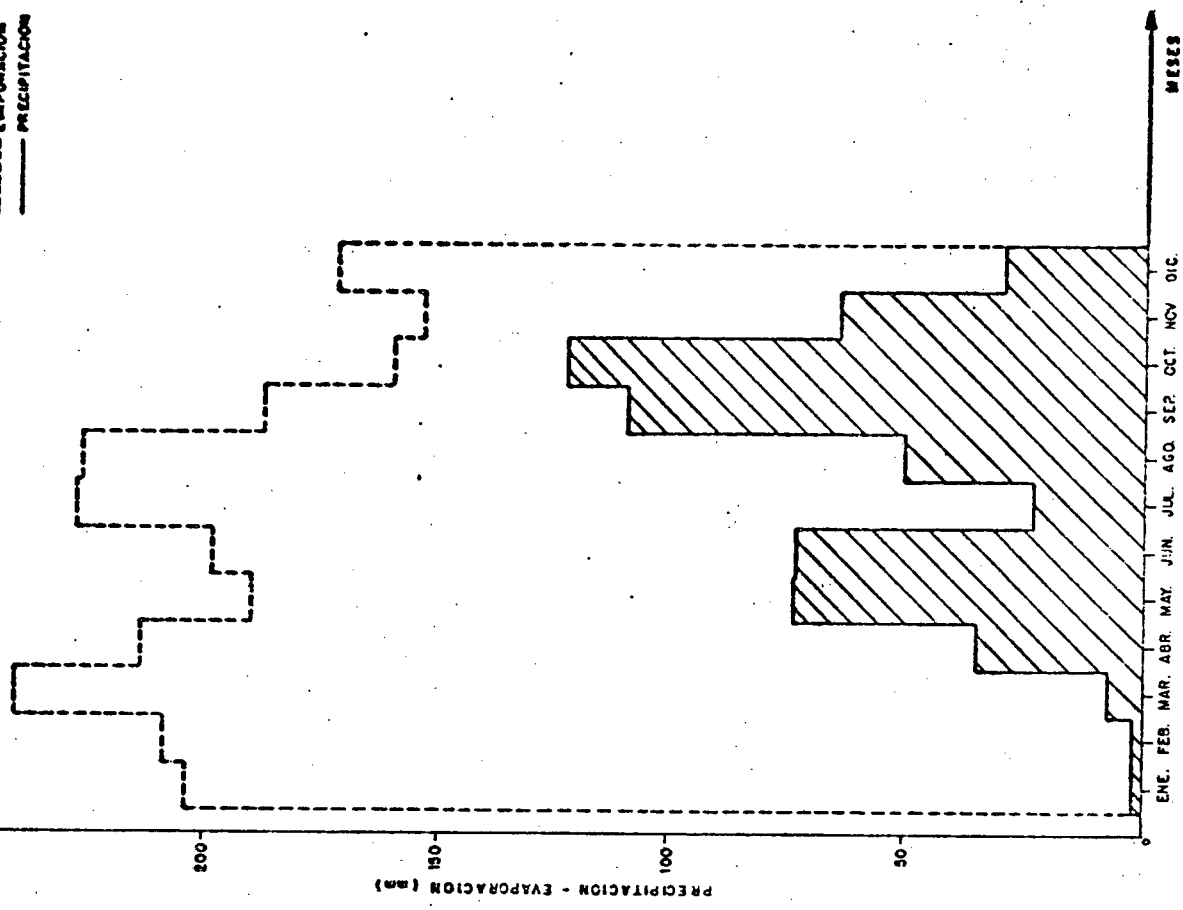


EVAPORACION
 ESTACION LAS MUCURAS
 MEDIA ANUAL: 1764.49 mm.

PRECIPITACION
 ESTACION JESSEY GRACE
 MEDIA ANUAL: 945.64 mm.

HISTOGRAMAS DE PRECIPITACION - EVAPORACION

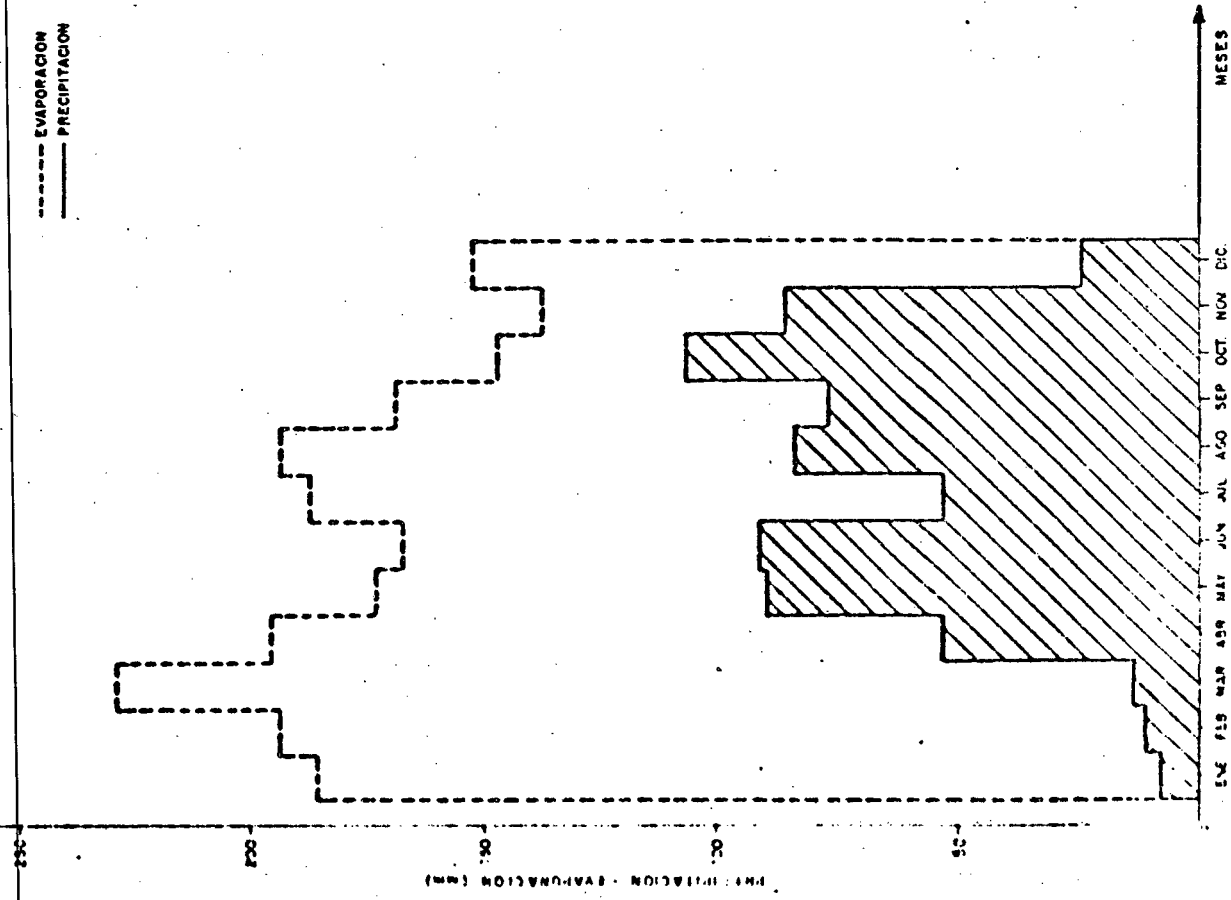
----- EVAPORACION
 ———— PRECIPITACION



PRECIPITACION
 ESTACION LOS POZOS
 MEDIA ANUAL: 601.47 mm.

EVAPORACION
 ESTACION LOS POZOS
 MEDIA ANUAL: 2391.47 mm.

HISTOGRAMAS DE PRECIPITACION - EVAPORACION



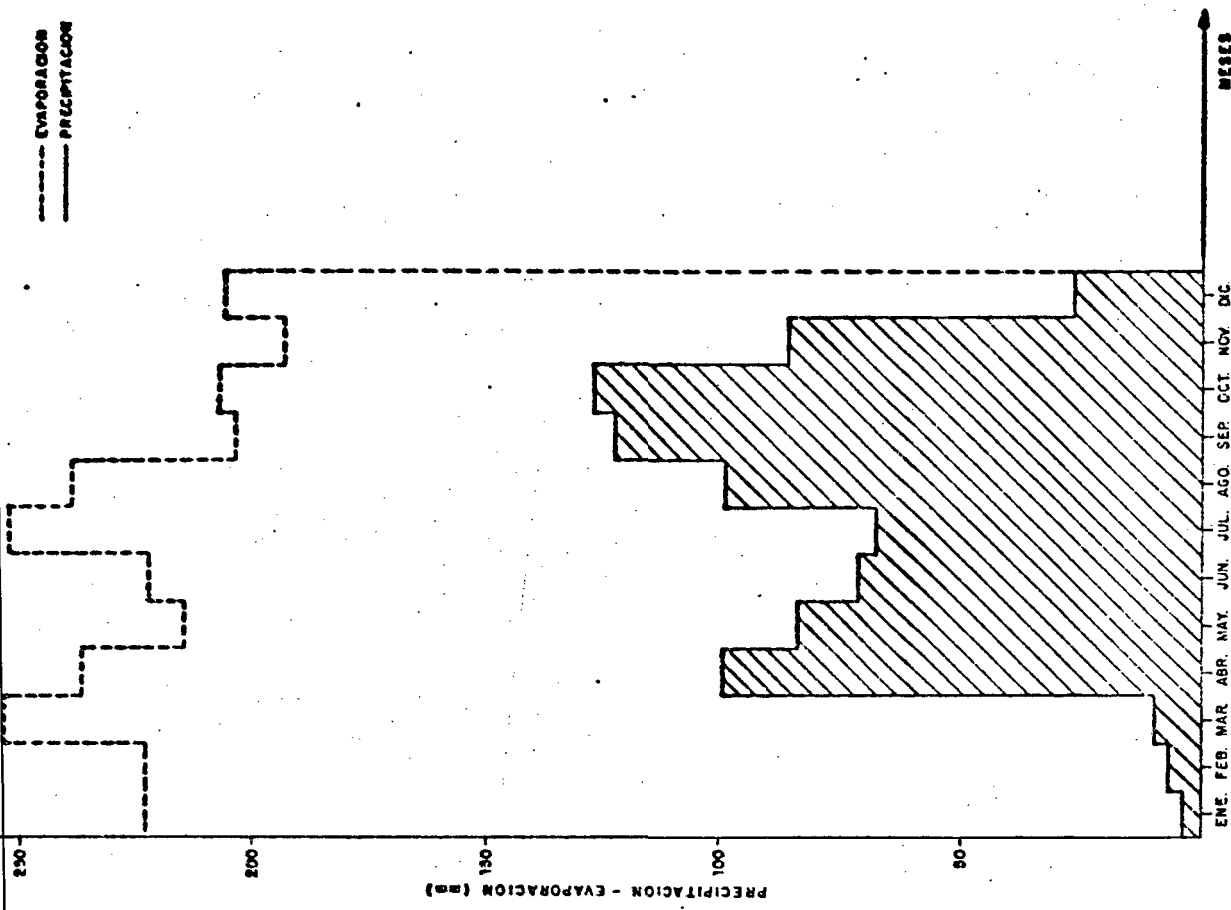
ESTACION

ESTACION LOS POZOS, LAS MUCURAS
VILLA PESQUERA 749.90 mm

EVAPORACION

ESTACION LOS POZOS, LAS MUCURAS
MEDIA MENSUAL 2176.49 mm

HISTOGRAMAS DE PRECIPITACION - EVAPORACION



PRECIPITACION

ESTACION BUENA ESPERANZA
MEDIA ANUAL 884.93 mm

EVAPORACION

ESTACION TULE Y ALTOS DE LA VARENA
MEDIA ANUAL 8709.20 mm

A N E X O N º 3

PARAMETROS ESTIMADOS PARA LOS CULTIVOS

TABLA Nº 2
ZONA RADICULAR TÍPICA QUE CONTRIBUYE
LA MAYOR PARTE DEL AGUA APROVECHABLE.

TIPO DE SUELOS	ZONA RADICULAR		Pz. cms.
	Hortalizas, papas, cebollos, carotas.	Maíz, algodón, tomate, tabaco, sorgo, pimentón.	
Arcilloso	40	65	80
Francés	40	60	80
Francés	50	80	100
Francés-limoso	40	74	87
Francés-arcilloso	35	70	80
Arcilloso	20	40	60

Fuente: Aldo Moreno (adaptado con modificaciones, de Grassi, 1976)

TABLA Nº 1
COEFICIENTE DE DENSIDAD DE ENRAIZAMIENTO, P,
PARA EL CALCULO DEL UNIDAD OPTIMO DE RIEGO

CARACTERÍSTICAS RADICULAR	EJEMPLO	VALOR DE P.
Muy Profundos	Pastos, gramíneas prateras.	0,7 - 1,0
Profusas	Maíz, sorgo, arroz, girasol, tomate.	0,5 - 0,7
Moderalmente densas	Caña de azúcar, soya, algodón, maní, pimentón, frutales (aguacate).	0,3 - 0,5
Foco Densos	Papa, tabaco, hortalizas, banano, cebolla, cerasote.	0,3 - 0,4

Fuente: Aldo Moreno, 1976

TABLA Nº 3

COEFICIENTE DE DESARROLLO FOLIAR PARA EL CALCULO
DE LA EVAPOTRANSPIRACION MAXIMA (a)

<u>CULTIVOS:</u>	<u>EJEMPLO</u>	<u>VALOR</u> (a)
Muy frondosos, altos, de largo período vegetativo, (más de cinco meses), ó sembrados muy tupidos.	Caña de azúcar, pasto elefante, sorgo forrajero, etc.	6,2
	Pastos altos, frondosos y permanentes.	5,5
Frondosos, de mediana estatura, de 3-5 meses de desarrollo.	Maíz, sorgo, granero, tabaco, algodón, yuca, tomate, arroz, etc.	4,8
	Pimentón	4,0
Poco frondoso, baja estatura, de rápido y corto desarrollo, (3 meses), o sembrados muy separadamente.	Caraota, Maní, hortalizas bajas, frutales espaciados, cebolla, etc.	3,4

FUENTE: Aldo Norero, 1976

A N E X O N^o 4

PLAN DE CULTIVOS POR PROYECTO

.43.

PROGRAMA PLANIFICIE DE MARACAIBO
PROYECTOS BOSCAN 2 Y MARACAIBO 3
PLAN DE CULTIVOS

MES CULTIVOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGST	SEPT	OCT	NOV	DIC
MAIZ												
SORGO												
CAROTA												
FRIJOL												
SOYA												
CABA												
YUCA*												
PASTOS												

* Para uso Agro-Industrial, ciclo estimado de 18 meses.

.43.

PROGRAMA PLANIFICIE DE MARACAIBO
PROYECTOS MARACAIBO 4, MARA 3 Y MARA 4
PLAN DE CULTIVOS

MES CULTIVOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGST	SEPT	OCT	NOV	DIC
MAIZ												
SORGO												
SOYA												
CAROTA												
FRIJOL												
CABA												
YUCA*												
PASTOS												

* Para uso Agro-Industrial

A N E X O N º 5

SALIDA DEL PROGRAMA

DEMANDAS DE RIEGO MENSUAL
 SECTOR DE RIEGO: URDANETA
 CULTIVO: PASTOS
 MES DE SIEMBRA 1

Ef 20/20
MA/MA

com/dec

MES	PRECIPITACION	EVAPORACION	ETP	L. REPOS	UM RIEGO	RIEGOS	DEMANDAS DE RIEGO
1	1.4	190.3	.189779	1.60974	.709289	3.56774	114.863
2	21	178.5	.239187	4.45877	.694373	1.03105	91.9447
3	9	227	.358262	6.59659	.656146	1.54624	203.998
4	22.5	182.1	.38327	8.52482	.647443	1.08484	184.962
5	113	208.7	.527404	9.33822	.592476	.540738	102.991
6	61	183.7	.566918	10.2648	.575482	1.06261	218.151
7	69.5	177	.593589	10.9267	.563418	1.04801	229.025
8	79	184.4	.657692	10.8713	.532089	1.14875	249.769
9	111.4	175.7	.647085	11.2614	.537529	.734594	165.451
10	209.5	154	.505783	12.599	.601375	0	0
11	61.5	132.9	.366081	13.3499	.653402	.361981	96.6484
12	13	151.4	.249306	13.4064	.691281	.479507	128.57
13							

A N E X O N º 6

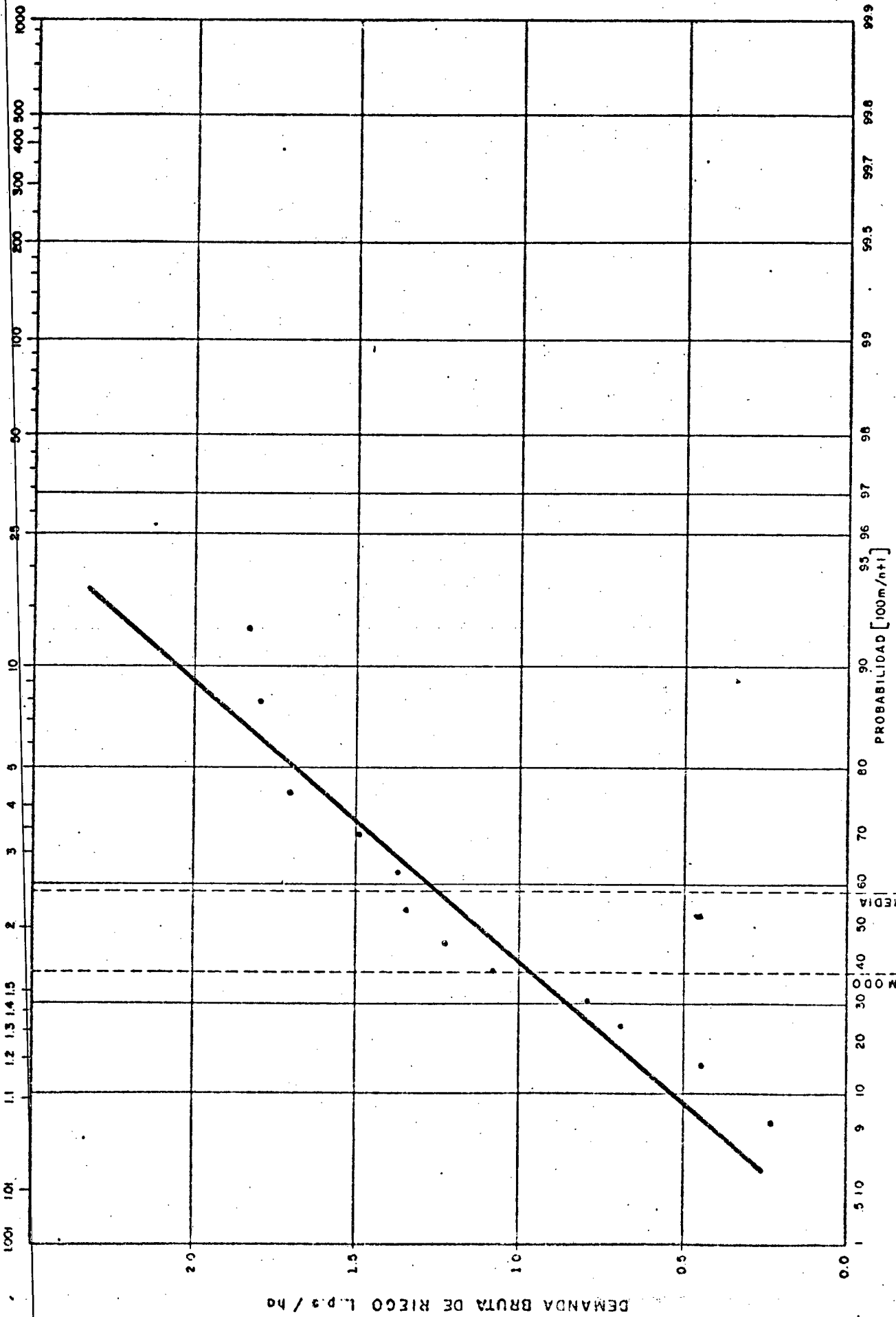
GRAFICOS DE AJUSTES DE LOS VALORES DE DEMANDAS

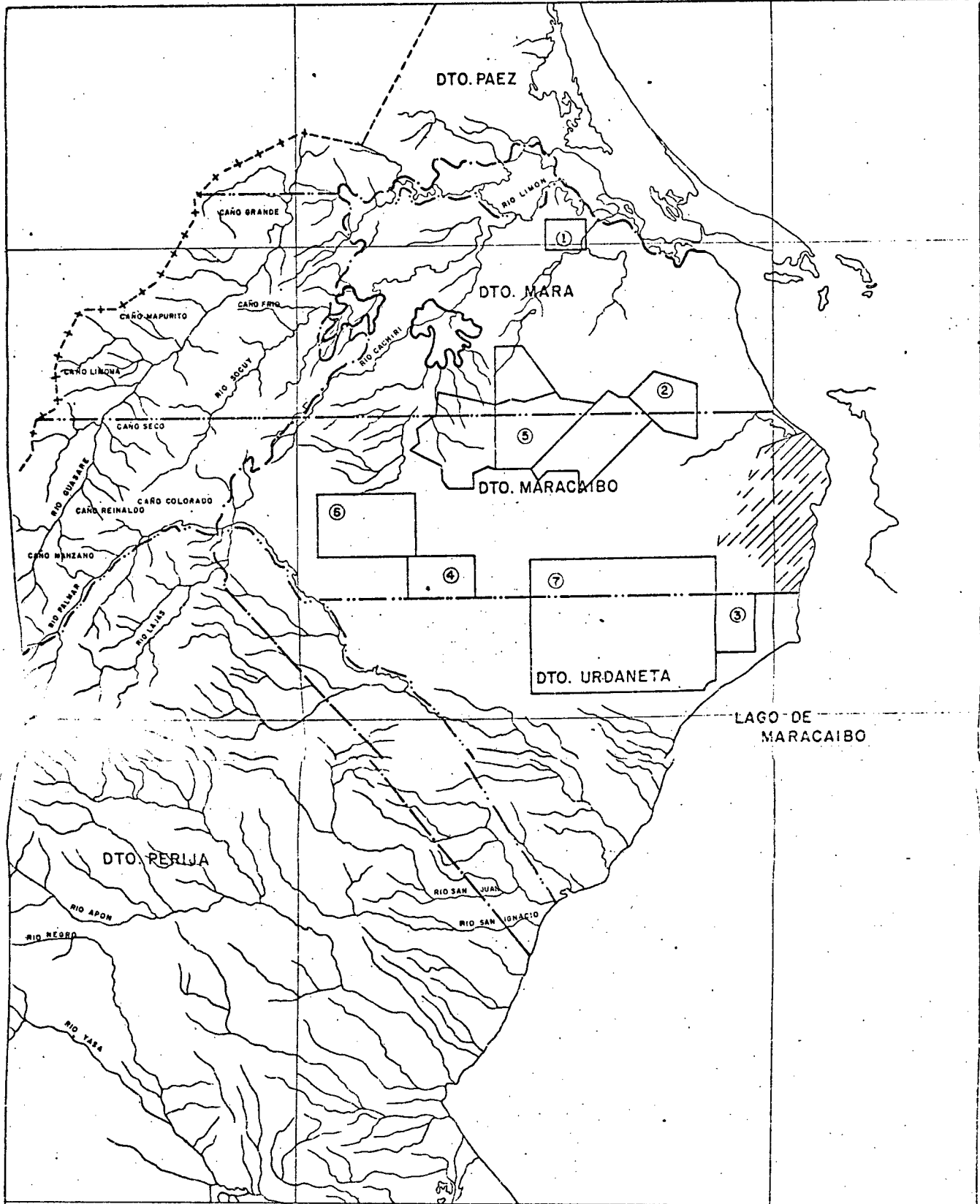
DE CADA CULTIVO, POR PROYECTO

PAPEL DE PROBABILIDADES GUMBEL TIPO 1

CULTIVO: MAIZ

PERIODO DE RETORNO (AÑOS)





PROYECTOS :

- ① CARRASQUERO 1
- ② MARA 1
- ③ MARACAIBO 1
- ④ BOSCAN 1
- ⑤ MARACAIBO 4, MARA 3 Y MARA 4
- ⑥ BOSCAN 2 Y MARACAIBO 3
- ⑦ URDANETA 1, 2, 3, 4, 5 Y 6

LEYENDA :

--- LIMITE DEL PROGRAMA

CONVENIO MARNR - CORPOZULIA *	
PROGRAMA DE DESARROLLO INTEGRAL PLANICIE DE MARACAIBO	
ESCALA: 1:500 000 FECHA: AGOSTO 84 LEVANTO: CALCULO: DIBUJO: O. G. CONDE REVISO: CONFORMO: APROBADO:	CONTENIDO: UBICACION DE LOS PROYECTOS MAPA N° 1