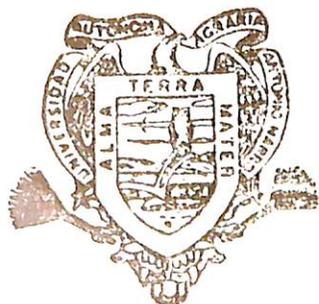


ESTIMACION DE PARAMETROS HIDROLOGICOS
EN EL DRENAJE SUPERFICIAL DE CUENCAS
AGRICOLAS NO INSTRUMENTADAS
DE QUINTANA ROO

RAYMUNDO JAVIER NAVA PADILLA

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS
EN RIEGO Y DRENAJE



Universidad Autónoma Agraria
Antonio Narro

PROGRAMA DE GRADUADOS

Buenavista, Saltillo, Coah.

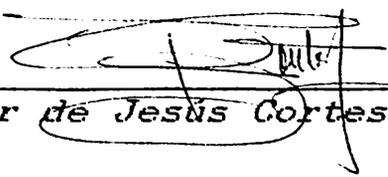
MARZO DE 1990

Tesis elaborada bajo la supervisión del comité particular
de asesoría y aprobada como requisito parcial, para optar
al grado de

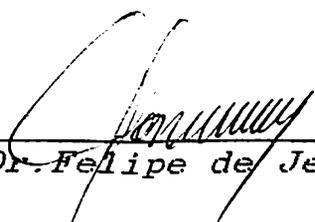
MAESTRO EN CIENCIAS
EN RIEGO Y DRENAJE

C O M I T E P A R T I C U L A R

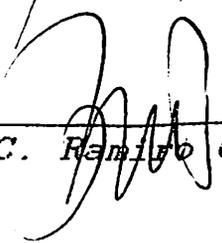
Asesor principal:

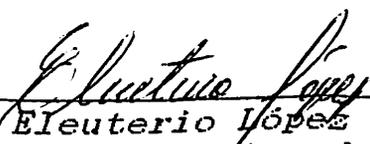

M.C. Javier de Jesús Cortes Bracho

Asesor:


Dr. Felipe de Jesús Ortega Rivera

Asesor:


M.C. Ramiro de Alba Becerra


Dr. Eleuterio López Pérez
Subdirector de Asuntos de Postgrado

Buenavista, Saltillo, Coahuila. Marzo 1990

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnologia (CONACYT), por su apoyo económico para la realización de mis estudios de postgrado.

Al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, por brindarme la oportunidad y apoyo económico para mi superación profesional.

A la Subdirección de Postgrado de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), por los conocimientos adquiridos y el oportuno apoyo económico durante el tiempo de prolongación para la presentación de mi examen de grado.

Al Ing M.C Javier de Jesús Cortés Bracho por sus oportunas y atinadas intervenciones en la realización y conclusión del presente estudio.

Al Dr Felipe de Jesús Ortega Rivera por sus sugerencias durante la preparación del escrito final del presente trabajo.

Al Ing M.C Ramiro de Alba Becerra, por sus comentarios prácticos para la presentación del presente escrito.

A los maestros y demás personal del Departamento de Riego y Drenaje; así como también a los maestros de otros departamentos de la UAAAN; que de alguna u otra manera participaron en la realización del presente trabajo.

A los compañeros de estudio Sergio. M. Chapa, Juan Estrada Avalos, Vinicio Cisneros Pérez, Hector Rodriguez Rodriguez, Marco. A. Arellano Garcia y a Manuel Alvarado Carrillo, quienes con su estímulo constante y desinteresada ayuda, incentivaron la finalización del presente escrito.

DEDICATORIA

A MI MADRE QUE ME GUIA DESDE EL CIELO

AL ESTIMULO DE MI PADRE

*CON CARINO Y ADMIRACION A LA PERSEVERANCIA Y APOYO
CONSTANTE DE MI ESPOSA ADA ESTHER*

*A MIS HIJOS RAYMUNDO AMADOR Y ADDY ALEJANDRA PARA
QUE ESTO SEA FUENTE DE INSPIRACION EN SU VIDA*

*A MIS HERMANOS MARCELINO, IGNACIO, JUANITA,
FRANSISCO, GLORIA, JUAN, HECTOR, JORGE Y DORA ELIA
POR SU GRAN AYUDA EN LA VIDA Y CONFIANZA EN MI*

*A MI TIA OFELIA POR SU CARINO Y ORACION A DIOS POR
EL BIENESTAR DE TODA MI FAMILIA*

*A TODOS MIS COMPANEROS DE MI ALMA MATER POR
FACILITARME DE NUEVA CUENTA RECORDAR TIEMPOS
INOLVIDABLES*

COMPENDIO

ESTIMACION DE PARAMETROS HIDROLOGICOS EN EL DRENAJE
SUPERFICIAL DE CUENCAS AGRICOLAS NO INSTRUMENTADAS DE
QUINTANA ROO

FOR

RAYMUNDO JAVIER NAVA PADILLA

MAESTRIA EN CIENCIAS

RIEGO Y DRENAJE

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. MARZO 1990

M.C. JAVIER DE JESUS CORTES BRACHO -Asesor-

Palabras clave: Hidrométrica, probabilidad, cuenca,
escurrimiento, drenaje

La falta de información hidrométrica en las cuencas agrícolas del Estado de Quintana Roo, fue el incentivo para el desarrollo del presente estudio; el cual se fundamenta básicamente en la hidrología aplicada. La finalidad del trabajo, es la propuesta del método del número de curva, desarrollado por el Servicio de Conservación de Suelos (SCS), de los Estados Unidos, como una herramienta en la generación de datos hidrométricos necesarios en las obras de drenaje agrícola, en cuencas no instrumentadas.

Se analizaron los registros de lluvia diaria en lámina, para el ciclo lluvioso de mayo a octubre; en una cuenca de 100 ha del ejido Nicolas Bravo. Los valores de lluvia se transformaron a escurrimiento superficial directo (E). El análisis probabilístico se aplicó a series de máximos, basadas en E. Las funciones de probabilidad usadas fueron la lognormal, Gumbel, logPearson tipo III y gamma incompleta. Mediante la prueba de bondad de ajuste de Kolmogorov y Smirnov, se seleccionó la de máxima representación para cada mes. Con la función seleccionada, se estimó el E probable con un periodo de retorno de 10 años; así como también el coeficiente de drenaje (Cd) mensual.

Con el método numérico de Newton y Raphson, y la ayuda de un programa de computadora, se determinaron las características hidráulicas de los drenes.

Como puntos finales del estudio, se presenta el diseño del sistema de drenaje superficial para el área estudiada; así como el planteamiento de la hipótesis de que el método del SCS de los Estados Unidos, estima con aceptable aproximación el escurrimiento superficial directo.

ABSTRACT

ESTIMATION OF HYDROLOGICALS PARAMETERS IN THE SURFACE
DRAINAGE OF AGRICULTURAL UNINSTRUMENTED WATERSHEDS FOR
QUINTANA ROO

BY

RAYMUNDO JAVIER NAVA PADILLA

MASTER OF SCIENCE

IRRIGATION AND DRAINAGE

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MEXICO. MARCH 1990

M.C. JAVIER DE JESUS CORTES BRACHO

- Adviser -

*Key words: Hydrometric, probability, watersheds, runoff,
drainage.*

The lack of hydrometric data in the agricultural watersheds on Quintana Roo, was the incentive for the development of this study, which is based on applied hydrology. This work presents as proposition the number curve method, development by the Soil Conservation Service (SCS) of the United States as a tool in the generation of hydrometric data necessary for the drainage system design in uninstrumented watersheds.

The records of daily precipitation in depth, for a twenty two years series, were analyzed for the rainy season from may to october; in a watershed of 100 ha in the ejido Nicolas Bravo.

The precipitation values were transformed to direct surface runoff (E). The probabilistic analysis was applied to a series of maximum runoffs. The probability functions used were the lognormal, Gumbel, logPearson type III and incomplet gamma. By the good fitting test of Kolmogorov and Smirnov, the maximum representation function for each month was chosen, then with the chosen function, the probable E was estimated for a recurrence period of 10 years, as well as the drainage coeficient (Cd) monthly.

With the numeric method of Newton and Rapshon and the help of a computer program, the hydraulic characteristics of the drains were determined.

The preliminary results of this research are the presentation of the design for the system of surface drainage for the area studied, as well as the establishment of the hypothesis that the method of the SCS of the United States, estimates with good aproximation the direct surface runoff for the area studied.

INDICE DE CONTENIDO

	Página
<i>INDICE DE CUADROS</i>	xii
<i>INDICE DE FIGURAS</i>	xv
<i>INTRODUCCION</i>	1
<i>REVISION DE LITERATURA</i>	3
<i>Antecedentes del Drenaje Agrícola</i>	3
<i>Localización de Zonas con Drenaje Deficiente.</i>	6
<i>Factores que Originan Drenaje Deficiente</i>	9
<i>Efecto del Drenaje Deficiente en Suelo y Cul-</i> <i>tivo</i>	10
<i>Propósitos y Beneficios del Drenaje Agrícola.</i>	14
<i>Estudios Hidrológicos para Drenaje Agrícola</i> ..	18
<i>Métodos para Estimar Escurrimiento Su-</i> <i>perficial</i>	19
<i>Características del Método del Servi-</i> <i>cio de Conservación de Suelos de los</i>	
<i>Estados Unidos</i>	37
<i>Selección del Nivel de Probabilidad</i> ..	41
<i>Funciones de Distribución Probabilís-</i> <i>ticas Teóricas</i>	45
<i>MATERIALES Y METODOS</i>	49
<i>Caracterización del Area en Estudio</i>	49
<i>Transformación de Lluvia a Escurrimiento</i>	52

<i>Formación de las Series de Máximos.....</i>	58
<i>Distribuciones de Probabilidad Teóricas Utili- lizadas.....</i>	60
<i>Cuantificación de Parámetros Hidrológicos....</i>	66
<i>Cálculo de la Sección Transversal de Drenes..</i>	67
<i>Diseño del Sistema de Drenaje Superficial....</i>	72
RESULTADOS Y DISCUSION.....	74
<i>Transformación de Lluvia a Escurrimiento.....</i>	74
<i>Análisis Probabilístico con Función Lognormal</i>	76
<i>Análisis Probabilístico con Función Gumbel...</i>	78
<i>Análisis Probabilístico con Función LogPear - son tipo III.....</i>	80
<i>Análisis Probabilístico con Función Gamma In- completa.....</i>	83
<i>Selección de la Función Probabilística para cada mes.....</i>	85
<i>Estimación de los Parámetros Hidrológicos....</i>	86
<i>Cálculo de la Sección Transversal de Drenes..</i>	87
<i>Diseño del Sistema de Drenaje Superficial....</i>	90
CONCLUSIONES.....	93
RECOMENDACIONES.....	95
LITERATURA CITADA.....	97
APENDICES.....	101
<i>APENDICE A</i>	101
<i>APENDICE B</i>	104
<i>APENDICE C</i>	136
<i>APENDICE D</i>	142

<i>APENDICE D</i>	<i>154</i>
<i>APENDICE E</i>	<i>164</i>

INDICE DE CUADROS

Cuadro No	Página
Cuadro 2.1 Diferentes fórmulas empíricas para la estimación de avenidas máximas.....	24
Cuadro 2.2 Valores del gasto unitario en función del tiempo de concentración.....	25
Cuadro 3.1 Condición de humedad antecedente como función de la precipitación acumulada en cinco días previos (para periodo lluvioso) a la lluvia.....	53
Cuadro 3.2 Grupos hidrológicos de suelos usados por el SCS.....	53
Cuadro 3.3 Condición hidrológica definida por el SCS para varios usos del suelo.....	55
Cuadro 3.4 Curva numérica (CN) usada para estimar es corriente bajo diferentes complejos suelo-cobertura y manejo de la cuenca (datos para la condición de humedad antecedente II e la igual a $0.2 * S$).....	56
Cuadro 3.5 Valor de las curvas numéricas para casos de condición de humedad antecedente I y III.....	57
Cuadro 3.6 Series estadísticas sin ordenar	59
Cuadro 3.7 Series estadísticas en orden descendente..	59
Cuadro 3.8 Estadígrafo crítico para la prueba de bondad de ajuste de Kolmogorov-Smirnov.....	66
Cuadro 3.9 Valores del coeficiente de rugosidad (n)..	69
Cuadro 4.1 Factor de escurrimiento superficial (α)...	75
Cuadro 4.2 Valores de "D máxima".....	85
Cuadro A.1 Valores del factor K en la distribución	

<i>logPearson</i> tipo III.....	101
<i>Cuadro B.1 Observaciones de lluvia diaria desde mayo de 1967 a octubre de 1988 y estimación de la cantidad de lluvia a escurrimiento...</i>	104
<i>Cuadro C.1 Probabilidad de excedencia empírica mes de mayo.....</i>	136
<i>Cuadro C.2 Probabilidad de excedencia empírica mes de junio.....</i>	137
<i>Cuadro C.3 Probabilidad de excedencia empírica mes de julio.....</i>	138
<i>Cuadro C.4 Probabilidad de excedencia empírica mes de agosto.....</i>	139
<i>Cuadro C.5 Probabilidad de excedencia empírica mes de septiembre.....</i>	140
<i>Cuadro C.6 Probabilidad de excedencia empírica mes de octubre.....</i>	141
<i>Cuadro D.1 Función lognormal para mayo y junio.....</i>	142
<i>Cuadro D.2 Función lognormal para julio y agosto...</i>	143
<i>Cuadro D.3 Función lognormal para septiembre y octubre.....</i>	144
<i>Cuadro D.4 Función Gumbel para mayo y junio.....</i>	145
<i>Cuadro D.5 Función Gumbel para julio y agosto.....</i>	146
<i>Cuadro D.6 Función Gumbel para septiembre y octubre</i>	147
<i>Cuadro D.7 Función logPearsonIII para mayo y junio.</i>	148
<i>Cuadro D.8 Función logPearsonIII para julio y agosto</i>	149
<i>Cuadro D.9 Función logPearsonIII para septiembre y octubre.....</i>	150

<i>Cuadro D.10 Función gamma incompleta para mayo y junio.....</i>	<i>151</i>
<i>Cuadro D.11 Función gamma incompleta para julio y agosto.....</i>	<i>152</i>
<i>Cuadro D.12 Función gamma incompleta para septiembre y octubre.....</i>	<i>153</i>
<i>Cuadro F.1 Listado del programa para calcular las características hidráulicas de drenes.....</i>	<i>164</i>

INDICE DE FIGURAS

<i>Figura No</i>	<i>Página</i>
<i>Figura 3.1 Localización del area en estudio.....</i>	<i>50</i>
<i>Figura 3.2 Corte de la sección transversal al flujo..</i>	<i>68</i>
<i>Figura 4.1 Comparación de probabilidades empiricas y teóricas con distribución lognormal para el mes de julio.....</i>	<i>78</i>
<i>Figura 4.2 Comparación de probabilidades empiricas y teóricas con distribución Gumbel para el mes de julio.....</i>	<i>80</i>
<i>Figura 4.3 Comparación de probabilidades empiricas y teóricas con distribución logPearson III para el mes de julio.....</i>	<i>82</i>
<i>Figura 4.4 Comparación de probabilidades empiricas y teóricas con distribución gamma incomple- ta para el mes de julio.....</i>	<i>84</i>
<i>Figura 4.5 Ubicación de drenes en el terreno.....</i>	<i>88</i>
<i>Figura 4.6 Diseño final del sistema de drenaje super- ficial.....</i>	<i>91</i>
<i>Figura E.1 Comparación de probabilidades empiricas y teóricas con distribución lognormal para el mes de mayo.....</i>	<i>154</i>
<i>Figura E.2 Comparación de probabilidades empiricas y</i>	

	<i>teóricas con distribución lognormal para el mes de junio.....</i>	<i>154</i>
<i>Figura E.3</i>	<i>Comparación de probabilidades empiricas y teóricas con distribución lognormal para el mes de agosto.....</i>	<i>155</i>
<i>Figura E.4</i>	<i>Comparación de probabilidades empiricas y teóricas con distribución lognormal para el mes de septiembre.....</i>	<i>155</i>
<i>Figura E.5</i>	<i>Comparación de probabilidades empiricas y teóricas con distribución lognormal para el mes de octubre.....</i>	<i>156</i>
<i>Figura E.6</i>	<i>Comparación de probabilidades empiricas y teóricas con distribución Gumbel para el mes de mayo.....</i>	<i>156</i>
<i>Figura E.7</i>	<i>Comparación de probabilidades empiricas y teóricas con distribución Gumbel para el mes de junio.....</i>	<i>157</i>
<i>Figura E.8</i>	<i>Comparación de probabilidades empiricas y teóricas con distribución Gumbel para el mes de agosto.....</i>	<i>157</i>
<i>Figura E.9</i>	<i>Comparación de probabilidades empiricas y teóricas con distribución Gumbel para el mes de septiembre.....</i>	<i>158</i>
<i>Figura E.10</i>	<i>Comparación de probabilidades empiricas y teóricas con distribución Gumbel para el mes de octubre.....</i>	<i>158</i>
<i>Figura E.11</i>	<i>Comparación de probabilidades empiricas y</i>	

teóricas con distribución logPearson tipo III para el mes de mayo.....	159
<i>Figura E.12</i> Comparación de probabilidades empíricas y teóricas con distribución logPearson tipo III para el mes de junio.....	159
<i>Figura E.13</i> Comparación de probabilidades empíricas y teóricas con distribución logPearson tipo III para el mes de agosto.....	160
<i>Figura E.14</i> Comparación de probabilidades empíricas y teóricas con distribución logPearson tipo III para el mes de septiembre.....	160
<i>Figura E.15</i> Comparación de probabilidades empíricas y teóricas con distribución logPearson tipo III para el mes de octubre.....	161
<i>Figura E.16</i> Comparación de probabilidades empíricas y teóricas con distribución gamma incompleta para el mes de mayo.....	161
<i>Figura E.17</i> Comparación de probabilidades empíricas y teóricas con distribución gamma incompleta para el mes de junio.....	162
<i>Figura E.18</i> Comparación de probabilidades empíricas y teóricas con distribución gamma incompleta para el mes de agosto.....	162
<i>Figura E.19</i> Comparación de probabilidades empíricas y teóricas con distribución gamma incompleta para el mes de septiembre.....	163
<i>Figura E.20</i> Comparación de probabilidades empíricas y	

<i>teóricas con distribución gamma incompleta</i>	
<i>para el mes de octubre.....</i>	<i>163</i>

INTRODUCCION

El drenaje de tierras agricolas puede definirse como el manejo del suelo y agua, con la finalidad de mantener la humedad y aire del suelo, dentro de un rango requerido para el desarrollo normal de las plantas. Para lograr lo anterior, es fundamental el conocimiento de la interacción entre los factores ingenieriles y biológicos que intervienen en toda obra hidráulica.

El gran impulso del gobierno federal hacia la parte Centro-Norte del País, donde la limitante principal para la producción agropecuaria es la escasez de agua, ha repercutido en el florecimiento de la agricultura comercial más efectiva en México. ¿Pero que ha pasado con la porción Sureste?, a la cual se le menciona con frecuencia poseer recursos naturales potenciales para la práctica exitosa de la actividad agrícola; sin embargo, las condiciones de suelo, clima y topografía, ocasionan una situación típica de drenaje superficial deficiente, el cual requiere de técnicas y políticas difíciles de aplicar dada la reducida experiencia que al respecto se tiene; motivo por el cual esta región se ha marginado del desarrollo agrícola.

En Quintana Roo, dentro de los suelos susceptibles de mecanizar, los vertisoles representan el 81 por ciento, con una superficie potencial de 432,600 ha. La limitante principal para su uso, es drenaje superficial e interno, por lo que se siembran con cultivos tolerantes a altos contenidos de humedad como son el arroz, caña de azúcar y algunos pastos.

En el diseño de un sistema de drenaje superficial, una de las primeras interrogantes que se plantean, es acerca del volumen de agua por evacuar. Existe gran diversidad de métodos que estiman escurrimiento superficial directo; sin embargo, la mayoría de ellos utilizan información de intensidad de la precipitación, la cual es difícil obtener en pequeñas y poco pobladas cuencas agrícolas.

Los objetivos del presente estudio son:

- 1. Estimar los valores del escurrimiento superficial directo, coeficiente de drenaje y gasto de diseño*
- 2. Obtener el diseño teórico del sistema de drenaje superficial*
- 3. Plantear la hipótesis sobre el uso del método del Servicio de Conservación de Suelos, de los Estados Unidos, como una alternativa para estimar escurrimiento superficial directo*

REVISION DE LITERATURA

Antecedentes del Drenaje Agricola

Es muy posible que la práctica del drenaje sea tan antigua como la misma agricultura. Luthin en 1979 mencionó que los primeros hechos registrados sobre drenaje de tierras agrícolas, ocurrieron durante los tiempos del Imperio Romano, aunque muchos pueblos usaron el drenaje antes de esa época. Los romanos reconocieron la importancia de la información relativa a los suelos, como base para el diseño de drenes, y la superioridad de drenes profundos y cubiertos, bajo ciertas circunstancias.

Desde los primeros días, la humanidad ha ideado métodos para manejar el agua y conseguir varios propósitos como abastecimiento personal y agrícola, remoción y regulación. Favelis en 1987 mediante estudios arqueológicos indicó que el drenaje de tierras inició miles de años antes de la era cristiana; Heródoto, un historiador griego del siglo V A.C, escribió que en un viaje a Egipto, los sacerdotes del lugar, le comentaron de los trabajos de drenaje alrededor de la antigua ciudad de Menfis, los

cuales fueron realizados por Min, el primer rey de Egipto.

Cerca de 400 años A.C, los egipcios y griegos drenaron la tierra con uso de un sistema de canales superficiales para drenar áreas individuales. El trazo de ingeniería agrícola mas antiguo que se conoce, se ilustra en un papiro egipcio alrededor de 250 años A.C; consistente en un plano de un sistema de drenaje en forma rectangular; éste es preservado en la Universidad de Lille en Francia.

Evidencias históricas muestran que serios problemas de drenaje se desarrollaron en áreas irrigadas. La razón fundamental para el decline y desaparición de algunas civilizaciones antiguas basadas en el riego, lo fue la falta de atención al riesgo de drenaje deficiente.

En México, la existencia de "Terreplanes agrícolas", fue reportada en varios sectores del río Bec, región de Campeche, por Turner en 1974, quien también asentó que restos de campos elevados han sido identificados en el "Bajo de Morocoy", una gran área de tierra inundable al Noroeste de Nicolás Bravo, Quintana Roo. Reconocimiento y fotografías aéreas, revelan un patrón de plataformas elevadas, cubriendo una área superior a los 120 Km².

El cultivo de campos elevados, practicado por los mayas con la finalidad de drenar la tierra, fue conducido en suelos fértiles pero pobres en drenaje. Prolongada inundación de cuatro a cinco meses, ocasiona encharcamientos perjudiciales al desarrollo de los cultivos. Para proveer un medio de cultivo, los mayas construyeron elevaciones(plataformas) y una red asociada de canales para drenaje. Este sistema de plataformas y canales, facilitó el drenaje y establecimiento de un cultivo sobre el nivel del agua.

Darch consignó en 1983 que en el "Bajo de Morocoy", Quintana Roo, los patrones topográficos apoyan la creencia que mediante el uso de plataformas, tales depresiones fueron usadas por los antiguos mayas para la producción agrícola intensiva. Las plataformas tuvieron una altura de 60 a 70 cm durante su uso. Esta tecnología de agrosistema, fue aparentemente no para eliminar el agua del sistema, sino como medio para asegurar la presencia de superficie apta para la siembra durante el periodo húmedo(plataformas), y quizás tomar ventaja del agua retenida en el sistema durante el periodo seco(depresiones). Este procedimiento podría haber permitido cultivar a través de todo el año. En una cuenca ubicada al Suroeste del Estado de Tlaxcala en México, Hernández asentó en 1978 que desde el punto de vista agrícola, el problema principal es mal drenaje, ocasionado

en forma temporal por las fuertes lluvias veraniegas, o perenne debido a manto freático elevado. Los campesinos del lugar usan un sistema de campos elevados, cuyas características típicas son de parcelas largas y angostas; quizás de 10 m de ancho por 50 ó 100 m de largo, con el eje mas largo perpendicular al río, barranca o dren principal mas cercano. Con frecuencia la superficie de las parcelas está encorvada en forma convexa en sentido transversal. Tal encorvadura, aunada a lo pequeño del área que se intenta drenar, permite un rápido escurrimiento superficial, reduciendo la percolación; mientras que las zanjas profundas drenan el agua del suelo hacia afuera de la parcela.

Localización de Zonas con Drenaje Deficiente

Las áreas que presentan condiciones naturales con potencialidad de drenaje superficial deficiente, por lo general poseen suelos arcillosos oscuros, con una marcada tendencia a contraerse y dilatarse al cambiar su grado de humedad. Estos suelos son abundantes en muchas partes del mundo, y en especial en las regiones tropicales y subtropicales. Por su intensa actividad arcillosa, son propensos a presentar condiciones periódicas de drenaje deficiente, además de tornarse difíciles de cultivar; motivos por los cuales Dudal señaló en 1967 que no se han explotado en forma eficiente o han permanecido sin uso en

grandes extensiones. Pero dado el actual crecimiento poblacional, la importancia del estudio de las posibilidades de los suelos con características favorables de producción agrícola; es cada vez mayor.

La extensión mundial de las regiones con arcillas oscuras, se calcula en 257 millones de hectáreas. Las superficies mas extensas se encuentran en Africa y Asia, en América del Norte, Australia y América del Sur, se localizan importantes cantidades de estos suelos. Dada su extensa distribución geográfica, se encuentran en regiones de climas muy diversos y son aprovechados por poblaciones con conocimientos técnicos de niveles muy diferentes; por consiguiente su productividad, así como el grado e intensidad de su aprovechamiento es muy variado. Dudal en 1967 del estudio de los datos registrados en 140 estaciones meteorológicas, ubicadas en zonas con suelos arcillosos oscuros, presentó las siguientes conclusiones: La temperatura media anual oscila de 15.5 a 26° C, el régimen medio anual de lluvias varia de 500 a 1000 mm y como extremos de 150 mm en el Sudán a 2000 mm en Indonesia. La distribución de las precipitaciones es estacional; el periodo húmedo dura de cero a nueve meses. El índice de humedad, que es el cociente entre la lluvia y evapotranspiración, suele comprenderse entre 0.1 y 1.0. Las arcillas oscuras, al retener mucho el agua, resultan mas áridas; su lenta permeabilidad hace que muchos de estos

suelos, sean mas húmedos de lo que indican los datos sobre precipitaciones.

En términos de potencial agrícola, los diferentes climas ofrecen posibilidades muy diferentes, pero en forma general se puede mencionar al algodón como el principal cultivo comercial; también son importantes la caña de azúcar, sorgo y arroz. El maíz se cultiva en tierra seca en casi todas las zonas húmedas, o bien con riego. En caso de que haya habido inundaciones, estos suelos producen pastos durante la estación seca. La gran mayoría de las regiones con suelos arcillosos oscuros, se encuentran a menos de 300 msnm. La topografía mas frecuente es de ondulada que se va aplanando en forma suave; por lo general se detectan gradientes desde cero a ocho por ciento. Muchas arcillas oscuras presentan microrelieve que recibe diversos nombres como "gilgai", nido de cangrejo, melonar, etc; el cual está formado por salientes y entrantes poco pronunciadas.

En México, Pérez indicó en 1983 que los suelos de drenaje superficial pobre, se localizan en extensas áreas de la Zona Sur, Península de Yucatán, Centro y Sur de Veracruz, Tabasco y el Istmo de Tehuantepec. Su distribución es entre los 16° y 20° de latitud norte, y los meridianos 88° y 98° de longitud oeste. Las extensiones mas notables están en Quintana, Roo y Campeche, con una superficie aproximada de 1.5 millones de hectáreas.

Factores que Originan Drenaje Deficiente

Edminster asentó en 1979 que los factores que favorecen drenaje deficiente son : 1) Zonas de topografía extremadamente plana y donde los suelos son poco profundos o están sobre un estrato de suelo impermeable; 2) Zonas que tienen depresiones o bolsas poco profundas naturales o formadas artificialmente que detienen agua; 3) Zonas de terrenos en hondanadas y llanuras de los ríos relativamente planas y de terrazas que reciben los escurrimientos de terrenos altos; 4) Zonas inundables por derrames o desbordamientos de corrientes o ríos y 5) Regiones que quedan cubiertas ya sea por acción directa de las mareas o por el efecto de las mareas sobre el escurrimiento de los ríos.

En las regiones húmedas, *Sampat* señaló en 1986 que el drenaje constituye una necesidad aún mayor que en las áridas; el principal factor lo constituyen las intensas lluvias que producen encharcamientos en las zonas llanas y bajas.

Efecto del Drenaje Deficiente en Suelo y Cultivos

Es bien sabido que los efectos de la aplicación de una técnica avanzada (fertilización, semillas mejoradas, etc)

resultan mas notorios cuando se tiene un régimen de humedad adecuado en el suelo.

El exceso de humedad afecta en forma desfavorable a algunas propiedades físicas del suelo de importancia para el desarrollo de los cultivos; el efecto mas importante es la disminución de la aeración en la zona radicular. Otras propiedades físicas afectadas son la estructura, permeabilidad y temperatura. Pizarro en 1978 describió que el aumento de humedad se hace por desplazamiento del aire por el agua, con la consecuente disminución del contenido de aire en el suelo. De esta forma, el oxígeno (O_2) es consumido en forma rápida, y a los pocos días el nivel de O_2 se reduce y aumenta el de bióxido de carbono (CO_2). Esta situación influye el comportamiento de raices; las propiedades químicas del suelo, y las actividades microbianas que en él tienen lugar. Luthin mencionó en 1979 que el efecto directo del drenaje, es reducir el contenido de humedad de las capas superiores del suelo; como resultado de esto, el aire puede penetrar mas fácil en el suelo y hacerse aprovechable para las raices de las plantas. Al mismo tiempo, el bióxido de carbono producido por las raices, organismos o por reacciones químicas del suelo, se puede difundir a la superficie através de poros llenos de aire. Ambos procesos, el flujo de aire hacia adentro y el bióxido de carbono hacia afuera, son necesarios para el crecimiento de las plantas y para

mantener el suelo en buenas condiciones para la agricultura. Bajo condiciones anaeróbicas, Sampat señaló en 1986 que muchos constituyentes del suelo se hallan en estado de reducción; lo que se puede atribuir a la actividad biológica y se manifiesta al presentarse condiciones químicas no favorables para el crecimiento de la mayoría de las plantas superiores. Los sulfatos se reducen a sulfuros, el hierro férrico a ferroso, los compuestos mangánicos a manganosos, la materia orgánica se reduce a alcoholes, aldehidos o metano. Puede producirse hidrógeno y al mismo tiempo, los nitratos esenciales se reducen a nitritos tóxicos o a nitrógeno libre, y a veces fosfatos a fosfinas.

El primer efecto del exceso de agua en el suelo, es el desplazamiento del aire de los poros, lo que influye en un déficit de oxígeno. La FAO/UNESCO señaló en 1973 que para un crecimiento normal de los cultivos, un mínimo de aire es requerido. En condiciones saturadas, el transporte de gases es deficiente, ya que la difusión de los mismos toma lugar principalmente en los poros llenos de aire. El intercambio limitado de gases, disminuye el contenido de oxígeno y aumenta el de bióxido de carbono, el cual puede llegar a ser dañino a las plantas. Baja concentración de oxígeno y alta de bióxido de carbono, tiene influencia marcada en la anatomía de raíces y sobre un número de procesos fisiológicos como transpiración y absorción de

iones y agua. Mediante un experimento con lisímetros en invernadero, Howell y Hiler en 1974 cuantificaron la respuesta en producción de materia seca del sorgo, algodón y maíz, a diferentes períodos de inundación del suelo (no inundación, 2, 5 y 8 días). La densidad de plantas se redujo en un 34 y 19 por ciento, en el tratamiento de 8 días de inundación; mientras que el algodón disminuyó el 85 por ciento de plantas para el mismo tratamiento. Para determinar la respuesta fisiológica del algodón, a los 61 días después de sembrarse, sometido a siete días de inundación y dos niveles de fertilización nitrogenada, Meyer *et al* en 1987 reportaron las siguientes conclusiones: La cantidad de O₂ consumido, fue 2.7 veces mas en el tratamiento con alto nivel de fertilización (300 kg/ha); el desarrollo radicular solo fue afectado en forma ligera por la inundación; el crecimiento foliar disminuyó un 28 por ciento; la temperatura del follaje se incrementó 2.3 por ciento y la fotosíntesis disminuyó un 16 por ciento. Se

iones y agua. Mediante un experimento con lisímetros en invernadero, Howell y Hiler en 1974 cuantificaron la respuesta en producción de materia seca del sorgo, algodón y maíz, a diferentes periodos de inundación del suelo (no inundación, 2, 5 y 8 días). La densidad de plantas se redujo en un 34 y 19 por ciento, en el tratamiento de 8 días de inundación; mientras que el algodón disminuyó el 85 por ciento de plantas para el mismo tratamiento. Para determinar la respuesta fisiológica del algodón, a los 61 días después de sembrarse, sometido a siete días de inundación y dos niveles de fertilización nitrogenada, Meyer *et al* en 1987 reportaron las siguientes conclusiones: La cantidad de O₂ consumido, fue 2.7 veces mas en el tratamiento con alto nivel de fertilización (300 kg/ha); el desarrollo radicular solo fue afectado en forma ligera por la inundación; el crecimiento foliar disminuyó un 28 por ciento; la temperatura del follaje se incrementó 2.3 por ciento y la fotosíntesis disminuyó un 16 por ciento. Se sugirió que la inundación redujo la actividad fotosintética en los primeros dos días, mientras que otros síntomas de estrés fueron aparentes después de los seis días de inundación. La respiración radicular es el primer proceso que reacciona a bajas o altas concentraciones de O₂ y CO₂, reduciendo la toma de iones en el siguiente orden K > N > P₂O₅ > Ca > Mg. La FAO/UNESCO mencionó en 1973 que una planta en crecimiento, sometida a un periodo prolongado de tiempo con bajo contenido de oxígeno, desarrolla ciertas

adaptaciones como la formación de raíces cortas y abundantes, con mas espacios de aire. Es bien conocido que estos espacios de aire, se asocian a plantas como el arroz, el que puede crecer en suelos anaeróbicos. Cuando las plantas son resistentes a bajas concentraciones de O_2 , se recobran después del período de baja disponibilidad de O_2 ; plantas sensitivas pueden morir después de uno o dos días con baja concentración de O_2 . En la mayoría de los experimentos, se evalúan concentraciones de O_2 y CO_2 , con la finalidad de determinar su efecto en los diferentes procesos del suelo y planta. De esta manera, se obtienen concentraciones críticas para cada proceso en particular; estos valores críticos no solo dependen de la especie de cultivo, sino también de la temperatura. El maíz tiene una concentración límite crítica de 10 por ciento de O_2 , a $30^\circ C$; valor que disminuye a 4 por ciento cuando la temperatura disminuye a $18^\circ C$.

Con respecto al daño del mal drenaje en los cultivos, Conde señaló en 1979 que este depende del tipo de cultivo, tiempo de inundación y etapa de desarrollo vegetativo. Por ejemplo, el arroz soporta con facilidad condiciones de inundación durante su etapa de crecimiento antes de la floración, e incluso le favorece ya que de este modo elimina las malas hierbas que le compiten con espacio, nutrimentos, luz, etc. No sucede lo mismo con el maíz que tolera sólo algunas horas de exceso de agua durante su

germinación y desarrollo. Cuando ya está por cosecharse aguanta mas tiempo la inundación; aunque se dificulta la cosecha. El sorgo tiene un comportamiento parecido al maíz, aunque se considera un poco menos tolerante. En cuanto a la caña de azúcar y pasto Estrella Africana, su comportamiento es moderado entre el arroz y maíz o sorgo; ya que son mas tolerantes que éstos últimos, pero mucho menos que el arroz. Los pastos Alemán y Egipto se ven afectados sólo en su etapa de germinación y desarrollo inicial, pero una vez establecida la pradera, son de los cultivos mas tolerantes a condiciones de inundación; incluso durante varias semanas.

Propósitos y Beneficios del Drenaje Agrícola

En un sentido amplio de la expresión "necesidades de drenaje", se entenderá como la necesidad de la aplicación de medidas correctivas para solucionar o aliviar los problemas de empantamiento.

Roe y Ayres señalaron en 1960 que en su mas amplio sentido, el drenaje del terreno en las regiones húmedas, es la eliminación del agua libre, tanto en la superficie del suelo, como del suelo en la zona de las raíces de las plantas. A nivel parcela, mencionaron que los beneficios del drenaje son los siguientes: Eliminación del anegamiento y la consiguiente pérdida de semillas y fertilizantes;

aumentar las hectáreas aprovechables de la parcela, poniendo en cultivo superficies permanentemente empantanadas, ciénegas y lodazales movedizos, cuyos lechos son de elevada fertilidad potencial, pero demasiado húmedos en su estado original para ser cultivados y producir cosechas; facilitar y economizar los trabajos con maquinaria agrícola y lograr siembras tempranas.

Pavelis señaló en 1987 que por lo general existen tres razones básicas para instalar un sistema de drenaje, estas son: Mejorar tráfico de maquinaria, de tal manera que la preparación del suelo, siembra, cosecha y demás operaciones de campo, puedan realizarse en forma oportuna y eficiente; proteger el cultivo de excesivas condiciones de agua y controlar la salinidad del suelo.

El drenaje es mejor visto como una práctica de manejo del agua, cuyos propósitos son diferentes para las distintas regiones climáticas y usos de la tierra. Un agricultor puede drenar el suelo por varias razones: Reducir enfermedades a los cultivos y ganado, lavar sales de tierras irrigadas, remover el exceso de agua del suelo, mejorar el tráfico de maquinaria y el medio ambiente radicular del cultivo. Otro importante propósito es el proteger el suelo de escurrimientos incontrolados y erosión. Los beneficios primarios que se obtienen al drenar la tierra son: Eliminar enfermedades dañinas al hombre,

cultivos y ganado; remoción de sales en el suelo e incremento de la productividad. Algunos otros beneficios asociados al drenaje son: La facilidad y operatividad de realizar las diferentes labores con maquinaria agrícola y reducir el grado de erosión.

Las ventajas que ofrecen los suelos correctamente drenados, fueron mencionadas por Vega en 1979 como:

- 1. Permiten siembras mas tempranas debido al aumento de la temperatura del suelo, comparado con áreas mal drenadas en donde la estación de crecimiento es mas corta.*
- 2. Aumenta la circulación de la atmósfera y promueve la actividad microbiológica*
- 3. Disminuye la incidencia de enfermedades*
- 4. Disminuye los riesgos de salinidad*

Conde en 1979 presentó un listado de los principales beneficios logrados mediante un buen drenaje de tierras; estos son:

- 1). Los suelos húmedos por lo usual son mas fértiles, el drenaje permite usarlos en una agricultura productiva*
- 2). Los suelos con adecuado drenaje se calientan mas pronto en primavera, permitiendo la siembra temprana; se necesita cinco veces mas calor para elevar la temperatura un grado*

- centigrado en suelos pobremente drenados, que la requerida para suelos secos.*
- 3). El drenaje aumenta la cantidad de O₂ en los suelos, a menudo una deficiencia de O₂ produce una reducción química del Fe y Mn, que pueden ser tóxicos en el desarrollo de las plantas*
 - 4). El drenaje ayuda a disminuir las pérdidas de nitrógeno del suelo causadas por la denitrificación*
 - 5). El drenaje aumenta el porcentaje de proteína cruda en la planta; así como el de K, Cl y Mg.*
 - 6). Los suelos drenados están libres de ciertas enfermedades fungosas*
 - 7). La estructura del suelo se mejora con el drenaje; el humedecimiento y secado, el mayor desarrollo de raíces, la actividad de lombrices y el desarrollo acelerado de bacterias y hongos ayudan en la formación de una estructura deseable en el suelo*
 - 8). El terreno que ha sido drenado se adapta mejor a una mayor variedad de cultivos que pueden rendir mas*
 - 9). El drenaje permite una penetración mas profunda de raíces; esto aumenta la cantidad de nutrimentos aprovechables para el*

desarrollo de plantas, lo que resulta en un mayor rendimiento del cultivo; el enraizamiento mas profundo también hace a las plantas mas resistentes a la sequía.

Estudios Hidrológicos para Drenaje Agrícola

Las prácticas de drenaje superficial han evolucionado principalmente y se han perfeccionado por medio de la experiencia y observación, mas que sobre una base de investigación controlada. Edminster en 1979 mencionó que aún cuando el criterio para el diseño de campo del drenaje superficial, se ha derivado sobre la base de la experiencia de campo y la observación, por lo general probará ser bueno cuando se aplique en condiciones muy similares; pero no proporciona los factores cuantificables necesarios que permitan una fácil aplicación en las regiones nuevas y sin probar. Lo que ha impedido principalmente la aplicación de los avances técnicos en el drenaje, es la falta de estudios cuidadosamente planeados de investigación de drenaje superficial y de los cuales se puedan extraer los factores básicos que afectan el diseño y relación de los sistemas de drenaje para aplicarse a las nuevas condiciones de suelo y topografía.

Métodos para Estimar Esgurrimiento Superficial

Para la estimación de escurrimientos máximos, se dispone de un gran número de métodos o procedimientos; sin embargo ninguno se ha adoptado unánimemente, lo cual pone de manifiesto la importancia y complejidad del problema hidrológico al calcular una avenida máxima.

Existe una gran diversidad de métodos de cálculo para estimar el escurrimiento superficial directo. Se pueden agrupar en orden de importancia creciente como a continuación se indican:

1. Empíricos
2. Históricos
3. Correlación hidrológica de cuencas
4. Directos o hidráulicos
5. Estadísticos o Probabilísticos
6. Hidrológicos o de Relación Lluvia-Esgurrimiento

Campos señaló en 1982 las principales características de los métodos antes citados, las que se resumen como: ' Las fórmulas empíricas son muy poco utilizadas en la actualidad, debido a la existencia de otros procedimientos que utilizan mayor información y toman en cuenta un gran número de factores. Sin embargo, ante la escasez de datos en cuencas pequeñas y poco pobladas, las

fórmulas empíricas permiten conocer de una manera rápida el orden de magnitud del escurrimiento superficial, sin tener que recurrir a la recopilación de datos directos o esperar varios años para disponer de información hidrométrica. El inconveniente principal de los métodos empíricos, radica en su empirismo y por lo tanto, su falta de garantía, ya que su aplicación a cuencas distintas a aquellas en las que fueron deducidos, implica en algunos casos graves errores debido a las diferentes condiciones climatológicas, geológicas, morfológicas, geográficas y manejo de las cuencas. Los métodos históricos consisten en la investigación y recopilación de datos sobre las avenidas ocurridas en un río o embalse. Permiten conocer una gran avenida que se presentó hace bastantes años, pero no prevén la proporción de una avenida mayor a la máxima conocida, lo cual es muy probable que se presente. Tienen dos grandes desventajas, estas son:

- 1. Carencia e insuficiencia de datos*
- 2. Cálculo numérico de la avenida a partir de datos recabados, por lo general niveles y no gastos.*

El método de correlación hidrológica de cuencas, se utiliza en cuencas que no disponen de información hidrométrica ni pluviométrica. La estimación de la escorrentía máxima, puede intentarse mediante correlación con los datos de gastos máximos de una cuenca próxima, cuyo

clima, topografía, geología, edafología y cobertura vegetal, sean lo mas similar posible con la cuenca en estudio, y que en la cuenca vecina su registro hidrométrico sea amplio. La principal desventaja es la dificultad para analizar y ponderar todos los factores citados, en la búsqueda de analogía existente, para establecer los coeficientes de correlación de correspondencia entre las dos cuencas.

Los métodos directos o hidráulicos, utilizan fórmulas de hidráulica, con las que se obtiene en la mayoría de las veces, información bastante útil y con garantía. La razón de lo anterior, es debido a que se pueden fijar con buena precisión las alturas o niveles alcanzados por el agua en tiempos pasados.

Con la utilización de los métodos estadísticos o probabilísticos, se estima la magnitud del escurrimiento máximo a partir de un registro(serie) de eventos máximos conocidos; por su extrapolación mediante su probable distribución de probabilidades a diversos periodos de retorno. Tienen el grave inconveniente de una excesiva extrapolación, pues al solo utilizar un dato por año de registro, se dispone por lo común de series de 25 a 50 datos(años) y se pretende estimar la avenida de los 500 años. Por ejemplo, en este caso se está efectuando una extrapolación sin ningún fundamento científico. A tal

efecto, se permite una extrapolación de solo cuatro o cinco veces la amplitud del registro.

Los métodos hidrológicos tienen como objetivo la reconstrucción matemática del proceso de formación de la avenida; se supone una lluvia de duración y período de retorno determinado; se calcula el escurrimiento que genera en un punto de la corriente estudiada, hasta llegar a dibujar el probable hidrógrafo de la avenida que se calcula. Tienen como ventaja el permitir reproducir en forma aceptable el fenómeno, en base a la estimación de diversos parámetros como son: Las lluvias máximas y las características físicas de la cuenca.

La aplicación de los métodos empíricos nunca debe evitarse; pues aunque su confiabilidad es escasa, por su rapidez de aplicación permiten definir el orden de magnitud de la avenida que se estima. Campos en 1982 señaló los rangos de aplicabilidad de los siguientes métodos empíricos:

1. Fórmulas empíricas
2. Método empírico del U.S Soil Conservation Service (SCS)
3. Método racional
4. Método del índice-área

El inconveniente principal de las fórmulas empíricas, es su utilización en cuencas distintas a aquellas en las que fueron deducidas, por lo que sus coeficientes deben de ser ajustados. En Cuadro 2.1, se presentan 12 fórmulas empíricas, las limitantes de su aplicación y el autor que las desarrolló.

El método empírico del SCS, emplea como parte medular el Cuadro 2.2; el cual resulta de una serie de estudios llevados a cabo sobre las intensidades, duración y cantidades de lluvia, que deben de ser empleadas al calcular el gasto al pico de un determinado periodo de retorno. Los datos del Cuadro 2.2, se derivaron para una duración de tormenta de 6 horas y relacionan el tiempo de concentración en horas, con el llamado gasto unitario (q); cuyas unidades son $m^3/\text{seg}/\text{mm}/\text{km}^2$.

La limitación del método es su aplicabilidad a tiempos de concentración solo hasta de 24 horas. La secuela de cálculo se describe a continuación:

1) Características fisiográficas de la cuenca:

A = magnitud de la cuenca, en km^2

T_c = tiempo de concentración, en horas

$$T_c = \frac{2.587(L)^{0.8} (1000/N)^{1.67}}{5400 (Sc)^{0.5}} \dots \dots \dots (1)$$

Donde L = longitud hidráulica de la cuenca, en

Cuadro 2.1 Diferentes fórmulas empíricas para la estimación de avenidas máximas (Tomado de Campos, 1982)

<i>Autor</i>	<i>País</i>	<i>Fórmula</i>	<i>Limitaciones</i>
<i>Gete</i>		$Q_{Tr} = (4 + 16 \log Tr) A^{0.5}$	<i>Fórmula generalizada en España</i>
<i>Morgan</i>	<i>Escocia</i>	$Q_{Tr} = 52.787 C A^{0.5}$ $C = 1.00 \quad Tr = 500$ $C = 0.585 \quad Tr = 100$ $C = 0.464 \quad Tr = 50$ $C = 0.215 \quad Tr = 5$	
<i>Fuller</i>	<i>U.S.A</i>	$Q_{Tr} = Q_m (1 + 0.8 \log Tr)$ $Q_m = q (1 + 2.66 / A^{0.2})$	
<i>Bransby</i>			
<i>Williams</i>	<i>Inglaterra</i>	$Q_m = 79.412 A^{0.22}$	<i>Áreas mayores de 26 km²</i>
	<i>Francia</i>	$Q_m = 150 A^{0.5}$	<i>Grandes lluvias y de 400 ≤ 3000 km²</i>
	<i>Francia</i>	$Q = 200 A^{0.4}$	$30 \leq A \leq 10000 \text{ km}^2$
<i>Ryves</i>	<i>India</i>	$Q = 10.106 A^{0.67}$	
<i>Valentini</i>	<i>Italia</i>	$Q = 27 A^{0.5}$	
<i>Scimemi</i>	<i>Italia</i>	$Q_m = \{(600/A + 10) + 1\} A$	<i>Áreas ≤ 1000 km²</i>
<i>Baratta</i>	<i>Italia</i>	$Q_m = (280/A + 2) A$	<i>Cuencas montañosas</i>
<i>Giandotti</i>	<i>Italia</i>	$Q_m = \{(532.5/A + 16.2) + 5\} A$	<i>Cuencas montañosas</i>
<i>Forti</i>	<i>Italia</i>	$Q = \{2.35(500/A + 125) + 0.5\} A$	<i>Lluvias máximas de 200 mm</i>

A = Área de la cuenca, en km²

Tr = Tiempo de retorno, en años

Q_{Tr} = Gasto de avenida máxima para un Tr, en m³/seg

Q_m = Valor medio de gastos máximos instantáneos, en m³/seg

q = Valor medio de los gastos máximos diarios, en m³/seg

Q_m = Gasto de avenida máxima, en m³/seg

Q = Gasto de avenida normal, en m³/seg

Cuadro 2.2 Valores del gasto unitario en función del tiempo de concentración (Tomado de Campos, 1982)

<i>T_c</i>	<i>q</i>	<i>T_c</i>	<i>q</i>	<i>T_c</i>	<i>q</i>
0.1	0.337	1.0	0.158	8.0	0.039
0.2	0.300	1.5	0.120	10.0	0.034
0.3	0.271	2.0	0.100	12.0	0.030
0.4	0.246	2.5	0.086	14.0	0.027
0.5	0.226	3.0	0.076	16.0	0.025
0.6	0.208	4.0	0.063	18.0	0.023
0.7	0.195	5.0	0.054	20.0	0.021
0.8	0.180	6.0	0.048	22.0	0.020
0.9	0.168	7.0	0.043	24.0	0.019

metros y definida por:

$$L = 110 (A)^{0.4} \dots \dots \dots (2)$$

A = área de la cuenca, en ha

*N = número de curva de escurrimiento,
adimensional*

*Sc =Pendiente promedio de la cuenca, en
porcentaje*

2). *En base a las curvas de precipitación-duración-tiempo de retorno, se calculan las lluvias de duración 6 horas y periodos de retorno para las avenidas de proyecto.*

3). *En base al número de curva N, se calculan las lluvias en exceso para cada una de las lluvias determinadas en el paso anterior, por la fórmula:*

$$P_e = \frac{(P - 5080/N + 50.8)^2}{P + 20320/N - 203.2} \dots \dots \dots (3)$$

Siendo P_e = Precipitación o lluvia en exceso, en mm

P = Lluvia de duración 6 horas y

determinado periodo de retorno

4) Del Cuadro 2.2, en función de la magnitud del tiempo de concentración, se determina el valor del gasto unitario (q), interpolando si es necesario

5). Se multiplica el gasto unitario (q), la lluvia en exceso (P_e) y la magnitud de la cuenca (A), para obtener el gasto máximo (Q) en m^3/seg , con

$$Q = q * P_e * A$$

El concepto básico del método racional, asume que el máximo porcentaje de escurrimiento ocurre cuando la totalidad de la cuenca está contribuyendo al escurrimiento, y que el citado porcentaje de escurrimiento es igual a un porcentaje de la intensidad de la lluvia promedio. Lo anterior en forma de ecuación resulta:

$$Q = 0.278 * C * I * A \dots \dots \dots (4)$$

Donde: Q es el gasto de la avenida que se estima, en m^3/seg

C es el coeficiente de escurrimiento, función: de a) naturaleza y pendiente del terreno; b) grado de saturación de la cuenca; c) intensidad de la lluvia; d) magnitud de la cuenca y e) almacenaje en

el suelo, varia en la práctica de 0.2 a 0.8

I es la intensidad de la lluvia, en mm

A es el área de la cuenca, en km^2

Las principales hipótesis del método racional son las siguientes:

- 1) La intensidad de la lluvia es constante y uniforme en la cuenca
- 2) El gasto máximo ocurrirá para una intensidad de lluvia igual o mayor que el tiempo de concentración, aceptándose una ley lineal entre gasto y lluvia. ya que $Q = 0$ para $I = 0$
- 3) El coeficiente de escurrimiento es constante para tormentas de diversos periodos de retorno y para todas las tormentas caídas en la cuenca.

La experiencia ha demostrado que el método racional solo debe aplicarse a cuencas menores de 13 km^2 .

El método del índice-área, fue propuesto por la Organización Meteorológica Mundial; es en realidad el método racional algo mas sofisticado, pues el coeficiente de escurrimiento se sustituye con el uso de la llamada lluvia en exceso (P_e), que se calcula con el criterio del SCS. La fórmula es la siguiente:

$$Q = 0.278 (Pe) (A/Tc) \dots \dots \dots (5)$$

Donde : Q es el gasto de la avenida que se estima, en m^3/seg

Pe es la lluvia en exceso, en base a una lluvia de duración igual al tiempo de concentración mas el llamado tiempo de lluvia sin escurrimiento, en mm

A es el área de la cuenca, en km^2

Tc es el tiempo de concentración, en hrs

La ausencia de observaciones hidrométricas básicas de larga duración, ha suscitado la elaboración de muy numerosas fórmulas para el cálculo del caudal máximo probable; según las características esenciales (superficie, pluviometría, frecuencia de las crecidas, manejo, etc) de la cuenca. Al discutir sobre los diversos métodos empíricos para estimar escurrimiento superficial directo, Remenieras citó en 1974 algunas ecuaciones empíricas como las de Myer, Coutagne, Servicio Hidrográfico Italiano, Gherardelli, Iskowski y Possenti; las cuales a continuación se describen: Mediante la representación gráfica en coordenadas logarítmicas de los caudales máximos, en función del área de la cuenca, Myer desarrolló una ecuación de la forma siguiente:

$$Q = C A^\alpha \dots \dots \dots (6)$$

Donde: α es en general considerado igual a 0.5

C es un coeficiente adimensional en función de las características físicas de la cuenca.

A es el área de la cuenca, en km²

Q es el caudal máximo, en lps

Al aplicar la fórmula $Q = C \cdot A^{0.5}$; a los caudales máximos de los vertedores de las represas construidas en el río Dordona en Francia, Coutagne llega a valores de C que varían de 38 en Bort, 70 para Chastang, 13 en el río Sena y 160 en el Ardeche. Los caudales máximos durante 30 años, observados por el Servicio Hidrográfico Italiano, han sido interpretados por fórmulas hiperbólicas como las siguientes:

$$q = \frac{600}{(A + 10)} + 1 \dots \dots \dots (7)$$

Donde: q es el caudal específico, en m³/seg/km²

A es el área de la cuenca, en km²

Válida para A inferior a 1000 km²

$$q = \frac{2900}{(A + 90)} \dots \dots \dots (8)$$

Válida para A entre 20 y 1000 km²

$$q = 3.25 * \frac{500}{(A + 125)} + 0.5 \dots \dots \dots (9)$$

$$q = 2.35 * \frac{500}{A + 125} + 0.5 \dots \dots \dots (10)$$

Válidas para cuencas montañosas inferiores a 1000 km², que reciben precipitaciones máximas de 400 mm en 24 hrs(9), y de 200 mm en 24 hrs(10).

La fórmula de Gherardelli se expresa como:

$$q = q_{100} (A/100)^n \dots\dots\dots (11)$$

Donde: q_{100} es el caudal específico de crecidas máximas; para una cuenca de 100 km², varía de 2.8 y 20.5 m³/seg/km² en cuencas muy impermeables; a 0.2 y 9.5 para cuencas en su mayor parte permeables.

n tiene un valor entre 0.5(cuencas en su mayor parte permeables), y 0.7(cuencas en su mayor parte impermeables)

Iskowski, jefe del Servicio Hidrológico Austriaco, dedujo en 1884, del análisis de las crecidas observadas en unos 300 caudales de agua europeos, la siguiente fórmula:

$$Q = B m \bar{H} A \dots\dots\dots (12)$$

Donde: Q es el caudal máximo probable, en m³/seg

\bar{H} es la media de las lluvias en cada año
 m es un coeficiente que varía de 10 a 1 cuando el tamaño de la cuenca pasa de 1 a 250 km²

β es un coeficiente en base a la morfología de la cuenca, varía de 0.017 a 0.8, según las tablas proporcionadas por el autor.

Del estudio de crecidas de los ríos; en cuencas montañosas italianas, Possenti desarrolló la siguiente ecuación:

$$Q = \frac{\beta * H_m}{L} (A_m + A_p/3) \dots \dots \dots (13)$$

Donde: Q es el caudal máximo probable, en m^3/seg

H_m es la altura de la precipitación máxima en 24 hrs, en m

L es la longitud del tramo de mayor pendiente, en m

A_m es el área de la parte montañosa, en km^2

A_p es el área de la parte llana, en km^2

β es un coeficiente comprendido entre 700 y 800, aumenta en relación inversa con L .

Para calcular el escurrimiento medio anual, Remenieras presentó en 1974 las ecuaciones desarrolladas por Coutagne y Turc. Estas ecuaciones estiman el déficit de escurrimiento (D), a partir del cual, mediante la relación $Q = P - D$, se obtiene el valor aproximado del escurrimiento superficial directo.

Entre las latitudes norte 30° y 60°, Coutagne propone la siguiente fórmula:

$$D = 210 + 30 * T \text{ (para } P = 800 \text{ mm } \pm 20\% \text{)} \dots \dots \dots (14)$$

Para las cuencas de Estados Unidos, tributarias del Océano Atlántico, la relación empírica siguiente:

$$D = 255 + 33 * T \text{ (para } P \pm 1,000 \text{ mm)} \dots \dots \dots (15)$$

En estas fórmulas "D" está expresado en mm, la precipitación media anual (P) en mm y la temperatura media anual (T) en °C.

Al considerar la lluvia y temperatura, Coutagne desarrolló la siguiente relación empírica:

$$D = P - \beta P^2 \dots \dots \dots (16)$$

$$\beta = \frac{1}{0.8 + 0.14T} \dots \dots \dots (17)$$

Donde: D es expresado en m

P es expresado en m

T es en °C

Esta fórmula es solo aplicable cuando "P" esta comprendida entre $1/8\beta$ y $1/2\beta$. Si las precipitaciones son inferiores a $1/8\beta$, el "D" es igual a las precipitaciones y no hay escorrentia; si son superiores a $1/2\beta$, el "D" es independiente de "P" y se obtiene con la deducción de la fórmula siguiente:

Si $P = 1/2B$, de la fórmula (16) se obtiene:

$$D = \frac{1}{4B} = \frac{(0.8 + 0.14T)}{4} \dots \dots \dots (18)$$

$$D = 0.20 + 0.035*T \dots \dots \dots (19)$$

Mediante la observación de 254 cuencas distribuidas en todo el mundo, Turc adopta la siguiente relación empírica:

$$D = \frac{P}{\{(0.9 + P^2/L^2)\}^{0.5}} \dots \dots \dots (20)$$

Donde: D y P están en mm

$$L = 300 + 25*T + 0.05*(T)^2 \dots \dots \dots (21)$$

Siendo T la temperatura media anual en °C

Para estimar la lámina de escorrentía en áreas planas, suelo ligero y nivel freático elevado del estado de Florida en Estados Unidos, Capece et al en 1987 mediante siete procedimientos empíricos, dentro de los cuales se incluye el del SCS, correlacionaron los registros de escurrimiento superficial medido contra los estimados. Asentaron que los métodos que incluyen la profundidad antecedente del nivel freático, funcionan mejor que aquellos que no la consideran. También mencionaron que la lámina de escurrimiento superficial estimado por cada método, fue en forma significativa diferente al escurrimiento medio a un nivel del 10 por ciento.

Mediante el análisis estadístico de la precipitación diaria y las condiciones de cobertura-suelo del área en estudio, Botello estimó en 1985 los volúmenes de escurrimiento por evento para una cuenca no instrumentada de Mapimi Durango; además señaló que el modelo del número de curva (CN), propuesto por el SCS, proporciona valores razonables de la variable de respuesta (volumen de escurrimiento superficial).

Para estimar los porcentajes de incremento del escurrimiento superficial, en una cuenca que ha sufrido modificaciones de manejo, con un aumento en el valor del número de curva, Heggen en 1981 reportó un nomograma que utiliza como entradas el número de curva inicial (CN1), el número de curva final (CN2) y la cantidad de precipitación en lámina; y como resultado se obtiene la estimación del escurrimiento superficial para las condiciones actuales de la cuenca.

Para probar la validez del método propuesto por el SCS, Hjelmfelt señaló en 1980 que utilizó datos de precipitación y volumen de escorrentia para flujos máximos anuales basados en descarga máxima. El análisis lo realizó en cinco cuencas; asumió que la lluvia sigue una distribución log-normal, y el ajuste de la curva lo realizó por el método de momentos. La distribución ajustada de la

lluvia, la transformó a la distribución de escurrimiento mediante la ecuación siguiente:

$$Q = \frac{(P - I_a)^2}{(P - I_a) + S} \dots \dots \dots (22)$$

para $P > I_a$ e $I_a = 0.2 S$

Donde: Q = Escurrimiento medio (mm)

P = Precipitación del evento (mm)

I_a = Abstracciones iniciales (mm)

S = Retención máxima potencial (mm)

En las gráficas obtenidas, observó que el método del SCS, ajusta bien en cuatro de las cinco localidades, que corresponden a zonas húmedas; no así para el sitio de Arizona, de clima seco. Señaló que en forma general, el método funciona bien donde el agua retenida durante el escurrimiento es una pequeña fracción de la precipitación, y sucede lo contrario cuando la porción retenida es mayor.

Para establecer las necesidades de drenaje superficial de los suelos de la serie limón del Plan Chontalpa en el estado de Tabasco, Conde señaló en 1979 que mediante el método del número de curva, estimó el escurrimiento para el periodo lluvioso, considerando una condición de humedad antecedente III; por la razón de que antes de la lluvia de diseño, ocurrirán lluvias con valores iguales o mayores a 33 y 52 mm. Las cantidades de agua por

desalojar en 24 horas y un periodo de retorno de 11 años, fueron para arroz de 13.66 lps/ha, y para soya, sorgo, maíz y frijol de 15.29 lps/ha.

Williams y LaSeur presentaron en 1976 un modelo para predecir el escurrimiento diario en cuencas agrícolas; está basado en el procedimiento del SCS para estimar escurrimiento y un índice de humedad del suelo. Fue diseñado para tener amplia aplicabilidad, eficiencia computacional, entradas simples y buena exactitud de predicción. El modelo tiene un parámetro, usa intervalo diario, y de salida solo proporciona el volumen de escurrimiento. El modelo es calibrado en una cuenca instrumentada, para utilizarse en cuencas adyacentes sin instrumentar. En pruebas con datos de 47 cuencas en el estado de Texas, el modelo simuló con muy buena aproximación el volumen de escurrimiento.

En un estudio para modificar y refinar el concepto de complejo cobertura-suelo utilizado por el SCS, Chiang mencionó en 1975 que usó dos aproximaciones para calcular el volumen de escurrimiento superficial. En la primera predijo el volumen escurrido con información de la cubierta del suelo y el modelo del SCS; en la segunda correlacionó el volumen de escurrimiento con clima y parámetros de la cuenca; señaló que la primera aproximación requiere calibración debido al humedecimiento de la cuenca; mientras

que la segunda usa una correlación directa. Desarrolló ecuaciones de predicción con 210 eventos de 15 cuencas en Pennsylvania y Ohio. Ambas aproximaciones fueron evaluadas en cinco cuencas de reserva con satisfactorios resultados; la primera aproximación resultó mejor que la segunda.

Características del Método del Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos

La falta de información sobre las necesidades de drenaje de los diferentes cultivos, hace difícil para el ingeniero civil diseñar un sistema de drenaje adecuado. Estas necesidades se engloban en lo que se llama coeficiente de drenaje, el cual se obtiene con la relación entre la lámina de agua escurrida y el tiempo de drenaje dependiente de cada especie. Es en este punto donde se detecta la importancia de estimar lo mas cercano posible a la realidad, la lámina de escurrimiento superficial directo.

Varios métodos empiricos se han desarrollado con la finalidad de describir la relación de la frecuencia de escurrimientos; el mas popular de ellos es el del Servicio de Conservación de Suelos(SCS), de los Estados Unidos. La relación entre el volumen de escurrimiento directo y la lluvia, es dada para varios grupos de suelos, cobertura vegetal y condición de humedad antecedente; los cuales

están en congruencia con la capacidad de infiltración del suelo.

El principal componente de este método , es una familia de curvas enumeradas del 0 al 100, en orden de escurrimiento creciente. La curva 0 se aplica a arenas o gravas muy permeables, en las que no se presenta el escurrimiento directo en ninguna lluvia. La curva 100 representa una condición de gran impermeabilidad, con un 100 por ciento de escurrimiento superficial directo.

El método del Servicio de SCS estima el escurrimiento superficial directo (superficial y subsuperficial), partiendo de la cantidad de lluvia en lámina y las características de suelo, vegetación, manejo y condición de humedad, en cuencas donde no existen aforos de corrientes o datos hidrométricos.

Al considerar una lluvia en particular, la relación entre precipitación, escurrimiento y retención puede representarse de la siguiente manera:

$$\frac{F}{S} = \frac{Q}{Pe} \dots \dots \dots (23)$$

Donde: F = Retención real

S = Retención máxima potencial ($S \geq F$)

Q = Escurrimiento real

Pe = Escurrimiento máximo potencial ($Pe \geq Q$)

Para que se cumpla la anterior relación, es necesario considerar que una parte del escurrimiento máximo potencial, no contribuye al escurrimiento directo; debiéndose considerar como abstracciones iniciales (I_a), y el resto como precipitación efectiva. La retención actual se obtiene con la diferencia entre la precipitación efectiva y el escurrimiento actual, formándose las siguientes relaciones:

$$P_e = P - I_a \dots\dots\dots (24)$$

$$F = P_e - Q \dots\dots\dots (25)$$

Donde: I_a = Abstracciones iniciales

Al sustituir estas relaciones en la fórmula original, se obtiene la siguiente ecuación:

$$\frac{P_e - Q}{S} = \frac{Q}{P - I_a} \dots\dots\dots (26)$$

Al resolver para obtener la expresión para Q , se tiene lo siguiente:

$$Q = \frac{(P - I_a)^2}{S + (P - I_a)} \dots\dots\dots (27)$$

Esta fórmula final se utiliza para determinar la relación entre precipitación-escorrentía, considerando las abstracciones iniciales.

Las abstracciones iniciales se forman de la intercepción de agua por la vegetación, infiltración del suelo y almacenamiento superficial que se presenta antes de que inicie el escurrimiento superficial directo.

Mediante la correlación entre escorrentia y precipitación de cuencas instrumentadas en los Estados Unidos, se concluyó que las abstracciones iniciales pueden determinarse en función del máximo potencial de escurrimiento, con el uso de la siguiente relación empírica:

$$I_a = 0.2 S \dots \dots \dots (28)$$

Al sustituir esta relación en la fórmula final de precipitación-escorrentia, se determina la ecuación final que emplea el SCS en la estimación del escurrimiento superficial directo.

$$Q = \frac{(P - 0.2 S)^2}{P + 0.8 S} \quad \text{Con } P \geq 0.2 S \dots \dots \dots (29)$$

$$Q = 0 \quad \text{Cuando } P \leq 0.2 S \dots \dots \dots (30)$$

Al considerar que la retención máxima potencial (S), esta en función del tipo de suelo, vegetación y práctica agrícola utilizada en el manejo del cultivo, es posible relacionar este factor con los valores de las curvas numéricas, las que están en función de los factores

antes mencionados. La retención máxima potencial se obtiene con:

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \dots \dots \dots (31)$$

Los valores de las curvas numéricas, son en términos generales una representación de los coeficientes de escurrimiento; los cuales se determinaron de la observación y cuantificación en campo, de un gran número de hidrogramas de precipitaciones en distintas condiciones de los Estados Unidos.

Selección del Nivel de Probabilidad

La definición de avenida máxima ha evolucionado para disminuir su periodo de retorno, ya que en tiempos pasados se hablaba de avenidas con 1000 y hasta 10000 años de periodo de retorno, la tendencia a afinar el gasto de la avenida, se debe principalmente al desarrollo de la hidrología; y en forma especial en su aspecto cuantitativo de estimar avenidas por métodos cada vez mas exactos.

En el diseño de obras hidráulicas tendientes al manejo de eventos máximos probables, mas que conocer la frecuencia con que se presenta un evento específico, de mayor interés es la estimación de la probabilidad con que dicho evento es igualado o superado.

Los estudios sobre la periodicidad del clima, no han llegado a un acuerdo sobre el tema. Pizarro señaló en 1978 que una de las teorías acerca de la periodicidad del clima, indica una pseudo-periodicidad con ciclos de 11 años de duración; periodo que coincide al de las manchas solares, las cuales parecen ejercer fuerte influencia sobre el clima. Con base en esto, un criterio muy utilizado es el considerar periodos mínimos de 11 años para el estudio de los datos meteorológicos, aunque es preferible estudiar periodos múltiplos de 11 como 22,33 años, etc.

Debido a que la planeación y diseño se refieren a eventos futuros, cuyo tiempo de ocurrencia o magnitud no pueden predecirse, se debe recurrir al estudio de la probabilidad o frecuencia con la cual un determinado caudal o volumen de flujo puede ser igualado o excedido.

La selección del nivel de probabilidad apropiado para un diseño, es decir el riesgo que se considera aceptable, depende de condiciones económicas y políticas. Diseñar para el 10 por ciento o caudal con 10 años de periodo de recurrencia, representa aceptar un riesgo calculado. Si el análisis hidrológico es correcto, el sistema será en forma ocasional insuficiente. La alternativa de diseñar contra el mayor evento posible que pueda ocurrir, es por lo general tan costosa que se puede

justificar solamente cuando las consecuencias de una falla son especialmente graves.

Linsley et al reportaron en 1977 que los datos presentados por Ott, muestran que con un registro de 20 años, la probabilidad es del 80 por ciento de que el caudal de diseño sea sobrestimado y que el 45 por ciento de los valores sobrestimados excedan en mas del 30 por ciento el valor real. Debido a esto, no se deben usar series de datos de menos de 20 años para el análisis de frecuencias.

En la mayoría de las pequeñas cuencas, el diseño del escurrimiento es estimado por métodos paramétricos que utilizan datos generalizados de lluvia y características físicas de la cuenca. Está implícito en estos métodos, la asunción que el intervalo de retorno del escurrimiento, es igual al de la precipitación. Para corroborar tal asunción, Larson y Reich en 1973 mediante el estudio entre la interacción del flujo máximo y cantidad de lluvia, de 20 pequeñas cuencas en Pennsylvania E. U. Señalaron que para propósitos de diseño, la anterior asunción de igualdad en periodos de retorno, es justificada y apropiada.

Si una red de drenaje se calculara para eliminar el mayor evento de esorrentia, en la mayoría de los casos el costo de la obra no pasaria la justificación económica. Por esta razón, con frecuencia se prefiere instalar un sistema de drenes menos costoso, aceptando una determinada

frecuencia de falla. Pizarro mencionó en 1978 que para proyectos de drenaje agrícola, se puede adoptar como norma general un periodo de retorno de 10 años.

Periodo de retorno se define como el promedio en años, entre la ocurrencia de un evento hidrológico de una magnitud específica y otro igual o mayor. El periodo de retorno es el recíproco de la probabilidad de excedencia del evento X mayor que el límite x , por lo tanto:

$$Tr = \frac{1}{P(X \geq x)} = \frac{1}{1 - P(X \leq x)} \dots \dots \dots (32)$$

Rantz y Eakin asentaron en 1971 que la principal desventaja de varias aproximaciones empíricas en la estimación del escurrimiento superficial máximo probable, consiste en que asumen una idéntica frecuencia para la precipitación y la esorrentia. Por ejemplo, no es cierto que la lluvia máxima probable con una frecuencia de 50 años, causará un evento máximo de escurrimiento en una frecuencia de 50 años. Para ilustrar lo mencionado, indicaron que la lluvia de enero 21 al 23 de 1943, en el Sureste de California, Estados Unidos, fue la mas intensa, sin embargo el escurrimiento no fue severo a causa de que la lluvia cayó en tierra seca.

Funciones de Distribución Probabilística Teóricas

La función de distribución probabilística, es la representación mas concisa de una distribución de frecuencias empírica. La bondad de ajuste de esta función, depende del tamaño de la muestra, la selección apropiada de la función y el uso del mejor método en la estimación de sus parámetros. Yevjevich citó en 1982 que casi todas las funciones de distribución de probabilidad para variables continuas, pueden aplicarse en hidrología. Pero sin embargo, solo un limitado número de ellas, ajustan bien a distribuciones empíricas hidrológicas; entre las que sobresalen la normal, lognormal, gamma (con dos parámetros y la Pearson tipo III), las funciones exponenciales doble y sencilla de valores extremos.

Con la finalidad de identificar la función de probabilidad de máximo ajuste, a una serie anual de descargas máximas, Cicioni et al asentaron en 1973 que evaluaron la distribución lognormal con dos y tres parámetros; la gamma con dos parámetros; la Pearson tipo III y las distribuciones de valores extremos de Fisher-Tippett. Concluyeron que la distribución lognormal con dos parámetros, parece ser la recomendable para describir la serie anual de flujos máximos.

Con relación a las distribuciones de probabilidad que se emplean en hidrología, Campos señaló en 1982 que se dispone de un gran número, por lo que su selección dependerá del tipo de datos que se procesan y del fenómeno en estudio. Las funciones de probabilidad son herramientas y no justificaciones del fenómeno aleatorio, por lo que se deberán de ajustar varias de tales distribuciones y contrastarlas. Solo después de esto y de sus resultados, concluir sobre la inferencia buscada.

Las funciones de distribución se pueden dividir en tres grandes grupos:

- 1) Distribuciones para valores medios y muestras grandes ($n > 30$), con tendencia a la normal o de Gauss; para fenómenos como: Temperaturas, presiones, escurrimientos anuales y mensuales
- 2) Distribuciones para muestras pequeñas ($n < 30$); como son la χ^2 (ji cuadrada de Pearson), t de student y F o de Snedecor
- 3) Distribuciones para valores extremos del fenómeno aleatorio estudiado, por ejemplo: gastos máximos anuales, precipitaciones máximas en 24 horas, temperaturas máximas o mínimas

Las distribuciones del tercer grupo son las de mayor utilización para determinar la avenida de un específico periodo de retorno o frecuencia; entre tales

leyes se tienen las siguientes por orden de popularidad de aplicación:

- 1). Distribución de valores extremos tipo I o de Gumbel simple
- 2). Distribución Gumbel para muestras con datos procedentes de dos poblaciones diferentes, ciclónica y no ciclónica (distribución Gumbel de dos poblaciones)
- 3) Distribución log-Pearson tipo III
- 4). Distribución logarítmica de Hazen
- 5). Distribución log-normal o de Galton
- 6). Distribuciones de Foster tipo I y tipo III
- 7). Distribución de Fréchet o log-Gumbel
- 8). Distribución Gamma incompleta

Una variable hidrológica dependiente es la inundación de los suelos; la cual es el resultado de otras variables hidrológicas independientes tales como: Intensas lluvias, condiciones bajas de infiltración, suelos saturados, etc. Con frecuencia los hidrologistas pueden proporcionar una respuesta satisfactoria al dar la probabilidad de que un evento próximo exceda cierta magnitud. Este tipo de respuesta puede hacerse si se asume que todos los eventos siguen algún tipo de distribución probabilística. Schulz señaló en 1978 que dos de las mas comunes distribuciones de probabilidad usadas en hidrologia

son la logPearson tipo III y la Gumbel (valores extremos tipo I)

MATERIALES Y METODOS

Caracterización del Area en Estudio

La cuenca en estudio corresponde a una superficie de 100 ha, localizadas dentro del área mecanizable del ejido Nicolás Bravo, en el estado de Quintana Roo. En Figura 3.1 se presenta la ubicación de dicha superficie, la cual se planea utilizar durante el próximo ciclo agrícola de temporal 1990, mediante la siembra de maíz. La ubicación geográfica de la zona en estudio, es en la porción sur del estado, en los paralelos 18°25' y 89°11' de longitud oeste.

El clima de acuerdo al sistema de clasificación climática de Koppen, modificado por García en 1973 es de régimen pluviométrico tropical; el cual cae dentro de la clasificación Aw o cálido subhúmedo, con predominancia del Aw2, que es el mas húmedo de los subhúmedos, con un cociente mayor de 55 entre la precipitación y la evaporación.

La precipitación total anual media fluctúa de 800 a 1500 mm con un coeficiente de variación del 26 por ciento, según citado por Soto en 1987. La distribución de lluvias

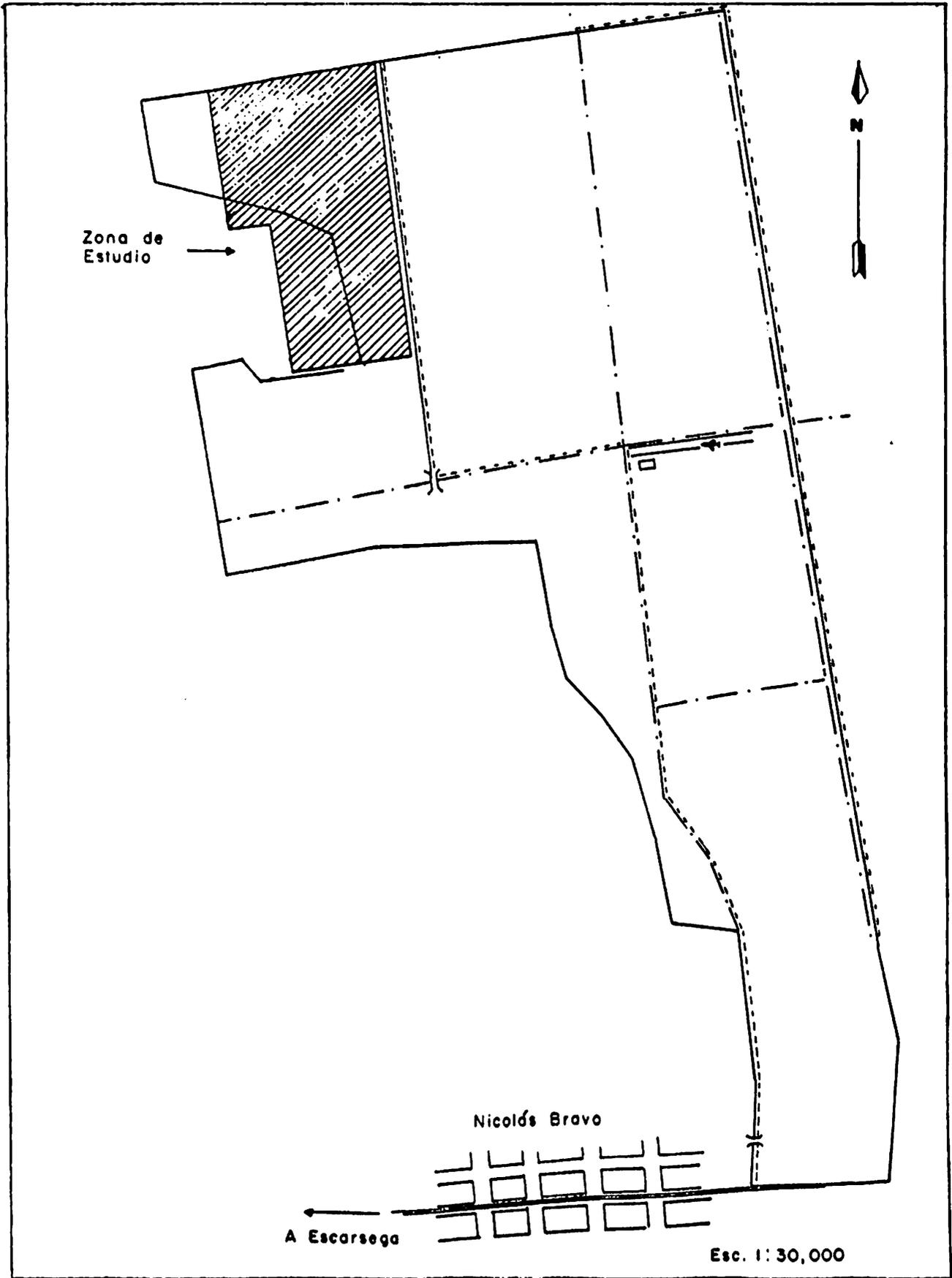


Figura 3.1 Localización del área en estudio

durante el año, da origen a una estación húmeda de mayo a octubre y otra seca de noviembre a abril; con porcentajes del 80 y 20 por ciento en forma respectiva de la cantidad de precipitación total anual. La distribución bimodal de las lluvias, ocasiona una disminución de lluvias a mediados de la estación húmeda, creando un fenómeno frecuente llamado sequía intraestival o canícula.

La temperatura media anual es de 26°C. Durante todos los meses del año la temperatura media mensual es de 20°C, con una diferencia menor de 5°C entre el periodo más cálido y el templado. La humedad relativa de mayo a octubre es de 83.3 por ciento, la cual en todos los meses presenta poca variación.

Los suelos son clasificados como Vertisoles gleyicos por; tienen pendientes menores al uno por ciento, se encuentran sometidos a condiciones alternas de oxidación y reducción. Debido a sus propiedades hidromórficas tienen un horizonte gleyizado a menos de 30 cm de profundidad; presentan drenaje lento tanto superficial como interno; poseen una textura con más del 65 por ciento de arcilla en todo su perfil, con predominancia de la arcilla de tipo 2:1 montmorillonítica.

La vegetación natural típica es de selva baja a mediana subperennifolia, en donde predominan las especies

como: Achres zapota (zapote), Dideroxylin gaumeri (sapotillo), Bucida buceras (pucté), Metopium brownei (chechén negro), Cameraria latifolia (chechén blanco) y Haematoxylan campechianum (palo de tinte). Dentro de la vegetación secundaria predominan los zacates como: Cyperus sp (coquillo), Echinochloa colona (triguillo), Panicum fasciculatum (kanchin), Sorghum halpense (johnson); y las especies de hoja ancha como: Iponocea sp (mooldul), Melochia tomentosa (nichiyuc) y Commelina sp (dzilan).

Transformación de Lluvia a Escurrimiento

En la estación climatológica del ejido mencionado; para el ciclo lluvioso de mayo a octubre, se recabaron los registros de precipitación diaria en lámina, por un período de 22 años comprendido de 1967 a 1988.

A cada uno de los eventos de lluvia, registrados durante los 22 años, se les determinó su condición de humedad antecedente (CHA), la cual se subdivide en tres categorías de acuerdo a la cantidad de lluvia acumulada durante los cinco días previos al evento. En Cuadro 3.1 se muestra la subdivisión de la condición de humedad antecedente. La selección del grupo de suelo se realizó mediante el Cuadro 3.2, del que se obtuvo un suelo del grupo D, definido por presentar alto potencial de escurrimiento, suelo pesado con alto contenido de arcillas

Cuadro 3.1 Condición de humedad antecedente como función de la precipitación acumulada en cinco días previos (para el período lluvioso) a la lluvia (Tomado de Donald et al, 1982)

<i>Condición de humedad antecedentes</i>	<i>Precipitación acumulada en los cinco días previos al evento en consideración</i>
<i>I</i>	<i>0 - 35.5 mm</i>
<i>II</i>	<i>35.6 - 53.3 mm</i>
<i>III</i>	<i>> 53.3 mm</i>

Cuadro 3.2 Grupos hidrológicos de suelos usados por el SCS (Tomado de Botello, 1985)

<i>Grupo</i>	<i>Descripción</i>
<i>A</i>	<i>Suelo con bajo potencial de escurrimiento, incluye arenas profundas con muy poco limo y arcilla; también suelo permeable con grava en el perfil.</i>
<i>B</i>	<i>Suelos con moderadamente bajo potencial de escurrimiento. Son suelos arenosos menos profundos y agregados que el grupo A. Este grupo tiene una infiltración mayor que el promedio cuando húmedo. Ejemplos: suelos migajones, arenosos ligeros y migajón limosos.</i>
<i>C</i>	<i>Suelos con moderadamente alto potencial de escurrimiento. Comprende suelos someros y suelos con considerable contenido de arcilla, pero menos que el grupo D. Este grupo tiene una infiltración menor que la promedio después de saturación. Ejemplo: Suelos migajones arcillosos</i>
<i>D</i>	<i>Suelos con alto potencial de escurrimiento. Por ejemplo: Suelos pesados, con alto contenido de arcillas expandibles y suelos someros con materiales fuertemente cementados</i>

expandibles y suelo somero con materiales fuertemente cementados. La condición hidrológica de la cuenca, se definió de acuerdo al Cuadro 3.3, como de mala, ya que se refiere al cultivo de maíz manejado en base a monocultivo.

En función de las características del complejo suelo-cobertura y manejo de la cuenca, se obtuvo el valor de la curva numérica (CN) para la condición de humedad antecedente II.

Del Cuadro 3.4, con manejo de la cuenca en surcos rectos y cultivo en escarda, se determinó un valor del número de curva de 91 para la CHA II, y un 20 por ciento de la retención máxima potencial de la cuenca como abstracciones iniciales. Mediante el Cuadro 3.5, se modificó el valor de la curva numérica de la CHA II, de acuerdo a las condiciones de humedad antecedente I y III, resultando valores de 80 y 97 respectivamente.

Una vez evaluados y cuantificados todos los parámetros necesarios, se aplicaron las siguientes ecuaciones para transformar las láminas de lluvia diaria en lámina de escurrimiento superficial directo:

La retención máxima potencial (S) en milímetros, se obtuvo con la relación empírica expresada por:

Cuadro 3.3 Condición hidrológica definida por el SCS, para varios usos del suelo (Tomado de Botello, 1985)

Uso del suelo	Condición hidrológica
<i>Pastos naturales</i>	<p>Pastos en condiciones malas, son dispersos, fuertemente pastoreados con menos de la mitad del área total con cobertura vegetal. Pastos en condiciones regulares, están moderadamente pastoreados con la mitad de las tres cuartas partes del área total con cobertura vegetal. Pastos en buenas condiciones están ligeramente pastoreados y con mas de las tres cuartas partes del área total con cubierta vegetal</p>
<i>Areas boscosas</i>	<p>Areas en condiciones malas, tienen árboles dispersos y fuertemente pastoreados sin crecimiento rastrero. Areas en condiciones regulares son moderadamente pastoreadas, y con algo de crecimiento. Areas buenas, están densamente pobladas y sin pastoreo.</p>
<i>Pastizales mejorados</i>	<p>Pastizales mezclados con leguminosas sujetas a un cuidadoso sistema de manejo de pastoreo, son considerados como buenas condiciones hidrológicas.</p>
<i>Rotación en praderas</i>	<p>Praderas densas, moderadamente pastoreadas, usadas en una bien planeada rotación de cultivos y praderas, son considerados que están en buenas condiciones hidrológicas. Areas con material disperso sobrepastoreado son considerados como malas condiciones hidrológicas.</p>
<i>Cultivos</i>	<p>Condiciones hidrológicas buenas se refieren a cultivos los cuales forman parte de una buena rotación de cultivos (cultivos de escarda, praderas, cultivos tupidos). Condiciones hidrológicas malas se refieren a cultivos manejados en base a monocultivo.</p>

Cuadro 3.4 Curva numérica (CN) usada para estimar escorrentía bajo diferentes complejos suelo-cobertura y manejo de la cuenca (datos para la condición de humedad antecedente II e Ia = 0.2 S) (Tomado de Botello, 1985)

Cobertura		Grupo de suelos				
Uso del suelo	Tratamiento o práctica	Condición hidrológica	A	B	C	D
			Curva numérica			
Suelos en descanso	Surcos rectos		77	86	91	94
Cultivos de escarda	Surcos rectos	mala	71	81	88	91
	Surcos rectos	buena	67	78	85	89
	Curva a nivel	mala	70	79	84	88
	Curva a nivel	buena	65	75	82	86
	Terraza y curva a nivel	mala	66	74	80	82
	Terraza y curva a nivel	buena	62	71	78	81
Cultivos tupidos	Surcos rectos	mala	65	76	84	88
	Surcos rectos	buena	63	75	83	87
	Curva a nivel	mala	63	74	82	85
	Curva a nivel	buena	61	73	81	84
	Terraza y curva a nivel	mala	61	72	79	82
	Terraza y curva a nivel	buena	59	70	78	81
Leguminosas en hileras o frrajes en rotación	Surcos rectos	mala	66	77	85	89
	Surcos rectos	buena	58	72	81	85
	Curva a nivel	mala	64	75	83	85
	Curva a nivel	buena	55	69	78	83
	Terraza y curva a nivel	mala	63	73	80	83
	Terraza y curva a nivel	buena	51	67	76	80
Pastisales	Sin tratamiento mecánico	mala	68	79	86	89
	Sin tratamiento mecánico	regular	49	69	79	84
	Sin tratamiento mecánico	buena	39	61	74	80
	Curva a nivel	mala	47	67	81	88
	Curva a nivel	regular	25	59	75	83
	Curva a nivel	buena	6	35	70	79
	Pasto de corte	buena	30	58	71	78
Bosque	mala	45	66	77	83	
	regular	36	60	73	79	
	buena	25	55	70	77	
Caminos de tierra	buena	72	82	87	89	

Cuadro 3.4.....Continuación

Camino pavimentados buena 74 84 90 92

Cuadro 3.5 Valor de las curvas numéricas para casos de condición de humedad antecedente I y III (Tomado de Botello, 1985)

CHAI	CHAI	CHAI	CHAI	CHAI	CHAI
100	100	100	60	40	78
99	97	100	59	39	77
98	94	99	58	38	76
97	91	99	57	37	75
96	89	99	56	36	75
95	87	98	55	35	74
94	85	98	54	34	73
93	83	98	53	33	72
92	81	97	52	32	71
91	80	97	51	31	70
90	78	96	50	31	70
89	76	96	49	30	69
88	75	95	48	29	68
87	73	95	47	28	67
86	72	94	46	27	66
85	70	94	45	26	65
84	68	93	44	25	64
83	67	93	43	25	63
82	66	92	42	24	62
81	64	92	41	23	61
80	63	91	40	22	60
79	62	91	39	21	59
78	60	90	38	21	58
77	59	89	37	20	57
76	58	89	36	19	56
75	57	88	35	18	55
74	55	88	34	18	54
73	54	87	33	17	53
72	53	86	32	16	52
71	52	86	31	16	51
70	51	85	30	15	50
69	50	84			
68	48	84	25	12	43
67	47	83	20	9	37
66	46	82	15	6	30
65	45	82	10	4	22
64	44	81	5	2	13
63	43	80	0	0	0
62	42	79			

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \dots \dots \dots (33)$$

Donde: CN es el valor de la curva numérica

Los valores del escurrimiento superficial directo se estimaron con:

$$Q = \frac{(P - 0.2*S)^2}{P + 0.8*S} \dots \dots \dots (34)$$

Donde: P es la precipitación diaria, en mm

Q es el escurrimiento superficial directo, en mm

S es la retención máxima potencial del suelo, en mm

Formación de las Series de Máximos

El procesamiento de los registros disponibles de escurrimiento superficial directo máximo mensual en 24 horas, tuvo como objetivo principal el obtener el escurrimiento máximo probable en 24 horas para un período de retorno de 10 años. El análisis de la información no involucró el uso de todos los datos, sino que solo se utilizaron los valores mas grandes, los cuales formaron una serie estadística anual para cada uno de los meses del ciclo lluvioso.

En el presente trabajo, para cada uno de los meses lluviosos (mayo a octubre), se formó una serie anual de 22 eventos máximos, integrada por los valores mas grandes de

escurrimiento, observados en cada mes y año del período en estudio. En Cuadros 3.6 y 3.7 se presentan las seis series estadísticas formadas.

Cuadro 3.6 Series estadísticas sin ordenar

AÑO	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT
1967	2.64	48.24	44.61	2.64	23.62	17.91
1968	2.64	2.64	6.77	6.25	2.64	19.52
1969	48.71	29.48	45.11	2.65	33.49	2.17
1970	8.21	20.19	51.49	12.61	9.55	2.80
1971	2.64	3.70	24.55	2.97	2.64	2.64
1972	10.33	19.43	61.38	4.14	36.94	4.42
1973	32.88	32.35	32.37	10.22	30.61	21.32
1974	33.87	56.44	12.92	9.79	108.92	13.84
1975	0.16	0.41	12.03	2.17	37.71	66.55
1976	6.25	172.90	2.84	3.33	35.39	12.61
1977	2.97	56.44	39.28	2.64	2.63	7.21
1978	20.37	10.33	20.87	2.64	53.02	21.32
1979	3.90	42.36	36.38	3.11	22.75	7.95
1980	1.68	40.90	17.17	2.64	2.45	4.25
1981	0.30	67.52	15.15	3.71	10.54	2.59
1982	6.73	21.18	5.35	5.59	121.27	23.70
1983	2.17	7.21	28.03	7.50	2.64	38.49
1984	14.76	21.32	129.00	44.61	44.84	20.37
1985	8.72	5.59	117.04	9.25	78.24	12.92
1986	2.64	2.63	8.72	2.64	2.64	2.64
1987	0.56	33.11	42.44	4.42	2.64	2.64
1988	1.79	5.78	2.04	13.38	11.20	12.47

Cuadro 3.7 Series estadísticas en orden descendente

AÑO	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT
1967	48.71	172.90	129.00	44.61	121.27	66.55
1968	33.87	67.52	117.04	13.38	108.92	38.49
1969	32.88	56.44	61.38	12.61	78.24	23.70
1970	20.37	56.44	51.49	10.22	53.02	21.32
1971	14.76	48.24	45.11	9.79	44.84	21.32
1972	10.33	42.36	44.61	9.25	37.71	20.37
1973	8.72	40.90	42.44	7.50	36.94	19.52
1974	8.21	33.11	39.28	6.25	35.39	17.91
1975	6.73	32.35	36.38	5.59	33.49	13.84
1976	6.25	29.48	32.37	4.42	30.61	12.92
1977	3.90	21.32	28.03	4.14	23.62	12.61
1978	2.97	21.18	24.55	3.71	22.75	12.47

Cuadro 3.7.....Continuación

1979	2.64	20.19	20.87	3.33	11.20	7.95
1980	2.64	19.43	17.17	3.11	10.54	7.21
1981	2.64	10.33	15.15	2.97	9.55	4.42
1982	2.64	7.21	12.92	2.65	2.64	4.25
1983	2.17	5.78	12.03	2.64	2.64	2.80
1984	1.79	5.59	8.72	2.64	2.64	2.64
1985	1.68	3.70	6.77	2.64	2.64	2.64
1986	0.56	2.64	5.35	2.64	2.64	2.64
1987	0.30	2.63	2.84	2.64	2.63	2.59
1988	0.16	0.41	2.04	2.17	2.45	2.17

Para el cálculo de la distribución empírica o real, los valores de las series estadísticas formadas se ordenaron de mayor a menor. Mediante la fórmula de Weibull se dedujeron sus respectivos periodos de retorno (Tr) o probabilidad de excedencia $\{P(X \geq x)\}$ observada:

$$Tr = \frac{n + 1}{m} \dots \dots \dots (35)$$

$$P(X \geq x) = \frac{1}{Tr} \dots \dots \dots (36)$$

Donde: n es el número de observaciones de la variable x (escurrimiento directo)
 m es el número de orden descendente de cada observación

Distribuciones de Probabilidad Teóricas Utilizadas

Para cada uno de los meses del registro, la obtención del valor probable de escurrimiento superficial directo; con una probabilidad mayor o igual $\{P(X \geq x)\}$ a

un periodo de retorno de 10 años, se realizó mediante el ajuste de cuatro funciones de distribución probabilística acumuladas, siendo estas la Lognormal, LogPearson tipo III, Gumbel y Gamma incompleta.

La distribución lognormal es aplicable a variables hidrológicas que presentan una asimetría bastante marcada hacia la derecha, y donde la variable no es menor de cero en ninguna de sus observaciones. La función de densidad lognormal acumulada, se describe por:

$$F(x) = \int_{-\infty}^{\infty} (1/2\pi) e^{-z^2/2} \dots \dots \dots (37)$$

Los parámetros de la función son S_x y \bar{X} , obtenidos de :

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n} \dots \dots \dots (38)$$

$$S_x = \frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n - 1} \dots \dots \dots (39)$$

Para normalizar los valores de las observaciones X_i se emplea la siguiente relación:

$$Z_i = \frac{X_i - \bar{X}}{S_x} \dots \dots \dots (40)$$

La función de densidad probabilística Gumbel, se usa para describir el comportamiento de valores extremos máximos, la función acumulativa se define por:

$$F(x) = e^{-e^{-\alpha(x_i - \mu)}} \dots \dots \dots (41)$$

Los parámetros de la función son α y μ ; los cuales se obtienen con:

$$S_x = \frac{\pi}{(6)^{0.5} * \alpha} \dots \dots \dots (42)$$

$$\bar{X} = \mu + \frac{0.5772}{\alpha} \dots \dots \dots (43)$$

$$\alpha = \frac{\pi}{(6)^{0.5} * S_x} \dots \dots \dots (44)$$

$$\mu = \bar{X} - \frac{0.5772}{\alpha} \dots \dots \dots (45)$$

Donde: S_x es la desviación estandar

\bar{X} es la media de las observaciones

La función de distribución Gamma con parámetros α y β , está definida por la siguiente expresión:

$$f(x) = \frac{1}{\beta^{\alpha} \Gamma(\alpha+1)} x^{\alpha} e^{-x/\beta} \dots \dots \dots (46)$$

Para $X > 0$, $\alpha > 0$, $\beta > 0$

$$f(x) = 0 \quad \text{D.O.M.} \dots \dots \dots (47)$$

Al observar la forma de las curvas de la distribución Gamma con diferentes valores de α , se asumió un valor de α igual a cero .

Para determinar la función de distribución acumulativa $F(x)$ con parámetro $\alpha = 0$, se obtiene lo siguiente:

$$f(x) = \frac{1}{\beta} e^{-x/\beta} \dots \dots \dots (48)$$

$$f(x) = \begin{cases} \text{Para } \beta > 0 \text{ y } X \geq 0 \\ 0 & \text{D.O.M.} \dots \dots \dots \end{cases} (49)$$

$$F(x) = \int_{-\infty}^X f(x) dx = 1/\beta \int_0^X e^{-x/\beta} dx \dots \dots \dots (50)$$

Al sustituir $u = -X/\beta$ y $du = -1/\beta dx$

$$F(x) = \int_0^{-X/\beta} e^u du = eu \dots \dots \dots (51)$$

$$F(x) = -e^u \Big|_0^{-X/\beta} = -e^{-X/\beta} - (-e^0) \dots \dots \dots (52)$$

$$F(x) = -e^{-X/\beta} + 1 = 1 - e^{-X/\beta} \dots \dots \dots (53)$$

La distribución logPearson tipo III, forma parte de las desarrolladas por Karl Pearson, y aunque sus bases teóricas son escasas; es popular porque cuando su coeficiente de asimetría vale cero, se obtiene una distribución lognormal, es decir la distribución logPearson tipo III será una línea recta en el papel de probabilidad lognormal:

La distribución logPearson tipo III requiere del cálculo de tres parámetros que se estiman a partir de los logaritmos decimales de los datos, estos son:

$$\log \text{ media} = \overline{\log x} = \frac{\sum \log X}{n} \dots \dots \dots (54)$$

$$\log \text{ de desv estandar} = S \log x = \left[\frac{\sum (\log x - \overline{\log x})^2}{n - 1} \right]^{0.5} \dots \dots (55)$$

$$\log \text{ coef de asimetría} = g = \frac{n \sum (\log x - \overline{\log x})^3}{(n-1)(n-2)(S \log x)^3} \dots \dots (56)$$

El valor de x para cualquier nivel de probabilidad o periodo de retorno se calcula a partir de la siguiente ecuación:

$$\log x = \overline{\log x} + (S \log x) K \dots \dots \dots (57)$$

Donde: K es un factor de oblicuidad de la curva, función del periodo de retorno y del coeficiente de asimetría, y del cual se muestran sus valores en Cuadro A.1.

Con la finalidad de determinar la función de densidad probabilística de máximo ajuste para cada uno de los meses en estudio, se aplicó la prueba de bondad de ajuste desarrollada por Kolmogoroy y Smirnov

Esta prueba es una alternativa a la prueba de la buena calidad de ajuste ji-cuadrada, ya que la prueba de Kolmogorov-Smirnov es mas poderosa que la ji-cuadrada; su uso tiende a fomentarla. El procedimiento es el siguiente:

1. Sea $F(x)$ la función de distribución teórica acumulativa completamente especificada bajo la hipótesis de nula. H_0 : La función de distribución teórica tiene buen ajuste
2. Sea $S_n(x)$ la función de densidad acumulativa muestra, basada en "n" observaciones para cualquier "x" observada, $S_n(x) = K/n+1$ en donde K es el número de observaciones menores o iguales a "x"
3. Determinar la desviación máxima "D máx", definida por:

$$" D máx " = | F(x) - S_n(x) | \dots\dots\dots (58)$$
4. Si para el nivel de significancia escogido, el valor observado de "D" es mayor o igual que el valor critico tabulado, la hipótesis deberá ser rechazada. Cuando $D_{max} < D_{critico}$, no se rechaza la hipótesis nula.

En el Cuadro 3.8 se presentan los valores criticos que se utilizan en la prueba de Kolmogorov-Smirnov.

Cuadro 3.8 Estadígrafo crítico para la prueba de bondad de ajuste de Kolmogorov-Smirnov (tomado de Campos 1982)

<i>Tamaño de la muestra</i>	$\alpha = 0.10$	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.01$
5	0.51	0.56	0.67
10	0.37	0.41	0.49
15	0.30	0.34	0.40
20	0.26	0.29	0.35
25	0.24	0.26	0.32
30	0.22	0.24	0.29
40	0.19	0.21	0.25

Mediante un análisis de correlación entre los valores de probabilidad estimados por cada función y los observados o empíricos, se cuantifico el grado de tendencia a una relación lineal exhibida por los pares de datos. Al elevar al cuadrado el coeficiente de correlación, se obtiene el coeficiente de determinación el cual expresado en forma porcentual, nos da una idea de la adecuación de un modelo lineal a los datos observados.

Cuantificación de Parámetros Hidrológicos

Con la distribución teórica de máximo ajuste seleccionada para cada uno de los meses, se estimó el valor probable del escurrimiento superficial directo de diseño (E), para un periodo de retorno de 10 años.

Una vez obtenidos los valores del escurrimiento superficial directo mensual en 24 horas, se seleccionó el de mayor valor para fines de diseño.

En la obtención del coeficiente de drenaje, el escurrimiento superficial directo se multiplica por 24 horas y se divide entre el tiempo de drenaje recomendable para el cultivo de maíz; el cual es de 24 horas. De esta manera se obtiene el coeficiente de drenaje en mm/día.

Al multiplicar por una superficie de una hectárea, el coeficiente de drenaje se obtuvo en m³/día. Se realizaron las transformaciones correspondientes para expresar el coeficiente de drenaje en lps/ha.

El gasto de diseño (Q) para cada uno de los drenes, se determinó al multiplicar el coeficiente de drenaje por la superficie de influencia de cada dren.

Cálculo de la Sección Transversal de Drenes

Mediante el método numérico de Newton y Raphson, se determinaron los valores de las principales características hidráulicas de los drenes. Este método utiliza el concepto de la "Derivada de la función".

Para lograr lo anterior, se partió de la aplicación de la fórmula de Manning al flujo uniforme del agua en canales abiertos.

En Figura 3.2 se representan algunas de las variables empleadas en el cálculo de la sección transversal de los drenes.

La definición de las variables es :

Y = Tirante del agua en el dren, en m

T = Ancho superior del espejo de agua, en m

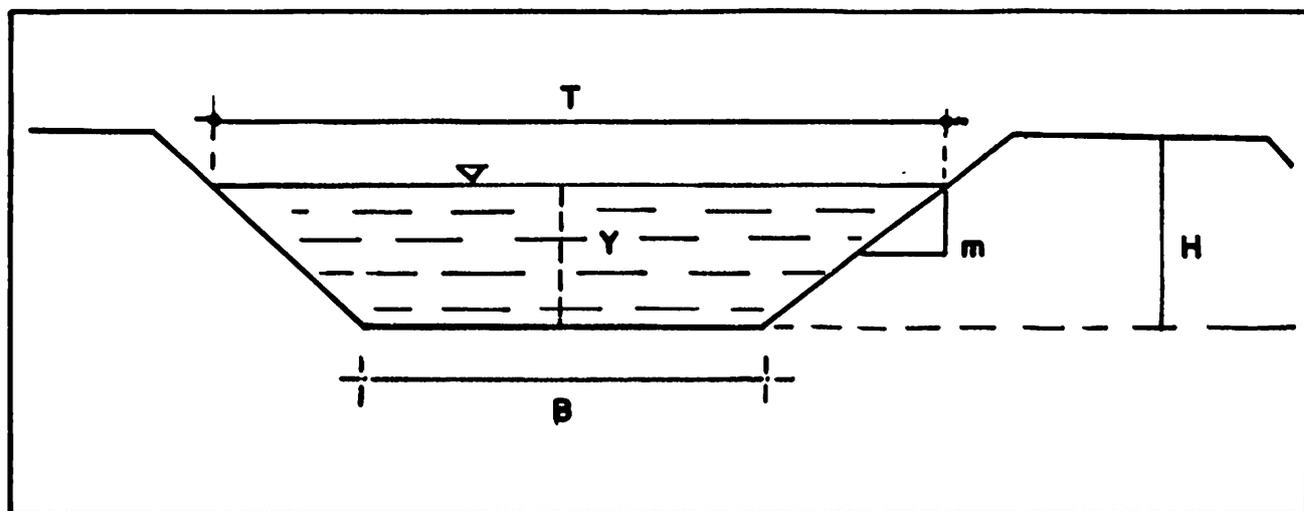


Figura 3.2 Corte de la sección transversal al flujo

B = Ancho de la plantilla, en m

H = Altura total del dren, en m

m = Talud del dren (Horizontal:Vertical)

Las otras variables utilizadas son :

Q = Gasto que fluye sobre el dren , en m^3/seg

V = Velocidad del agua en el dren, en m/seg

A = Area hidráulica, en m

P = Perimetro mojado, en m

R_h = Radio Hidráulico, en m

S = Pendiente en el fondo del dren, en fracción

n = Coeficiente de rugosidad de Manning, adimensional y
obtenido del Cuadro 3.9

Las fórmulas consideradas son:

$$A = (B + mY) * Y \dots \dots \dots (59)$$

$$P = B + 2Y (m^2 + 1)^{0.5} \dots \dots \dots (60)$$

$$R_h = A/P \dots \dots \dots (61)$$

Cuadro 3.9 Valores del coeficiente de rugosidad (n) (Tomado de Garza, 1984)

Naturaleza de pared y piso del canal	n
Madera muy bien lijada y cemento muy bien pulido	0.010
Madera lijada ordinariamente, acequias de duelas de madera nuevas	0.012
Tubería de alcantarillado bien vitrificado, buena mampostería, tubería de hormigón, madera no lijada	0.013
Cemento con pulido ordinario, tubería de fundición ordinaria, tubería de alcantarillado de arcilla ordinaria	0.015
Canales de tierra rectos y bien conservados	0.023
Canales labrados en roca	0.040
Rios en buenas condiciones	0.030
Canales de tierra con plantas acuáticas	0.035

$$V = 1/n (Rh)^{2/3} \dots \dots \dots (62)$$

$$Q = A * V \dots \dots \dots (63)$$

Para calcular el valor del tirante en el dren, se desarrolló la siguiente secuencia de deducciones matemáticas:

$$Q = A * V \dots \dots \dots (64)$$

$$V = 1/n (Rh)^{2/3} * S^{1/2} \dots \dots \dots (65)$$

$$Q/A = 1/n (Rh)^{2/3} * S^{1/2} \dots \dots \dots (66)$$

$$Qn/A = Rh^{2/3} * S^{1/2} \dots \dots \dots (67)$$

$$Qn/S^{1/2} = A(Rh)^{2/3} \dots \dots \dots (68)$$

$$Qn/S^{1/2} = A(A/P)^{2/3} \dots \dots \dots (69)$$

$$Qn/S^{1/2} = A^{5/3}/(P)^{2/3} \dots \dots \dots (70)$$

Al igualar la ecuación (67) a cero, se obtiene:

$$A^{5/3}/(P)^{2/3} - Qn/S^{1/2} = 0 \dots \dots \dots (71)$$

Al manejar una constante $K = Qn/S^{1/2}$, resulta la función para estimar el valor de Y como:

$$f(y) = A^{5/3}/(P)^{2/3} - K \dots \dots \dots (72)$$

La derivada de la función $f(y)$, con respecto al área hidráulica(A) y al perímetro mojado(P) es :

$$f'(y) = A^{5/3}(-2/3P^{-5/3} dP/dY) + P^{2/3}(5/3A^{2/3} dA/dY) \dots \dots \dots (73)$$

$$f'(y) = -2/3 \frac{A^{5/3}}{P^{5/3}} dP/dY + 5/3 \frac{A^{2/3}}{P^{2/3}} dA/dY \dots \dots \dots (74)$$

Debido a que $A = (B + mY)Y = BY + mY^2$, la derivada de A con respecto a Y es .

$$dA/dY = B + 2mY \dots \dots \dots (75)$$

El perimetro mojado es $B + 2Y(m^2 + 1)^{0.5}$, la derivada de P con respecto a Y es :

$$dP/dY = 2(m^2 + 1)^{0.5} \dots \dots \dots (76)$$

Al sustituir (75) y (76) en (74), resulta:

$$f'(y) = -\frac{2}{3} \frac{A^{5/3}}{P^{2/3}} \{2*(m^2 + 1)^{0.5}\} + \frac{5}{3} \frac{A^{2/3}}{P^{2/3}} (B + 2mY) \dots (77)$$

$$f'(y) = \frac{A^{(2/3)}}{P^{(2/3)}} \left[\frac{5}{3} (B + 2mY) - \frac{4}{3} \frac{A}{P} (m^2 + 1)^{0.5} \right] \dots (78)$$

$$f'(y) = \frac{A^{(2/3)}}{P^{(2/3)}} \left[\frac{5}{3} dA/dY - \frac{2}{3} dP/dY \right] \dots \dots \dots (79)$$

Con una cierta tolerancia especificada, se realizó un análisis iterativo, tendiente a igualar la relación siguiente:

$$Y_{i+1} = Y_i - \frac{f(y)}{f'(y)} \dots \dots \dots (80)$$

Cuando el valor absoluto de $f(y)/f'(y)$ es menor que la tolerancia especificada, se obtiene el valor de Y ; si no

es así, se continúa con el proceso iterativo hasta lograr lo anterior.

Mediante la ayuda de un programa computacional, se procedió a realizar el proceso iterativo. En el Cuadro F.1 se presenta el listado del programa correspondiente.

Diseño del Sistema de Drenaje Superficial

Para que se pueda lograr o aproximar lo más posible al tiempo de drenaje adoptado de 24 horas, se hace necesario proporcionar a la superficie una pendiente uniforme y positiva hacia los desagües. La finalidad del emparejamiento es la desaparición del microrelieve "gilgai" característico de estos suelos.

En adición a la nivelación del terreno, el maíz se sembrará en bordos de cuatro metros de ancho, colocando cuatro hileras de cultivo por bordo. La inclinación de los bordos con respecto a las sanjas colectoras es de 0.6 a 0.8 por ciento. Estos valores de inclinación fueron recomendados para este tipo de suelos de la India por Krantz en 1978; mismos que han sido utilizados en trabajos experimentales dentro del proyecto "Subutilización de los Suelos de Lento Drenaje (Vertisoles gleyicos) del Estado de Quintana Roo, en el Campo Agrícola Experimental de Chetumal desde 1983, con

promisorios resultados, de acuerdo a lo reportado por Nava en 1986.

La disposición básica o arreglo general de los drenes uniformes y paralelos, se realizó en función de las características topográficas de la superficie en estudio y de las facilidades operativas con la maquinaria agrícola.

RESULTADOS Y DISCUSION

Transformación de Lluvia a Escurrimiento

En el Cuadro B.1 se presenta el listado con las fechas, cantidades de lluvia (PP), condición de humedad antecedente (CHA), curva numérica (CN) y escurrimiento superficial directo (E) para cada una de las precipitaciones ocurridas durante los 22 años analizados.

Al manejar series estadísticas basadas en escurrimientos superficiales máximos, se tuvo la ventaja de obtener en forma directa el valor del E de diseño; ya que si se utilizan series de lluvias máximas, se tendrá el inconveniente de como determinar la CHA correspondiente a la precipitación máxima probable de diseño obtenida.

Las cantidades obtenidas de E, confirman lo indicado por el método del SCS, registrándose los máximos valores de E para la CHAIII; y los mínimos para la CHAI.

El máximo valor se presentó el día 25 de junio de 1976; con 172.9 mm para una lluvia de 182.0 mm. Escurrimientos menores de 10.0 mm se presentaron con mayor

frecuencia en los meses de mayo y agosto; los cuales reflejan en cierta forma las características de distribución de la precipitación; la cual se presenta con incertidumbre y errática al inicio del temporal; y al fenómeno de la canícula que sucede por lo regular durante, la tercer semana de julio y primera de agosto.

Para obtener una primera aproximación del valor porcentual de escurrimiento mensual, se determinó un factor que para el presente estudio se denomina alfa (α); dicho factor se obtuvo del cociente entre la cantidad de escurrimiento superficial directo y la precipitación.

En el Cuadro 4.1 se concentran los resultados obtenidos:

Cuadro 4.1 Factor de Escurrimiento Superficial (α)

	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
PF	678.9	1136.9	1282.8	627.6	1325.8	871.3
E	214.9	700.2	755.5	158.9	676.4	320.3
α	0.32	0.62	0.59	0.25	0.51	0.37

Del Cuadro 4.1 se puede comentar que durante junio y julio, se presentan condiciones con alta potencialidad de escurrimiento; con el 62 y 59 por ciento de la precipitación respectivamente. Los meses de mayo y agosto presentan los menores porcentajes de escurrimiento; con 32 y 25 por ciento. Se puede apreciar con facilidad el

carácter de distribución bimodal de la precipitación durante el ciclo lluvioso, esto se refleja en plenitud al observar las cantidades obtenidas de escurrimiento superficial directo para los meses de junio, julio, agosto y septiembre.

Análisis Probabilístico con Función Lognormal

En los Cuadros C.1 a C.6 se concentran las series estadísticas formadas para cada uno de los meses de mayo a octubre; así como también la probabilidad de excedencia empírica o real para cada una de las observaciones ordenadas en forma descendente.

Para aplicar la función lognormal a las seis series estadísticas formadas, los datos de escorrentia se convirtieron a logaritmos decimales. Los valores de los parámetros S_x y \bar{X} , de acuerdo a las ecuaciones (39) y (40) fueron:

	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct
S_x	0.64	0.60	0.47	0.33	0.60	0.44
\bar{X}	0.62	1.21	1.33	0.71	1.17	0.97

En Cuadros D.1, D.2 y D.3 se localizan los valores de la probabilidad de excedencia $\{P(X \geq x)\}$ teórica al aplicar la distribución de probabilidad lognormal.

Con la prueba de bondad de ajuste desarrollada por Kolmogorov y Smirnov, se obtuvieron los siguientes valores de "D_{máx}", según ecuación (58), para los seis meses en estudio:

	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct
"D máx"	0.089	0.164	0.080	0.172	0.205	0.141
"D cri"	0.278	0.278	0.278	0.278	0.278	0.278

Debido a que para todos los meses "D máx" es menor que "D crítico", obtenido del Cuadro 3.8, con un nivel de significancia del 0.05, no se rechaza la hipótesis nula de que la función teórica tiene buen ajuste.

De la comparación entre los valores de "D máx" y "D crítico", se observa que la distribución lognormal tiene su máximo ajuste para el mes de julio.

En la Figura 4.1 se visualiza el comportamiento entre los valores empíricos y teóricos de probabilidad de excedencia para el mes de julio. Se anexan Figuras E.1 a E.5 con la representación de la distribución lognormal para los otros cinco meses.

Al aplicar el análisis de correlación lineal entre los valores de las probabilidades de excedencia empíricas y estimadas con la lognormal, los coeficientes de determinación para cada mes fueron:

	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct
r^2	0.98	0.96	0.98	0.92	0.93	0.95

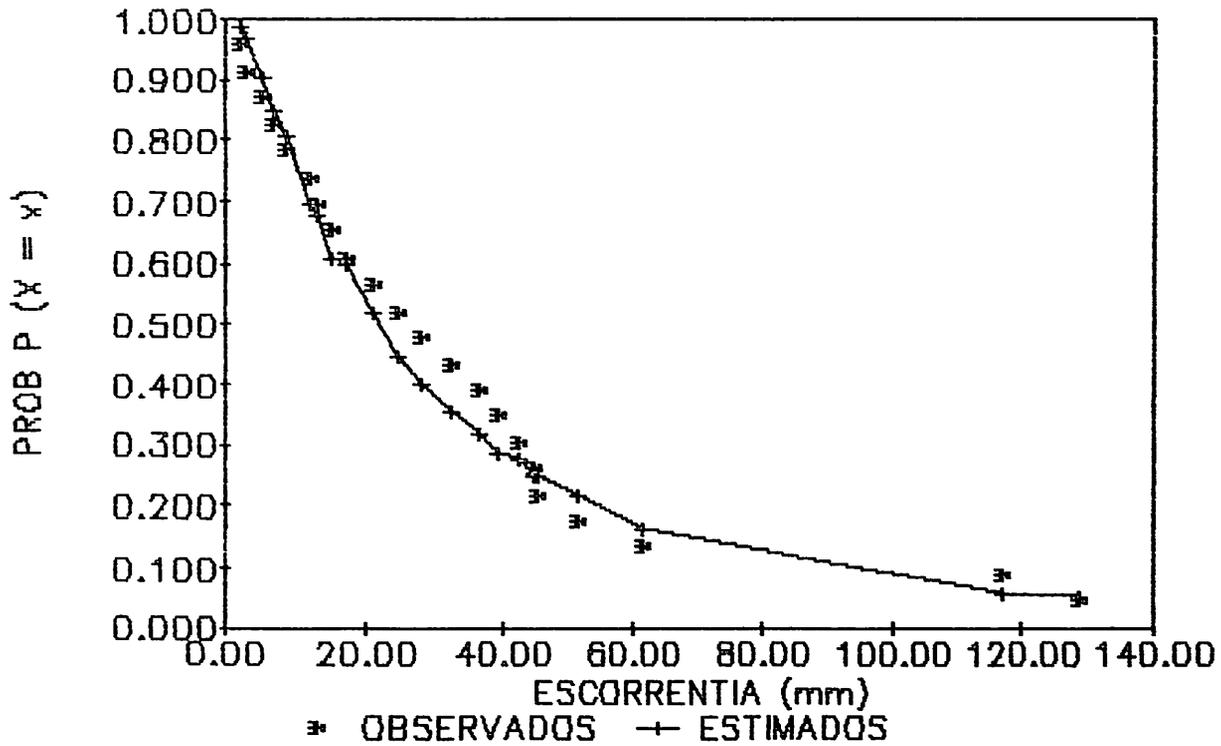


Figura 4.1 Comparación de probabilidades empíricas y teóricas con distribución lognormal para el mes de julio

Los valores presentados muestran el gran porcentaje de representación que un modelo lineal tiene en todos los meses.

Análisis Probabilístico con Función Gumbel

Los parámetros de la función Gumbel para los seis meses fueron:

	May	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
α	0.099	0.034	0.038	0.142	0.038	0.086
μ	3.93	15.03	19.33	3.15	15.44	7.83

En los Cuadros D.4, D.5 y D.6 se concentran los valores obtenidos de probabilidad de excedencia teórica con la distribución de probabilidad Gumbel.

Al aplicar la prueba de Kolomogorov-Smirnov a los seis meses, se calcularon los siguientes valores:

	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct
"D máx"	0.189	0.169	0.092	0.274	0.143	0.146
"D cri"	0.278	0.278	0.278	0.278	0.278	0.278

Al igual que lo mencionado para la función lognormal, la hipótesis de que la distribución teórica Gumbel tiene buen ajuste, no se rechaza para ninguno de los meses.

Con la comparación entre los valores de "D máx" y "D crítica", se determinó que la función Gumbel expresa de mejor manera la tendencia de los escurrimientos superficiales para el mes de julio.

El análisis de correlación reportó los siguientes datos del coeficiente de determinación:

	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct
r^2	0.85	0.95	0.98	0.83	0.94	0.95

Lo anterior indica que un modelo lineal interpreta del 85 al 98 por ciento el comportamiento de las

probabilidades teóricas de los meses en estudio. En la Figura 4.2 se observa la tendencia de las probabilidades empíricas y teóricas para el mes de julio. Se anexan Figuras E.6 a E.10 con la distribución Gumbel para los cinco meses restantes.

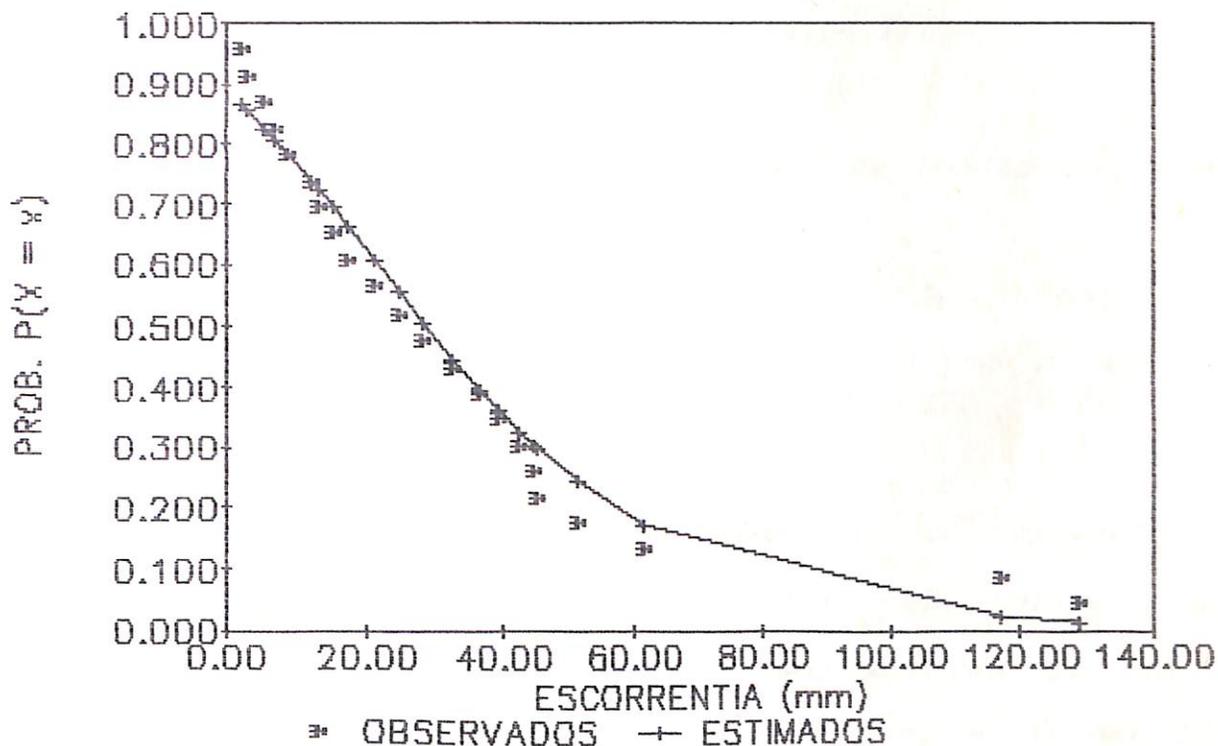


Figura 4.2 Comparación de probabilidades empíricas y teóricas con distribución Gumbel para el mes de julio

Análisis Probabilístico con Función LogPearson III

Los parámetros de la distribución logPearson tipo III para los seis meses, se determinaron con las fórmulas (54), (55) y (56); obteniéndose los siguientes valores:

	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct
$\overline{\log x}$	0.62	1.21	1.33	0.71	1.17	0.97
$S \log x$	0.64	0.60	0.47	0.33	0.60	0.44
\bar{g}	-0.37	-0.88	-0.51	1.17	-0.16	-0.014

Los Cuadros D.7, D.8 y D.9 contienen las probabilidades de excedencia teóricas mediante la aplicación de la función logPearson tipo III

Para esta prueba, el análisis de bondad de ajuste reportó los siguientes valores de "D máx"

	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct
"D máx"	0.122	0.101	0.070	0.126	0.196	0.143
"D cri"	0.278	0.278	0.278	0.278	0.278	0.278

En la obtención del valor de "D crítico", se utilizó un nivel de significancia del 0.05. Debido a que todas las cantidades de "D máx" son menores que la "D crítica", la hipótesis nula de que la función de densidad probabilística logPearson III tiene buen ajuste, no se rechaza.

De nueva cuenta, la función logPearson III ajusta mejor para el mes de julio.

Los valores del coeficiente de determinación al efectuar el análisis de correlación lineal fueron:

	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct
r^2	0.97	0.98	0.99	0.95	0.95	0.96

Fue ésta la función de probabilidad que registró los coeficientes de determinación mas próximos a la unidad en cada uno de los meses.

En Figura 4.3 se presenta el comportamiento de la función logPearsonIII para el mes de julio.

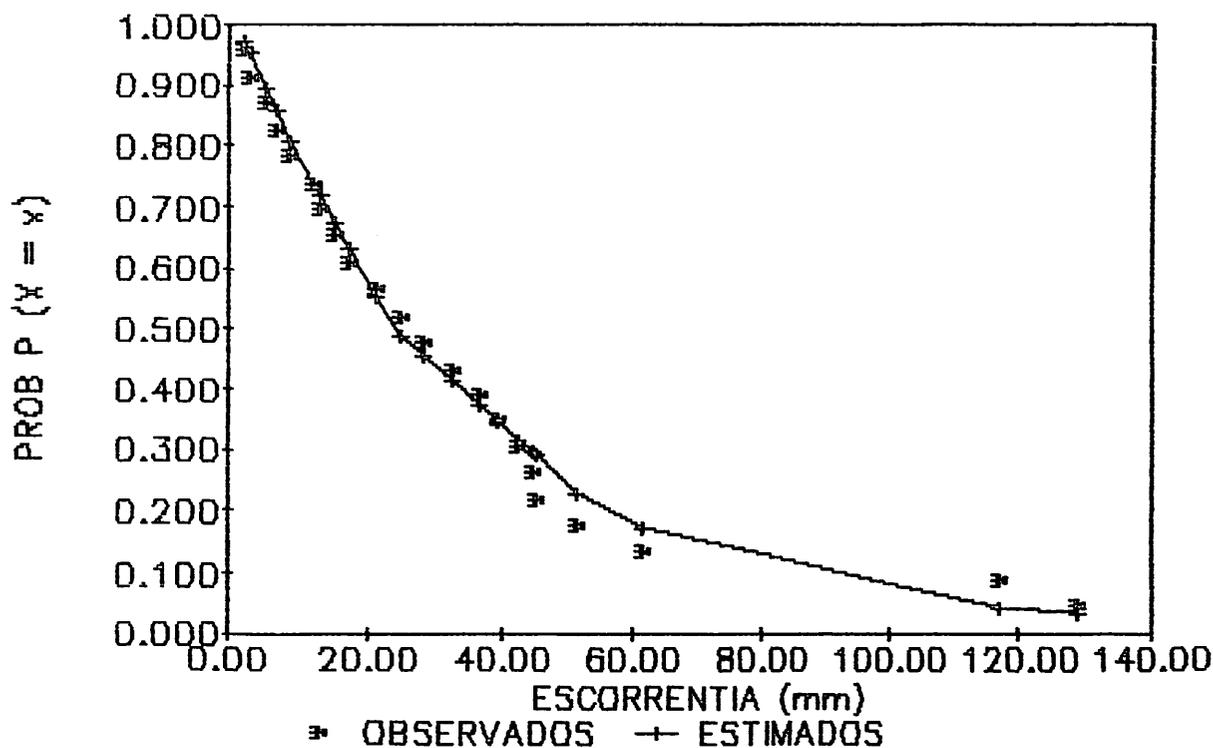


Figura 4.3 Comparación de probabilidades empíricas y teóricas con distribución logPearson III para el mes de julio

En Figuras E.11 a E.15 se muestran los meses de mayo, junio, agosto, septiembre y octubre, con la distribución logPearson III.

Análisis Probabilístico con Función Gamma Incompleta

Los parámetros de la distribución gamma incompleta son $\alpha = 0$ para todos los meses y β igual a:

	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct
β	9.77	31.83	34.34	7.22	30.74	14.56

Las probabilidades de excedencia teóricas para la función gamma incompleta, se concentran en los Cuadros D.10, D.11 y D.12.

Los valores reportados con la prueba de bondad de ajuste son :

	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct
"D máx"	0.216	0.102	0.054	0.219	0.222	0.097
"D cri"	0.278	0.278	0.278	0.278	0.278	0.278

Al igual que en las anteriores tres funciones de probabilidad, la hipótesis de que la gamma incompleta tiene buen ajuste, no se rechaza. Con la comparación de "D máx" y "D crítica" se interpreta que la gamma incompleta también ajusta mejor en el mes de julio.

Para ésta prueba el análisis de correlación lineal reportó los siguientes coeficientes de determinación:

	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct
r^2	0.94	0.98	0.99	0.90	0.95	0.96

Se puede apreciar el alto porcentaje de interpretación de un modelo lineal para la interacción que tienen las probabilidades de excedencia empíricas y teóricas.

En la Figura 4.4 se ilustra la tendencia de la distribución gamma incompleta para el mes de julio. En Figuras E.16 a E.20 se presentan los cinco meses restantes.

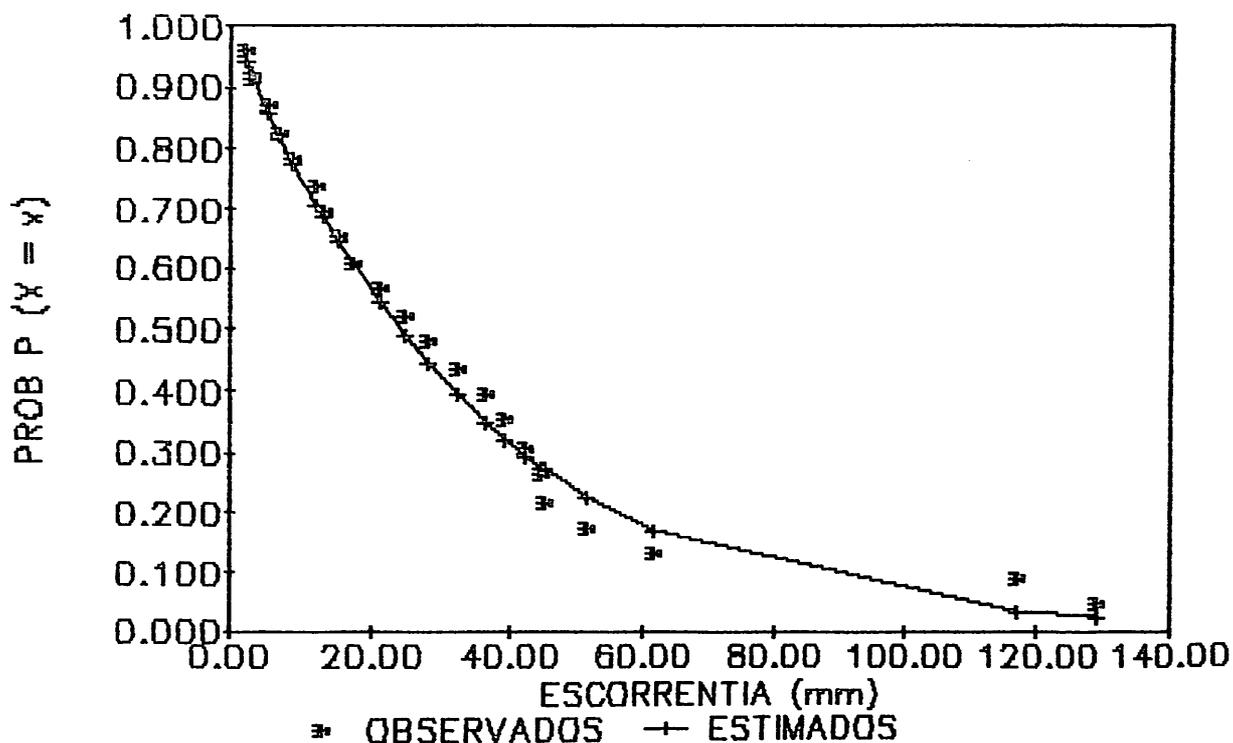


Figura 4.4 Comparación de probabilidades empíricas y teóricas con distribución gamma incompleta para el mes de julio

Selección de la Función Probabilística para cada Mes

Mediante el Cuadro 4.2 se muestran las cantidades del valor de "D máx"; los cuales representan la diferencia máxima entre las probabilidades de excedencia empíricas y la función de distribución teórica.

Cuadro 4.1 Valores de "D máxima"

<i>Mes</i>	<i>Lognormal</i>	<i>Gumbel</i>	<i>LogPearsonIII</i>	<i>Gamma incompleta</i>
<i>May</i>	0.089	0.189	0.122	0.216
<i>Jun</i>	0.164	0.169	0.101	0.102
<i>Jul</i>	0.080	0.092	0.070	0.054
<i>Ago</i>	0.172	0.274	0.126	0.219
<i>Sep</i>	0.205	0.143	0.196	0.222
<i>Oct</i>	0.141	0.146	0.143	0.097

Al comparar los datos del Cuadro 4.1 con el valor de "D crítica" de 0.278; para un nivel de significancia del 0.05, puede interpretarse que todas las funciones utilizadas tienen buen ajuste, independientemente del mes que se trate; sin embargo para seleccionar la mejor distribución teórica a cada mes en particular, se eligió aquel valor de "D máx" mínimo; de esta manera se obtuvo lo siguiente:

<u><i>Mes</i></u>	<u><i>Distribución seleccionada</i></u>
<i>May</i>	<i>Lognormal</i>
<i>Jun</i>	<i>LogPearson tipo III</i>
<i>Jul</i>	<i>Gamma incompleta</i>
<i>Ago</i>	<i>LogPearson tipo III</i>
<i>Sep</i>	<i>Gumbel</i>
<i>Oct</i>	<i>Gamma incompleta</i>

Los resultados obtenidos con las funciones de distribución se apegan a lo mencionado por la literatura, ya que ninguna de ellas fue rechazada y se emplean para estudios de eventos máximos como es el caso del presente estudio.

Estimación de los Parámetros Hidrológicos

Con la función de probabilidad seleccionada para cada mes, se localizan en los Cuadros D.1, D.7, D.11, D.8, D.6 y D.12; los escurrimientos máximos probables (E) para cada mes, con una probabilidad de excedencia del 0.1; que corresponde a un periodo de retorno de 10 años; según ecuación (36). De esta manera se obtuvieron los siguientes valores:

Mes	E (mm)
Mayo	29.63
Junio	102.21
Julio	129.00
Agosto	18.30
Septiembre	73.65
Octubre	60.66

Con el valor de E y un tiempo de drenaje (td) para el cultivo de maíz de 24 horas (Tomado de Conde, 1979), se tienen los siguientes coeficientes de drenaje (Cd); los cuales son el resultado del cociente entre E y td

Mes	Cd (lps/ha)
Mayo	3.43
Junio	11.83
Julio	14.93
Agosto	2.12
Septiembre	8.52
Octubre	7.02

El gasto de diseño (Q) para cada uno de los drenes, se cuantificó al multiplicar el coeficiente de drenaje por el área de influencia de cada dren.

Para fines del cálculo de la sección transversal de los drenes, se consideró el coeficiente de drenaje máximo; que en este trabajo corresponde al mes de julio con 14.93 lps/ha.

En Figura 4.5 se observa la ubicación de los drenes en el campo: Para el dren 1 le corresponde una superficie de 10 ha; los drenes 2, 3 y 4 dominan una área de 30 ha cada uno y el dren 5 la totalidad de la superficie de 100 ha.

Los gastos de diseño calculados son:

<u>Dren</u>	<u>Q</u> <u>(m³/ha)</u>
1	0.1493
2	0.4479
3	0.4479
4	0.4479
5	1.493

Cálculo de la Sección Transversal de los Drenes

Respecto a los taludes considerados para desagües pequeños de sección transversal trapecial, construidos en arcilla no alterada, Chow señaló en 1959 que se recomiendan taludes de relación 1.5:1. Por lo que toca a la plantilla o ancho de la base, se adoptó 1.0 m al considerar que la

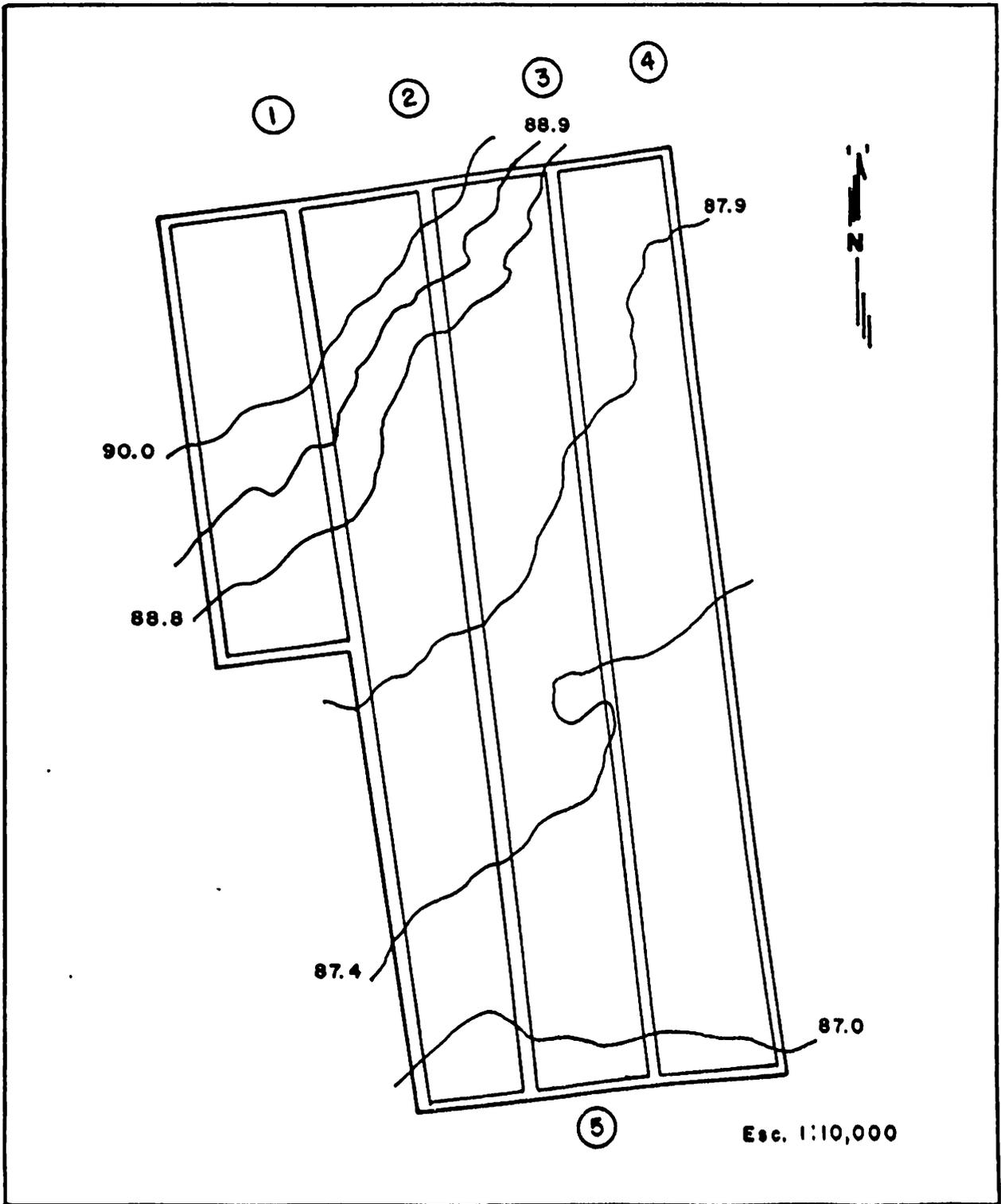


Figura 4.5 Ubicación de drenes en el terreno

maquinaria utilizada para construir los drenes, está diseñada para plantillas de 0.8 a 1.0 m. La selección de la pendiente se estimó mediante el uso de las cotas de las curvas a nivel.

Para el cálculo de las características hidráulicas de cada uno de los drenes, los valores de entrada al programa de computadora son:

	<u>Dren 1</u>	<u>Dren 2</u>	<u>Drenes 3y4</u>	<u>Dren 5</u>
E	0.1493	0.4479	0.4479	1.493
n	0.023	0.023	0.023	0.023
S	0.002	0.002	0.0012	0.002
m	1.5	1.5	1.5	1.5
B	1.0	1.0	1.0	1.0

Las características hidráulicas obtenidas fueron:

A	0.26	0.597	0.707	1.404
P	1.72	2.37	2.55	3.49
Rh	0.151	0.252	0.277	0.403
Y	0.20	0.38	0.43	0.69
V	0.55	0.78	0.64	1.06

Los valores de velocidad en los drenes, se encuentran dentro de los reportados como permisibles para transportar agua clara y agua con limos coloidales (1.13 y 1.5 m/seg), de acuerdo a Fortier y Scobey, citados por Chow en 1959.

Diseño del Sistema de Drenaje Superficial

La localización de las zanjas abiertas requiere experiencia y buen criterio, combinados con el estudio cuidadoso de las condiciones locales. Dondequiera que sea posible, las zanjas se deben hacer rectas. Algunos factores a considerar en la localización de las zanjas abiertas, fueron mencionados por Schwab et al en 1979 como: 1) Las zanjas se deben colocar a lo largo de los linderos de propiedad, principalmente convenientes a los propietarios de terrenos, para tener acceso a sus tierras y poder tener lotes o parcelas de tamaño y forma adecuados para la eficiente operación de la maquinaria agrícola; 2) La localización de cauces naturales de desagüe y de las porciones bajas del terreno, generalmente determinará la localización de la zanja, pues tal localización puede arrojar menor cantidad de material excavado y menor costo. Con frecuencia es conveniente la rectificación del cauce antiguo.

En la Figura 4.6 se muestra el diseño final del sistema de drenaje superficial recomendado. Debido a que la topografía del área presenta una pendiente hacia una sola dirección, se facilitó la ubicación y dirección de los surcos de siembra y drenes. La dirección del emparejamiento debe realizarse de la parte noroeste a la sureste.

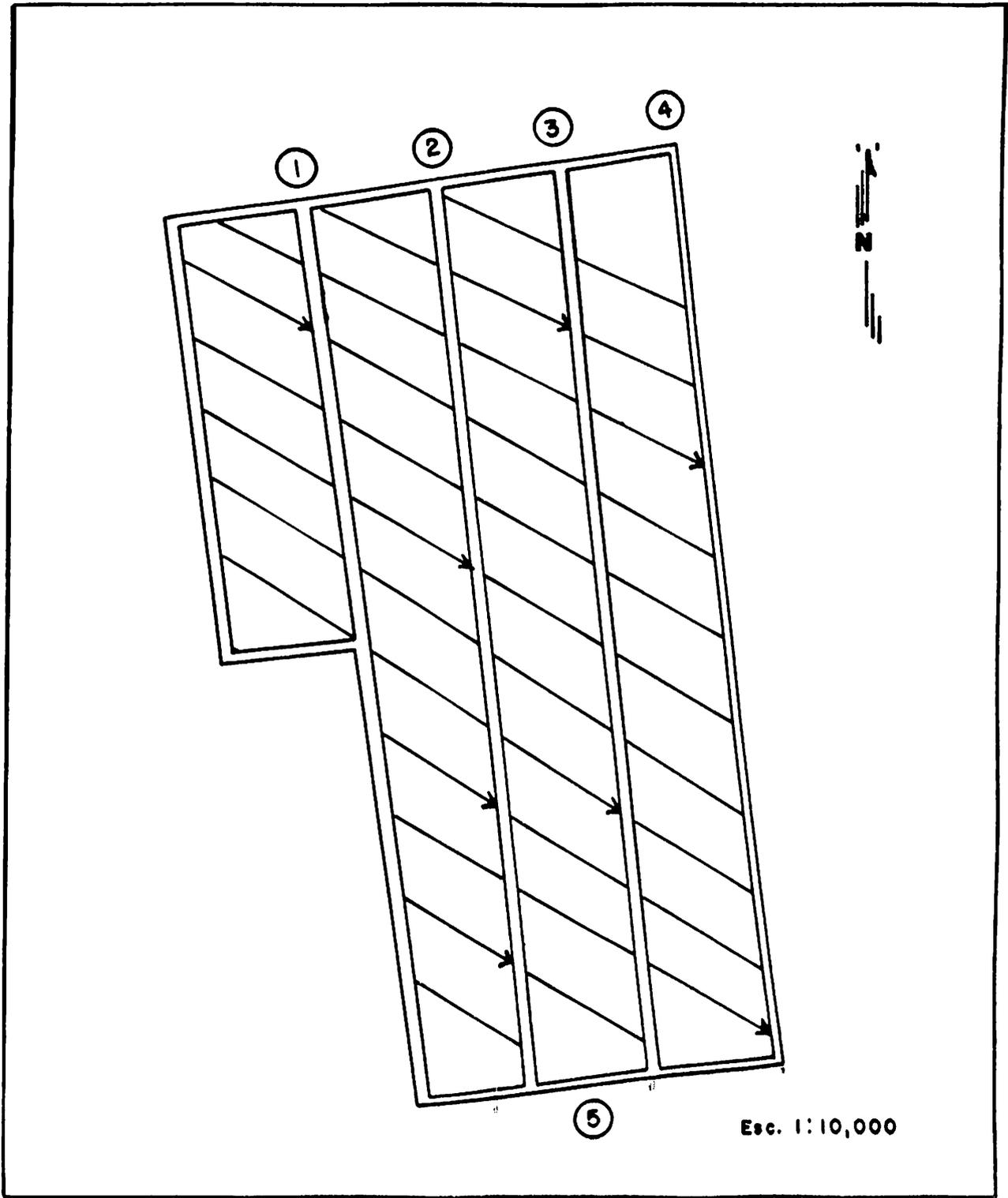


Figura 4.6 Diseño final del sistema de drenaje superficial

Las flechas marcadas en la Figura 4.6, indican la dirección de los bordos de siembra de 4 m de ancho entre canal y canal, dicha dirección es en sentido perpendicular a las curvas de nivel y con una pendiente de 0.6 por ciento con respecto a los drenes.

Los drenes rectos y paralelos, se localizan a un espaciamiento de 200 m, esto con la finalidad de facilitar las labores agrícolas con maquinaria agrícola.

Para lograr buenos resultados en la evacuación del agua excedente, el dren número 5 debe prolongarse y conectarse a la red de drenaje general que se extiende para toda la zona mecanizable del ejido Nicolás Bravo.

CONCLUSIONES

1. Al manejar series estadísticas basadas en escurrimientos máximos, se obtiene en forma directa el escurrimiento máximo probable.
2. Las distribuciones de probabilidad lognormal, Gumbel, logPearson tipo III y gamma incompleta, deben utilizarse para interpretar el comportamiento de los escurrimientos máximos superficiales.
3. Al aplicar cualesquier de las cuatro distribuciones del punto anterior, se obtienen aproximaciones aceptables del escurrimiento máximo probable, coeficiente de drenaje y gasto de diseño.
4. El método del número de curva, propuesto por el Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos, funciona bien para las condiciones del Estado de Quintana Roo.

5. *El comportamiento de los escurrimientos superficiales se relaciona en forma directa con la distribución de lluvias durante el periodo lluvioso.*
6. *En los meses de junio y julio se presentan las condiciones con alto potencialidad de escurrimiento superficial*
7. *Mediante la secuencia de cálculo presentada, se facilitó la estimación de las características hidráulicas de los drenes.*
8. *El máximo valor del coeficiente de drenaje, se obtuvo para el mes de julio, con 14.93 lps/ha, en base al cual, se propone el diseño del sistema de drenaje superficial, necesario para la siembra del cultivo de maíz en el ejido Nicolás Bravo*

RECOMENDACIONES

1. Cuando solo se disponga de información diaria de lluvia en lámina y no intensidad, estimar la cantidad de lluvia que se transforma a escurrimiento diario; esto mediante la metodología propuesta por el Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos.
2. Formar y analizar series de máximos, basadas en escurrimiento superficial directo y no en lluvias máximas; con esto la distribución de probabilidad seleccionada, proporciona el valor del escurrimiento máximo probable en forma directa.
3. Al analizar series de escurrimientos máximos, hacer uso de las siguientes cuatro funciones probabilísticas: lognormal, Gumbel, logPearson tipo III y gamma incompleta, sin embargo por sencillas y fáciles de cálculos matemáticos, se recomiendan las funciones de distribución logPearson tipo III y Gumbel
4. Con la investigación agrícola del Centro de Investigaciones Agrícolas Forestales y

Pecuarías del estado de Quintana Roo, se genera tecnología tendiente a mejorar el drenaje superficial de los suelos ak'alchés (Vertisoles gleyicos); dicha tecnología involucra prácticas de manejo del suelo, que no se contemplan en la metodología propuesta por el SCS, por lo que se recomienda realizar los ajustes necesarios para tales técnicas.

- 5. Con el coeficiente de drenaje obtenido para el mes de julio, se pueden diseñar los sistemas de drenaje para otros cultivos como arroz, caña de azúcar, soya, etc; que se proyecten sembrar en el área mecanizable del ejido Nicolás Bravo.*
- 6. Instrumentar una cuenca experimental, con la finalidad de obtener los coeficientes de ajuste del método propuesto por el SCS de los Estados Unidos.*
- 7. Con el método del SCS, calibrado para las condiciones específicas del estado de Quintana Roo, fomentar su utilización como una herramienta de trabajo en la planeación y diseño de estructuras hidráulicas tendientes a la producción de granos básicos.*

LITERATURA CITADA

- Botello P., J.J. 1985. Simulación de Volúmenes de Esguerrimiento en Cuencas no Instrumentadas. Tesis de Licenciatura. UAAAN Buenavista, Saltillo, Coah.México 170 p.
- Campos A., D.F. 1982. Manual para la Estimación de Avenidas Máximas en Cuencas y Presas Pequeñas. SARH. Dirección General de Obras Hidráulicas y de Ingeniería Agrícola para el Desarrollo Rural. México. 210 p.
- Capece, J.C., K.L.Campbell .,L.B. Baldwin and K.D. Konyha. 1987. Estimating Runoff Volumes from Flat, High-Water-Table Watersheds. American Society of Agricultural Engineers Vol 30(5). United States of America. p 1397-1402
- Chiang, S. L. 1975. Prediction of Flood Volume from Humid Region Watersheds. Journal of the Hydraulics Division, Proceedings of American Society of Civil Engineers, Vol 101, No HY7. United States of America. p 817-828.
- Chow, V.T.1959. Open-Channel Hydraulics. International Student Edition. McGraw-Hill Book Company, Inc. United States of America. p 157-191.
- Cicioni, G., G. Giuliano and F.M. Spaziani. 1973. Best Fitting of Probability Functions to a Set of Data for Flood Studies. Floods and Droughts. Proceeding of the Second International Symposium in Hydrology. Sep 11-13, 1972 at Fort Collins, Colorado, U.S.A. Water Resources Publications. United States of America. p 304-314.
- Conde, R.L.I. 1979. Proyecto de Drenaje Superficial. Proyecto de Drenaje Superficial en Suelos de la Serie Limón, Plan Chontalpa Estado de Tabasco. SARH
- Darch, J.P. 1983. Drained Field Agriculture in Central and South America. BAR International Series 189. United States of America. 75 p

- Donald, D.G., M. ASCE., P.G.Kantz., S.M deMonsabert and P. Cogo. 1982. Antecedent Moisture Condition Probabilities. *Journal of the Irrigation and Drainage Division, Proceedings of the American Society of Civil Engineers*. ASCE, Vol 108, No IR2 . United States of America. p 107-114.
- Dudal, R. 1967. Suelos Arcillosos Oscuros de las Regiones Tropicales y Subtropicales. *Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO)*. Roma. 215p
- Edminster, T.W. 1979. Drenaje en las zonas húmedas. En: *Drenaje de Tierras Agrícolas. Teoría y Aplicaciones*. Ed. Limusa. México. p 410-438.
- García, E. 1973. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. *Segunda Edición Corregida y Aumentada*. México. 80 p.
- Garza V., S.Z. 1984. Hidráulica Agrícola. Teoría y Aplicación de la Hidráulica en la Irrigación. Tesis de Maestría. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. p 246-264.
- Heggen, J.R. 1981. Relative Runoff by Curve Number Nomograph. *Journal of the Irrigation and Drainage Division, Proceedings of the American Society of Civil Engineers*, Vol 107, No IR4. United States of America. p 385-388.
- Hernández X., E. 1978. Agricultura de Campos Elevados. Sistema Agrícola Intensivo en Tlaxcala, México. Traducción. Colegio de Postgraduados Chapingo. 47 p
- Hjelmfelt, T.A., Jr. 1980. Empirical Investigation of Curve Number Technique. *Journal of the Hydraulics Division, Proceedings of the American Society of Civil Engineers*, Vol 106, No HY9. United States of America. p 1471-1476.
- Howell, T.A. and E.A Hiler. 1974. Effects of Inundation Period on Seedling Growth. *Soil and Water Division of ASAE. Transactions of the ASAE. Paper No 73-243* United States of America. p 286-289.
- Krantz, B.A., J. Kampen and S.M. Virmani. 1978. Soil and Water Conservation and Utilization for Increased Food Production in the Semi-Arid Tropics. Publication Prepared for Distribution at the 11th International Society of Soil Science. Edmonton, Canada. Hyderabad, India. 22p.

- Larson, C.L and B.M. Reich. 1973. Relationship of Observed Rainfall and Runoff Recurrence Intervals. Floods and Droughts. Proceeding of the Second International Symposium in Hydrology. Sep 11-13, 1972 at Fort Collins, Colorado, U.S.A. Water Resources Publications. p 34-43.
- Linsley, R.K., Jr, M. A Kohler y J. L .H Paullhus. 1977. Hidrologia para Ingenieros. Segunda Edición. Ed. McGraw-Hill. México. p 281-309
- Luthin, J.N. 1979. Drenaje de Tierras Agrícolas. Teoría y Aplicaciones. Ed. Limusa. México. p 410-438.
- Meyer, W.S., D.C.Reicosky., H.D.Barrs and R.C.G.Smith 1987. Physiological Responses of Cotton to a Single Waterlogging at High and Low N-levels. Plant and Soil. Vol 102. p 161-170.
- Nava P.,R.J. 1986. Drenaje Superficial de los Suelos Vertisoles Gleyicos para la producción de Maíz (*Zea mays. L*) en Quintana, Roo. Tesis de Licenciatura UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. México. 78 p.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación/Organización de la Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura(Fao/Unesco). 1973 Irrigation, Drainage and Salinity. An International Source Book. Hutchinson y Co . London. Primera Edición. United States of America. p 260-267.
- Pavelis, A.G. 1987. Farm Drainage in the United States: History, Status, and Prospects. Economic Research Service, U.S. Departament of Agriculture. Miscellaneous Publication No. 1455. United States of America. 170 p
- Pérez, Z.O. 1983. Proyecto "Subutilización de los Suelos de Drenaje Lento (Vertisoles gleyicos) del Estado de Quintana, Roo. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. Campo Agrícola Experimental Chetumal. 126 p.
- Pizarro, F. 1978. Drenaje Agrícola y Recuperación de Suelos Salinos. Ed. Agrícola Española, S.A. Madrid. p 18-33 y 341-378.
- Rantz, S.E. and T.E. Eakin. 1971. A summary of Methods for the Collection and Analysis of Basic Hydrologic Data for Arid Regions. Department of the Interior. Geological Survey. Water Resources Division. Menlo Park, California, U.S.A. p 52-70.

- Remenieras, G. 1974. *Tratado de Hidrología Aplicada*. Editores Técnicos Asociados S.A. Maignón 26 Barcelona 12.
- Roe, H.B y C.Q Ayres. 1960. *Drenajes Agrícolas para Ingenieros*. Traducción de la primera edición de *Engineering for Agricultural Drainage* por Mateo Sust. Barcelona.p 1-20
- Sampat, A.G. 1986. *Física de Suelos. Principios y Aplicaciones*. Ed. Limusa. México. p 107-124 y 311-331.
- Schulz, F.E. 1978. *Problems in Applied Hydrology*. Water Resources Publications P.O.Box 303. Fort Collins, Colorado. 80521, U.S.A. p 411-457
- Schwab, G.O., P.W. Manson., J.N. Luthin., R.C. Reeve y T.W Edminster. 1979. *Aspectos de ingeniería del drenaje de tierras*. 1979. En: *Drenaje de Tierras Agrícolas. Teoría y Aplicaciones*. Ed. Limusa. México. p 317-410.
- Soto, R.J. 1987. *Situación Actual y Perspectivas de Explotación del Cultivo de Arroz en la Zona Sur del Estado de Quintana Roo*. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México. 165p
- Turner, B. L. 1974. *Prehistoric Intensive Agriculture in the Mayan Lowlands*. Science 185. United States of America p. 118-124.
- Vega, G. J.D. 1979. *Curso de Uso y Manejo del Agua*. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Monterrey, N.L. México p 200-209
- Williams, J.R and W.V LaSeur. 1976. *Water Yield Model Using SCS Curve Numbers*. Journal of the Hydraulics Division, Vol 102 No HY9. United States of America p 1241-1253.
- Yevjevich, V. 1982. *Probability and Statistics in Hydrology*. Water Resources Publications. P.O.Box 2841. Littleton, Colorado 80161, U.S.A.

Cuadro A.1 Valores del factor K en la distribución logPearson tipo III

Coef de Asimetri	Periodos de retorno, en años						
	1.01	1.05	1.11	1.25	2.00	5.00	10.00
	Sesgo positivo						
3.0	-0.667	-0.67	-0.660	-0.64	-0.396	0.420	1.180
2.9	-0.690	-0.68	-0.681	-0.65	-0.390	0.440	1.195
2.8	-0.714	-0.71	-0.702	-0.67	-0.384	0.460	1.210
2.7	-0.740	-0.74	-0.724	-0.68	-0.376	0.479	1.224
2.6	-0.769	-0.76	-0.747	-0.70	-0.368	0.499	1.238
2.5	-0.799	-0.79	-0.771	-0.71	-0.360	0.518	1.250
2.4	-0.832	-0.82	-0.795	-0.73	-0.351	0.537	1.262
2.3	-0.867	-0.85	-0.819	-0.74	-0.341	0.555	1.274
2.2	-0.905	-0.88	-0.844	-0.75	-0.330	0.574	1.284
2.1	-0.946	-0.91	-0.869	-0.77	-0.319	0.592	1.294
2.0	-0.990	-0.95	-0.895	-0.78	-0.307	0.609	1.302
1.9	-1.037	-0.98	-0.920	-0.79	-0.294	0.627	1.310
1.8	-1.087	-1.02	-0.945	-0.80	-0.282	0.643	1.318
1.7	-1.140	-1.06	-0.970	-0.81	-0.268	0.660	1.324
1.6	-1.197	-1.09	-0.994	-0.82	-0.254	0.675	1.329
1.5	-1.256	-1.13	-1.018	-0.83	-0.240	0.690	1.333
1.4	-1.318	-1.17	-1.041	-0.83	-0.225	0.705	1.337
1.3	-1.383	-1.21	-1.064	-0.84	-0.210	0.719	1.339
1.2	-1.449	-1.24	-1.086	-0.84	-0.195	0.732	1.340
1.1	-1.518	-1.28	-1.107	-0.85	-0.180	0.745	1.341
1.0	-1.588	-1.32	-1.128	-0.85	-0.164	0.758	1.340
0.9	-1.660	-1.35	-1.147	-0.85	-0.148	0.769	1.339
0.8	-1.733	-1.39	-1.166	-0.86	-0.132	0.780	1.336
0.7	-1.806	-1.42	-1.183	-0.86	-0.116	0.790	1.333
0.6	-1.880	-1.46	-1.200	-0.86	-0.099	0.800	1.328
0.5	-1.955	-1.49	-1.216	-0.86	-0.083	0.808	1.323
0.4	-2.029	-1.52	-1.231	-0.86	-0.066	0.816	1.317
0.3	-2.104	-1.56	-1.245	-0.85	-0.050	0.824	1.309
0.2	-2.178	-1.59	-1.258	-0.85	-0.003	0.830	1.301
0.1	-2.252	-1.62	-1.270	-0.85	-0.017	0.836	1.292
0.0	-2.326	-1.65	-1.282	-0.84	0.000	0.842	1.282
	Sesgo negativo						
-0.1	-2.400	-1.67	-1.292	-0.84	0.017	0.846	1.270
-0.2	-2.472	-1.70	-1.301	-0.83	0.033	0.850	1.258
-0.3	-2.544	-1.73	-1.309	-0.82	0.050	0.853	1.245
-0.4	-2.615	-1.75	-1.317	-0.82	0.006	0.855	1.231
-0.5	-2.686	-1.77	-1.323	-0.81	0.083	0.856	1.216
-0.6	-2.755	-1.80	-1.328	-0.80	0.099	0.857	1.200
-0.7	-2.824	-1.82	-1.333	-0.79	0.116	0.857	1.830
-0.8	-2.891	-1.84	-1.336	-0.78	0.132	0.856	1.660
-0.9	-2.957	-1.86	-1.339	-0.78	0.148	0.854	1.470
-1.0	-3.022	-1.88	-1.340	-0.76	0.164	0.852	1.280
-1.1	-3.087	-1.89	-1.341	-0.75	0.180	0.843	1.070
-1.2	-3.149	-1.91	-1.340	-0.73	0.195	0.844	1.086
-1.3	-3.211	-1.93	-1.339	-0.72	0.210	0.838	1.064
-1.4	-3.271	-1.94	-1.337	-0.71	0.225	0.832	1.041

Cuadro A.1.....Continuación

-1.5	-3.330	-1.95	-1.333	-0.69	0.240	0.825	1.018
-1.6	-3.388	-1.96	-1.329	-0.68	0.254	0.817	0.994
-1.7	-3.444	-1.97	-1.324	-0.66	0.268	0.808	0.970
-1.8	-3.499	-1.98	-1.318	-0.64	0.282	0.799	0.945
-1.9	-3.553	-1.99	-1.310	-0.63	0.294	0.788	0.920
-2.0	-3.605	-2.00	-1.302	-0.61	0.307	0.777	0.895
-2.1	-3.656	-2.00	-1.294	-0.59	0.319	0.765	0.869
-2.2	-3.705	-2.01	-1.284	-0.57	0.330	0.752	0.944
-2.3	-3.753	-2.01	-1.274	-0.56	0.341	0.739	0.919
-2.4	-3.800	-2.00	-1.262	-0.54	0.351	0.725	0.795
-2.5	-3.845	-2.01	-1.25	-0.52	0.360	0.711	0.771
-2.6	-3.889	-2.01	-1.238	-0.50	0.368	0.696	0.747
-2.7	-3.932	-2.01	-1.224	-0.48	0.376	0.981	0.724
-2.8	-3.973	-2.01	-1.21	-0.46	0.384	0.666	0.702
-2.9	-4.013	-2.01	-1.195	-0.40	0.390	0.651	0.681
-3.0	-4.051	-2.00	-1.18	-0.42	0.396	0.636	0.660

Coef de asimetri	Periodo de retorno, en años			
	25	50	100	200

"Sesgo positivo"				
3.0	2.278	3.152	4.051	4.970
2.9	2.277	3.134	4.013	4.909
2.8	2.275	3.114	3.973	4.847
2.7	2.272	3.093	3.932	4.783
2.6	2.267	3.071	3.889	4.718
2.5	2.262	3.048	3.845	4.652
2.0	2.256	3.023	3.800	4.584
2.3	2.248	2.997	3.753	4.515
2.2	2.240	2.970	3.705	4.444
2.1	2.230	2.942	3.656	4.372
2.0	2.219	2.912	3.605	4.298
1.9	2.207	2.881	3.553	4.223
1.8	2.193	2.848	3.499	4.147
1.7	2.179	2.815	3.444	4.069
1.6	2.163	2.780	3.388	3.990
1.5	2.146	2.743	3.330	3.910
1.4	2.128	2.706	3.271	3.828
1.3	2.108	2.666	3.211	3.745
1.2	2.087	2.626	3.149	3.661
1.1	2.066	2.585	3.087	3.575
1.0	2.043	2.542	3.022	3.489
0.9	2.018	2.498	2.957	3.401
0.8	1.993	2.453	2.891	3.312
0.7	1.967	2.407	2.824	3.223
0.6	1.939	2.359	2.755	3.132
0.5	1.910	2.311	2.686	3.041
0.4	1.880	2.261	2.615	2.949
0.3	1.849	2.211	2.544	2.856
0.2	1.818	2.159	2.472	2.763
0.1	1.785	2.107	2.400	2.670
0.0	1.751	2.054	2.326	2.576

Cuadro A.1.....Continuación

	Sesgo negativo			
-0.1	1.716	2.000	2.252	2.482
-0.2	1.945	2.178	2.388	2.388
-0.3	1.890	2.104	2.294	2.294
-0.4	1.834	2.029	2.201	2.201
-0.5	1.777	1.955	2.108	2.108
-0.6	1.720	1.880	2.016	2.016
-0.7	1.663	1.806	1.926	1.926
-0.8	1.606	1.733	1.837	1.837
-0.9	1.549	1.660	1.749	1.749
-1.0	1.492	1.588	1.664	1.664
-1.1	1.435	1.518	1.581	1.581
-1.2	1.379	1.449	1.501	1.501
-1.3	1.324	1.383	1.424	1.424
-1.4	1.270	1.318	1.351	1.351
-1.5	1.217	1.256	1.282	1.282
-1.6	1.166	1.197	1.216	1.216
-1.7	1.116	1.140	1.155	1.155
-1.8	1.069	1.087	1.097	1.097
-1.9	1.023	1.037	1.044	1.044
-2.0	0.980	0.990	0.995	0.995
-2.1	0.939	0.946	0.949	0.949
-2.2	0.900	0.905	0.907	0.907
-2.3	0.864	0.867	0.869	0.869
-2.4	0.830	0.832	0.833	0.833
-2.5	0.798	0.799	0.800	0.800
-2.6	0.768	0.769	0.769	0.769
-2.7	0.740	0.740	0.741	0.741
-2.8	0.714	0.714	0.714	0.714
-2.9	0.689	0.690	0.690	0.690
-3.0	0.666	0.667	0.667	0.667

APENDICE B

*Observaciones de lluvia diaria desde mayo de 1967 a octubre
de 1988; y estimación de la cantidad de lluvia a
escurrimiento*

Cuadro B.1 Observaciones de Lluvia Diaria desde Mayo de 1967 a Octubre de 1988 y Estimación de la Cantidad de Lluvia a Escurrimiento

Año	Mes	Día	PP (mm)	CHA	CN	E (mm)
1967	Mayo	6	1.0	I	80	2.643
1967	Junio	7	24.5	I	80	1.849
1967	Junio	8	3.0	I	80	1.749
1967	Junio	9	12.0	I	80	0.008
1967	Junio	16	6.5	I	80	0.671
1967	Junio	17	3.0	I	80	1.749
1967	Junio	18	1.0	I	80	2.643
1967	Junio	19	35.0	I	80	5.796
1967	Junio	21	5.0	II	91	0.000
1967	Junio	22	7.0	II	91	0.144
1967	Junio	23	71.5	II	91	48.244
1967	Junio	24	12.0	III	97	5.948
1967	Junio	27	3.5	III	97	0.380
1967	Junio	29	4.5	I	80	1.216
1967	Junio	30	7.5	I	80	0.464
1967	Julio	1	4.5	I	80	1.216
1967	Julio	4	7.0	I	80	0.562
1967	Julio	3	11.0	I	80	0.047
1967	Julio	9	31.5	I	80	4.295
1967	Julio	18	23.0	I	80	1.438
1967	Julio	20	2.0	I	80	2.168
1967	Julio	22	41.5	I	80	8.986
1967	Julio	23	53.0	III	97	44.614
1967	Julio	24	3.0	III	97	0.220
1967	Julio	26	7.0	III	97	2.219
1967	Julio	28	9.5	III	97	3.983
1967	Julio	31	27.0	I	80	2.628
1967	Agosto	1	1.0	I	80	2.643
1967	Agosto	8	10.5	I	80	0.079
1967	Agosto	9	4.0	I	80	1.381
1967	Agosto	12	2.5	I	80	1.952
1967	Agosto	13	13.5	I	80	0.010
1967	Agosto	14	13.0	I	80	0.001
1967	Agosto	18	1.0	I	80	2.643
1967	Agosto	19	9.0	I	80	0.229
1967	Agosto	20	2.5	I	80	1.952
1967	Agosto	24	23.0	I	80	1.438
1967	Agosto	25	3.0	I	80	1.749
1967	Agosto	26	11.0	I	80	0.047
1967	Agosto	27	3.0	II	91	0.177
1967	Agosto	31	9.5	I	80	0.170
1967	Septiembre	1	15.5	I	80	0.118
1967	Septiembre	2	6.0	I	80	0.790
1967	Septiembre	4	9.5	I	80	0.170
1967	Septiembre	13	9.0	I	80	0.229
1967	Septiembre	14	40.0	I	80	8.208
1967	Septiembre	15	3.0	II	91	0.177

Cuadro B.1.....Continuación

1967	Septiembre	18	6.0	II	91	0.036
1967	Septiembre	19	27.0	II	91	10.254
1967	Septiembre	25	65.0	I	80	23.621
1967	Septiembre	26	8.0	III	97	2.893
1967	Septiembre	27	2.0	III	97	0.022
1967	Septiembre	28	12.0	III	97	5.948
1967	Septiembre	30	26.5	III	97	18.956
1967	Octubre	1	37.0	II	91	17.907
1967	Octubre	3	6.0	III	97	1.597
1967	Octubre	4	1.0	III	97	0.045
1967	Octubre	6	3.0	II	91	0.177
1967	Octubre	7	7.5	I	80	0.464
1967	Octubre	9	8.0	I	80	0.376
1967	Octubre	10	4.0	I	80	1.381
1967	Octubre	13	28.5	I	80	3.148
1967	Octubre	16	1.0	I	80	2.643
1967	Octubre	17	20.5	I	80	0.853
1967	Octubre	18	7.0	II	91	0.144
1967	Octubre	19	20.0	I	80	0.753
1967	Octubre	27	8.0	I	80	0.376
1967	Octubre	30	39.5	I	80	7.954
1968	Mayo	7	2.5	I	80	1.952
1968	Mayo	9	20.0	I	80	0.753
1968	Mayo	21	3.2	I	80	1.671
1968	Mayo	22	1.9	I	80	2.213
1968	Mayo	23	4.5	I	80	1.216
1968	Mayo	25	2.4	I	80	1.994
1968	Mayo	26	1.0	I	80	2.643
1968	Mayo	28	9.0	I	80	0.229
1968	Mayo	29	2.0	I	80	2.168
1968	Junio	2	8.5	I	80	0.297
1968	Junio	3	3.0	I	80	1.749
1968	Junio	7	5.0	I	80	1.063
1968	Junio	9	1.0	I	80	2.643
1968	Junio	10	7.5	I	80	0.464
1968	Junio	14	3.5	I	80	1.559
1968	Junio	15	2.0	I	80	2.168
1968	Junio	16	13.0	I	80	0.001
1968	Junio	17	6.5	I	80	0.671
1968	Junio	18	10.0	I	80	0.120
1968	Junio	19	1.0	I	80	2.643
1968	Junio	20	12.0	I	80	0.008
1968	Junio	22	7.5	I	80	0.464
1968	Junio	23	2.0	I	80	2.168
1968	Junio	30	3.0	I	80	1.749
1968	Julio	1	28.0	I	80	2.971
1968	Julio	4	32.5	I	80	4.706
1968	Julio	5	7.5	III	97	2.550
1968	Julio	6	13.0	III	97	6.773
1968	Julio	8	9.0	II	91	0.543
1968	Julio	10	2.5	I	80	1.952
1968	Julio	11	1.0	I	80	2.643
1968	Julio	12	1.0	I	80	2.643

Cuadro B.1.....Continuación

1968	Julio	13	4.5	I	80	1.216
1968	Julio	14	13.5	I	80	0.010
1968	Julio	16	1.0	I	80	2.643
1968	Julio	17	1.0	I	80	2.643
1968	Julio	18	3.5	I	80	1.559
1968	Julio	25	1.0	I	80	2.643
1968	Julio	27	1.0	I	80	2.643
1968	Julio	28	20.0	I	80	0.753
1968	Julio	29	1.0	I	80	2.643
1968	Agosto	1	2.0	I	80	2.168
1968	Agosto	2	18.0	I	80	0.408
1968	Agosto	4	1.5	I	80	2.398
1968	Agosto	8	6.0	I	80	0.790
1968	Agosto	10	2.0	I	80	2.168
1968	Agosto	11	3.0	I	80	1.749
1968	Agosto	12	12.0	I	80	0.008
1968	Agosto	14	21.0	I	80	0.959
1968	Agosto	15	8.0	II	91	0.315
1968	Agosto	17	2.0	II	91	0.414
1968	Agosto	19	3.0	I	80	1.749
1968	Agosto	20	11.0	I	80	0.047
1968	Agosto	21	36.0	I	80	6.254
1968	Agosto	22	1.0	II	91	0.768
1968	Agosto	23	2.5	II	91	0.282
1968	Agosto	27	1.0	I	80	2.643
1968	Agosto	30	3.0	I	80	1.749
1968	Septiembre	4	7.5	I	80	0.464
1968	Septiembre	5	1.0	I	80	2.643
1968	Septiembre	6	5.0	I	80	1.063
1968	Septiembre	7	12.5	I	80	0.001
1968	Septiembre	8	2.0	I	80	2.168
1968	Septiembre	9	10.0	I	80	0.120
1968	Septiembre	10	4.0	I	80	1.381
1968	Septiembre	20	10.0	I	80	0.120
1968	Septiembre	21	1.0	I	80	2.643
1968	Septiembre	22	10.0	I	80	0.120
1968	Septiembre	25	3.0	I	80	1.749
1968	Septiembre	26	10.0	I	80	0.120
1968	Septiembre	29	3.0	I	80	1.749
1968	Septiembre	30	9.0	I	80	0.229
1968	Octubre	2	6.0	I	80	0.790
1968	Octubre	6	2.0	I	80	2.168
1968	Octubre	12	1.0	I	80	2.643
1968	Octubre	16	4.5	I	80	1.216
1968	Octubre	17	13.0	I	80	0.001
1968	Octubre	20	1.0	I	80	2.643
1968	Octubre	21	20.0	I	80	0.753
1968	Octubre	23	7.0	I	80	0.562
1968	Octubre	24	7.0	I	80	0.562
1968	Octubre	25	59.0	I	80	19.524
1968	Octubre	26	9.0	III	97	3.611
1968	Octubre	27	2.0	III	97	0.022
1969	Mayo	14	24.0	I	80	1.707

Cuadro E.1.....Continuación

1969	Mayo	19	48.0	I	80	12.612
1969	Mayo	20	1.0	II	91	0.768
1969	Mayo	21	72.0	II	91	48.707
1969	Mayo	22	49.0	III	97	40.689
1969	Mayo	24	2.0	III	97	0.022
1969	Mayo	28	8.5	I	80	0.297
1969	Mayo	29	35.0	I	80	5.796
1969	Mayo	31	27.0	II	91	10.254
1969	Junio	1	2.0	I	80	2.168
1969	Junio	6	28.0	I	80	2.971
1969	Junio	7	32.0	I	80	4.499
1969	Junio	11	37.5	III	97	29.483
1969	Junio	15	2.0	II	91	0.414
1969	Junio	16	2.0	II	91	0.414
1969	Junio	17	26.0	I	80	2.303
1969	Junio	18	20.0	I	80	0.753
1969	Junio	21	2.0	II	91	0.414
1969	Junio	22	7.0	II	91	0.144
1969	Junio	23	5.0	I	80	1.063
1969	Junio	27	20.0	I	80	0.753
1969	Junio	28	13.0	I	80	0.001
1969	Julio	1	1.0	I	80	2.643
1969	Julio	2	10.0	I	80	0.120
1969	Julio	3	30.0	I	80	3.704
1969	Julio	4	10.0	II	91	0.823
1969	Julio	5	9.0	II	91	0.543
1969	Julio	6	53.5	III	97	45.105
1969	Julio	7	1.0	III	97	0.045
1969	Julio	9	2.0	III	97	0.022
1969	Julio	10	2.0	III	97	0.022
1969	Julio	11	1.0	III	97	0.045
1969	Julio	12	2.0	III	97	0.022
1969	Julio	13	5.5	I	80	0.921
1969	Julio	14	1.0	I	80	2.643
1969	Julio	17	1.0	I	80	2.643
1969	Julio	20	10.0	I	80	0.120
1969	Julio	21	2.0	I	80	2.168
1969	Julio	23	2.5	I	80	1.952
1969	Julio	24	5.0	I	80	1.063
1969	Julio	25	1.0	I	80	2.643
1969	Julio	31	10.5	I	80	0.079
1969	Agosto	1	3.5	I	80	1.559
1969	Agosto	2	5.5	I	80	0.921
1969	Agosto	3	1.0	I	80	2.643
1969	Agosto	5	2.0	I	80	2.168
1969	Agosto	7	7.5	I	80	0.464
1969	Agosto	8	1.0	I	80	2.643
1969	Agosto	10	16.0	I	80	0.163
1969	Agosto	13	13.5	I	80	0.010
1969	Agosto	14	2.0	I	80	2.168
1969	Agosto	18	5.0	I	80	1.063
1969	Agosto	21	9.5	I	80	0.170
1969	Agosto	22	3.0	I	80	1.749

Cuadro B.1.....Continuación

1969	Agosto	24	5.0	I	80	1.063
1969	Agosto	26	2.0	I	80	2.168
1969	Agosto	28	9.5	I	80	0.170
1969	Agosto	30	20.0	I	80	0.753
1969	Agosto	31	13.0	I	80	0.001
1969	Septiembre	1	2.0	II	91	0.414
1969	Septiembre	4	24.0	I	80	1.707
1969	Septiembre	5	20.0	II	91	5.593
1969	Septiembre	6	8.0	II	91	0.315
1969	Septiembre	7	45.5	II	91	24.975
1969	Septiembre	8	30.0	III	97	22.274
1969	Septiembre	9	40.5	III	97	32.392
1969	Septiembre	15	15.0	I	80	0.080
1969	Septiembre	20	14.0	I	80	0.026
1969	Septiembre	22	8.5	I	80	0.297
1969	Septiembre	24	5.0	I	80	1.063
1969	Septiembre	25	78.5	I	80	33.485
1969	Septiembre	26	23.0	III	97	15.681
1969	Septiembre	27	30.0	III	97	22.274
1969	Septiembre	29	40.0	III	97	31.907
1969	Septiembre	30	40.0	III	97	31.907
1969	Octubre	7	5.5	I	80	0.921
1969	Octubre	10	4.5	I	80	1.216
1969	Octubre	18	23.5	I	80	1.570
1969	Octubre	19	4.0	I	80	1.381
1969	Octubre	20	18.5	I	80	0.485
1969	Octubre	22	2.0	I	80	2.168
1969	Octubre	24	2.0	I	80	2.168
1969	Octubre	28	6.0	I	80	0.790
1969	Octubre	30	5.0	I	80	1.063
1969	Octubre	31	8.0	I	80	0.376
1970	Mayo	16	3.0	I	80	1.749
1970	Mayo	17	3.0	I	80	1.749
1970	Mayo	18	40.0	I	80	8.208
1970	Mayo	22	3.0	II	91	0.177
1970	Mayo	23	20.0	II	91	5.593
1970	Mayo	24	16.5	I	80	0.215
1970	Mayo	27	18.0	II	91	4.420
1970	Mayo	28	7.0	III	97	2.219
1970	Junio	4	16.0	I	80	0.163
1970	Junio	5	2.0	I	80	2.168
1970	Junio	6	3.0	I	80	1.749
1970	Junio	7	60.0	I	80	20.192
1970	Junio	10	2.0	III	97	0.022
1970	Junio	11	2.0	III	97	0.022
1970	Junio	20	20.0	I	80	0.753
1970	Junio	21	5.0	I	80	1.063
1970	Julio	2	3.0	I	80	1.749
1970	Julio	3	2.0	I	80	2.168
1970	Julio	5	30.0	I	80	3.704
1970	Julio	6	38.0	I	80	7.208
1970	Julio	7	5.0	III	97	1.042
1970	Julio	13	8.0	I	80	0.376

Cuadro E.1.....Continuación

1970	Julio	14	36.0	I	80	6.254
1970	Julio	15	75.0	II	91	51.491
1970	Julio	16	20.0	III	97	12.921
1970	Julio	18	4.0	III	97	0.574
1970	Julio	25	9.0	I	80	0.229
1970	Julio	26	8.0	I	80	0.376
1970	Julio	27	13.0	I	80	0.001
1970	Julio	28	10.0	I	80	0.120
1970	Julio	29	5.0	II	91	0.000
1970	Julio	31	2.0	II	91	0.414
1970	Agosto	2	4.0	I	80	1.381
1970	Agosto	3	5.0	I	80	1.063
1970	Agosto	4	3.3	I	80	1.633
1970	Agosto	5	1.6	I	80	2.351
1970	Agosto	8	24.5	I	80	1.849
1970	Agosto	9	48.0	I	80	12.612
1970	Agosto	10	3.5	III	97	0.380
1970	Agosto	12	6.0	III	97	1.597
1970	Agosto	15	3.5	I	80	1.559
1970	Agosto	16	5.0	I	80	1.063
1970	Agosto	17	6.0	I	80	0.790
1970	Agosto	18	16.0	I	80	0.163
1970	Agosto	19	1.0	I	80	2.643
1970	Agosto	20	1.0	I	80	2.643
1970	Agosto	26	8.0	I	80	0.376
1970	Agosto	27	8.0	I	80	0.376
1970	Agosto	28	6.0	I	80	0.790
1970	Agosto	29	9.0	I	80	0.229
1970	Agosto	31	4.0	I	80	1.381
1970	Septiembre	2	3.0	I	80	1.749
1970	Septiembre	3	10.0	I	80	0.120
1970	Septiembre	4	2.0	I	80	2.168
1970	Septiembre	6	14.0	I	80	0.026
1970	Septiembre	7	4.0	I	80	1.381
1970	Septiembre	8	2.3	I	80	2.037
1970	Septiembre	9	6.0	I	80	0.790
1970	Septiembre	11	4.8	I	80	1.122
1970	Septiembre	12	2.0	I	80	2.168
1970	Septiembre	15	1.0	I	80	2.643
1970	Septiembre	16	4.0	I	80	1.381
1970	Septiembre	17	2.6	I	80	1.910
1970	Septiembre	18	14.0	I	80	0.026
1970	Septiembre	19	11.0	I	80	0.047
1970	Septiembre	20	18.0	I	80	0.408
1970	Septiembre	21	26.0	II	91	9.545
1970	Septiembre	22	13.0	III	97	6.773
1970	Septiembre	23	1.0	III	97	0.045
1970	Septiembre	24	1.0	III	97	0.045
1970	Septiembre	25	3.0	III	97	0.220
1970	Septiembre	29	4.0	I	80	1.381
1970	Septiembre	30	10.0	I	80	0.120
1970	Octubre	11	27.5	I	80	2.797
1970	Octubre	20	17.0	I	80	0.273

Cuadro B.1.....Continuación

1971	Mayo	16	6.0	I	80	0.790
1971	Mayo	18	2.0	I	80	2.168
1971	Mayo	28	1.0	I	80	2.643
1971	Junio	6	7.0	I	80	0.562
1971	Junio	7	4.5	I	80	1.216
1971	Junio	11	30.0	I	80	3.704
1971	Junio	12	6.0	I	80	0.790
1971	Junio	16	10.0	II	91	0.823
1971	Junio	17	14.0	I	80	0.026
1971	Junio	18	12.0	I	80	0.008
1971	Junio	19	4.0	II	91	0.044
1971	Junio	21	2.0	II	91	0.414
1971	Junio	26	2.0	I	80	2.168
1971	Junio	28	3.0	I	80	1.749
1971	Julio	3	3.0	I	80	1.749
1971	Julio	4	1.0	I	80	2.643
1971	Julio	9	2.0	I	80	2.168
1971	Julio	10	14.0	I	80	0.026
1971	Julio	12	2.0	I	80	2.168
1971	Julio	13	30.0	I	80	3.704
1971	Julio	14	9.0	II	91	0.543
1971	Julio	18	45.0	II	91	24.549
1971	Julio	19	2.0	III	97	0.022
1971	Julio	21	12.0	II	91	1.516
1971	Julio	22	32.0	III	97	24.185
1971	Julio	23	4.0	III	97	0.574
1971	Julio	27	2.0	II	91	0.414
1971	Julio	28	3.5	I	80	1.559
1971	Julio	30	9.0	I	80	0.229
1971	Julio	31	7.0	I	80	0.562
1971	Agosto	1	3.2	I	80	1.671
1971	Agosto	2	2.0	I	80	2.168
1971	Agosto	8	2.0	I	80	2.168
1971	Agosto	15	28.0	I	80	2.971
1971	Agosto	20	5.0	I	80	1.063
1971	Agosto	21	4.0	I	80	1.381
1971	Agosto	23	1.0	I	80	2.643
1971	Agosto	24	2.0	I	80	2.168
1971	Agosto	26	2.2	I	80	2.080
1971	Agosto	29	7.0	I	80	0.562
1971	Agosto	30	3.4	I	80	1.596
1971	Agosto	31	1.4	I	80	2.446
1971	Septiembre	1	3.2	I	80	1.671
1971	Septiembre	2	4.5	I	80	1.216
1971	Septiembre	3	2.5	I	80	1.952
1971	Septiembre	4	5.0	I	80	1.063
1971	Septiembre	5	1.0	I	80	2.643
1971	Septiembre	7	7.0	I	80	0.562
1971	Septiembre	11	11.0	I	80	0.047
1971	Septiembre	12	10.5	I	80	0.079
1971	Septiembre	19	1.0	I	80	2.643
1971	Septiembre	20	9.0	I	80	0.229
1971	Septiembre	21	6.0	I	80	0.790

Cuadro B.1.....Continuación

1971	Septiembre	22	13.0	I	80	0.001
1971	Septiembre	23	6.0	I	80	0.790
1971	Septiembre	25	14.0	I	80	0.026
1971	Septiembre	26	6.0	II	91	0.036
1971	Septiembre	27	1.0	II	91	0.768
1971	Octubre	2	26.0	I	80	2.303
1971	Octubre	4	1.0	I	80	2.643
1971	Octubre	5	1.0	I	80	2.643
1971	Octubre	6	5.0	I	80	1.063
1971	Octubre	7	4.5	I	80	1.216
1971	Octubre	8	5.0	I	80	1.063
1971	Octubre	9	25	I	80	1.996
1971	Octubre	10	11	II	91	1.148
1971	Octubre	11	9.5	II	91	0.677
1971	Octubre	15	5	I	80	1.063
1971	Octubre	18	3	I	80	1.749
1971	Octubre	20	4.5	I	80	1.216
1972	Mayo	12	1.0	I	80	2.643
1972	Mayo	13	2.5	I	80	1.952
1972	Mayo	19	6.0	I	80	0.790
1972	Mayo	28	9.0	I	80	0.229
1972	Mayo	29	44.0	I	80	10.334
1972	Mayo	30	1.5	II	91	0.575
1972	Junio	1	27.0	III	97	19.427
1972	Junio	3	7.0	III	97	2.219
1972	Junio	4	22.0	I	80	1.188
1972	Junio	5	3.0	III	97	0.220
1972	Junio	6	1.0	III	97	0.045
1972	Junio	7	2.0	I	80	2.168
1972	Junio	8	6.0	I	80	0.790
1972	Junio	9	17.5	I	80	0.337
1972	Junio	10	16.0	I	80	0.163
1972	Junio	12	9.0	II	91	0.543
1972	Junio	13	6.0	II	91	0.036
1972	Junio	14	20.0	II	91	5.593
1972	Junio	15	25.0	II	91	8.848
1972	Junio	16	6.0	III	97	1.597
1972	Junio	17	2.0	III	97	0.022
1972	Junio	18	5.0	III	97	1.042
1972	Junio	20	1.0	II	91	0.768
1972	Junio	21	21.0	II	91	6.210
1972	Junio	25	1.0	I	80	2.643
1972	Junio	29	5.0	I	80	1.063
1972	Julio	6	35.5	I	80	6.024
1972	Julio	7	20.0	I	80	0.753
1972	Julio	8	3.0	III	97	0.220
1972	Julio	9	18.0	III	97	11.114
1972	Julio	10	40.0	III	97	31.907
1972	Julio	12	15.0	III	97	8.473
1972	Julio	13	2.0	III	97	0.022
1972	Julio	20	6.0	I	80	0.790
1972	Julio	22	2.0	I	80	2.168
1972	Julio	23	23.0	I	80	1.438

Cuadro B.1.....Continuación

1972	Julio	24	7.0	I	80	0.562
1972	Julio	25	21.0	II	91	6.210
1972	Julio	26	30.0	II	91	12.452
1972	Julio	27	70.0	III	97	61.382
1972	Julio	28	17.0	III	97	10.224
1972	Julio	31	14.0	III	97	7.615
1972	Agosto	1	5.5	III	97	1.310
1972	Agosto	2	1.5	II	91	0.575
1972	Agosto	5	5.0	I	80	1.063
1972	Agosto	8	4.0	I	80	1.381
1972	Agosto	9	7.0	I	80	0.562
1972	Agosto	10	11.0	I	80	0.047
1972	Agosto	11	18.0	I	80	0.408
1972	Agosto	12	4.5	II	91	0.011
1972	Agosto	13	3.0	II	91	0.177
1972	Agosto	14	17.0	II	91	3.866
1972	Agosto	15	6.5	III	97	1.900
1972	Agosto	18	12.5	I	80	0.001
1972	Agosto	19	17.5	II	91	4.140
1972	Agosto	21	1.0	I	80	2.643
1972	Agosto	22	11.0	I	80	0.047
1972	Agosto	25	6.0	I	80	0.790
1972	Agosto	26	1.0	I	80	2.643
1972	Agosto	28	6.5	I	80	0.671
1972	Agosto	29	2.5	I	80	1.952
1972	Septiembre	1	1.5	I	80	2.398
1972	Septiembre	3	3.0	I	80	1.749
1972	Septiembre	4	28.0	I	80	2.971
1972	Septiembre	6	83.0	I	80	36.936
1972	Septiembre	7	14.0	III	97	7.615
1972	Septiembre	8	2.5	III	97	0.098
1972	Septiembre	9	2.0	III	97	0.022
1972	Septiembre	10	27.0	III	97	19.427
1972	Septiembre	12	1.0	II	91	0.768
1972	Septiembre	13	20.0	I	80	0.753
1972	Septiembre	21	26.0	I	80	2.303
1972	Septiembre	24	17.0	I	80	0.273
1972	Septiembre	26	16.0	II	91	3.337
1972	Septiembre	27	2.0	I	80	2.168
1972	Septiembre	28	3.5	I	80	1.559
1972	Septiembre	29	3.0	I	80	1.749
1972	Septiembre	30	1.0	I	80	2.643
1972	Octubre	1	21.0	I	80	0.959
1972	Octubre	2	4.0	I	80	1.381
1972	Octubre	4	7.0	I	80	0.562
1972	Octubre	5	18.0	I	80	0.408
1972	Octubre	7	4.0	I	80	1.381
1972	Octubre	12	20.0	I	80	0.753
1972	Octubre	13	21.0	I	80	0.959
1972	Octubre	14	2.5	II	91	0.282
1972	Octubre	16	9.0	II	91	0.543
1972	Octubre	17	18.0	II	91	4.420
1972	Octubre	18	6.0	II	91	0.036

Cuadro B.1.....Continuación

1972	Octubre	19	3.0	I	80	1.749
1972	Octubre	20	12.0	II	91	1.516
1972	Octubre	24	2.0	I	80	2.168
1972	Octubre	25	15.0	I	80	0.080
1972	Octubre	29	10.0	I	80	0.120
1973	Mayo	16	20.0	I	80	0.753
1973	Mayo	17	65.0	I	80	23.621
1973	Mayo	18	41.0	III	97	32.878
1973	Mayo	19	3.0	III	97	0.220
1973	Mayo	20	10.0	III	97	4.363
1973	Mayo	21	4.0	III	97	0.574
1973	Mayo	23	1.0	III	97	0.045
1973	Mayo	30	28.0	I	80	2.971
1973	Mayo	31	10.0	I	80	0.120
1973	Junio	18	53.0	I	80	15.646
1973	Junio	21	5.0	II	91	0.000
1973	Junio	22	15.0	III	97	8.473
1973	Junio	23	5.0	III	97	1.042
1973	Junio	30	77.0	I	80	32.351
1973	Julio	1	1.0	I	80	2.643
1973	Julio	7	7.5	I	80	0.464
1973	Julio	9	1.0	I	80	2.643
1973	Julio	11	14.0	I	80	0.026
1973	Julio	13	1.0	I	80	2.643
1973	Julio	16	3.0	I	80	1.749
1973	Julio	19	10.0	I	80	0.120
1973	Julio	20	15.0	I	80	0.080
1973	Julio	22	2.0	I	80	2.168
1973	Julio	23	16.0	I	80	0.163
1973	Julio	24	54.0	II	91	32.372
1973	Julio	25	7.5	III	97	2.550
1973	Agosto	4	4.0	I	80	1.381
1973	Agosto	5	8.5	I	80	0.297
1973	Agosto	12	5.5	I	80	0.921
1973	Agosto	13	2.0	I	80	2.168
1973	Agosto	14	27.0	I	80	2.628
1973	Agosto	15	8.0	I	80	0.376
1973	Agosto	16	10.0	II	91	0.823
1973	Agosto	18	3.0	II	91	0.177
1973	Agosto	19	20.0	II	91	5.593
1973	Agosto	20	2.0	II	91	0.414
1973	Agosto	21	26.5	I	80	2.464
1973	Agosto	22	17.0	II	91	3.866
1973	Agosto	23	7.0	III	97	2.219
1973	Agosto	25	24.0	II	91	8.166
1973	Agosto	26	17.0	III	97	10.224
1973	Agosto	27	5.0	III	97	1.042
1973	Agosto	30	5.0	II	91	0.000
1973	Agosto	31	5.5	I	80	0.921
1973	Septiembre	1	20.0	I	80	0.753
1973	Septiembre	2	7.0	I	80	0.562
1973	Septiembre	5	12.0	I	80	0.008
1973	Septiembre	6	52.0	II	91	30.608

Cuadro B.1.....Continuación

1973	Septiembre	8	11.0	III	97	5.144
1973	Septiembre	15	5.0	I	80	1.063
1973	Septiembre	16	11.5	I	80	0.023
1973	Septiembre	19	8.0	I	80	0.376
1973	Septiembre	20	8.0	I	80	0.376
1973	Septiembre	21	6.0	I	80	0.790
1973	Septiembre	22	30.0	I	80	3.704
1973	Septiembre	23	4.0	II	91	0.044
1973	Septiembre	24	11.0	III	97	5.144
1973	Septiembre	25	1.0	III	97	0.045
1973	Septiembre	28	10.0	I	80	0.120
1973	Septiembre	29	4.0	I	80	1.381
1973	Septiembre	30	38.0	I	80	7.208
1973	Octubre	1	6.0	II	91	0.036
1973	Octubre	3	11.0	II	91	1.148
1973	Octubre	4	10.0	III	97	4.363
1973	Octubre	5	10.0	III	97	4.363
1973	Octubre	7	10.0	I	80	0.120
1973	Octubre	8	26.0	II	91	9.545
1973	Octubre	10	3.5	II	91	0.098
1973	Octubre	15	15.0	I	80	0.080
1973	Octubre	16	5.0	I	80	1.063
1973	Octubre	17	6.5	I	80	0.671
1973	Octubre	23	32.0	I	80	4.499
1973	Octubre	24	37.5	I	80	6.965
1973	Octubre	25	29.0	III	97	21.322
1974	Mayo	18	79.0	I	80	33.865
1974	Mayo	19	15.0	III	97	8.473
1974	Mayo	22	5.0	III	97	1.042
1974	Mayo	23	33.0	III	97	25.144
1974	Junio	19	31.0	I	80	4.094
1974	Junio	20	28.0	I	80	2.971
1974	Junio	21	65.0	III	97	56.439
1974	Junio	22	7.0	III	97	2.219
1974	Junio	24	20.0	III	97	12.921
1974	Junio	27	4.0	I	80	1.381
1974	Junio	28	8.0	I	80	0.376
1974	Junio	29	2.5	I	80	1.952
1974	Junio	30	29.0	I	80	3.329
1974	Julio	1	20.5	II	91	5.900
1974	Julio	2	1.0	III	97	0.045
1974	Julio	3	4.0	III	97	0.574
1974	Julio	4	20.0	III	97	12.921
1974	Julio	8	14.0	I	80	0.026
1974	Julio	11	2.0	I	80	2.168
1974	Julio	20	11.0	I	80	0.047
1974	Julio	21	3.5	I	80	1.559
1974	Julio	23	35.0	I	80	5.796
1974	Julio	24	20.0	II	91	5.593
1974	Agosto	2	22.0	I	80	1.188
1974	Agosto	7	5.0	I	80	1.063
1974	Agosto	25	8.0	I	80	0.376
1974	Agosto	28	8.0	I	80	0.376

Cuadro B.1.....Continuación

1974	Agosto	29	43.0	I	80	9.788
1974	Agosto	31	2.0	II	91	0.414
1974	Septiembre	1	5.0	III	97	1.042
1974	Septiembre	3	135.0	II	91	108.924
1974	Septiembre	4	23.0	III	97	15.681
1974	Septiembre	8	7.0	III	97	2.219
1974	Septiembre	9	1.0	I	80	2.643
1974	Septiembre	11	15.0	I	80	0.080
1974	Septiembre	14	5.0	I	80	1.063
1974	Septiembre	15	4.0	I	80	1.381
1974	Septiembre	16	20.0	I	80	0.753
1974	Septiembre	17	2.0	I	80	2.168
1974	Septiembre	18	23.0	I	80	1.438
1974	Septiembre	19	24.0	II	91	8.166
1974	Septiembre	20	20.0	III	97	12.921
1974	Septiembre	29	13.5	I	80	0.010
1974	Octubre	1	2.5	I	80	1.952
1974	Octubre	2	23.5	I	80	1.570
1974	Octubre	3	8.5	II	91	0.422
1974	Octubre	4	28.0	I	80	2.971
1974	Octubre	12	2.5	I	80	1.952
1974	Octubre	13	4.0	I	80	1.381
1974	Octubre	14	17.0	I	80	0.273
1974	Octubre	15	2.0	I	80	2.168
1974	Octubre	22	28.0	I	80	2.971
1974	Octubre	23	40.0	I	80	8.208
1974	Octubre	24	21.0	III	97	13.835
1974	Octubre	25	1.5	III	97	0.001
1974	Octubre	28	8.0	III	97	2.893
1974	Octubre	31	5.0	I	80	1.063
1975	Mayo	16	16.0	I	80	0.163
1975	Junio	24	18.0	I	80	0.408
1975	Julio	2	13.0	I	80	0.001
1975	Julio	18	32.0	I	80	4.499
1975	Julio	25	47.0	I	80	12.030
1975	Agosto	10	3.0	I	80	1.749
1975	Agosto	11	2.0	I	80	2.168
1975	Agosto	14	3.5	I	80	1.559
1975	Agosto	16	16.0	I	80	0.163
1975	Agosto	17	2.5	I	80	1.952
1975	Agosto	18	5.5	I	80	0.921
1975	Agosto	20	22.0	I	80	1.188
1975	Agosto	21	11.0	II	91	1.148
1975	Agosto	22	1.0	II	91	0.768
1975	Agosto	23	8.5	II	91	0.422
1975	Agosto	26	11.0	I	80	0.047
1975	Agosto	29	6.0	I	80	0.790
1975	Septiembre	2	2.0	I	80	2.168
1975	Septiembre	3	7.0	I	80	0.562
1975	Septiembre	6	6.0	I	80	0.790
1975	Septiembre	8	16.0	I	80	0.163
1975	Septiembre	9	84.0	I	80	37.713
1975	Septiembre	10	9.0	III	97	3.611

Cuadro B.1.....Continuación

1975	Septiembre	11	3.0	III	97	0.220
1975	Septiembre	12	2.5	III	97	0.098
1975	Septiembre	13	16.5	III	97	9.782
1975	Septiembre	19	46.0	I	80	11.455
1975	Septiembre	24	12.0	II	91	1.516
1975	Septiembre	28	6.0	I	80	0.790
1975	Octubre	1	4.0	I	80	1.381
1975	Octubre	2	7.0	I	80	0.562
1975	Octubre	4	1.0	I	80	2.643
1975	Octubre	5	43.0	I	80	9.788
1975	Octubre	11	5.0	I	80	1.063
1975	Octubre	12	119.0	I	80	66.547
1975	Octubre	13	23.0	III	97	15.681
1975	Octubre	15	30.0	III	97	22.274
1975	Octubre	16	2.0	III	97	0.022
1975	Octubre	18	1.0	III	97	0.045
1975	Octubre	19	4.0	I	80	1.381
1975	Octubre	29	12.0	I	80	0.008
1975	Octubre	30	19.0	I	80	0.569
1975	Octubre	31	13.0	I	80	0.001
1976	Mayo	2	28.0	I	80	2.971
1976	Mayo	13	18.0	I	80	0.408
1976	Mayo	15	36.0	I	80	6.254
1976	Mayo	20	13.5	II	91	2.138
1976	Mayo	22	12.0	I	80	0.008
1976	Junio	5	38.0	I	80	7.208
1976	Junio	6	5.0	II	91	0.000
1976	Junio	7	5.5	II	91	0.009
1976	Junio	8	22.0	II	91	6.846
1976	Junio	9	59.0	III	97	50.518
1976	Junio	10	11.0	III	97	5.144
1976	Junio	11	6.0	III	97	1.597
1976	Junio	12	57.0	III	97	48.548
1976	Junio	13	17.0	III	97	10.224
1976	Junio	19	28.0	I	80	2.971
1976	Junio	20	25.0	I	80	1.996
1976	Junio	21	22.0	II	91	6.846
1976	Junio	22	147.0	III	97	137.976
1976	Junio	23	32.0	III	97	24.185
1976	Junio	24	18.0	III	97	11.114
1976	Junio	25	182.0	III	97	172.901
1976	Junio	26	8.0	III	97	2.893
1976	Junio	27	4.5	III	97	0.795
1976	Junio	28	28.0	III	97	20.373
1976	Junio	29	5.5	III	97	1.310
1976	Julio	1	4.5	II	91	0.011
1976	Julio	2	4.5	II	91	0.011
1976	Julio	3	1.0	II	91	0.768
1976	Julio	5	13.0	I	80	0.001
1976	Julio	6	1.0	I	80	2.643
1976	Julio	7	9.5	I	80	0.170
1976	Julio	8	18.0	I	80	0.408
1976	Julio	9	15.0	II	91	2.836

Cuadro E.1.....Continuación

1976	Julio	10	1.0	III	97	0.045
1976	Julio	15	2.5	I	80	1.952
1976	Julio	19	1.0	I	80	2.643
1976	Julio	20	3.0	I	80	1.749
1976	Julio	22	5.0	I	80	1.063
1976	Julio	23	3.0	I	80	1.749
1976	Julio	24	1.0	I	80	2.643
1976	Julio	29	3.0	I	80	1.749
1976	Agosto	3	4.0	I	80	1.381
1976	Agosto	9	20.0	I	80	0.753
1976	Agosto	11	4.0	I	80	1.381
1976	Agosto	12	1.0	I	80	2.643
1976	Agosto	14	2.0	I	80	2.168
1976	Agosto	15	9.0	I	80	0.229
1976	Agosto	18	10.5	I	80	0.079
1976	Agosto	26	29.0	I	80	3.329
1976	Agosto	27	1.0	I	80	2.643
1976	Agosto	29	10.0	I	80	0.120
1976	Agosto	30	2.0	II	91	0.414
1976	Agosto	31	3.5	II	91	0.098
1976	Septiembre	2	25.0	I	80	1.996
1976	Septiembre	7	1.0	I	80	2.643
1976	Septiembre	8	5.0	I	80	1.063
1976	Septiembre	9	21.0	I	80	0.959
1976	Septiembre	10	24.0	I	80	1.707
1976	Septiembre	11	1.0	II	91	0.768
1976	Septiembre	12	10.0	III	97	4.363
1976	Septiembre	14	1.5	III	97	0.001
1976	Septiembre	17	20.0	I	80	0.753
1976	Septiembre	18	81.0	I	80	35.394
1976	Septiembre	20	1.5	III	97	0.001
1976	Septiembre	27	1.0	I	80	2.643
1976	Septiembre	30	6.0	I	80	0.790
1976	Octubre	5	3.0	I	80	1.749
1976	Octubre	9	1.0	I	80	2.643
1976	Octubre	10	48.0	I	80	12.612
1977	Mayo	3	2.0	I	80	2.168
1977	Mayo	4	28.0	I	80	2.971
1977	Mayo	5	7.0	I	80	0.562
1977	Mayo	17	18.0	I	80	0.408
1977	Mayo	19	4.5	I	80	1.216
1977	Mayo	26	2.0	I	80	2.168
1977	Mayo	27	16.0	I	80	0.163
1977	Junio	2	6.0	I	80	0.790
1977	Junio	3	48.0	I	80	12.612
1977	Junio	4	21.0	III	97	13.835
1977	Junio	5	13.0	III	97	6.773
1977	Junio	6	65.0	III	97	56.439
1977	Junio	7	46.0	III	97	37.753
1977	Junio	8	4.0	III	97	0.574
1977	Junio	9	18.0	III	97	11.114
1977	Junio	10	5.0	III	97	1.042
1977	Junio	11	8.0	III	97	2.893

Cuadro B.1.....Continuación

1977	Junio	16	4.0	I	80	1.381
1977	Junio	17	2.0	I	80	2.168
1977	Junio	19	13.0	I	80	0.001
1977	Junio	21	3.0	I	80	1.749
1977	Junio	22	3.0	I	80	1.749
1977	Junio	23	14.5	I	80	0.050
1977	Junio	26	10.0	I	80	0.120
1977	Julio	3	2.5	I	80	1.952
1977	Julio	4	7.0	I	80	0.562
1977	Julio	5	2.0	I	80	2.168
1977	Julio	6	2.5	I	80	1.952
1977	Julio	10	37.0	I	80	6.725
1977	Julio	11	1.5	II	91	0.575
1977	Julio	13	12.0	II	91	1.516
1977	Julio	20	4.0	I	80	1.381
1977	Julio	22	8.0	I	80	0.376
1977	Julio	23	86.0	I	80	39.276
1977	Julio	25	7.0	III	97	2.219
1977	Julio	28	9.0	III	97	3.611
1977	Agosto	3	6.0	I	80	0.790
1977	Agosto	4	12.0	I	80	0.008
1977	Agosto	5	5.5	I	80	0.921
1977	Agosto	7	7.0	I	80	0.562
1977	Agosto	8	1.0	I	80	2.643
1977	Agosto	9	7.0	I	80	0.562
1977	Agosto	11	2.0	I	80	2.168
1977	Agosto	12	1.0	I	80	2.643
1977	Agosto	15	8.0	I	80	0.376
1977	Agosto	16	1.0	I	80	2.643
1977	Agosto	17	2.5	I	80	1.952
1977	Agosto	19	21.0	I	80	0.959
1977	Agosto	20	2.0	I	80	2.168
1977	Agosto	22	6.0	I	80	0.790
1977	Agosto	26	18.0	I	80	0.408
1977	Septiembre	4	3.0	I	80	1.749
1977	Septiembre	14	1.5	I	80	2.398
1977	Septiembre	15	5.0	I	80	1.063
1977	Septiembre	16	2.0	I	80	2.168
1977	Septiembre	17	2.5	I	80	1.952
1977	Septiembre	18	2.0	I	80	2.168
1977	Septiembre	19	27.0	I	80	2.628
1977	Septiembre	20	4.0	II	91	0.044
1977	Septiembre	21	6.0	II	91	0.036
1977	Septiembre	22	4.0	II	91	0.044
1977	Septiembre	27	3.0	I	80	1.749
1977	Septiembre	28	6.0	I	80	0.790
1977	Septiembre	30	20.0	I	80	0.753
1977	Octubre	1	4.0	I	80	1.381
1977	Octubre	2	1.0	I	80	2.643
1977	Octubre	19	1.0	I	80	2.643
1977	Octubre	20	8.0	I	80	0.376
1977	Octubre	22	14.0	I	80	0.026
1977	Octubre	24	10.0	I	80	0.120

Cuadro E.1.....Continuación

1977	Octubre	27	5.0	I	80	1.063
1977	Octubre	29	38.0	I	80	7.208
1978	Mayo	20	22.0	I	80	1.188
1978	Mayo	24	8.0	I	80	0.376
1978	Mayo	25	15.0	I	80	0.080
1978	Mayo	26	33.0	I	80	4.918
1978	Mayo	27	3.0	III	97	0.220
1978	Mayo	28	6.0	III	97	1.597
1978	Mayo	29	28.0	III	97	20.373
1978	Junio	2	21.0	I	80	0.959
1978	Junio	6	17.0	I	80	0.273
1978	Junio	15	22.0	I	80	1.188
1978	Junio	16	19.0	I	80	0.569
1978	Junio	23	7.0	I	80	0.562
1978	Junio	29	44.0	I	80	10.334
1978	Julio	1	2.0	II	91	0.414
1978	Julio	2	7.0	II	91	0.144
1978	Julio	7	5.0	I	80	1.063
1978	Julio	8	4.0	I	80	1.381
1978	Julio	9	61.0	I	80	20.867
1978	Julio	10	2.1	III	97	0.033
1978	Julio	14	12.3	III	97	6.194
1978	Julio	15	9.2	I	80	0.204
1978	Julio	17	4.1	I	80	1.347
1978	Julio	18	3.5	I	80	1.559
1978	Julio	19	1.0	I	80	2.643
1978	Julio	20	3.0	I	80	1.749
1978	Julio	21	29.0	I	80	3.329
1978	Julio	23	14.0	II	91	2.363
1978	Julio	24	23.0	II	91	7.498
1978	Julio	25	5.0	III	97	1.042
1978	Julio	26	5.2	III	97	1.147
1978	Julio	27	1.0	II	91	0.768
1978	Julio	28	1.0	II	91	0.768
1978	Julio	30	19.0	I	80	0.569
1978	Agosto	5	6.5	I	80	0.671
1978	Agosto	6	2.0	I	80	2.168
1978	Agosto	8	1.0	I	80	2.643
1978	Agosto	9	1.5	I	80	2.398
1978	Agosto	12	8.0	I	80	0.376
1978	Agosto	17	8.0	I	80	0.376
1978	Agosto	18	2.0	I	80	2.168
1978	Agosto	19	4.0	I	80	1.381
1978	Agosto	20	1.0	I	80	2.643
1978	Agosto	21	1.0	I	80	2.643
1978	Agosto	22	6.0	I	80	0.790
1978	Agosto	23	4.0	I	80	1.381
1978	Agosto	25	4.0	I	80	1.381
1978	Agosto	26	14.0	I	80	0.026
1978	Agosto	27	23.0	I	80	1.438
1978	Agosto	28	1.0	II	91	0.768
1978	Agosto	31	3.0	II	91	0.177
1978	Septiembre	1	1.0	I	80	2.643

Cuadro E.1.....Continuación

1978	Septiembre	2	9.1	I	80	0.216
1978	Septiembre	3	16.2	I	80	0.183
1978	Septiembre	4	1.3	I	80	2.494
1978	Septiembre	5	8.4	I	80	0.312
1978	Septiembre	6	18.0	II	91	4.420
1978	Septiembre	7	14.6	II	91	2.643
1978	Septiembre	8	47.0	III	97	38.731
1978	Septiembre	9	5.0	III	97	1.042
1978	Septiembre	16	1.5	I	80	2.398
1978	Septiembre	17	11.0	I	80	0.047
1978	Septiembre	19	103.0	I	80	53.017
1978	Septiembre	20	25.0	III	97	17.546
1978	Septiembre	21	16.0	III	97	9.342
1978	Septiembre	22	29.0	III	97	21.322
1978	Septiembre	23	7.0	III	97	2.219
1978	Septiembre	25	2.0	III	97	0.022
1978	Septiembre	26	1.0	III	97	0.045
1978	Septiembre	28	2.0	I	80	2.168
1978	Octubre	2	5.0	I	80	1.063
1978	Octubre	3	8.0	I	80	0.376
1978	Octubre	4	1.0	I	80	2.643
1978	Octubre	5	15.0	I	80	0.080
1978	Octubre	6	6.0	I	80	0.790
1978	Octubre	7	13.5	I	80	0.010
1978	Octubre	10	1.5	I	80	2.398
1978	Octubre	14	55.0	I	80	16.912
1978	Octubre	15	2.0	III	97	0.022
1978	Octubre	16	6.5	III	97	1.900
1978	Octubre	17	1.0	III	97	0.045
1978	Octubre	18	11.0	III	97	5.144
1978	Octubre	19	29.0	III	97	21.322
1978	Octubre	22	2.0	II	91	0.414
1978	Octubre	31	8.0	I	80	0.376
1979	Mayo	7	10.0	I	80	0.120
1979	Mayo	11	15.0	I	80	0.080
1979	Mayo	14	7.5	I	80	0.464
1979	Mayo	19	12.0	I	80	0.008
1979	Mayo	22	30.5	I	80	3.897
1979	Mayo	24	4.7	II	91	0.004
1979	Mayo	28	8.0	I	80	0.376
1979	Mayo	29	29.0	I	80	3.329
1979	Junio	1	14.5	I	80	0.050
1979	Junio	3	7.5	I	80	0.464
1979	Junio	4	12.0	I	80	0.008
1979	Junio	7	42.0	I	80	9.251
1979	Junio	8	13.0	III	97	6.773
1979	Junio	10	50.7	III	97	42.356
1979	Junio	13	40.0	III	97	31.907
1979	Junio	17	31.0	II	91	13.205
1979	Junio	21	25.0	I	80	1.996
1979	Junio	24	14.0	I	80	0.026
1979	Junio	29	10.0	I	80	0.120
1979	Junio	30	7.5	I	80	0.464

Cuadro E.1.....Continuación

1979	Julio	2	16.0	I	80	0.163
1979	Julio	5	8.5	I	80	0.297
1979	Julio	9	40.5	I	80	8.465
1979	Julio	10	58.5	II	91	36.384
1979	Julio	13	13.5	III	97	7.192
1979	Julio	17	7.0	I	80	0.562
1979	Julio	23	5.0	I	80	1.063
1979	Julio	28	9.0	I	80	0.229
1979	Julio	30	11.5	I	80	0.023
1979	Agosto	4	14.0	I	80	0.026
1979	Agosto	7	28.0	I	80	2.971
1979	Agosto	11	15.5	I	80	0.118
1979	Agosto	15	19.0	I	80	0.569
1979	Agosto	19	11.0	I	80	0.047
1979	Agosto	24	28.4	I	80	3.112
1979	Agosto	29	7.0	I	80	0.562
1979	Agosto	30	4.0	I	80	1.381
1979	Septiembre	5	14.5	I	80	0.050
1979	Septiembre	6	7.0	I	80	0.562
1979	Septiembre	11	2.0	I	80	2.168
1979	Septiembre	15	12.5	I	80	0.001
1979	Septiembre	23	59.8	I	80	20.058
1979	Septiembre	26	30.5	III	97	22.751
1979	Septiembre	29	16.5	I	80	0.215
1979	Septiembre	30	12.0	I	80	0.008
1979	Octubre	1	14.0	I	80	0.026
1979	Octubre	5	7.0	I	80	0.562
1979	Octubre	8	12.0	I	80	0.008
1979	Octubre	13	39.5	I	80	7.954
1979	Octubre	19	19.0	I	80	0.569
1979	Octubre	23	23.5	I	80	1.570
1979	Octubre	27	12.0	I	80	0.008
1979	Octubre	30	27.0	I	80	2.628
1980	Mayo	9	14.0	I	80	0.026
1980	Mayo	12	9.0	I	80	0.229
1980	Mayo	17	11.2	I	80	0.036
1980	Mayo	18	13.0	I	80	0.001
1980	Mayo	20	23.9	I	80	1.679
1980	Mayo	27	5.0	I	80	1.063
1980	Mayo	30	15.0	I	80	0.080
1980	Junio	2	48.0	I	80	12.612
1980	Junio	4	20.0	II	91	5.593
1980	Junio	7	7.0	III	97	2.219
1980	Junio	11	11.0	I	80	0.047
1980	Junio	15	5.4	I	80	0.948
1980	Junio	17	14.5	I	80	0.050
1980	Junio	18	20.8	I	80	0.916
1980	Junio	19	11.4	II	91	1.291
1980	Junio	21	63.5	II	91	40.904
1980	Junio	25	15.0	III	97	8.473
1980	Junio	27	17.0	I	80	0.273
1980	Junio	29	5.0	I	80	1.063
1980	Junio	30	7.0	II	91	0.144

Cuadro E.1.....Continuación

1980	Julio	5	32.5	I	80	4.706
1980	Julio	6	41.0	I	80	8.724
1980	Julio	9	13.5	III	97	7.192
1980	Julio	12	9.5	I	80	0.170
1980	Julio	15	31.0	I	80	4.094
1980	Julio	17	27.0	II	91	10.254
1980	Julio	21	12.0	I	80	0.008
1980	Julio	22	7.0	I	80	0.562
1980	Julio	24	11.0	I	80	0.047
1980	Julio	27	55.4	I	80	17.168
1980	Julio	30	14.5	III	97	8.042
1980	Agosto	2	2.4	I	80	1.994
1980	Agosto	4	5.6	I	80	0.894
1980	Agosto	5	1.7	I	80	2.305
1980	Agosto	8	1.6	I	80	2.351
1980	Agosto	9	1.5	I	80	2.398
1980	Agosto	12	8.2	I	80	0.343
1980	Agosto	15	10.4	I	80	0.086
1980	Agosto	16	3.6	I	80	1.522
1980	Agosto	17	1.7	I	80	2.305
1980	Agosto	19	4.2	I	80	1.314
1980	Agosto	20	1.7	I	80	2.305
1980	Agosto	21	2.8	I	80	1.829
1980	Agosto	22	6.5	I	80	0.671
1980	Agosto	23	4.6	I	80	1.184
1980	Agosto	25	2.3	I	80	2.037
1980	Agosto	26	1.0	I	80	2.643
1980	Agosto	27	19.0	I	80	0.569
1980	Agosto	30	8.5	I	80	0.297
1980	Septiembre	10	25.2	I	80	2.056
1980	Septiembre	11	4.6	I	80	1.184
1980	Septiembre	12	7.8	I	80	0.410
1980	Septiembre	13	5.3	II	91	0.003
1980	Septiembre	14	2.6	II	91	0.259
1980	Septiembre	15	3.1	II	91	0.160
1980	Septiembre	16	1.4	I	80	2.446
1980	Septiembre	19	5.2	I	80	1.004
1980	Septiembre	22	22.0	I	80	1.188
1980	Septiembre	23	24.0	I	80	1.707
1980	Septiembre	24	4.8	II	91	0.002
1980	Septiembre	25	1.9	II	91	0.444
1980	Septiembre	28	2.2	I	80	2.080
1980	Septiembre	30	5.3	I	80	0.976
1980	Octubre	1	2.4	I	80	1.994
1980	Octubre	2	3.7	I	80	1.486
1980	Octubre	3	1.6	I	80	2.351
1980	Octubre	5	1.8	I	80	2.259
1980	Octubre	6	31.4	I	80	4.254
1980	Octubre	7	8.6	II	91	0.446
1980	Octubre	8	5.2	II	91	0.001
1980	Octubre	9	2.4	II	91	0.306
1980	Octubre	12	6.2	I	97	1.716
1980	Octubre	15	2.7	I	80	1.869

Cuadro E.1.....Continuación

1980	Octubre	16	1.8	I	80	2.259
1980	Octubre	17	1.4	I	80	2.446
1980	Octubre	23	2.6	I	80	1.910
1980	Octubre	25	6.8	I	80	0.604
1980	Octubre	26	21.2	I	80	1.003
1980	Octubre	27	8.7	I	80	0.269
1981	Mayo	6	17.2	I	80	0.298
1981	Junio	1	1.4	I	80	2.446
1981	Junio	3	2.3	I	80	2.037
1981	Junio	4	7.6	I	80	0.445
1981	Junio	5	2.4	I	80	1.994
1981	Junio	6	5.1	I	80	1.033
1981	Junio	7	4.1	I	80	1.347
1981	Junio	8	18.3	I	80	0.454
1981	Junio	12	1.6	I	80	2.351
1981	Junio	13	28.4	I	80	3.112
1981	Junio	14	23.7	I	80	1.624
1981	Junio	15	14.2	III	97	7.786
1981	Junio	16	21.1	III	97	13.927
1981	Junio	17	76.2	III	97	67.521
1981	Junio	18	4.7	III	97	0.891
1981	Junio	21	7.6	III	97	2.618
1981	Junio	22	5.3	III	97	1.200
1981	Junio	23	24.6	I	80	1.878
1981	Junio	24	6.2	II	91	0.053
1981	Junio	26	5.4	II	91	0.006
1981	Junio	27	2.1	II	91	0.385
1981	Junio	28	29.8	II	91	12.302
1981	Junio	29	16.9	II	91	3.812
1981	Julio	3	8.2	II	91	0.356
1981	Julio	4	14.4	I	80	0.044
1981	Julio	8	1.6	I	80	2.351
1981	Julio	9	10.3	I	80	0.094
1981	Julio	11	2.7	I	80	1.869
1981	Julio	12	8.9	I	80	0.242
1981	Julio	13	20.5	I	80	0.853
1981	Julio	19	52.2	I	80	15.148
1981	Julio	20	28.3	II	91	11.194
1981	Julio	21	3.1	III	97	0.249
1981	Julio	22	13.6	III	97	7.277
1981	Julio	25	15.2	II	91	2.934
1981	Julio	26	7.5	I	80	0.464
1981	Julio	27	24.4	II	91	8.437
1981	Julio	28	6.3	II	91	0.062
1981	Julio	30	16.8	II	91	3.758
1981	Julio	31	2.2	III	97	0.047
1981	Agosto	3	15.4	I	80	0.110
1981	Agosto	4	9.2	I	80	0.204
1981	Agosto	6	7.8	I	80	0.410
1981	Agosto	7	8.3	I	80	0.328
1981	Agosto	8	16.7	II	91	3.705
1981	Agosto	9	2.1	II	91	0.385
1981	Agosto	10	4.9	I	80	1.092

Cuadro B.1.....Continuación

1981	Agosto	11	2.8	II	91	0.216
1981	Agosto	13	9.8	I	80	0.139
1981	Agosto	19	9.3	I	80	0.192
1981	Agosto	22	13.7	I	80	0.016
1981	Agosto	23	14.6	I	80	0.055
1981	Agosto	24	9.2	II	91	0.595
1981	Agosto	25	12.1	II	91	1.555
1981	Agosto	26	2.6	II	91	0.259
1981	Agosto	27	8.0	II	91	0.315
1981	Agosto	28	4.9	II	91	0.001
1981	Septiembre	3	21.3	I	80	1.026
1981	Septiembre	7	5.2	I	80	1.004
1981	Septiembre	8	2.6	I	80	1.910
1981	Septiembre	11	3.7	I	80	1.486
1981	Septiembre	12	3.6	I	80	1.522
1981	Septiembre	13	2.9	I	80	1.788
1981	Septiembre	14	11.4	I	80	0.027
1981	Septiembre	16	26.1	I	80	2.335
1981	Septiembre	17	7.8	II	91	0.276
1981	Septiembre	20	30.2	I	80	3.781
1981	Septiembre	23	6.4	I	80	0.694
1981	Septiembre	24	14.3	II	91	2.501
1981	Septiembre	25	19.6	II	91	5.352
1981	Septiembre	26	27.4	II	91	10.541
1981	Septiembre	27	15.8	III	97	9.168
1981	Septiembre	30	6.3	III	97	1.777
1981	Octubre	1	2.4	II	91	0.306
1981	Octubre	2	2.8	I	80	1.829
1981	Octubre	3	3.4	I	80	1.596
1981	Octubre	4	10.1	I	80	0.111
1981	Octubre	5	2.6	I	80	1.910
1981	Octubre	6	3.4	I	80	1.596
1981	Octubre	7	7.2	I	80	0.522
1981	Octubre	8	2.6	I	80	1.910
1981	Octubre	9	4.8	I	80	1.122
1981	Octubre	11	13.1	I	80	0.003
1981	Octubre	12	8.6	I	80	0.283
1981	Octubre	13	3.9	I	80	1.416
1981	Octubre	17	2.4	I	80	1.994
1981	Octubre	20	2.6	I	80	1.910
1981	Octubre	21	1.1	I	80	2.593
1981	Octubre	22	18.2	I	80	0.438
1981	Octubre	23	7.4	I	80	0.483
1981	Octubre	26	6.3	I	80	0.717
1981	Octubre	29	26.4	I	80	2.431
1981	Octubre	30	7.1	I	80	0.542
1982	Mayo	1	37.0	I	80	6.725
1982	Mayo	2	17.0	II	91	3.866
1982	Mayo	8	2.0	I	80	2.168
1982	Mayo	19	2.0	I	80	2.168
1982	Mayo	23	11.0	I	80	0.047
1982	Mayo	24	4.0	I	80	1.381
1982	Mayo	30	3.0	I	80	1.749

Cuadro B.1.....Continuación

1982	Mayo	31	13.5	I	80	0.010
1982	Junio	1	25.5	I	80	2.147
1982	Junio	2	30.0	II	91	12.452
1982	Junio	8	40.0	I	80	8.208
1982	Junio	11	30.0	II	91	12.452
1982	Junio	13	2.5	III	97	0.098
1982	Junio	14	18.0	I	80	0.408
1982	Junio	15	41.0	II	91	21.184
1982	Junio	17	5.0	III	97	1.042
1982	Junio	20	21.0	II	91	6.210
1982	Junio	23	5.0	I	80	1.063
1982	Junio	24	44.0	I	80	10.334
1982	Junio	25	4.0	III	97	0.574
1982	Junio	27	40.0	II	91	20.356
1982	Julio	1	2.0	II	91	0.414
1982	Julio	5	1.5	I	80	2.398
1982	Julio	7	3.0	I	80	1.749
1982	Julio	11	1.0	I	80	2.643
1982	Julio	15	34.0	I	80	5.350
1982	Julio	16	28.0	I	80	2.971
1982	Julio	17	3.0	III	97	0.220
1982	Julio	18	1.0	III	97	0.045
1982	Julio	22	12.0	I	80	0.008
1982	Julio	23	4.0	I	80	1.381
1982	Julio	24	8.0	I	80	0.376
1982	Julio	25	27.0	I	80	2.628
1982	Julio	28	1.0	II	91	0.768
1982	Julio	29	1.5	II	91	0.575
1982	Julio	30	13.0	I	80	0.001
1982	Agosto	1	16.0	I	80	0.163
1982	Agosto	2	20.0	I	80	0.753
1982	Agosto	6	18.0	II	91	4.420
1982	Agosto	10	1.5	I	80	2.398
1982	Agosto	11	20.0	I	80	0.753
1982	Agosto	15	4.0	I	80	1.381
1982	Agosto	16	1.5	I	80	2.398
1982	Agosto	18	7.0	I	80	0.562
1982	Agosto	19	12.0	I	80	0.008
1982	Agosto	20	27.0	I	80	2.628
1982	Agosto	21	2.0	II	91	0.414
1982	Agosto	23	2.0	II	91	0.414
1982	Agosto	24	20.0	II	91	5.593
1982	Agosto	27	7.0	I	80	0.562
1982	Agosto	29	7.0	I	80	0.562
1982	Agosto	30	2.0	I	80	2.168
1982	Agosto	31	3.0	I	80	1.749
1982	Septiembre	1	1.0	I	80	2.643
1982	Septiembre	2	10.0	I	80	0.120
1982	Septiembre	3	1.5	I	80	2.398
1982	Septiembre	4	5.0	I	80	1.063
1982	Septiembre	5	27.0	I	80	2.628
1982	Septiembre	6	4.0	II	91	0.044
1982	Septiembre	7	7.0	II	91	0.144

Cuadro E.1.....Continuación

1982	Septiembre	8	43.0	III	97	34.825
1982	Septiembre	10	1.0	III	97	0.045
1982	Septiembre	11	6.0	III	97	1.597
1982	Septiembre	14	1.5	I	80	2.398
1982	Septiembre	15	7.0	I	80	0.562
1982	Septiembre	17	2.0	I	80	2.168
1982	Septiembre	19	2.0	I	80	2.168
1982	Septiembre	20	22.0	I	80	1.188
1982	Septiembre	21	180.0	I	80	121.271
1982	Septiembre	22	31.0	III	97	23.228
1982	Septiembre	23	36.0	III	97	28.033
1982	Septiembre	24	27.0	III	97	19.427
1982	Septiembre	26	3.0	III	97	0.220
1982	Septiembre	27	2.5	III	97	0.098
1982	Septiembre	28	3.0	III	97	0.220
1982	Septiembre	30	5.0	I	80	1.063
1982	Octubre	1	35.0	I	80	5.796
1982	Octubre	2	44.0	II	91	23.700
1982	Octubre	3	2.0	III	97	0.022
1982	Octubre	4	6.0	III	97	1.597
1982	Octubre	14	2.0	I	80	2.168
1982	Octubre	17	1.0	I	80	2.643
1982	Octubre	18	4.0	I	80	1.381
1982	Octubre	19	2.5	I	80	1.952
1982	Octubre	21	13.5	I	80	0.010
1982	Octubre	28	1.5	I	80	2.398
1982	Octubre	30	12.0	I	80	0.008
1982	Octubre	31	8.0	I	80	0.376
1983	Mayo	25	2.0	I	80	2.168
1983	Mayo	30	3.0	I	80	1.749
1983	Junio	3	4.0	I	80	1.381
1983	Junio	8	12.0	I	80	0.008
1983	Junio	9	30.0	I	80	3.704
1983	Junio	14	38.0	I	80	7.208
1983	Junio	16	11.0	II	91	1.148
1983	Junio	17	1.0	II	91	0.768
1983	Junio	18	7.0	II	91	0.144
1983	Junio	20	3.0	I	80	1.749
1983	Junio	21	4.0	I	80	1.381
1983	Junio	22	12.0	I	80	0.008
1983	Junio	23	19.0	I	80	0.569
1983	Junio	24	1.5	II	91	0.575
1983	Junio	27	21.0	I	80	0.959
1983	Junio	28	5.5	II	91	0.009
1983	Junio	30	2.0	I	80	2.168
1983	Julio	1	1.0	I	80	2.643
1983	Julio	2	1.0	I	80	2.643
1983	Julio	3	4.0	I	80	1.381
1983	Julio	4	30.0	I	80	3.704
1983	Julio	5	2.0	II	91	0.414
1983	Julio	7	16.5	II	91	3.599
1983	Julio	8	33.0	II	91	14.740
1983	Julio	9	32.0	III	97	24.185

Cuadro B.1.....Continuación

1983	Julio	10	36.0	III	97	28.033
1983	Julio	11	1.0	III	97	0.045
1983	Julio	12	14.0	III	97	7.615
1983	Julio	13	14.0	III	97	7.615
1983	Julio	15	10.0	III	97	4.363
1983	Julio	16	9.0	II	91	0.543
1983	Julio	17	5.0	II	91	0.000
1983	Julio	18	11.0	II	91	1.148
1983	Julio	19	7.0	I	80	0.562
1983	Julio	20	13.0	II	91	1.922
1983	Julio	21	3.5	II	91	0.098
1983	Julio	22	17.0	II	91	3.866
1983	Julio	23	10.0	II	91	0.823
1983	Julio	26	25.0	I	80	1.996
1983	Agosto	1	6.0	I	80	0.790
1983	Agosto	2	8.0	I	80	0.376
1983	Agosto	3	3.0	I	80	1.749
1983	Agosto	4	13.0	I	80	0.001
1983	Agosto	5	14.0	I	80	0.026
1983	Agosto	6	2.0	II	91	0.414
1983	Agosto	9	34.0	I	80	5.350
1983	Agosto	10	23.0	II	91	7.498
1983	Agosto	11	6.0	III	97	1.597
1983	Agosto	12	1.0	III	97	0.045
1983	Agosto	20	7.0	I	80	0.562
1983	Agosto	21	10.0	I	80	0.120
1983	Agosto	24	8.0	I	80	0.376
1983	Agosto	25	1.0	I	80	2.643
1983	Agosto	26	27.0	I	80	2.628
1983	Agosto	27	5.0	II	91	0.000
1983	Agosto	28	1.0	II	91	0.768
1983	Agosto	29	1.0	II	91	0.768
1983	Agosto	30	6.0	I	80	0.790
1983	Agosto	31	18.0	II	91	4.420
1983	Septiembre	1	1.0	I	80	2.643
1983	Septiembre	3	3.0	I	80	1.749
1983	Septiembre	7	13.0	I	80	0.001
1983	Septiembre	11	17.0	I	80	0.273
1983	Septiembre	12	2.0	I	80	2.168
1983	Septiembre	13	14.0	I	80	0.026
1983	Septiembre	17	13.0	I	80	0.001
1983	Septiembre	18	7.0	I	80	0.562
1983	Septiembre	19	6.0	I	80	0.790
1983	Septiembre	23	10.0	I	80	0.120
1983	Septiembre	25	3.0	I	80	1.749
1983	Septiembre	26	10.0	I	80	0.120
1983	Septiembre	27	10.0	I	80	0.120
1983	Septiembre	30	4.0	I	80	1.381
1983	Octubre	1	22.0	I	80	1.188
1983	Octubre	2	8.0	II	91	0.315
1983	Octubre	3	6.0	I	80	0.790
1983	Octubre	4	6.5	II	91	0.082
1983	Octubre	5	16.0	II	91	3.337

Cuadro B.1.....Continuación

1983	Octubre	6	3.0	III	97	0.220
1983	Octubre	8	5.0	I	80	1.063
1983	Octubre	9	14.0	I	80	0.026
1983	Octubre	10	12.0	II	91	1.516
1983	Octubre	11	1.0	I	80	2.643
1983	Octubre	14	85.0	I	80	38.493
1983	Octubre	16	10.0	III	97	4.363
1983	Octubre	19	4.5	III	97	0.795
1983	Octubre	21	15.0	I	80	0.080
1983	Octubre	22	6.0	I	80	0.790
1983	Octubre	24	5.0	I	80	1.063
1983	Octubre	25	7.0	I	80	0.562
1983	Octubre	26	7.0	I	80	0.562
1983	Octubre	29	44.0	I	80	10.334
1983	Octubre	31	5.0	II	91	0.000
1984	Mayo	9	2.0	I	80	2.168
1984	Mayo	10	23.0	I	80	1.438
1984	Mayo	13	29.0	I	80	3.329
1984	Mayo	14	20.0	II	91	5.593
1984	Mayo	16	8.0	II	91	0.315
1984	Mayo	17	4.0	III	97	0.574
1984	Mayo	19	3.0	I	80	1.749
1984	Mayo	24	39.0	I	80	7.703
1984	Mayo	25	3.0	II	91	0.177
1984	Mayo	26	8.0	II	91	0.315
1984	Mayo	27	22.0	II	91	6.846
1984	Mayo	28	22.0	III	97	14.755
1984	Mayo	29	6.0	III	97	1.597
1984	Mayo	30	13.0	III	97	6.773
1984	Junio	1	10.0	III	97	4.363
1984	Junio	3	2.0	II	91	0.414
1984	Junio	4	9.0	I	80	0.229
1984	Junio	5	4.0	I	80	1.381
1984	Junio	6	6.0	I	80	0.790
1984	Junio	7	1.0	I	80	2.643
1984	Junio	8	8.0	I	80	0.376
1984	Junio	9	3.0	I	80	1.749
1984	Junio	10	3.0	I	80	1.749
1984	Junio	11	6.0	I	80	0.790
1984	Junio	12	22.0	I	80	1.188
1984	Junio	13	9.0	II	91	0.543
1984	Junio	14	22.0	II	91	6.846
1984	Junio	15	1.5	III	97	0.001
1984	Junio	16	6.0	III	97	1.597
1984	Junio	17	29.0	III	97	21.322
1984	Junio	18	1.0	III	97	0.045
1984	Junio	21	4.0	II	91	0.044
1984	Junio	22	1.0	I	80	2.643
1984	Julio	2	4.0	I	80	1.381
1984	Julio	3	1.0	I	80	2.643
1984	Julio	4	9.0	I	80	0.229
1984	Julio	5	9.0	I	80	0.229
1984	Julio	7	55.0	I	80	16.912

Cuadro B.1.....Continuación

1984	Julio	8	28.0	III	97	20.373
1984	Julio	9	51.0	III	97	42.650
1984	Julio	10	2.0	III	97	0.022
1984	Julio	11	6.0	III	97	1.597
1984	Julio	13	10.0	III	97	4.363
1984	Julio	14	3.0	III	97	0.220
1984	Julio	18	3.0	I	80	1.749
1984	Julio	19	35.0	I	80	5.796
1984	Julio	20	2.0	II	91	0.414
1984	Julio	24	12.0	II	91	1.516
1984	Julio	25	38.0	I	80	7.208
1984	Julio	26	4.0	II	91	0.044
1984	Julio	28	19.0	II	91	4.996
1984	Julio	29	25.0	III	97	17.546
1984	Julio	30	91.0	III	97	82.208
1984	Julio	31	138.0	III	97	129.001
1984	Agosto	2	53.0	III	97	44.614
1984	Agosto	3	5.0	III	97	1.042
1984	Agosto	5	11.0	III	97	5.144
1984	Agosto	7	10.0	III	97	4.363
1984	Agosto	12	3.0	I	80	1.749
1984	Agosto	13	20.0	I	80	0.753
1984	Agosto	16	5.0	I	80	1.063
1984	Agosto	17	18.0	I	80	0.408
1984	Agosto	18	5.0	II	91	0.000
1984	Agosto	20	2.0	I	80	2.168
1984	Agosto	21	9.0	I	80	0.229
1984	Agosto	23	1.0	I	80	2.643
1984	Agosto	26	17.0	I	80	0.273
1984	Agosto	27	2.0	I	80	2.168
1984	Agosto	29	7.0	I	80	0.562
1984	Agosto	30	1.0	I	80	2.643
1984	Agosto	31	2.0	I	80	2.168
1984	Septiembre	1	93.0	I	80	44.841
1984	Septiembre	2	3.0	III	97	0.220
1984	Septiembre	10	83.0	I	80	36.936
1984	Septiembre	11	17.0	III	97	10.224
1984	Septiembre	12	1.0	III	97	0.045
1984	Septiembre	17	2.0	I	80	2.168
1984	Septiembre	19	7.0	I	80	0.562
1984	Septiembre	20	31.0	I	80	4.094
1984	Septiembre	24	10.0	II	91	0.823
1984	Septiembre	25	9.0	II	91	0.543
1984	Septiembre	26	6.0	I	80	0.790
1984	Septiembre	27	3.0	I	80	1.749
1984	Septiembre	30	20.0	I	80	0.753
1984	Octubre	1	32.0	I	80	4.499
1984	Octubre	2	7.0	III	97	2.219
1984	Octubre	3	28.0	III	97	20.373
1984	Octubre	4	5.0	III	97	1.042
1984	Octubre	5	6.0	III	97	1.597
1984	Octubre	7	2.0	II	91	0.414
1984	Octubre	8	1.0	II	91	0.768

Cuadro B.1.....Continuación

1984	Octubre	12	2.0	I	80	2.168
1984	Octubre	25	11.0	I	80	0.047
1984	Octubre	26	6.0	I	80	0.790
1984	Octubre	28	23.0	I	80	1.438
1984	Octubre	29	29.0	II	91	11.708
1984	Octubre	30	22.0	III	97	14.755
1984	Octubre	31	3.0	III	97	0.220
1985	Mayo	8	16.0	I	80	0.163
1985	Mayo	11	11.0	I	80	0.047
1985	Mayo	31	41.0	I	80	8.724
1985	Junio	1	20.0	II	91	5.593
1985	Junio	3	2.0	III	97	0.022
1985	Junio	14	11.0	I	80	0.047
1985	Junio	23	5.0	I	80	1.063
1985	Junio	30	2.0	I	80	2.168
1985	Julio	1	8.0	I	80	0.376
1985	Julio	3	1.0	I	80	2.643
1985	Julio	10	33.0	I	80	4.918
1985	Julio	11	22.0	I	80	1.188
1985	Julio	12	126.0	III	97	117.040
1985	Julio	13	25.0	III	97	17.546
1985	Julio	14	2.0	III	97	0.022
1985	Julio	15	2.0	III	97	0.022
1985	Julio	16	6.0	III	97	1.597
1985	Julio	21	15.0	I	80	0.080
1985	Julio	28	10.0	I	80	0.120
1985	Julio	29	56.0	I	80	17.555
1985	Agosto	1	2.0	III	97	0.022
1985	Agosto	2	13.0	III	97	6.773
1985	Agosto	12	22.0	I	80	1.188
1985	Agosto	18	3.0	I	80	1.749
1985	Agosto	20	4.0	I	80	1.381
1985	Agosto	22	16.0	I	80	0.163
1985	Agosto	23	42.0	I	80	9.251
1985	Agosto	24	15.0	III	97	8.473
1985	Agosto	26	1.0	III	97	0.045
1985	Agosto	28	11.0	III	97	5.144
1985	Septiembre	5	32.0	I	80	4.499
1985	Septiembre	6	12.0	I	80	0.008
1985	Septiembre	8	12.0	II	91	1.516
1985	Septiembre	9	10.0	III	97	4.363
1985	Septiembre	11	30.0	I.	80	3.704
1985	Septiembre	12	16.0	II	91	3.337
1985	Septiembre	14	87.0	III	97	78.235
1985	Septiembre	16	24.0	III	97	16.611
1985	Septiembre	18	1.0	III	97	0.045
1985	Septiembre	20	22.0	I	80	1.188
1985	Septiembre	21	28.0	II	91	10.976
1985	Septiembre	22	2.0	II	91	0.414
1985	Septiembre	23	2.0	II	91	0.414
1985	Septiembre	24	4.0	III	97	0.574
1985	Septiembre	27	9.0	I	80	0.229
1985	Septiembre	28	3.0	I	80	1.749

Cuadro B.1.....Continuación

1985	Septiembre	29	6.0	I	80	0.790
1985	Septiembre	30	11.0	I	80	0.047
1985	Octubre	3	9.0	I	80	0.229
1985	Octubre	4	8.0	I	80	0.376
1985	Octubre	5	16.0	I	80	0.163
1985	Octubre	7	14.0	I	80	0.026
1985	Octubre	8	4.0	II	91	0.044
1985	Octubre	10	3.0	I	80	1.749
1985	Octubre	11	30.0	I	80	3.704
1985	Octubre	12	3.0	II	91	0.177
1985	Octubre	16	30.0	I	80	3.704
1985	Octubre	17	22.0	I	80	1.188
1985	Octubre	18	6.0	II	91	0.036
1985	Octubre	19	2.0	III	97	0.022
1985	Octubre	20	15.0	III	97	8.473
1985	Octubre	21	20.0	III	97	12.921
1985	Octubre	22	7.0	III	97	2.219
1985	Octubre	24	8.0	II	91	0.315
1985	Octubre	25	7.0	II	91	0.144
1986	Mayo	2	2.0	I	80	2.168
1986	Mayo	21	17.0	I	80	0.273
1986	Mayo	22	12.0	I	80	0.008
1986	Mayo	23	5.0	I	80	1.063
1986	Mayo	24	5.0	I	80	1.063
1986	Mayo	25	1.0	I	80	2.643
1986	Mayo	26	1.0	I	80	2.643
1986	Mayo	27	9.0	I	80	0.229
1986	Mayo	28	2.0	I	80	2.168
1986	Mayo	29	26.0	I	80	2.303
1986	Mayo	30	6.0	I	80	0.790
1986	Mayo	31	3.0	I	80	1.749
1986	Junio	4	27.0	I	80	2.628
1986	Junio	5	2.0	I	80	2.168
1986	Junio	9	2.0	I	80	2.168
1986	Junio	11	2.0	I	80	2.168
1986	Junio	12	3.0	I	80	1.749
1986	Junio	13	20.0	I	80	0.753
1986	Junio	17	17.0	I	80	0.273
1986	Junio	23	7.0	I	80	0.562
1986	Junio	25	8.0	I	80	0.376
1986	Junio	26	8.0	I	80	0.376
1986	Junio	27	9.0	I	80	0.229
1986	Junio	28	3.0	I	80	1.749
1986	Junio	29	2.0	I	80	2.168
1986	Junio	30	8.0	I	80	0.376
1986	Julio	4	2.0	I	80	2.168
1986	Julio	5	3.0	I	80	1.749
1986	Julio	6	6.0	I	80	0.790
1986	Julio	8	2.0	I	80	2.168
1986	Julio	9	41.0	I	80	8.724
1986	Julio	10	19.0	II	91	4.996
1986	Julio	11	4.0	III	97	0.574
1986	Julio	12	6.0	III	97	1.597

Cuadro E.1.....Continuación

1986	Julio	14	6.0	III	97	1.597
1986	Julio	15	6.0	I	80	0.790
1986	Julio	16	4.0	I	80	1.381
1986	Julio	17	7.0	I	80	0.562
1986	Julio	22	1.0	I	80	2.643
1986	Julio	23	4.0	I	80	1.381
1986	Julio	24	18.0	I	80	0.408
1986	Julio	27	8.0	I	80	0.376
1986	Julio	28	4.0	I	80	1.381
1986	Agosto	5	1.0	I	80	2.643
1986	Agosto	8	10.0	I	80	0.120
1986	Agosto	10	4.0	I	80	1.381
1986	Agosto	11	2.0	I	80	2.168
1986	Agosto	13	3.0	I	80	1.749
1986	Agosto	14	7.0	I	80	0.562
1986	Agosto	15	2.0	I	80	2.168
1986	Agosto	23	6.0	I	80	0.790
1986	Agosto	25	16.0	I	80	0.163
1986	Agosto	26	22.0	I	80	1.188
1986	Agosto	27	4.0	II	91	0.044
1986	Agosto	28	6.0	II	91	0.036
1986	Agosto	31	7.0	I	80	0.562
1986	Septiembre	1	3.0	I	80	1.749
1986	Septiembre	2	6.0	I	80	0.790
1986	Septiembre	3	26.0	I	80	2.303
1986	Septiembre	7	7.0	I	80	0.562
1986	Septiembre	12	3.0	I	80	1.749
1986	Septiembre	13	6.0	I	80	0.790
1986	Septiembre	16	17.0	I	80	0.273
1986	Septiembre	17	4.0	I	80	1.381
1986	Septiembre	18	4.0	I	80	1.381
1986	Septiembre	19	2.0	I	80	2.168
1986	Septiembre	20	3.0	I	80	1.749
1986	Septiembre	27	3.6	I	80	1.522
1986	Septiembre	28	11.0	I	80	0.047
1986	Septiembre	29	1.0	I	80	2.643
1986	Octubre	1	8.0	I	80	0.376
1986	Octubre	2	7.0	I	80	0.562
1986	Octubre	3	5.0	I	80	1.063
1986	Octubre	4	20.0	I	80	0.753
1986	Octubre	13	3.0	I	80	1.749
1986	Octubre	15	1.0	I	80	2.643
1986	Octubre	17	5.0	I	80	1.063
1986	Octubre	20	1.0	I	80	2.643
1986	Octubre	27	4.0	I	80	1.381
1986	Octubre	28	20.0	I	80	0.753
1986	Octubre	29	1.0	I	80	2.643
1986	Octubre	30	2.0	I	80	2.168
1986	Octubre	31	10.0	I	80	0.120
1987	Mayo	26	7.0	I	80	0.562
1987	Junio	7	5.0	I	80	1.063
1987	Junio	8	2.0	I	80	2.168
1987	Junio	9	78.0	I	80	33.106

Cuadro B.1.....Continuación

1987	Junio	10	6.0	III	97	1.597
1987	Junio	11	12.0	III	97	5.948
1987	Junio	12	1.0	III	97	0.045
1987	Junio	13	1.0	III	97	0.045
1987	Junio	18	5.0	I	80	1.063
1987	Junio	19	6.0	I	80	0.790
1987	Junio	20	6.0	I	80	0.790
1987	Junio	28	2.0	I	80	2.168
1987	Junio	29	75.0	I	80	30.853
1987	Junio	30	2.0	III	97	0.022
1987	Julio	3	7.0	III	97	2.219
1987	Julio	4	10.0	III	97	4.363
1987	Julio	6	8.0	I	80	0.376
1987	Julio	8	4.0	I	80	1.381
1987	Julio	10	4.0	I	80	1.381
1987	Julio	11	21.0	I	80	0.959
1987	Julio	12	13.0	I	80	0.001
1987	Julio	13	1.0	II	91	0.768
1987	Julio	14	9.0	II	91	0.543
1987	Julio	19	5.0	I	80	1.063
1987	Julio	20	2.0	I	80	2.168
1987	Julio	21	10.0	I	80	0.120
1987	Julio	22	11.0	I	80	0.047
1987	Julio	24	2.0	I	80	2.168
1987	Julio	25	2.0	I	80	2.168
1987	Julio	26	2.0	I	80	2.168
1987	Julio	27	11.0	I	80	0.047
1987	Julio	29	90.0	I	80	42.438
1987	Julio	30	34.0	III	97	26.105
1987	Julio	31	10.0	III	97	4.363
1987	Agosto	3	3.0	III	97	0.220
1987	Agosto	4	18.0	II	91	4.420
1987	Agosto	5	12.0	I	80	0.008
1987	Agosto	6	1.0	I	80	2.643
1987	Agosto	8	7.0	I	80	0.562
1987	Agosto	9	3.0	II	91	0.177
1987	Agosto	18	8.0	I	80	0.376
1987	Agosto	19	2.0	I	80	2.168
1987	Agosto	20	5.0	I	80	1.063
1987	Agosto	21	23.0	I	80	1.438
1987	Agosto	23	7.0	I	80	0.562
1987	Septiembre	3	14.0	I	80	0.026
1987	Septiembre	7	17.5	I	80	0.337
1987	Septiembre	11	20.4	I	80	0.833
1987	Septiembre	15	20.8	I	80	0.916
1987	Septiembre	20	7.0	I	80	0.562
1987	Septiembre	22	4.5	I	80	1.216
1987	Septiembre	27	1.0	I	80	2.643
1987	Septiembre	29	3.0	I	80	1.749
1987	Septiembre	30	10.0	I	80	0.120
1987	Octubre	11	8.5	I	80	0.297
1987	Octubre	20	1.0	I	80	2.643
1987	Octubre	22	2.5	I	80	1.952

Cuadro E.1.....Continuación

1988	Mayo	17	5.7	I	80	0.867
1988	Mayo	27	2.9	I	80	1.788
1988	Mayo	29	14.3	I	80	0.039
1988	Junio	2	9.8	I	80	0.139
1988	Junio	12	4.2	I	80	1.314
1988	Junio	13	20.3	I	80	0.812
1988	Junio	15	2.8	I	80	1.829
1988	Junio	19	2.5	I	80	1.952
1988	Junio	20	20.5	I	80	0.853
1988	Junio	21	20.4	I	80	0.833
1988	Junio	22	20.3	II	91	5.776
1988	Junio	23	7.8	III	97	2.755
1988	Junio	28	19.2	I	80	0.604
1988	Julio	6	2.3	I	80	2.037
1988	Julio	14	18.5	I	80	0.485
1988	Julio	18	10.5	I	80	0.079
1988	Julio	19	19.7	I	80	0.695
1988	Julio	23	9.5	I	80	0.170
1988	Julio	27	2.5	I	80	1.952
1988	Agosto	1	4.5	I	80	1.216
1988	Agosto	2	12.8	I	80	0.000
1988	Agosto	3	19.5	I	80	0.658
1988	Agosto	4	14.5	I	80	0.050
1988	Agosto	5	21.2	II	91	6.336
1988	Agosto	6	14.2	III	97	7.786
1988	Agosto	9	24.5	II	91	8.505
1988	Agosto	10	20.5	III	97	13.377
1988	Agosto	11	18.8	III	97	11.833
1988	Agosto	12	8.5	III	97	3.247
1988	Agosto	13	18.5	III	97	11.563
1988	Agosto	14	14.6	III	97	8.128
1988	Agosto	15	12.5	III	97	6.358
1988	Agosto	16	18.3	III	97	11.383
1988	Agosto	22	4.5	I	80	1.216
1988	Agosto	23	14.0	I	80	0.026
1988	Agosto	24	12.5	I	80	0.001
1988	Agosto	25	4.8	I	80	1.122
1988	Agosto	26	12.1	II	91	1.555
1988	Agosto	27	18.1	II	91	4.476
1988	Agosto	28	14.8	III	97	8.300
1988	Agosto	29	4.8	II	91	0.002
1988	Agosto	30	19.8	II	91	5.472
1988	Agosto	31	4.5	III	97	0.795
1988	Septiembre	1	15.8	III	97	9.168
1988	Septiembre	2	18.1	III	97	11.204
1988	Septiembre	6	11.9	I	80	0.010
1988	Septiembre	7	20.7	I	80	0.895
1988	Septiembre	13	20.5	I	80	0.853
1988	Septiembre	14	25.8	II	91	9.404
1988	Septiembre	15	20.1	II	91	5.654
1988	Septiembre	29	20.8	I	80	0.916
1988	Septiembre	30	12.5	I	80	0.001
1988	Octubre	6	8.2	I	80	0.343

Cuadro E.1.....Continuación

1988	Octubre	10	20.3	I	80	0.812
1988	Octubre	22	18.5	I	80	0.485
1988	Octubre	25	18.9	I	80	0.552
1988	Octubre	26	20.5	II	91	5.900
1988	Octubre	27	18.5	III	97	11.563
1988	Octubre	29	19.5	III	97	12.467

APENDICE C

Probabilidades de excedencia empiricas

Cuadro C.1 Probabilidad de excedencia empirica mes de mayo

AÑO	MAYO	MAYO	Ln	M	P(X ≥ x)	Tr
1967	2.64	48.71	3.89	1.00	0.044	23.00
1968	2.64	33.87	3.52	2.00	0.087	11.50
1969	48.71	32.88	3.49	3.00	0.130	7.67
1970	8.21	20.37	3.01	4.00	0.174	5.75
1971	2.64	14.76	2.69	5.00	0.217	4.60
1972	10.33	10.33	2.34	6.00	0.261	3.83
1973	32.88	8.72	2.17	7.00	0.304	3.29
1974	33.87	8.21	2.11	8.00	0.348	2.88
1975	0.16	6.73	1.91	9.00	0.391	2.56
1976	6.25	6.25	1.83	10.00	0.435	2.30
1977	2.97	3.90	1.36	11.00	0.478	2.09
1978	20.37	2.97	1.09	12.00	0.522	1.92
1979	3.90	2.64	0.97	13.00	0.565	1.77
1980	1.68	2.64	0.97	14.00	0.609	1.64
1981	0.30	2.64	0.97	15.00	0.652	1.53
1982	6.73	2.64	0.97	16.00	0.696	1.44
1983	2.17	2.17	0.77	17.00	0.739	1.35
1984	14.76	1.79	0.58	18.00	0.783	1.28
1985	8.72	1.68	0.52	19.00	0.826	1.21
1986	2.64	0.56	-0.58	20.00	0.870	1.15
1987	0.56	0.30	-1.20	21.00	0.913	1.10
1988	1.79	0.16	-1.83	22.00	0.957	1.05

Cuadro C.2 Probabilidad de excedencia empírica mes de junio

AÑO	JUNIO	JUNIO	Ln	M	$P(X \geq x)$	Tr
1967	48.24	172.90	5.15	1.00	0.043	23.00
1968	2.64	67.52	4.21	2.00	0.087	11.50
1969	29.48	56.44	4.03	3.00	0.130	7.67
1970	20.19	56.44	4.03	4.00	0.174	5.75
1971	3.70	48.24	3.88	5.00	0.217	4.60
1972	19.43	42.36	3.75	6.00	0.261	3.83
1973	32.35	40.90	3.71	7.00	0.304	3.29
1974	56.44	33.11	3.50	8.00	0.348	2.88
1975	0.41	32.35	3.48	9.00	0.391	2.56
1976	172.90	29.48	3.38	10.00	0.435	2.30
1977	56.44	21.32	3.06	11.00	0.478	2.09
1978	10.33	21.18	3.05	12.00	0.522	1.92
1979	42.36	20.19	3.01	13.00	0.565	1.77
1980	40.90	19.43	2.97	14.00	0.609	1.64
1981	67.52	10.33	2.34	15.00	0.652	1.53
1982	21.18	7.21	1.98	16.00	0.696	1.44
1983	7.21	5.78	1.75	17.00	0.739	1.35
1984	21.32	5.59	1.72	18.00	0.783	1.28
1985	5.59	3.70	1.31	19.00	0.826	1.21
1986	2.63	2.64	0.97	20.00	0.870	1.15
1987	33.11	2.63	0.97	21.00	0.913	1.10
1988	5.78	0.41	-0.89	22.00	0.957	1.05

Cuadro C.3 Probabilidad de excedencia empírica mes de julio

AÑO	JULIO	JULIO	Ln	M	$P(X \geq x)$	Tr
1967	44.61	129.00	4.86	1.00	0.043	23.00
1968	6.77	117.04	4.76	2.00	0.087	11.50
1969	45.11	61.38	4.12	3.00	0.130	7.67
1970	51.49	51.49	3.94	4.00	0.174	5.75
1971	24.55	45.11	3.81	5.00	0.217	4.60
1972	61.38	44.61	3.80	6.00	0.261	3.83
1973	32.37	42.44	3.75	7.00	0.304	3.29
1974	12.92	39.28	3.67	8.00	0.348	2.88
1975	12.03	36.38	3.59	9.00	0.391	2.56
1976	2.84	32.37	3.48	10.00	0.435	2.30
1977	39.28	28.03	3.33	11.00	0.478	2.09
1978	20.87	24.55	3.20	12.00	0.522	1.92
1979	36.38	20.87	3.04	13.00	0.565	1.77
1980	17.17	17.17	2.84	14.00	0.609	1.64
1981	15.15	15.15	2.72	15.00	0.652	1.53
1982	5.35	12.92	2.56	16.00	0.696	1.44
1983	28.03	12.03	2.49	17.00	0.739	1.35
1984	129.00	8.72	2.17	18.00	0.783	1.28
1985	117.04	6.77	1.91	19.00	0.826	1.21
1986	8.72	5.35	1.68	20.00	0.870	1.15
1987	42.44	2.84	1.04	21.00	0.913	1.10
1988	2.04	2.04	0.71	22.00	0.957	1.05

Cuadro C.4 Probabilidad de excedencia empirica mes de agosto

AÑO	AGOSTO	AGOSTO	Ln	M	$P(X \geq x)$	Tr
1967	2.64	44.61	3.80	1.00	0.043	23.00
1968	6.25	13.38	2.59	2.00	0.087	11.50
1969	2.65	12.61	2.53	3.00	0.130	7.67
1970	12.61	10.22	2.32	4.00	0.174	5.75
1971	2.97	9.79	2.28	5.00	0.217	4.60
1972	4.14	9.25	2.22	6.00	0.261	3.83
1973	10.22	7.50	2.01	7.00	0.304	3.29
1974	9.79	6.25	1.83	8.00	0.348	2.88
1975	2.17	5.59	1.72	9.00	0.391	2.56
1976	3.33	4.42	1.49	10.00	0.435	2.30
1977	2.64	4.14	1.42	11.00	0.478	2.09
1978	2.64	3.71	1.31	12.00	0.522	1.92
1979	3.11	3.33	1.20	13.00	0.565	1.77
1980	2.64	3.11	1.13	14.00	0.609	1.64
1981	3.71	2.97	1.09	15.00	0.652	1.53
1982	5.59	2.65	0.97	16.00	0.696	1.44
1983	7.50	2.64	0.97	17.00	0.739	1.35
1984	44.61	2.64	0.97	18.00	0.783	1.28
1985	9.25	2.64	0.97	19.00	0.826	1.21
1986	2.64	2.64	0.97	20.00	0.870	1.15
1987	4.42	2.64	0.97	21.00	0.913	1.10
1988	13.38	2.17	0.77	22.00	0.957	1.05

Cuadro C.4 Probabilidad de excedencia empirica mes de agosto

AÑO	AGOSTO	AGOSTO	Ln	M	$P(X \geq x)$	Tr
1967	2.64	44.61	3.80	1.00	0.043	23.00
1968	6.25	13.38	2.59	2.00	0.087	11.50
1969	2.65	12.61	2.53	3.00	0.130	7.67
1970	12.61	10.22	2.32	4.00	0.174	5.75
1971	2.97	9.79	2.28	5.00	0.217	4.60
1972	4.14	9.25	2.22	6.00	0.261	3.83
1973	10.22	7.50	2.01	7.00	0.304	3.29
1974	9.79	6.25	1.83	8.00	0.348	2.88
1975	2.17	5.59	1.72	9.00	0.391	2.56
1976	3.33	4.42	1.49	10.00	0.435	2.30
1977	2.64	4.14	1.42	11.00	0.478	2.09
1978	2.64	3.71	1.31	12.00	0.522	1.92
1979	3.11	3.33	1.20	13.00	0.565	1.77
1980	2.64	3.11	1.13	14.00	0.609	1.64
1981	3.71	2.97	1.09	15.00	0.652	1.53
1982	5.59	2.65	0.97	16.00	0.696	1.44
1983	7.50	2.64	0.97	17.00	0.739	1.35
1984	44.61	2.64	0.97	18.00	0.783	1.28
1985	9.25	2.64	0.97	19.00	0.826	1.21
1986	2.64	2.64	0.97	20.00	0.870	1.15
1987	4.42	2.64	0.97	21.00	0.913	1.10
1988	13.38	2.17	0.77	22.00	0.957	1.05

Cuadro C.5 Probabilidad de excedencia empirica mes de septiembre

AÑO	SEPT	SEPT	Ln	M	P(X ≥ x)	Tr
1967	23.62	121.27	4.80	1.00	0.043	23.00
1968	2.64	108.92	4.69	2.00	0.087	11.50
1969	33.49	78.24	4.36	3.00	0.130	7.67
1970	9.55	53.02	3.97	4.00	0.174	5.75
1971	2.64	44.84	3.80	5.00	0.217	4.60
1972	36.94	37.71	3.63	6.00	0.261	3.83
1973	30.61	36.94	3.61	7.00	0.304	3.29
1974	108.92	35.39	3.57	8.00	0.348	2.88
1975	37.71	33.49	3.51	9.00	0.391	2.56
1976	35.39	30.61	3.42	10.00	0.435	2.30
1977	2.63	23.62	3.16	11.00	0.478	2.09
1978	53.02	22.75	3.12	12.00	0.522	1.92
1979	22.75	11.20	2.42	13.00	0.565	1.77
1980	2.45	10.54	2.36	14.00	0.609	1.64
1981	10.54	9.55	2.26	15.00	0.652	1.53
1982	121.27	2.64	0.97	16.00	0.696	1.44
1983	2.64	2.64	0.97	17.00	0.739	1.35
1984	44.84	2.64	0.97	18.00	0.783	1.28
1985	78.24	2.64	0.97	19.00	0.826	1.21
1986	2.64	2.64	0.97	20.00	0.870	1.15
1987	2.64	2.63	0.97	21.00	0.913	1.10
1988	11.20	2.45	0.90	22.00	0.957	1.05

Cuadro C.6 Probabilidad de excedencia empírica mes de octubre

AÑO	OCTUBRE	OCTUBRE	Ln	M	$P(X \geq x)$	Tr
1967	17.91	66.55	4.20	1.00	0.043	23.00
1968	19.52	38.49	3.65	2.00	0.087	11.50
1969	2.17	23.70	3.17	3.00	0.130	7.67
1970	2.80	21.32	3.06	4.00	0.174	5.75
1971	2.64	21.32	3.06	5.00	0.217	4.60
1972	4.42	20.37	3.01	6.00	0.261	3.83
1973	21.32	19.52	2.97	7.00	0.304	3.29
1974	13.84	17.91	2.89	8.00	0.348	2.88
1975	66.55	13.84	2.63	9.00	0.391	2.56
1976	12.61	12.92	2.56	10.00	0.435	2.30
1977	7.21	12.61	2.53	11.00	0.478	2.09
1978	21.32	12.47	2.52	12.00	0.522	1.92
1979	7.95	7.95	2.07	13.00	0.565	1.77
1980	4.25	7.21	1.98	14.00	0.609	1.64
1981	2.59	4.42	1.49	15.00	0.652	1.53
1982	23.70	4.25	1.45	16.00	0.696	1.44
1983	38.49	2.80	1.03	17.00	0.739	1.35
1984	20.37	2.64	0.97	18.00	0.783	1.28
1985	12.92	2.64	0.97	19.00	0.826	1.21
1986	2.64	2.64	0.97	20.00	0.870	1.15
1987	2.64	2.59	0.95	21.00	0.913	1.10
1988	12.47	2.17	0.77	22.00	0.957	1.05

APENDICE D

Probabilidades de excedencia teóricas

Cuadro D.1 Función lognormal para mayo y junio

AÑO	MAYO	F(X)	P(X ≥ x)	JUNIO	F(X)	P(X ≥ x)
1969	48.71	0.954	0.046	172.90	0.955	0.045
1974	33.87	0.916	0.084	67.52	0.842	0.158
1973	32.88	0.915	0.085	56.44	0.815	0.185
1978	20.37	0.856	0.144	56.44	0.815	0.185
1984	14.76	0.808	0.192	48.24	0.782	0.218
1972	10.33	0.725	0.275	42.36	0.751	0.249
1985	8.72	0.673	0.327	40.90	0.743	0.258
1970	8.21	0.670	0.330	33.11	0.691	0.309
1982	6.73	0.618	0.382	32.35	0.690	0.310
1976	6.25	0.611	0.389	29.48	0.665	0.335
1979	3.90	0.487	0.513	21.32	0.561	0.439
1977	2.97	0.425	0.576	21.18	0.561	0.439
1967	2.64	0.366	0.634	20.19	0.560	0.440
1968	2.64	0.366	0.634	19.43	0.555	0.445
1971	2.64	0.366	0.634	10.33	0.363	0.637
1986	2.64	0.366	0.634	7.21	0.283	0.717
1983	2.17	0.328	0.672	5.78	0.225	0.775
1988	1.79	0.275	0.725	5.59	0.222	0.778
1980	1.68	0.263	0.737	3.70	0.145	0.855
1987	0.56	0.088	0.912	2.64	0.091	0.909
1981	0.30	0.040	0.960	2.63	0.091	0.909
1975	0.16	0.013	0.987	0.41	0.005	0.995

Cuadro D.2 Función lognormal para julio y agosto

AÑO	JULIO	F(X)	P(X ≥ x)	AGOSTO	F(X)	P(X ≥ x)
1984	129.00	0.951	0.049	44.61	0.998	0.002
1985	117.04	0.945	0.055	13.38	0.902	0.098
1972	61.38	0.840	0.160	12.61	0.881	0.119
1970	51.49	0.785	0.215	10.22	0.813	0.187
1969	45.11	0.751	0.249	9.79	0.809	0.191
1967	44.61	0.751	0.249	9.25	0.804	0.196
1987	42.44	0.727	0.274	7.50	0.701	0.299
1977	39.28	0.715	0.285	6.25	0.608	0.393
1979	36.38	0.685	0.315	5.59	0.548	0.452
1973	32.37	0.645	0.355	4.42	0.429	0.571
1983	28.03	0.600	0.400	4.14	0.371	0.629
1971	24.55	0.554	0.446	3.71	0.352	0.648
1978	20.87	0.482	0.518	3.33	0.263	0.737
1980	17.17	0.403	0.597	3.11	0.258	0.742
1981	15.15	0.391	0.609	2.97	0.254	0.746
1974	12.92	0.325	0.676	2.65	0.192	0.808
1975	12.03	0.306	0.694	2.64	0.192	0.808
1986	8.72	0.194	0.806	2.64	0.192	0.808
1968	6.77	0.151	0.849	2.64	0.192	0.808
1982	5.35	0.097	0.903	2.64	0.192	0.808
1976	2.84	0.031	0.969	2.64	0.192	0.808
1988	2.04	0.015	0.986	2.17	0.147	0.853

Cuadro D.3 Función lognormal para septiembre y octubre

AÑO	SEPTIEMB	F(X)	P(X ≥ x)	OCTUBRE	F(X)	P(X ≥ x)
1982	121.27	0.935	0.065	66.55	0.973	0.028
1974	108.92	0.926	0.074	38.49	0.923	0.077
1985	78.24	0.887	0.113	23.70	0.812	0.188
1978	53.02	0.823	0.177	21.32	0.801	0.199
1984	44.84	0.787	0.213	21.32	0.801	0.199
1975	37.71	0.752	0.248	20.37	0.782	0.218
1972	36.94	0.748	0.252	19.52	0.771	0.230
1976	35.39	0.734	0.266	17.91	0.736	0.264
1969	33.49	0.726	0.274	13.84	0.652	0.348
1973	30.61	0.707	0.293	12.92	0.632	0.368
1967	23.62	0.627	0.373	12.61	0.616	0.384
1979	22.75	0.621	0.379	12.47	0.616	0.384
1988	11.20	0.389	0.611	7.95	0.437	0.563
1981	10.54	0.384	0.616	7.21	0.387	0.613
1970	9.55	0.381	0.619	4.42	0.235	0.766
1968	2.64	0.100	0.900	4.25	0.231	0.769
1971	2.64	0.100	0.900	2.80	0.120	0.880
1983	2.64	0.100	0.900	2.64	0.112	0.888
1986	2.64	0.100	0.900	2.64	0.112	0.888
1987	2.64	0.100	0.900	2.64	0.112	0.888
1977	2.63	0.100	0.900	2.59	0.099	0.902
1980	2.45	0.100	0.901	2.17	0.075	0.926

Cuadro D.4 Función Gumbel para mayo y junio

AÑO	MAYO	$P(X \geq x)$	AÑO	JUNIO	F (x)	$P(X \geq x)$
1969	48.71	0.011	1976	172.90	0.991	0.009
1974	33.87	0.049	1981	67.52	0.813	0.187
1973	32.88	0.054	1977	56.44	0.749	0.251
1978	20.37	0.176	1974	56.44	0.749	0.251
1984	14.76	0.287	1967	48.24	0.691	0.309
1972	10.33	0.410	1979	42.36	0.644	0.356
1985	8.72	0.462	1980	40.90	0.631	0.369
1970	8.21	0.479	1987	33.11	0.559	0.441
1982	6.73	0.530	1973	32.35	0.552	0.448
1976	6.25	0.547	1969	29.48	0.523	0.477
1979	3.90	0.633	1984	21.32	0.437	0.563
1977	2.97	0.667	1982	21.18	0.435	0.565
1967	2.64	0.679	1970	20.19	0.425	0.575
1968	2.64	0.679	1972	19.43	0.416	0.584
1971	2.64	0.679	1978	10.33	0.316	0.684
1986	2.64	0.679	1983	7.21	0.283	0.717
1983	2.17	0.697	1988	5.78	0.267	0.733
1988	1.79	0.710	1985	5.59	0.265	0.735
1980	1.68	0.714	1971	3.70	0.246	0.754
1987	0.56	0.754	1968	2.64	0.235	0.765
1981	0.30	0.763	1986	2.63	0.235	0.765
1975	0.16	0.767	1975	0.41	0.212	0.788

Cuadro D.5 Función Gumbel para julio y agosto

AÑO	JULIO	$P(X \geq x)$	AÑO	AGOSTO	F (x)	$P(X \geq x)$
1984	129.00	0.012	1984	44.61	0.997	0.003
1985	117.04	0.020	1988	13.38	0.788	0.212
1972	61.38	0.170	1970	12.61	0.766	0.234
1970	51.49	0.241	1973	10.22	0.690	0.310
1969	45.11	0.300	1974	9.79	0.674	0.326
1967	44.61	0.305	1985	9.25	0.653	0.347
1987	42.44	0.328	1983	7.50	0.580	0.420
1977	39.28	0.363	1968	6.25	0.523	0.477
1979	36.38	0.397	1982	5.59	0.491	0.509
1973	32.37	0.448	1987	4.42	0.433	0.567
1983	28.03	0.506	1972	4.14	0.419	0.581
1971	24.55	0.556	1981	3.71	0.397	0.603
1978	20.87	0.610	1976	3.33	0.377	0.623
1980	17.17	0.664	1979	3.11	0.366	0.634
1981	15.15	0.693	1971	2.97	0.359	0.641
1974	12.92	0.725	1969	2.65	0.342	0.658
1975	12.03	0.738	1967	2.64	0.342	0.658
1986	8.72	0.783	1977	2.64	0.342	0.658
1968	6.77	0.809	1978	2.64	0.342	0.658
1982	5.35	0.826	1980	2.64	0.342	0.658
1976	2.84	0.855	1986	2.64	0.342	0.658
1988	2.04	0.864	1975	2.17	0.318	0.682

Cuadro D.6 Función Gumbel para septiembre y octubre

AÑO	SEPT	$P(X \geq x)$	AÑO	OCTUBRE	F (x)	$P(X \geq x)$
1982	121.27	0.014	1975	66.55	0.995	0.005
1974	108.92	0.024	1983	38.49	0.939	0.061
1985	78.24	0.078	1982	23.70	0.787	0.213
1978	53.02	0.199	1978	21.32	0.743	0.257
1984	44.84	0.266	1973	21.32	0.743	0.257
1975	37.71	0.337	1984	20.37	0.724	0.276
1972	36.94	0.345	1968	19.52	0.705	0.295
1976	35.39	0.363	1967	17.91	0.668	0.332
1969	33.49	0.385	1974	13.84	0.559	0.441
1973	30.61	0.420	1985	12.92	0.531	0.469
1967	23.62	0.514	1976	12.61	0.522	0.478
1979	22.75	0.526	1988	12.47	0.518	0.482
1988	11.20	0.694	1979	7.95	0.372	0.628
1981	10.54	0.704	1977	7.21	0.347	0.653
1970	9.55	0.718	1972	4.42	0.257	0.743
1968	2.64	0.812	1980	4.25	0.252	0.748
1971	2.64	0.812	1970	2.80	0.208	0.792
1983	2.64	0.812	1971	2.64	0.203	0.797
1986	2.64	0.812	1986	2.64	0.203	0.797
1987	2.64	0.812	1987	2.64	0.203	0.797
1977	2.63	0.812	1981	2.59	0.201	0.799
1980	2.45	0.814	1969	2.17	0.189	0.811

Cuadro D.7 Función logPearsonIII para mayo y junio

AÑO	MAYO	$P(X \geq x)$	AÑO	JUNIO	$P(X \geq x)$
1969	48.71	0.036	1976	172.90	0.008
1974	33.87	0.075	1981	67.52	0.145
1973	32.88	0.078	1977	56.44	0.186
1978	20.37	0.149	1974	56.44	0.186
1984	14.76	0.199	1967	48.24	0.242
1972	10.33	0.329	1979	42.36	0.295
1985	8.72	0.377	1980	40.90	0.308
1970	8.21	0.392	1987	33.11	0.379
1982	6.73	0.436	1973	32.35	0.386
1976	6.25	0.450	1969	29.48	0.412
1979	3.90	0.560	1984	21.32	0.486
1977	2.97	0.644	1982	21.18	0.488
1967	2.64	0.674	1970	20.19	0.497
1968	2.64	0.674	1972	19.43	0.508
1971	2.64	0.674	1978	10.33	0.700
1986	2.64	0.674	1983	7.21	0.766
1983	2.17	0.717	1988	5.78	0.796
1988	1.79	0.751	1985	5.59	0.800
1980	1.68	0.761	1971	3.70	0.862
1987	0.56	0.907	1968	2.64	0.897
1981	0.30	0.946	1986	2.63	0.897
1975	0.16	0.978	1975	0.41	0.985

Cuadro D.8 Función logPearsonIII para julio y agosto

AÑO	JULIO	$P(X \geq x)$	AÑO	AGOSTO	$P(X \geq x)$
1984	129.00	0.031	1984	44.61	0.016
1985	117.04	0.039	1988	13.38	0.116
1972	61.38	0.171	1970	12.61	0.130
1970	51.49	0.225	1973	10.22	0.176
1969	45.11	0.287	1974	9.79	0.184
1967	44.61	0.292	1985	9.25	0.195
1987	42.44	0.313	1983	7.50	0.297
1977	39.28	0.345	1968	6.25	0.380
1979	36.38	0.373	1982	5.59	0.424
1973	32.37	0.412	1987	4.42	0.503
1983	28.03	0.455	1972	4.14	0.552
1971	24.55	0.489	1981	3.71	0.626
1978	20.87	0.553	1976	3.33	0.691
1980	17.17	0.630	1979	3.11	0.729
1981	15.15	0.671	1971	2.97	0.753
1974	12.92	0.717	1969	2.65	0.811
1975	12.03	0.736	1967	2.64	0.813
1986	8.72	0.806	1977	2.64	0.813
1968	6.77	0.856	1978	2.64	0.813
1982	5.35	0.894	1980	2.64	0.813
1976	2.84	0.956	1986	2.64	0.813
1988	2.04	0.972	1975	2.17	0.913

Cuadro D.9 Función logPearsonIII para septiembre y octubre

AÑO	SEPT	P(X ≥ x)	AÑO	OCTUBRE	P(X ≥ x)
1982	121.27	0.068	1975	66.55	0.028
1974	108.92	0.079	1983	38.49	0.087
1985	78.24	0.117	1982	23.70	0.185
1978	53.02	0.185	1978	21.32	0.213
1984	44.84	0.225	1973	21.32	0.213
1975	37.71	0.292	1984	20.37	0.236
1972	36.94	0.299	1968	19.52	0.257
1976	35.39	0.313	1967	17.91	0.295
1969	33.49	0.331	1974	13.84	0.393
1973	30.61	0.358	1985	12.92	0.415
1967	23.62	0.423	1976	12.61	0.422
1979	22.75	0.431	1988	12.47	0.426
1988	11.20	0.617	1979	7.95	0.579
1981	10.54	0.635	1977	7.21	0.620
1970	9.55	0.663	1972	4.42	0.776
1968	2.64	0.892	1980	4.25	0.785
1971	2.64	0.892	1970	2.80	0.882
1983	2.64	0.892	1971	2.64	0.893
1986	2.64	0.892	1986	2.64	0.893
1987	2.64	0.892	1987	2.64	0.893
1977	2.63	0.892	1981	2.59	0.897
1980	2.45	0.901	1969	2.17	0.924

Cuadro D.10 Función gamma incompleta para mayo y junio

AÑO	MAYO	F(X)	P(X > x)	JUNIO	F(X)	P(X > x)
1969	48.71	0.9932	0.007	172.90	0.9956	0.004
1974	33.87	0.9688	0.031	67.52	0.8801	0.120
1973	32.88	0.9655	0.035	56.44	0.8302	0.170
1978	20.37	0.8757	0.124	56.44	0.8302	0.170
1984	14.76	0.7793	0.221	48.24	0.7803	0.220
1972	10.33	0.6526	0.347	42.36	0.7357	0.264
1985	8.72	0.5904	0.410	40.90	0.7233	0.277
1970	8.21	0.5684	0.432	33.11	0.6466	0.353
1982	6.73	0.4978	0.502	32.35	0.6381	0.362
1976	6.25	0.4726	0.527	29.48	0.6039	0.396
1979	3.90	0.3291	0.671	21.32	0.4882	0.512
1977	2.97	0.2621	0.738	21.18	0.4859	0.514
1967	2.64	0.2368	0.763	20.19	0.4697	0.530
1968	2.64	0.2368	0.763	19.43	0.4569	0.543
1971	2.64	0.2368	0.763	10.33	0.2771	0.723
1986	2.64	0.2368	0.763	7.21	0.2027	0.797
1983	2.17	0.1992	0.801	5.78	0.1661	0.834
1988	1.79	0.1674	0.833	5.59	0.1611	0.839
1980	1.68	0.1580	0.842	3.70	0.1097	0.890
1987	0.56	0.0557	0.944	2.64	0.0796	0.920
1981	0.30	0.0302	0.970	2.63	0.0793	0.921
1975	0.16	0.0162	0.984	0.41	0.0128	0.987

Cuadro D.11 Función gamma incompleta para julio y agosto

AÑO	JULIO	$P(X \geq x)$	AÑO	AGOSTO	$P(X \geq x)$
1984	129.00	0.023	1984	44.61	0.002
1985	117.04	0.033	1988	13.38	0.157
1972	61.38	0.167	1970	12.61	0.174
1970	51.49	0.223	1973	10.22	0.243
1969	45.11	0.269	1974	9.79	0.258
1967	44.61	0.273	1985	9.25	0.278
1987	42.44	0.291	1983	7.50	0.354
1977	39.28	0.319	1968	6.25	0.421
1979	36.38	0.347	1982	5.59	0.461
1973	32.37	0.390	1987	4.42	0.542
1983	28.03	0.442	1972	4.14	0.564
1971	24.55	0.489	1981	3.71	0.598
1978	20.87	0.545	1976	3.33	0.631
1980	17.17	0.607	1979	3.11	0.650
1981	15.15	0.643	1971	2.97	0.663
1974	12.92	0.686	1969	2.65	0.693
1975	12.03	0.704	1967	2.64	0.694
1986	8.72	0.776	1977	2.64	0.694
1968	6.77	0.821	1978	2.64	0.694
1982	5.35	0.856	1980	2.64	0.694
1976	2.84	0.921	1986	2.64	0.694
1988	2.04	0.942	1975	2.17	0.740

Cuadro D.12 Función gamma incompleta para septiembre y octubre

AÑO	SEPTIE	$P(X \geq x)$	AÑO	OCTUBRE	$P(X \geq x)$
1982	121.27	0.019	1975	66.55	0.010
1974	108.92	0.029	1983	38.49	0.071
1985	78.24	0.078	1982	23.70	0.196
1978	53.02	0.178	1978	21.32	0.231
1984	44.84	0.233	1973	21.32	0.231
1975	37.71	0.293	1984	20.37	0.247
1972	36.94	0.301	1968	19.52	0.262
1976	35.39	0.316	1967	17.91	0.292
1969	33.49	0.336	1974	13.84	0.387
1973	30.61	0.369	1985	12.92	0.412
1967	23.62	0.464	1976	12.61	0.421
1979	22.75	0.477	1988	12.47	0.425
1988	11.20	0.695	1979	7.95	0.579
1981	10.54	0.710	1977	7.21	0.609
1970	9.55	0.733	1972	4.42	0.738
1968	2.64	0.918	1980	4.25	0.747
1971	2.64	0.918	1970	2.80	0.825
1983	2.64	0.918	1971	2.64	0.834
1986	2.64	0.918	1986	2.64	0.834
1987	2.64	0.918	1987	2.64	0.834
1977	2.63	0.918	1981	2.59	0.837
1980	2.45	0.923	1969	2.17	0.862

APENDICE E

*Comportamiento entre los valores empíricos y teóricos de
probabilidad de excedencia*

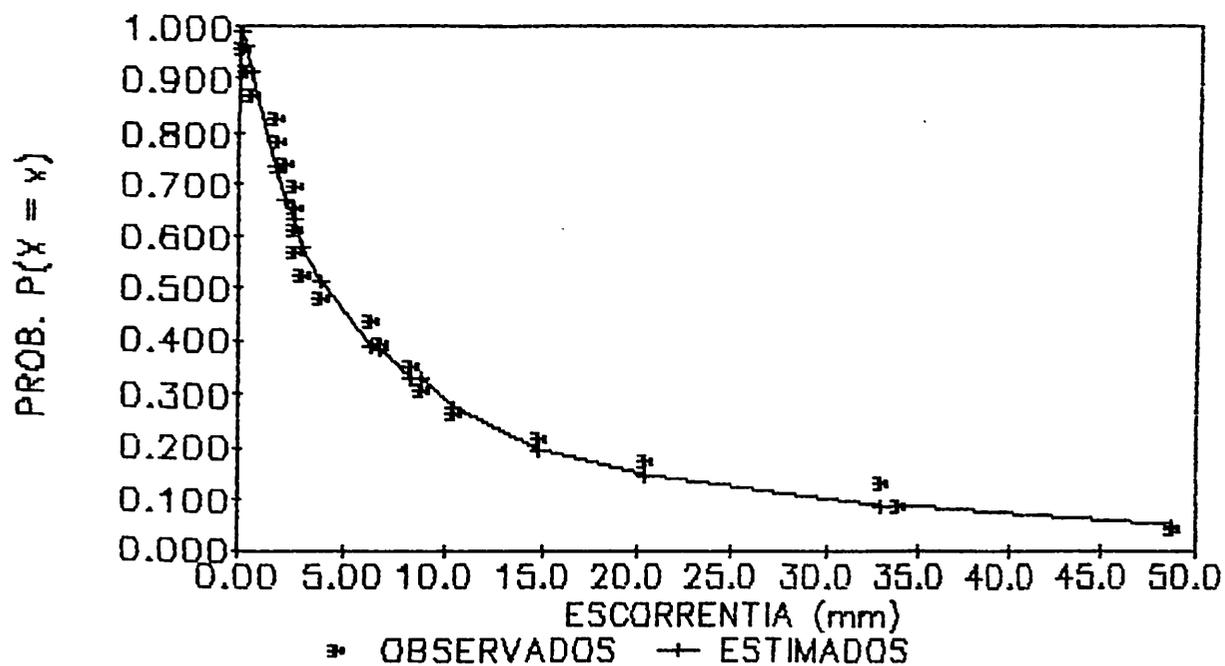


Figura E.1 Comparación de probabilidades empíricas y teóricas con distribución lognormal para el mes de mayo

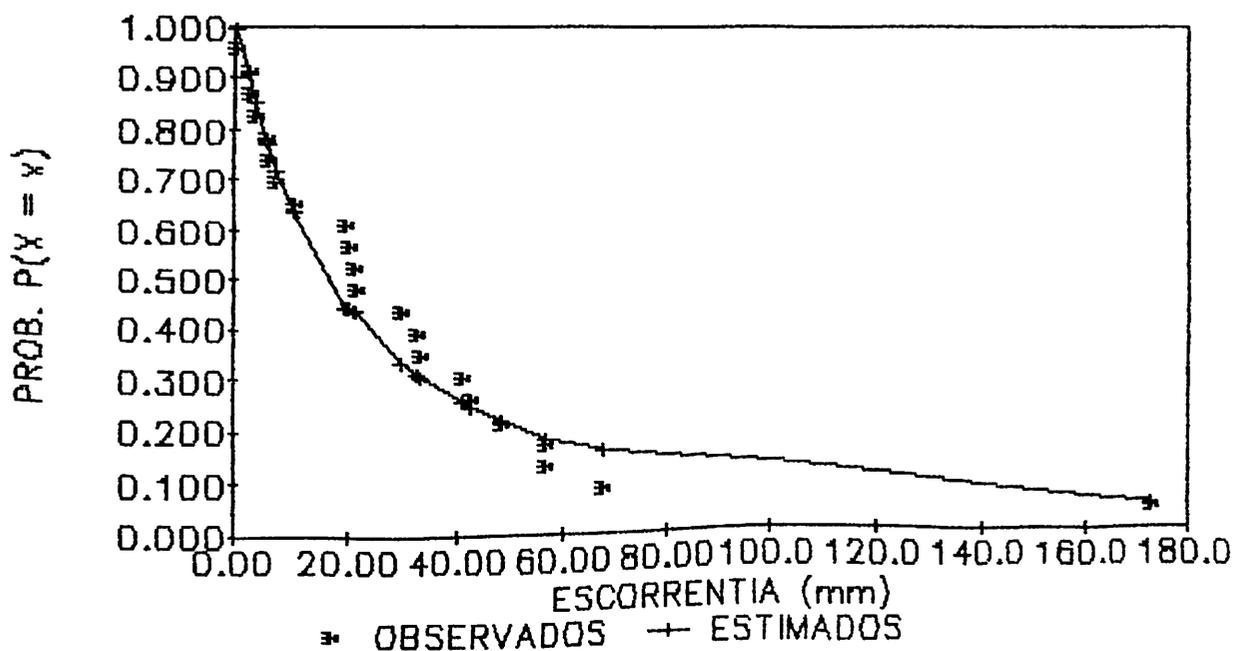


Figura E.2 Comparación de probabilidades empíricas y teóricas con distribución lognormal para el mes de junio

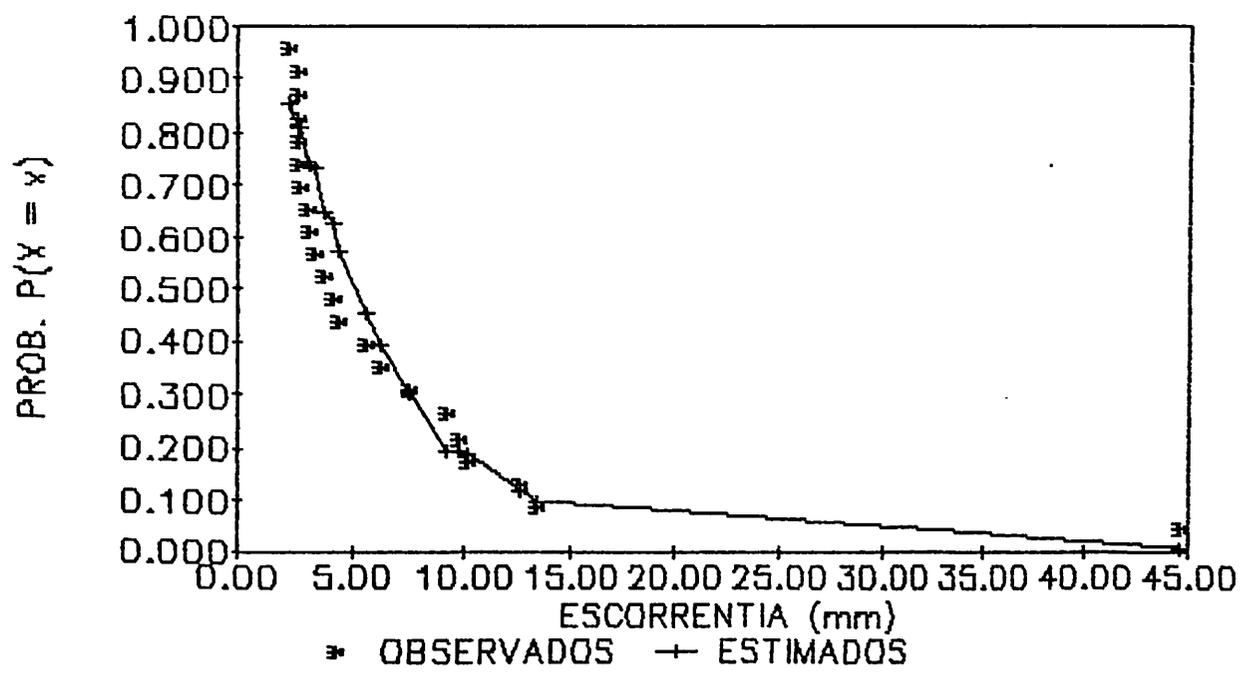


Figura E.3 Comparación de probabilidades empíricas y teóricas con distribución lognormal para el mes de agosto

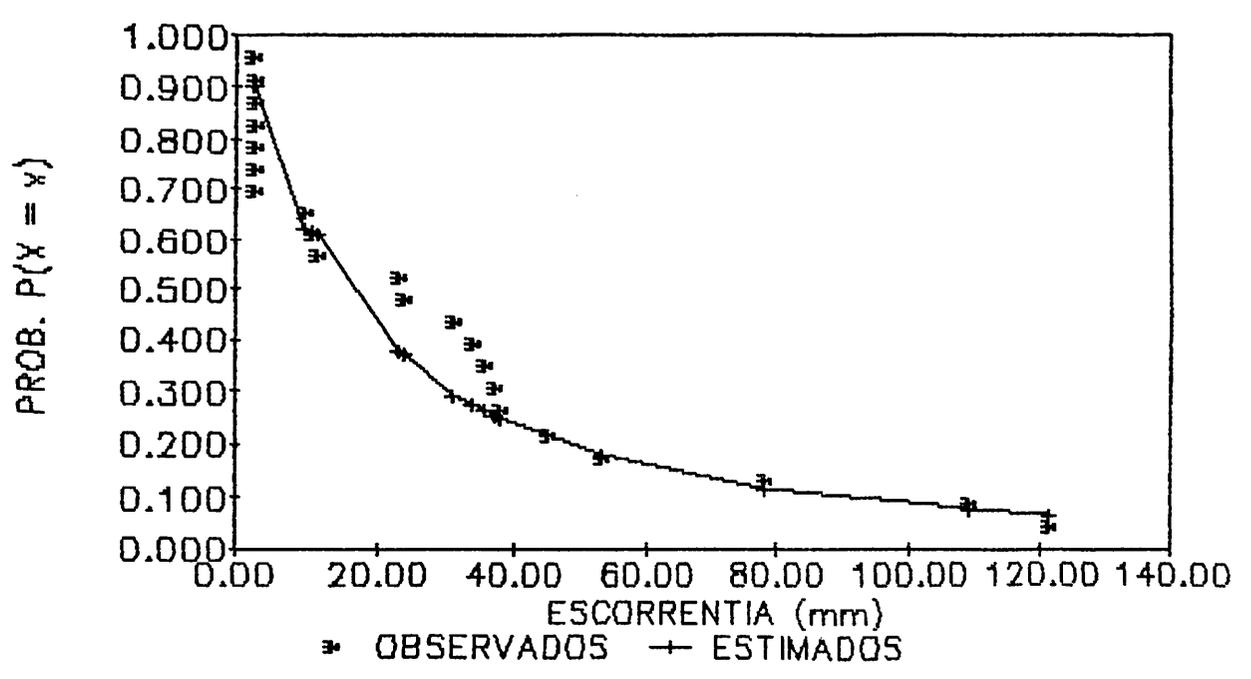


Figura E.4 Comparación de probabilidades empíricas y teóricas con distribución lognormal para el mes de septiembre

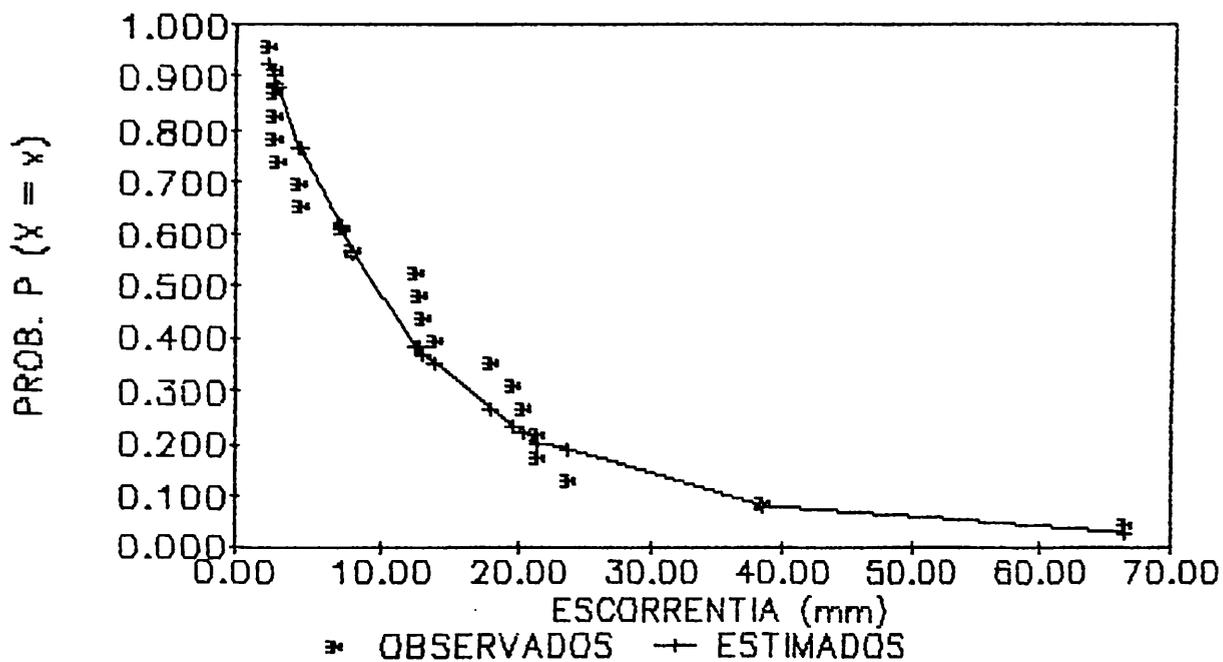


Figura E.5 Comparación de probabilidades empíricas y teóricas con distribución lognormal para el mes de octubre

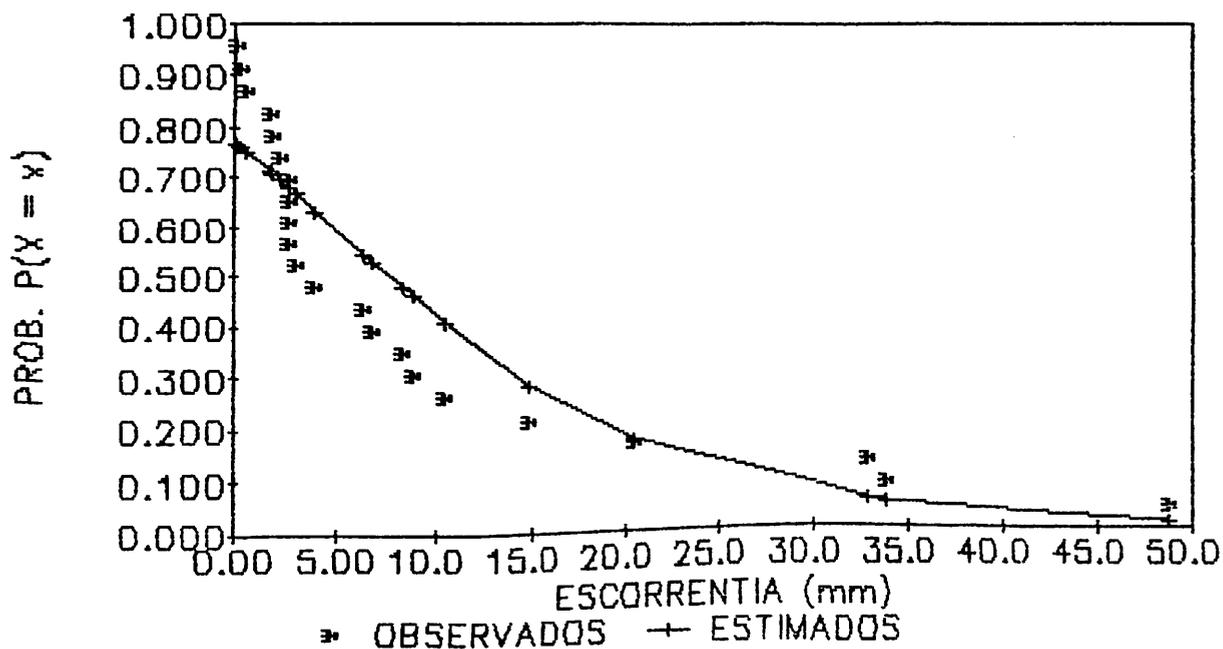


Figura E.6 Comparación de probabilidades empíricas y teóricas con distribución Gumbel para el mes de mayo

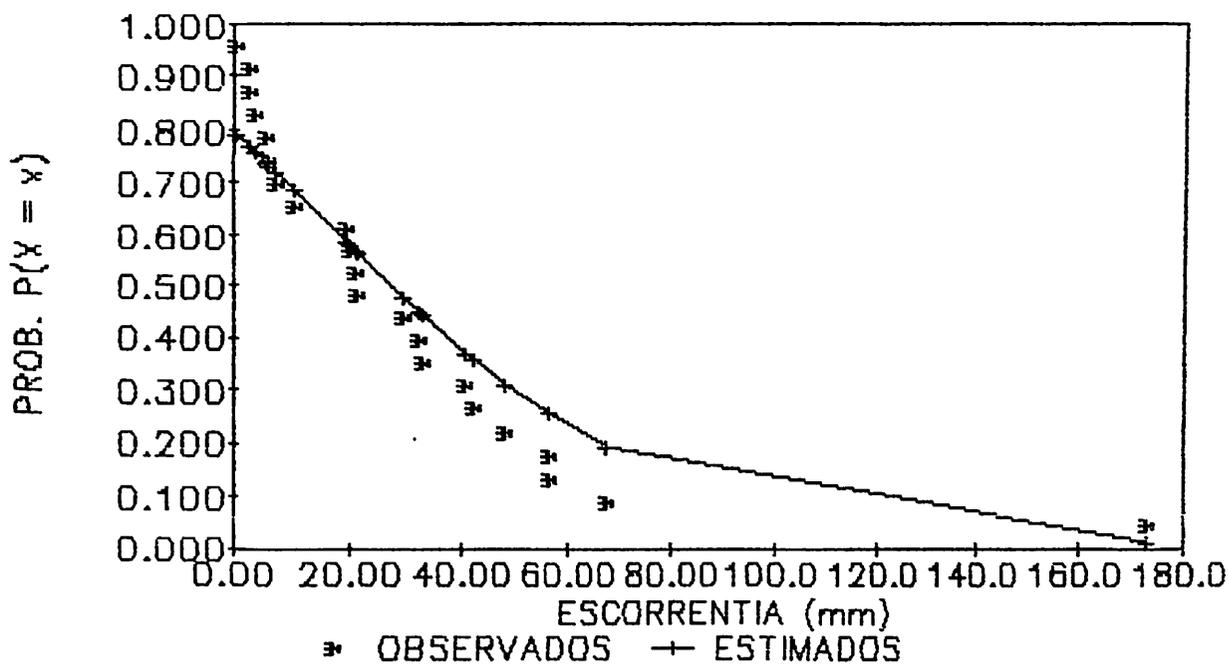


Figura E.7 Comparación de probabilidades empíricas y teóricas con distribución Gumbel para el mes de junio

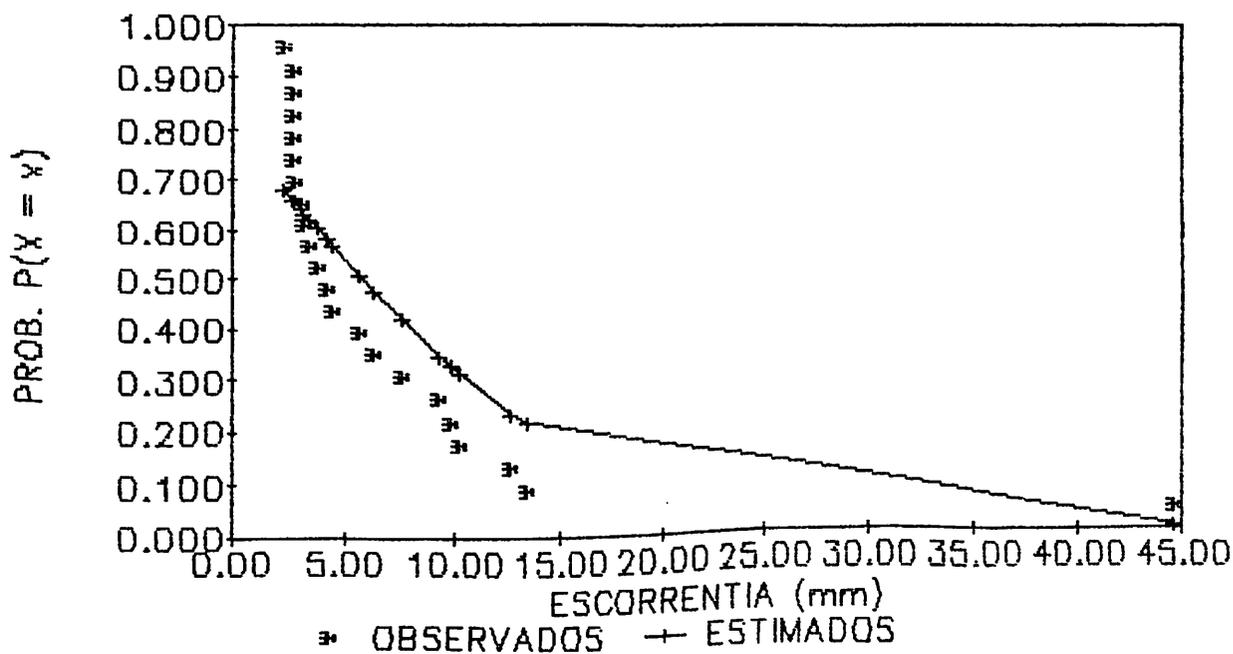


Figura E.8 Comparación de probabilidades empíricas y teóricas con distribución Gumbel para el mes de agosto

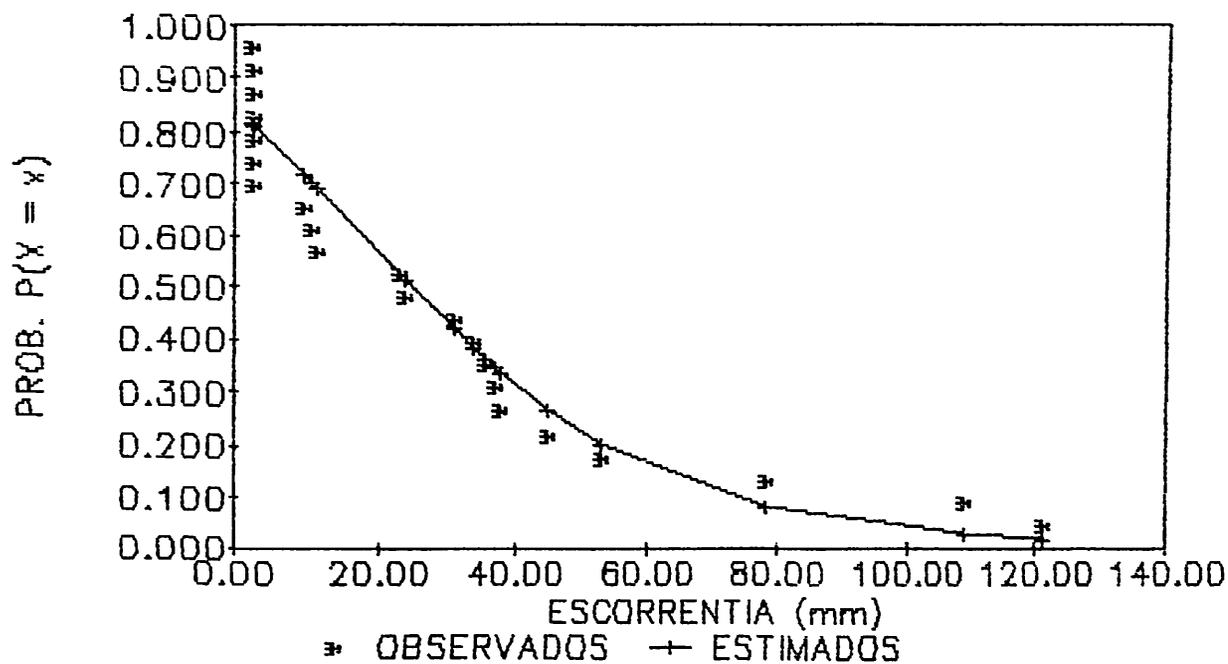


Figura E.9 Comparación de probabilidades empíricas y teóricas con distribución Gumbel para el mes de septiembre

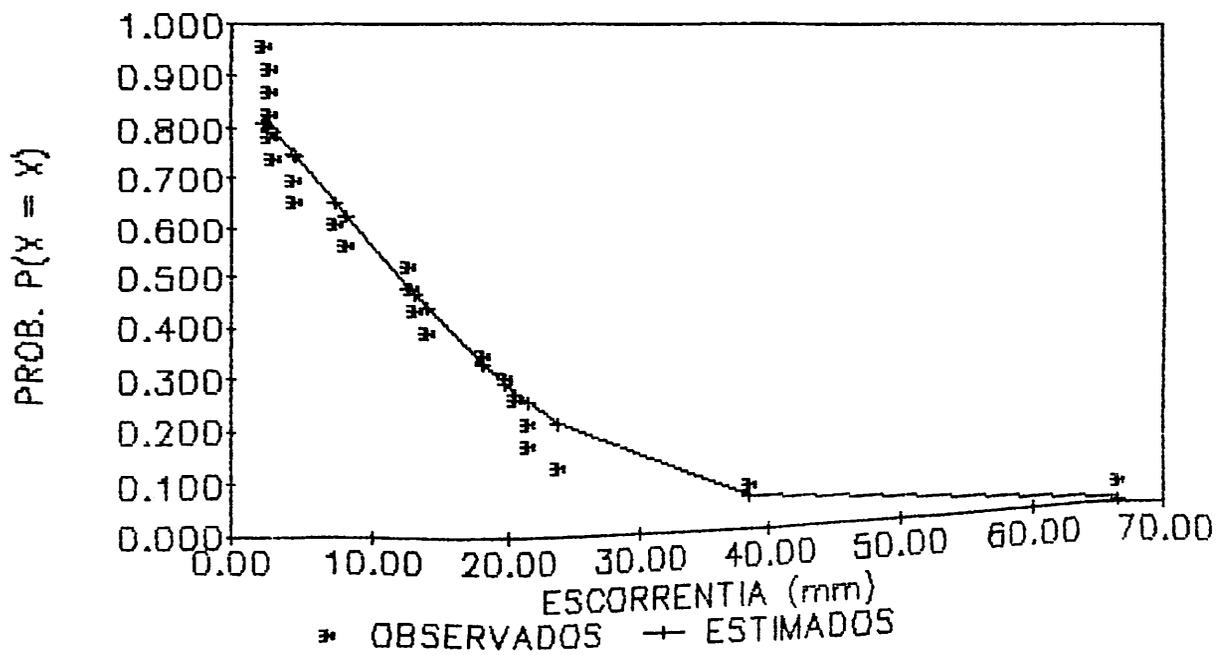


Figura E.10 Comparación de probabilidades empíricas y teóricas con distribución Gumbel para el mes de octubre

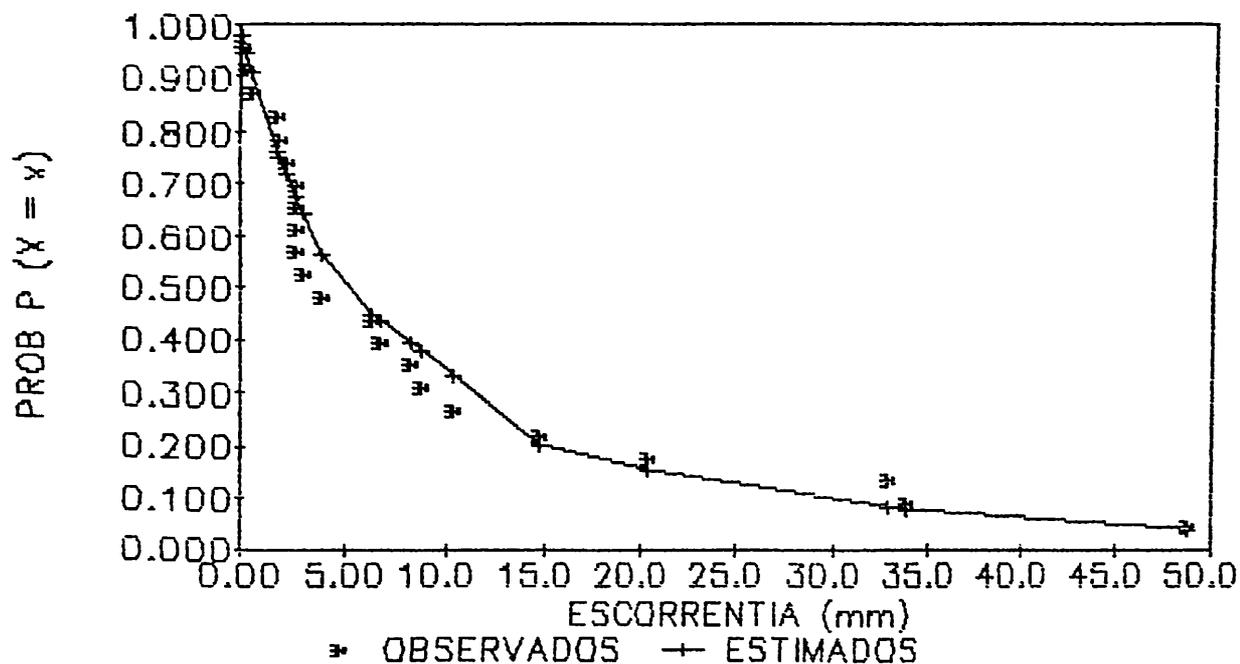


Figura E.11 Comparación de probabilidades empíricas y teóricas con distribución logPearson tipo III para el mes de mayo

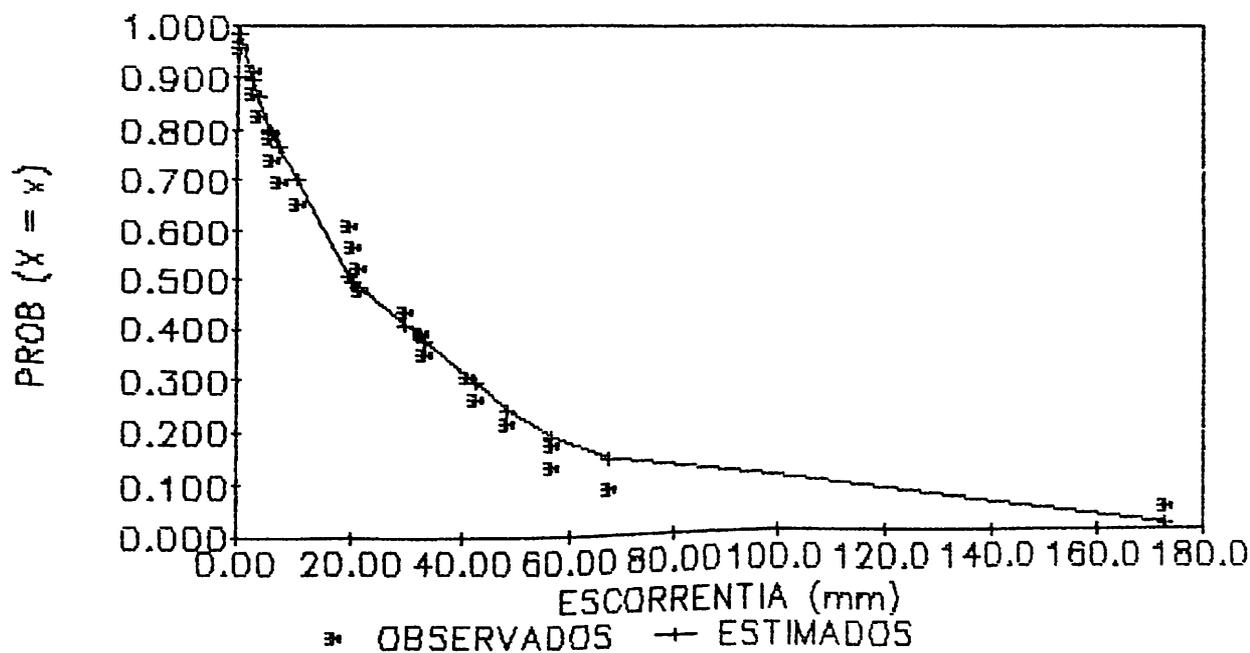


Figura E.12 Comparación de probabilidades empíricas y teóricas con distribución logPearson tipo III para el mes de junio

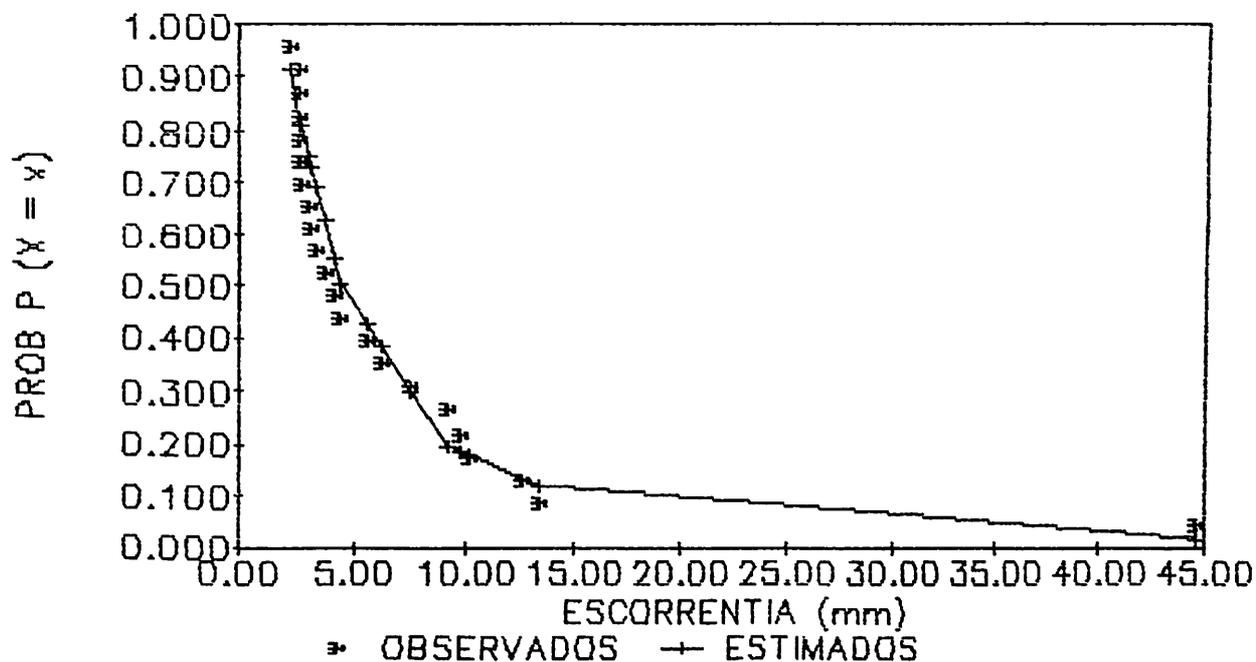


Figura E.13 Comparación de probabilidades empíricas y teóricas con distribución logPearson tipo III para el mes de agosto

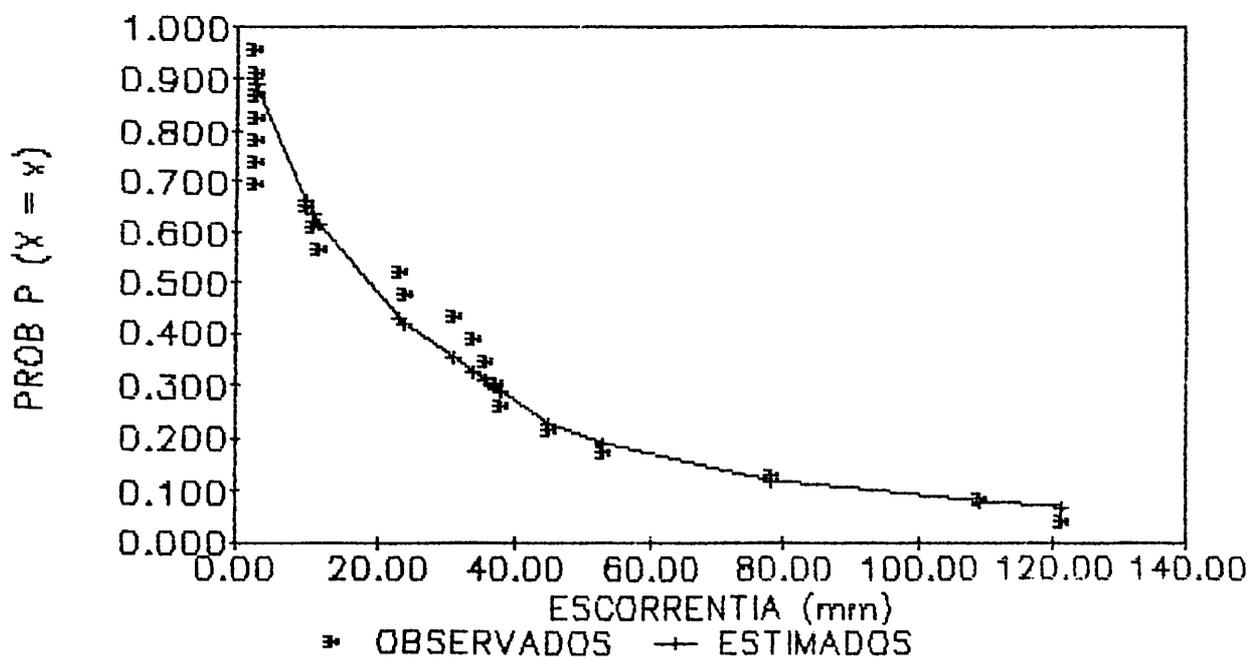


Figura E.14 Comparación de probabilidades empíricas y teóricas con distribución logPearson tipo III para el mes de septiembre

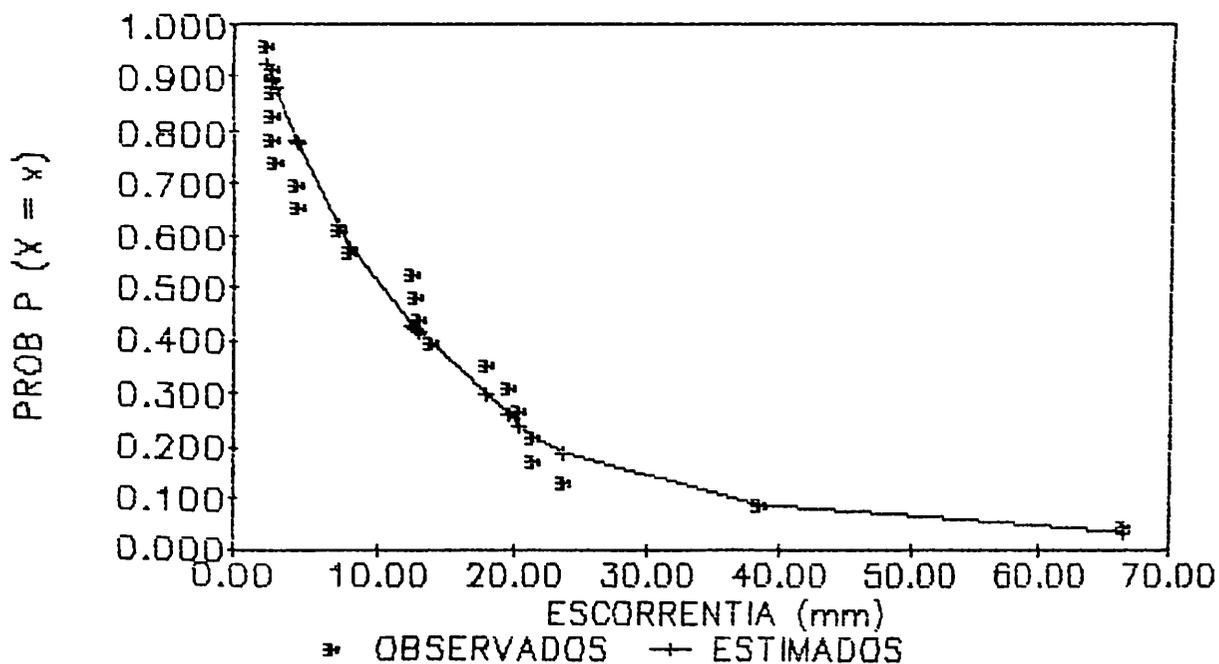


Figura E.15 Comparación de probabilidades empíricas y teóricas con distribución logPearson tipo III para el mes de octubre

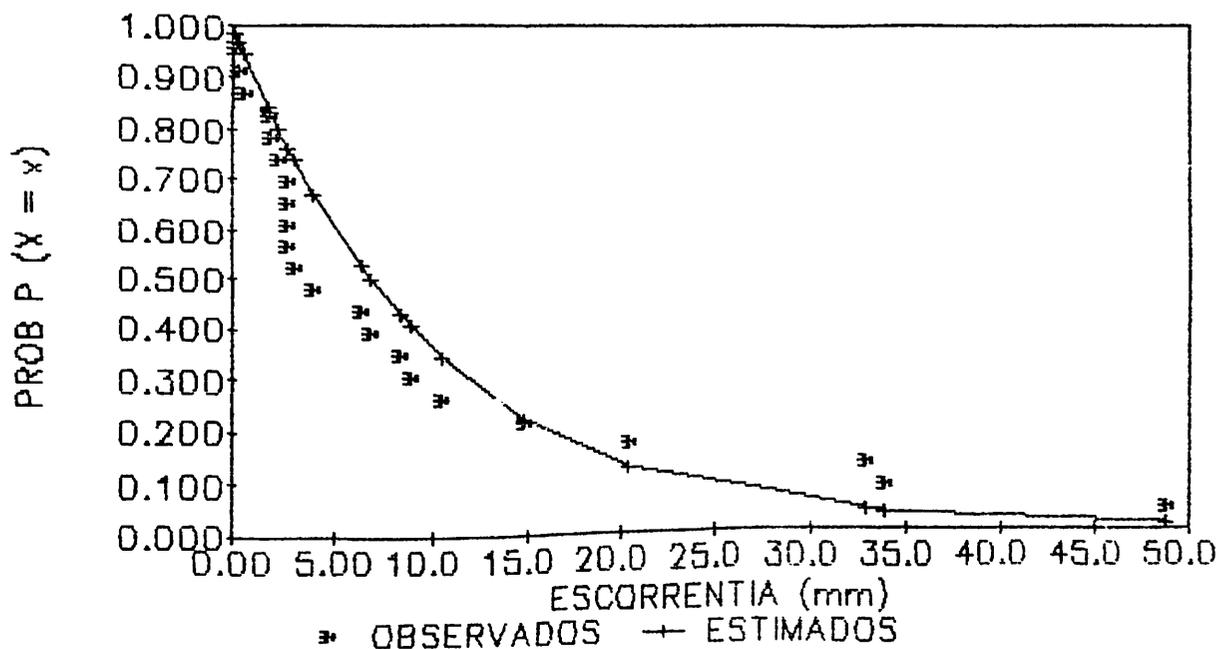


Figura E.16 Comparación de probabilidades empíricas y teóricas con distribución gamma incompleta para el mes de mayo

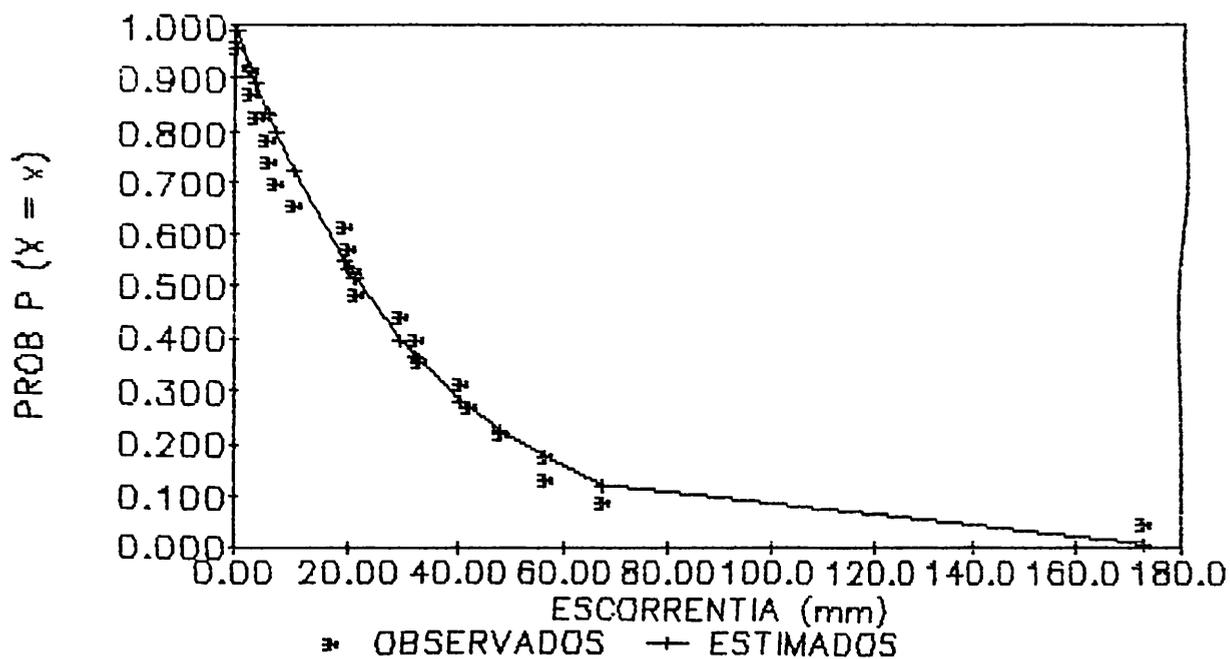


Figura E.17 Comparación de probabilidades empíricas y teóricas con distribución gamma incompleta para el mes de junio

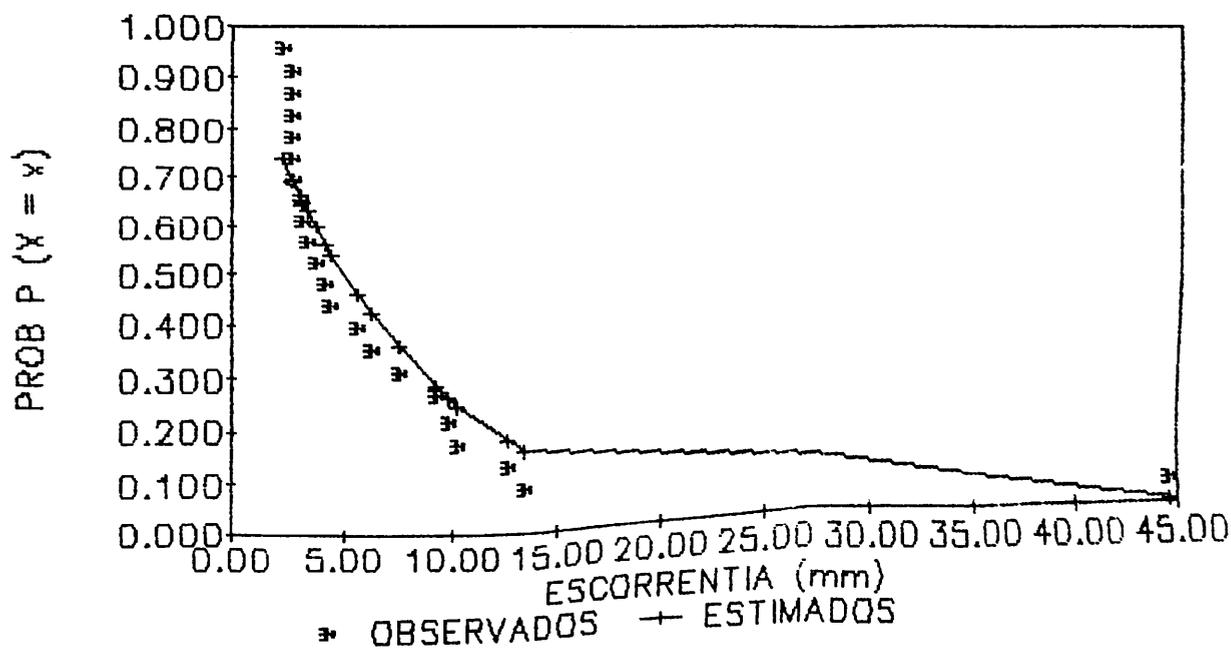


Figura E.18 Comparación de probabilidades empíricas y teóricas con distribución gamma incompleta para el mes de agosto

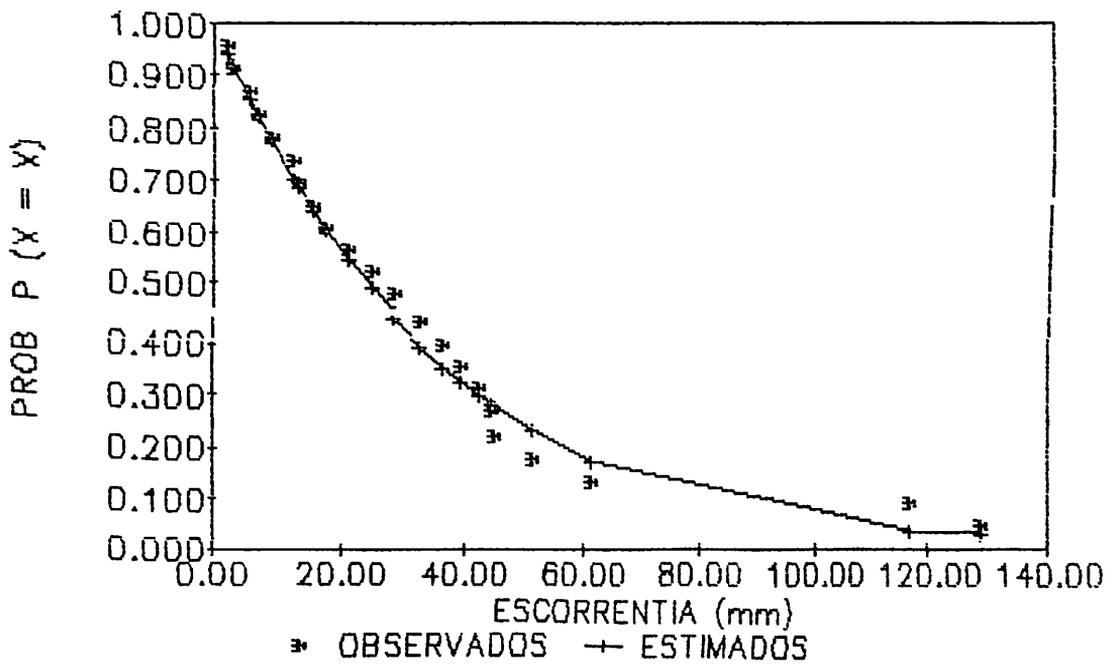


Figura E.19 Comparación de probabilidades empíricas y teóricas con distribución gamma incompleta para el mes de septiembre

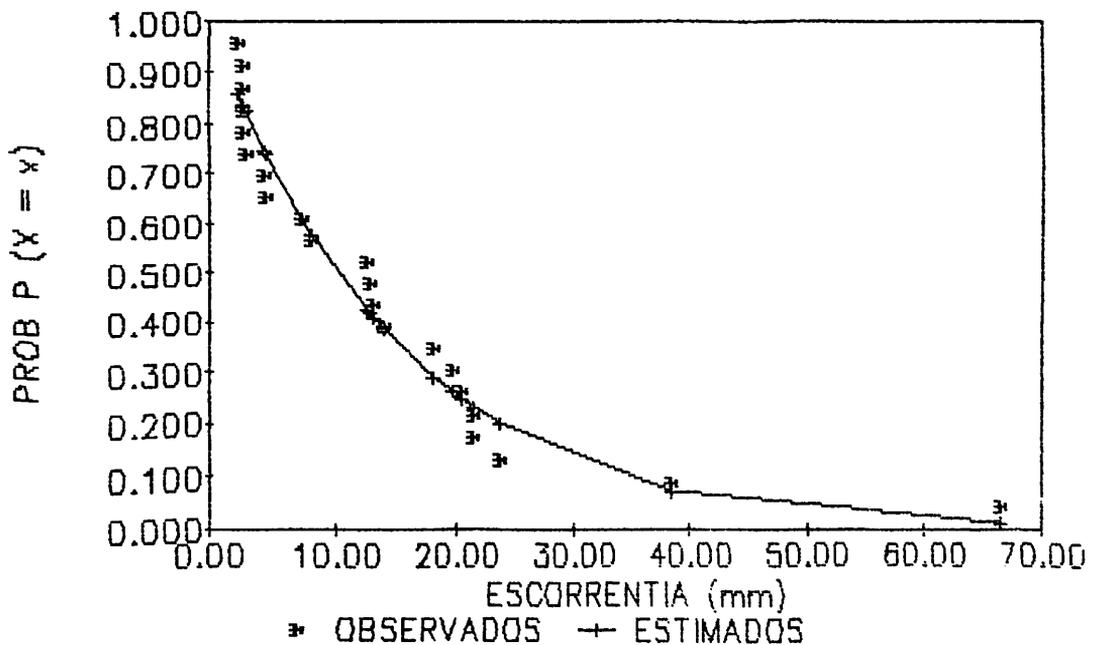


Figura E.20 Comparación de probabilidades empíricas y teóricas con distribución gamma incompleta para el mes de octubre

APENDICE F

*Listado del programa para calcular las características
hidráulicas de drenes*

Cuadro F.1 Listado del programa para calcular las características hidráulicas de drenes

```

PROGRAM TIRANTE_Y_PLANTILLA (INPUT,OUTPUT);

CONST
  g = 9.81

VAR
  A,C,D,E,F,H,J,K,So,Q,I,R,P,TOL :REAL;
  b,n,m,yc,y                       :REAL;
  RESPUESTA                         :CHAR;
  x,z                               :STRING [1];

FUNCTION POTENCIA (W,V:REAL):REAL;
  BEGIN
    POTENCIA := EXP (V * LN (ABS(W)));
  END;

FUNCTION FX (A,P:REAL):REAL;
  BEGIN
    K := (Q * n)/SQRT(So);
    FX := (POTENCIA (A,5/3)/POTENCIA (P,2/3)) - K;
  END;

FUNCTION FDX (A,P:REAL):REAL;
  BEGIN
    FDX := (POTENCIA (A,2/3)/POTENCIA (P,2/3)) *
      ((5/3 * (C) - (2/3) * (A/P) * d);
  END;

BEGIN
  CLRSCR;
  WRITELN;
  WRITELN;
  WRITE (' :6, 'ESTE PROGRAMA LE PERMITE EL CALCULO DE LA ');
  WRITE (' PLANTILLA O EL TIRANTE ');
  WRITELN;
  WRITE (' :6, '*****');
  WRITELN;
  WRITE (' :8, ' QUE CALCULO DESEA; TIRANTE (X)');
  WRITE (' O PLANTILLA (Z) ?.. =>', ' :4);
  READ (RESPUESTA);
  IF RESPUESTA = 'X'
  THEN BEGIN
    WRITELN;
    WRITELN;
    WRITE (' :10, 'DATOS DE ENTRADA PARA EL CALCULO DE ');
    WRITE (' TIRANTE"', ' :4);
    WRITELN;
    WRITELN;
    WRITE (' :6, ' CUAL ES EL GASTO ?.....=>', ' :4);
  
```

Cuadro F.1 Continuación

```

READLN (Q);
WRITE (':6, ' CUAL ES EL COEF. DE MANING ?..=>', ':4);
READLN (n);
WRITE (':6, ' CUAL ES EL TALUD ?.....=>', ':4);
READLN (m);
WRITE (':6, ' CUAL ES LA PENDIENTE EN FRAC.=>', ':4);
READLN (So);
WRITE (':6, ' CUAL ES LA PLANTILLA ?.....=>', ':4);
READLN (b);
WRITE (':6, ' CUAL ES LA TOLERANCIA ?.....=>', ':4);
READLN (TOL);
R := Q/b;
I := (SQR(R)/g);
yc := POTENCIA (I,1/3);
REPEAT
  A := (b + m * yc) * yc;
  P := b + (2 * yc * SQR(1 + SQR(m)));
  C := b + (2 * m * yc);
  D := 2 * SQR(1 + SQR(m));
  J := FX(A,P);
  K := FDX(A,P);
  E := J/K;
  IF ABS (E) < TOL
    THEN BEGIN
      WRITELN;
      WRITELN (':10, "RESULTADO");
      WRITELN;
      WRITE (':7, "VALOR DEL TIRANTE ');
      WRITE (':4,yc:4:4);
      WRITELN;
      WRITELN;
      WRITE (':6, "*****");
      WRITELN ("*****");
    END
  ELSE BEGIN
    yc := yc - E;
  END;
UNTIL ABS (E) < TOL
END
ELSE BEGIN
  WRITE ('PLANTILLA');
  WRITELN;
  WRITELN;
  WRITE (':6, ' CUAL ES EL GASTO ?.....=>', ':4);
  READLN (Q);
  WRITE (':6, ' CUAL ES EL COEF. DE MANING ?..=>', ':4);
  READLN (N);
  WRITE (':6, ' CUAL ES EL TALUD ?.....=>', ':4);
  READLN (m);
  WRITE (':6, ' CUAL ES LA PENDIENTE EN FRAC ?=>', ':4);
  READLN (So);
  WRITE (':6, ' CUAL ES EL TIRANTE ?.....=>', ':4);

```

Cuadro F.1.....Continuación

```

READLN (ye);
WRITE (':6, ' CUAL ES LA TOLERANCIA ?.....=>', ':4);
READLN (TOL);
  b := ye;
  REPEAT
    A := (b + m * ye) * ye;
    P := b + (2 * ye * SQR(1 + SQR(m)));
    C := ye;
    D := 1;
    J := FX(A,P);
    K := FDX(A,P);
    E := J/K;
    IF ABS (E) < TOL
      THEN BEGIN
        WRITELN;
        WRITELN (':10, "RESULTADO");
        WRITELN;
        WRITE (':7, "VALOR DE LA PLANTILLA ');
        WRITE ( 'ENCONTRADA...', ':4,B:4:4);
        WRITELN;
        WRITELN;
        WRITE (':6, '*****');
        WRITELN ( '*****');
      END
    ELSE BEGIN
      b := b - E;
    END
  UNTIL ABS(E) < TOL
END;
END.

```
